

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik
Biotechnik
Optimierte Prozesse
Komplexe Materialien
Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie
Aus- und Weiterbildung

- Grenzen der HPLC
- Frische von Fischen
- Enantioselektive Fluorierung

Chemiegeschichte im Spiegel des Humors

Von Dr. Walter Gellendien, Düsseldorf-Reisholz

Chemie und Humor treffen nicht gerade häufig zusammen. Chemie ist eine erste Wissenschaft, dem Laien in ihren theoretischen Grundzügen sogar unbehaglich, denn die chemische Formel erscheint ihm als etwas ausgesprochen Trockenes. So haben auch die eigentlichen Fachleute des Humors, die Schriftsteller-Humoristen, für eine humoristische Betrachtungsweise unserer Wissenschaft bisher recht wenig beigetragen. Es sind vielmehr die Chemiker selbst gewesen, die sich ab und zu auf den Schwingen des Humors über ihre alltägliche Forschungsarbeit erhoben haben. Meist war der Anlaß eine neue, vermeintlich oder wirklich falsche Entdeckung, die humoristisch persifliert wurde, oder ein geselliges Beisammensein, das Scherz und Satire auf den Plan rief. Einiges davon ist in die Öffentlichkeit gedrungen und in Lebensbildern und Berichten festgehalten worden. Freilich kann dieser fachsimpelnde Humor dem Außenstehenden wenig bieten, er wird den tieferen Sinn nicht zu finden wissen. Für den Fachmann aber sind diese humorvollen Dokumente der Chemie entwicklungsgeschichtlich gar nicht uninteressant, und sie sind zugleich eine Aufmunterung, sich nicht immer allzu ernst zu geben. Gerade die Großen der Chemie des vorigen Jahrhunderts, vielleicht noch nicht so sehr wie heute im Spezialistentum verstrickt, haben Proben eines oft sogar gereimten Humors zum besten gegeben. Nur wenige Beispiele unter verschiedenem Vorzeichen sollen das bekunden.

Als *Jean Baptiste Dumas* seine für alle Zeiten so bedeutsame Chlorsubstitutionstheorie bekanntgab, stieß er auf heftigen Widerstand. Selbst der große Begründer der organischen Chemie *Friedrich Wöhler* sah sich zu folgenden Spottzeilen veranlaßt: „man habe in London nicht nur die Wasserstoffatome der Baumwolle, sondern überhaupt alle Elemente derselben durch Chlor substituiert und man trage dort gegenwärtig Unterhosen aus reinem Chlor.“ *Wöhler* unterzeichnete das Schreiben mit S. C. H. Windler.

Von *Justus von Liebig* läßt sich manches witzige Wort berichten. Hier nur ein spöttisches Pamphlet, von *Liebig* und *Wöhler* gemeinsam verfaßt, als ihnen der Vorgang der alkoholischen Gärung unter Mitwirkung von „Enzymen und Fermenten“, alias Hefepilzen, nicht recht eingehen wollte. Es trägt die Überschrift „Das enträtselte Geheimnis der geistigen Gärung“ und lautet auszugsweise: „Die Hefe besteht aus unendlich kleinen Kügelchen, die in Zuckermilch anschwellen und platzen. Es entwickeln sich daraus kleine Tiere, die sich mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit vermehren. Die Form dieser Tiere ist abweichend von jeder der beschriebenen 600 Arten, sie besitzen die Form einer Destillier-

blase. Die Infusorien fressen Zucker, entleeren aus dem Darmkanal Weingeist und aus den Harnorganen Kohlensäure.“ *Liebig* und *Wöhler* wollten hier recht dick auftragen, sie waren aber mit ihren Phantasien gar nicht einmal so weit von der Wirklichkeit entfernt: Stoffwechselvorgänge der lebenden Hefezellen spielen bei der biokatalytischen Wirkung eine Rolle.

Die Folgen einer berühmten Synthese *Liebig's* wurden einmal Gegenstand eines dichterischen Ergusses, und zwar gereimt von einem Chemiker, der später ganz „auf Dichter“ umsattelte, von *Paul Heyse*. Als im Berliner Zoo einem Bären der Star gestochen werden sollte, erlaubte *Friedrich Wilhelm IV.* zum ersten Male versuchsweise die Anwendung des von *Liebig* entdeckten Chloroforms zur Betäubung. Die Sache ging schief, der Bär verendete, und *Heyse* dichtete:

„Der Bär ist nun ein toter Mann,
Das Chloroform ist schuld daran,
Ein ärztliches Kollegium
Ging mit dem Vieh zu menschlich um.
Das Fuchsein grinst, das Schäflein flennt,
Der Wolf setzt ihm ein Monument.“

Zur Erklärung: der Bildhauer *Wolf* modellierte eine Bronzegruppe, die den braunen Patienten auf einem Sessel darstellt, umgeben von den behandelnden Ärzten.

Dieses Gedicht spielt schon zu sehr ins Medizinische. Rein chemisch oder besser farbstoffchemisch ist dagegen das „Anilinlied“ *Emil Jacobsens*, das dieser gemütvoll und witzsprühende Organiker anlässlich eines Festmahles (1870) zu Ehren *A. W. Hofmanns*, des langjährigen Präsidenten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, verfaßte. Es umfaßt 12 Strophen, vier seien hier wiedergegeben:

„Welche ungeheure Ehre
Widerfuhr dem schwarzen Theere,
Ihm, der schwärzer als die Nacht,
Ihm entstieg die größte Pracht —
Regenbogenfarben.
In der schwarzen zähen Sauce,
Die bis dahin der Matrose
Zu goutieren nur verstand,
Suchte die Chemie und fand —
Einen Blumengarten.
Mündig worden als Fuchsina
Bäschen Rosa, Anni, Lina,
Machte dem Großvater Theer,
Wie auch dem Erzeuger Ehr.
Dieses weiß ein Jeder.
Hört, was die Moral zum Schluß sagt:
Frau Chemie die härteste Nuß knackt,
Und hat selbst sie einmal Pech,
Zählt mit Farben sie die Zech —
Nie um Rath verlegen.“

Überhaupt die Deutsche Chemische Gesellschaft! Ihre hervorragenden Mitglieder um die Jahrhundertwende müssen sehr viel Sinn für Humor gehabt haben. Während der Naturforscherversammlung 1886 wurde von einigen witzigen Köpfen, an deren Spitze neben *Jacobsen* stets der berühmte Farbenchemiker *N. O. Witt* stand, ein humoristisches Beiheft herausgegeben mit dem Titel „Berichte der Durstigen Chemischen Gesellschaft, Unerhörter Jahrgang No. 20.“ In ihm ist eine Fülle von zeitgenössischem Chemieulk zu finden. Es können hier nur einige Kostproben wiedergegeben werden. Unter „Bericht über Patente“ steht:

„J. W. Porkins in Chicago, Illinois: Gewinnung von Schweinefett. (Amerik. Patent 7865386 v. 17. 8. 1886).“

Lebende Schweine werden in besonderen, geschlossenen, für den Kopf eine Öffnung lassenden, Trögen mit Benzol extrahiert. Statt des Benzols kann Petroläther, Schwefelkohlenstoff, Naphtha oder Extrahl Verwendung finden. Das Bad wird so oft erneuert, bis eine Probe desselben keinen Fettfleck auf dem Papier läßt. Nach der Extraktion werden die meist sehr hungrigen Schweine entfernt und durch passend gewählte Kohlehydrate (Zucker) wieder bis zur Extraktionsfähigkeit aufgefüttert.“

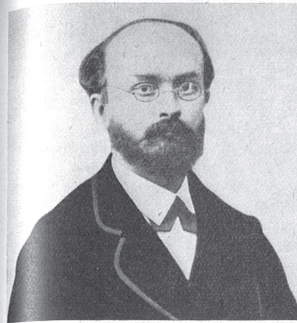
Gegen Überheblichkeit und Langatmigkeit fachlicher Veröffentlichungen und Diskussionen — es hat sie damals wie heute gegeben — richten sich Verse *N. O. Witts*, die gleichzeitig zur Gründung einer Publikations- und Sittenkommission aufrufen. Nur zwei Strophen daraus:

„Für solche, welche die drei Seiten, Die wir gestatten, überschreiten, Für solche, welche stets krakehlen Und fettgedruckte Schriftart wählen, Für solche, die in ihrer Rede Persönlich, injuriös und schönöde; Für solche, zum verdienten Lohn Wählt aus des Vorstands Mitten Man eine Sitten — Eine Sittenkommission.“	Wer statt uns kurz nur zu berichten Erzählt langatmige Geschichten Wer sich ergeht in Diskussionen Dubioser Konstitutionen Wer ohne Zweck und Ziele endlich Wird mathematisch unverständlich Dem wird ohn' Gnade und Pardon, Sein Werk beschnitten Von der Sitten — Von der Sittenkommission.“
---	---

Die Verse haben auch heute noch ihre Gültigkeit. Doch auch der literarisch-chemische Sologesang *E. Jacobsens* wird stets Geltung behalten:

„Ich hatt' ein schönes Thema
Kein bess'eres sag ich Dir
Da kamen die „Berichte“
Es war die alte Geschichte:
Ein anderer nahm es mir.“

Ein in weiteren Fachkreisen nicht so bekannter Chemiker — man hat ihn indessen den „Begründer der Steinkohlenchemie“ im Ruhrgebiet genannt — war *Dr. Fritz Muck*. Als er 1879 ein Buch über „Die chemischen Elemente“



Fritz Muck

Geschichte der Chemie bezieht. Hierfür ein bezeichnendes Beispiel:

„Doch das leid'ge Phlogiston
Kam in einem Glasballon
Um Respekt und Renommé
Durch den Meister Lavoisier,
Dieses Capitalgenie,
Hochverdient um die Chemie.
Daher Wurtz' berühmte These:
„La chimie est une science française.“

¹⁾ *Zumpt* ist der Verfasser einer berühmten und berühmten Lateinischen Grammatik, dessen „Genusregeln“ (z. B.: Viele Wörter sind auf is, masculini generis. ...) die meisten Sextaner und Quintaner früherer Generationen zur Verzweiflung getrieben haben.

²⁾ *G. Lameck*: *Dr. Fritz Muck*, der Begründer der Steinkohlen-Chemie im Ruhrgebiet, 1937.

Wir begrüßen jetzt das Jahr 2006 — auch mit „chemischem“ Humor, den CLB-Autor *Dr. Walter Gellendien* 50 Jahre zuvor niederschrieb, recherchiert in noch weit älteren Quellen...

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

eine katholische Schule in New York hat eine junge Lehrerin gefeuert, weil sie schwanger und nicht verheiratet ist. Der Papst lud die brasilianische Star-Sängerin Daniela Mercury aus, weil sie im Rahmen einer Anti-Aids-Kampagne Reklame für Kondome machte. In den USA ist es Mode, den Weihnachtsbaum mit dem Fuß an die Decke zu hängen – nur einige Beispiele für eine verkehrte Welt, die auch unsere Zeichnerin Ans de Bruin in dem Comic auf der hinteren Umschlagseite innen karikiert. Die CLB bleibt auf dem Boden der Tatsachen. In dieser Ausgabe zeigt Dr. Veronika Meyer beispielsweise die Grenzen der HPLC auf (s. S. 418 ff). Ein besonderer Schwerpunkt dieser Ausgabe liegt allerdings in der Vermittlung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die zu neuen Pharmaka führen können.

Um Ihnen aber auch einen Anreiz für die Auseinandersetzung mit der Chemie in Deutschland zu geben sei auf den Artikel des langjährigen InCom- und LifeCom-Organisators Werner Günther hingewiesen: Innovation, Stillstand oder Rückschritt? fragt er auf den Seiten 429 und 430. Antworten dazu stecken teilweise in den Artikeln auf den Seiten 433 bis 436, die von aktuellen Veranstaltungen der Degussa und der

BASF berichten und aufzeigen, zu welchen Ergebnissen die jeweilige Forschung gekommen ist bzw. welche Strategien man für die Forschung in den Unternehmen entwickelt.



Auch wenn Sie den Artikel über die Bestimmung von Frische-Indikatoren bei Fischen auf den Seiten 421 bis 423 gelesen haben denke ich, dass Ihnen der Silvesterkarpfen schmeckt...

Bleibt zu hoffen, dass der Weltpolitik (bzw. den vielen unreflektierten Einstellungen in der Gesellschaft) im kommenden Jahr die Puste für den Kopfstand ausgeht. Freuen Sie sich weiterhin auf spannende Themen und kritische Anregungen in der CLB.

Ich wünsche Ihnen einen guten Rutsch in das neue Jahr und alles Gute für 2006!

Ihr

Editorial



INHALT

Aufsätze

Die Grenzen der HPLC Eine Million Trennstufen kaum machbar	418
Amine in Fischen Frische-Indikatoren schnell bestimmt	421
Katalytische enantioselektive Fluorierung in der metallorganischen Chemie Neue Substanzeigenschaften durch Fluor	424
Denkansätze zur Chemie in Deutschland Innovation – Stillstand – Rückschritt	429
Chemische Elemente im Alltag, Teil 10: Kupfer Schmuckmetall mit Patina	431



Zum Titelbild:
Das Bild zeigt die „Mountains of Creation“ und weist auch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe nach (siehe auch Seite 443; Bild: NASA/JPL-Caltech/L. Allen).

Rubriken

Editorial	411
Impressum	413
F & E im Bild	413
Unternehmen	414
Personalia	416
Förderungen / Preise	417
Messe / Kongress / Ereignisse	433
Umschau	
Eine neue Klasse zytotoxischer Mikrotubuli-Depolymerisationshemmer Spindelgifte zur Bekämpfung von teilungsfähigen Tumorzellen	437
Umfeld Wissenschaft	440
Forschung und Technik	442
Neue Produkte	446
Bezugsquellenverzeichnis	449

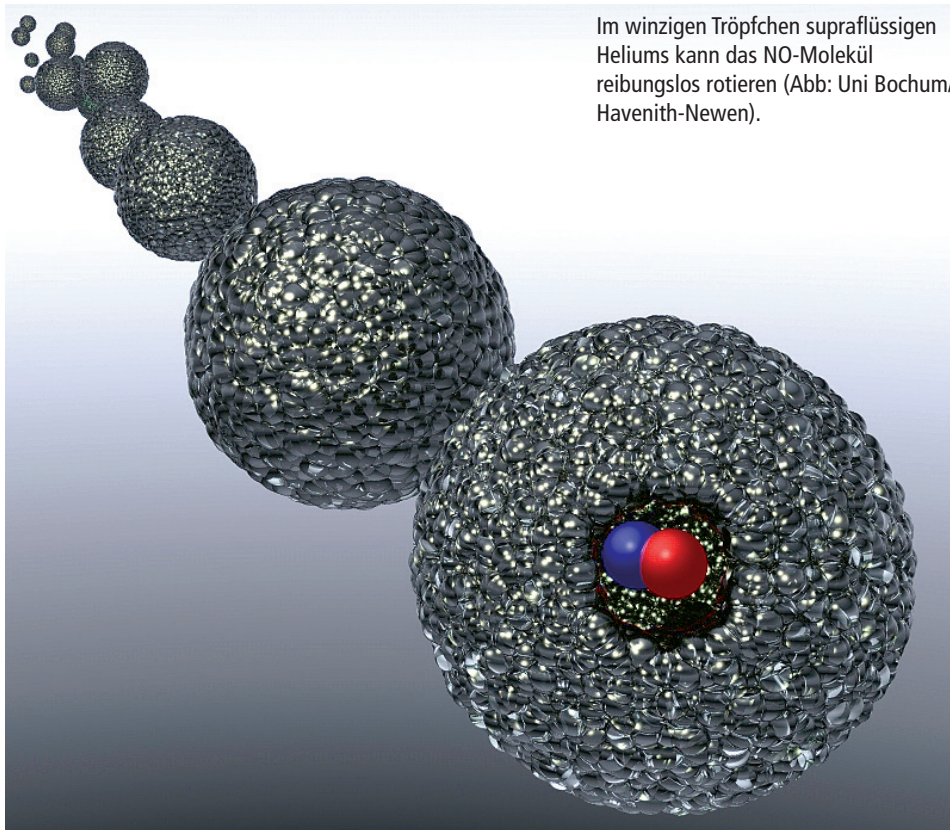
CLB-Memory

Schadstoffbelastung von Getreide deutlich rückläufig Weniger Schwermetalle und Insektizide im Brot	M89
Nun auch in Arzneimitteln keine FCKW mehr Deutschland nimmt Vorreiterrolle ein	M90
Chemieunfall in China Wirkung der Benzenbelastung	M90
Nützliche Ratgeber 55 – 58 Turbulenzen in Zeit und Raum zur Jahreswende	M92
Große Unterschiede zwischen einzelnen Studienangeboten, aber: Studiendauer in Deutschland sinkt laut WR	M94
Aus der Bildungslandschaft	M95
Bodenchemie, -physik und -biologie Es kann mehr als eine Antwort richtig sein	M96

Diese CLB enthält in der Heftmitte um das CLB-Memory herum auf den Seiten I bis VIII das Autoren- und Sachwortverzeichnis 2005.

Radikal trifft Quantenflüssigkeit: Eine unterkühlte Begegnung

In einem fünf Nanometer kleinen Ball aus supraflüssigem Helium haben Bochumer Chemiker bei $-272,78^{\circ}\text{C}$ ein Stickstoffoxid-Molekül eingefangen. Mittels eines hochauflösenden Infrarotlasers, der einen charakteristischen chemischen Fingerabdruck liefert, konnten die Forscher erstmals Informationen über die Wechselwirkung zwischen dem NO-Molekül und seiner Umgebung herausfinden. Das Heliumnanotröpfchen besitzt bei ultrakalten Temperaturen seltsame Eigenschaften: Es ist supraflüssig, das heißt es hat keine Reibung. Ein Molekül kann daher reibungslos in dem Heliumnanotröpfchen rotieren. Während in normalen Molekülen nur gepaarte Elektronen auftreten, handelt es sich beim NO um ein „Radikal“: Es hat ein einzelnes ungepaartes Elektron, was typisch ist für besonders reaktive Moleküle. Erstmals konnten die Chemiker detailliert untersuchen, wie das Heliumnanotröpfchen die Elektronen beeinflusst, nämlich fast gar nicht: Der infrarote Fingerabdruck des NO im Heliumnanotröpfchen ist fast identisch mit dem Fingerabdruck des



Im winzigen Tröpfchen supraflüssigen Heliums kann das NO-Molekül reibungslos rotieren (Abb: Uni Bochum/Havenith-Newen).

NO-Moleküls im Vakuum. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten für die Zukunft: Supraflüssige Heliumnanotröpfchen sind Erfolg versprechende Nanolaboratorien, womit man chemische Reaktionen bei ultrakalten Temperaturen untersuchen kann.

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

Gründungsherausgeber:
Dr. Dr. h.c. Wilhelm Foerst (†)
Prof. Dr. Wilhelm Fresenius (†)

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr.
K. Kleinermanns, Düsseldorf · Priv.
Doz. Dr. H.-M. Kuß, Duisburg · Prof.
Dr. J. Schram, Krefeld · Prof. Dr. Georg
Schwedt, Clausthal-Zellerfeld · Dr.
Wolfgang Schulz, Stuttgart · Prof. Dr.
G. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
E-Mail: kickuth@clb.de,

Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,
E-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg;
Werner Günther, Düsseldorf; Prof.
Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Hans
Dietrich Martin, Köln; Dr. Rösbe Wün-
schiers, 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

Abonnementbetreuung:
Natalia Khilian
E-Mail: service@clb.de

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit
der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft
– außerhalb des Abonnements – 8,60
Euro, im persönlichen Abonnement jähr-
lich 87 Euro zuzüglich Versandkosten;
ermäßigter Preis für Schüler, 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 die
CLB zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 45 vom 01. 01. 2006.

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

Die Zeitschrift und alle in ihr enthalte-
nen einzelnen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung außerhalb der engen Gren-
zen des Urheberrechtsgesetzes ist 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

Wyatt Technology, weltweit führender Hersteller von Detektoren und Software für die Charakterisierung von Makromolekülen und Proteinen, hat den R&D Award für das Optilab rEX erhalten.

Bayer Technology Services GmbH (BTS) und der Siemens-Bereich „Automation and Drives“ haben vereinbart, kundenspezifische Automatisierungslösungen für Anlagen der Prozessindustrie gemeinsam zu vermarkten. Die Kooperation entspricht dem wachsenden Bedarf der chemischen und pharmazeutischen Industrie, ihre Produktionsprozesse mit Hilfe von Manufacturing Execution Systems (MES) zu optimieren.

Die Sartorius AG wurde vom US-Pharma- und Medizintechnikhersteller Baxter Inc., Geschäftsbereich Bioscience, für herausragende Leistungen bei der Optimierung eines Produktionsprozesses ausgezeichnet. Sartorius, Zulieferer von Baxter im Bereich Sterilfiltration erhielt den „Outstanding Performance Award for Total Cost Management“. Zuvor hatte Sartorius für zwei Prozessschritte von Baxter Bioscience technologisch und wirtschaftlich überlegene Lösungen erarbeitet, validiert und implementiert.

JPK Instruments AG, führender Hersteller von Raster Sonden Mikroskopen (RSM, im englischen SPM) für Life Science Anwendungen, gibt die Gründung der nAmbition GmbH mit Sitz in Dresden bekannt. Die Tochterfirma ist auf die Entwicklung von Nanoinstrumenten für biologische Anwendungen spezialisiert.

Die Capsulation Nanoscience AG aus Berlin und der japanische High-tech-Anlagenbauer EBARA haben einen Lizenzvertrag über die Entwicklung, Herstellung sowie den gemeinsamen Vertrieb von Anlagen zur vollautomatisierten Verkapselung verschiedenster Wert- und Wirkstoffe vereinbart. EBARA hat bereits den ersten Anlagen-Prototypen (LBL-Unit) zur Herstellung von Capsulations LBL-Kapseln in Betrieb genommen. LBL steht für Layer-By-Layer. Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Herstellung polymerer Nanokapseln.

Zinsser Analytic hat seit Oktober 2005 den Vertrieb des gesamten Produktprogramms in Deutschland, Österreich und der Schweiz von Genomic Solutions übernommen. Damit sind nun alle Produktbereiche Cartesian, GeneMachines, BioRobotics und Investigator aus einer Hand lieferbar.

Die Cognis Deutschland GmbH & Co. KG und Golden Hope Plantations Berhad haben vereinbart, ihr bestehendes Joint Venture auszuweiten. Cognis wird dazu sein weltweites Oleochemie-Geschäft, bestehend aus den Bereichen Fettsäuren, Glycerin, Oilfield Chemicals, Azelainsäure und Pelargonsäure, sowie Plastics Technology auf das Joint Venture übertragen.

Crucell N.V., holländisches Biotechnik-Unternehmen, hat ein Forschungs-Lizenzabkommen mit dem deutschen Impfstoffhersteller Vakzine Projekt Management (VPM) GmbH vereinbart. Das nicht-exklusive Abkommen erlaubt VPM, die PER.C6 Zelllinie zu benutzen.

febit biotech erwirbt zwei Lizenzen vom DKFZ Kunden fertigen ihr DNA-Array

Die febit biotech gmbh, die das auf DNA-Chip-Technik basierende Analysegerät Geniom vertreibt und das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg haben ein Lizenzabkommen abgeschlossen.

febit erwirbt die weltweiten Rechte an einer am DKFZ entwickelten Substanz und an einem verbesserten Verfahren für ihre Anwendung, einschließlich des Rechts zur Unterlizenzierung. Die einlizenzierten Einsatzstoffe versetzen febit in die Lage, für ihre Produkt-Plattform Geniom eine alternative Synthesechemie einzusetzen und die Effizienz des DNA-Syntheseprozesses zu steigern. Im Gegenzug erhält das DKFZ Lizenzgebühren für die Nutzung der zum Patent angemeldeten Substanzen.

Mit der ersten Lizenz erwirbt febit die Rechte an einem lichtabhängig verwendbaren DNA-Synthesebaustein für den Einsatz als

alternative chemische Substanz im Syntheseprozess. Hierauf bauen Anwendungen unter Verwendung enzymatischer Detektionsverfahren auf, die der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) ähnlich sind. Die zweite Lizenz betrifft die Nutzung eines speziellen Lösungsmittels in der lichtkontrollierten DNA Synthese, bei dessen Verwendung die Qualität der Synthese signifikant gesteigert wird.

Die Plattform, bestehend aus dem Gerät und dem Biochip DNA processor, ermöglicht schnelle und flexible Genanalysen. Es ist erstmals möglich, dass die Anwender selbständig eigene high-density Oligonukleotid-Mikroarrays entwerfen und im Labor durch in situ Synthese herstellen. Dazu werden die Sequenzdaten direkt in das Gerät geladen, die Synthese wird gestartet und nach wenigen Stunden ist der individuell produzierte DNA-Array fertig für den Einsatz im biologischen Experiment.

BASF entwickelt bioabbaubaren Kunststoff Mais als Grundstoff

BASF hat erstmals einen bioabbaubaren Kunststoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe entwickelt. Der Kunststoff Ecovio besteht zu 45 Prozent aus Polymilchsäure. Dabei handelt es sich um ein, die aus Mais gewonnen wird.

Die andere Komponente ist der bereits existierende bioabbaubare Kunststoff Ecoflex auf petrochemischer Basis. Mit der Vermarktung von Ecovio in Europa soll im kommenden Frühjahr begonnen werden, ebenso die Markteinführung in Asien und Nordamerika. In den kommenden fünf Jahren geht die BASF von einem Wachstum des weltweiten Marktes für bioabbaubare Kunststoffe um jährlich mehr als 20 Prozent aus.

Aus Ecovio lassen sich einerseits flexible Folien herstellen, aus denen bioabbaubare Tragetaschen oder anderen Verpackungen gemacht werden. Durch Einarbeitung von weiteren Komponenten können aber auch Handy-Gehäuse oder Joghurtbecher hergestellt werden. Gerade durch die Kombination mit Ecoflex ergeben sich besonders vielseitige Produkteigenschaften und Einsatzmöglichkeiten.

Biologisch abbaubare Kunststoffe werden unter Kompostbedingungen innerhalb weniger Wochen vollständig abgebaut. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit bietet Ecovio den Vorteil, dass die bei der Herstellung eingesetzte Polymilchsäure bei der Kompostierung weitgehend CO₂-neutral abgebaut wird.

Prominent-Gründer feiert Siebzigsten – und kauft zwei weitere Firmen

Viktor Dulger zieht positive Bilanz

Am 18. Dezember 2005 wurde Professor Dr. h.c. Viktor Dulger 70 Jahre alt. 1960 gründete er als Fünfundzwanzigjähriger in Heidelberg ein kleines Unternehmen und baute es von Jahr zu Jahr aus. Seine Idee: eine Magnet-Dosierpumpe.

Nach 45 Jahren beschäftigt er heute rund 500 Mitarbeiter in Heidelberg und weitere 1250 Menschen in 42 Niederlassungen auf allen Kontinenten. Damit hat er im Laufe seines Lebens für 1750 Familien den Lebensunterhalt durch Arbeitsplätze geschaffen. Noch nicht mitgerechnet sind Zulieferer, Anwender und Dienstleister, die mit dem Unternehmen ProMinent Dosiertechnik GmbH zusammen auf dem Gebiet der Umwelt- und Wassertechnik in der ganzen Welt kooperieren.

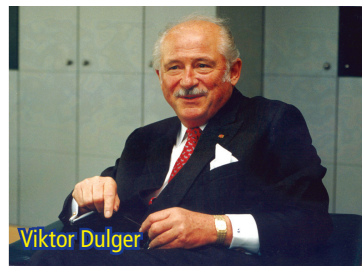
Viktor Dulger nimmt als Aufsichtsratsvorsitzender noch Einfluss auf die entscheidenden Fragen. Das operative Geschäft hat er vor fünf Jahren auf seine beiden Söhne übertragen, die die mit einer Eigenkapitalquote von über 60 % ausgestattete Unternehmensgruppe zusammen mit zwei

weiteren Geschäftsführern weiter erfolgreich leiten.

Viktor Dulger hat an zahlreichen Stellen und Einrichtungen die schönen Künste in Heidelberg gefördert. Sein Credo: Die Kunst und damit die Fantasie sind der beste Nährboden für dringend notwendige Innovationsfähigkeit.

Die Universität und die Fachhochschule fördert er nicht nur durch finanzielle Zuwendungen, sondern auch mit Beiträgen und Ideen. Das Deutsche Zentrum für Musiktherapieforschung trägt seinen Namen. Seine Frau gründete mit ihm zusammen eine Stiftung für den akademischen Nachwuchs.

Viktor Dulger ist Träger zahlreicher Ehrungen und Anerkennungen als Professor, Ehrendoktor, Senator, Ehrenbürger, Orden, Verdienstkreuzen und Ehrenämtern in zahlreichen Einrichtungen. Seine internationale Orientierung, die er in die Arbeit der Unternehmensgruppe einbringt, wird noch unterstützt durch das Amt des Honorargeneralkonsul und den damit verbundenen Zugang zum diplomatischen Parkett.



Zwei weitere Unternehmen vergrößern seit kurzem die ProMinent Firmengruppe: Proshield Ltd. in Schottland und Tomal AB in Schweden. Die mit nunmehr 43 ausländischen Niederlassungen weltweit operierende Unternehmensgruppe ist Lösungspartner für die Wasseraufbereitung sowie Hersteller von Komponenten und Systemen im gesamten Umfeld der Fluid-Dosiertechnik.

Mit der Firma Proshield Ltd. in Schottland akquiriert ProMinent eine Wasseraufbereitungsfirma, die überwiegend als Zulieferer für öffentliche Wasserversorger tätig ist. Proshield Ltd. wurde im Jahr 1983 gegründet und erweitert mit seinen 14 Mitarbeitern das Servicenetzwerk der ProMinent-Gruppe.

Bei der zweiten Akquisition handelt es sich um die Firma Tomal AB in Schweden mit über 50-jähriger Firmengeschichte. Das stark exportorientierte Unternehmen entwickelt und produziert mit 54 Mitarbeitern Dosier- und Polymeransatzstationen. Die Produkte werden u.a. in der Trink- und Abwasseraufbereitung, der Papierindustrie und der chemischen Industrie eingesetzt.

„Kids Aids“ Sponsoring

Die Eppendorf AG hat auf den Messen Biotechnica und Medica Charity-Aktionen für die von Unicef geförderte „Kids Aids“-Kampagne mit Erfolg durchgeführt. Das Spendenergebnis von 10 000 Euro geht an die neue Unicef-Kampagne „Du und ich gegen Aids“, die am 10. November bundesweit gestartet wurde. Aids betrifft heute vor allem Kinder, Jugendliche und Frauen.

Zum zweiten Mal Materialeffizienz-Preis

Der „Deutsche Materialeffizienz-Preis“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) wurde am 8. Dezember 2005 zum zweiten Mal vergeben, denn effizienter Materialeinsatz hat wesentliche positive Effekte sowohl für die Unternehmen als auch für die Volkswirtschaft: die Abhängigkeit von Rohstoffimporten nimmt ab; sinkende Produktionskosten erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft. Dabei sollen die ausgezeichneten Aktivitäten der Unternehmen als Best-Practise-Beispiele insbesondere kleine und mittlere Unternehmen anregen, die Kostensenkungspotentiale einer verbesserten Materialeffizienz zu erkennen und zu nutzen.

Aus dem Bereich Chemie erhielt den Preis die Firma CB Chemie und Biotechnologie aus Gütersloh, die ein Reinigungsgerät BIO CIRCLE zur lösungsmittelfreien, anwenderfreundlichen, umweltgerechten und wirtschaftlichen Teilereinigung von Werkstücken, Kugellagern, Schrauben etc. entwickelte. Die Entwicklung der technischen Grundlagen wurden im Rahmen des Programms PRO INNO des BMWi gefördert.

Der Preis ist Teil des „Impulsprogramms Materialeffizienz“ des BMWi. Die VDI/VDE-IT GmbH aus Teltow wurde mit der Durchführung des Programms beauftragt. Die Förderrichtlinien werden Anfang 2006 veröffentlicht.

CLARIANT (Muttenz, Schweiz) hat die Ernennung von **Patrick Jany** (37), derzeit Leiter Corporate Development, zum neuen Chief Financial Officer angekündigt. Jany ersetzt den derzeitigen CFO Roland Lösser, der das Unternehmen verlässt.

DEGUSSA AG Im Rahmen der Umstrukturierung der Führungsstruktur wird der Degussa Vorstand um zwei auf sechs Mitglieder verstärkt. Der Aufsichtsrat bestellte als neue Mitglieder **Dr. Bernhard Hofmann**, derzeit den Unternehmensbereich Fine & Industrial Chemicals, sowie **Dr. Manfred Spindler**, der den Unternehmensbereich Specialty Polymers führt. Die fünf Unternehmensbereiche werden als Führungsebene der Degussa entfallen, die Geschäftsbereiche berichten in Zukunft direkt an den Vorstand. Damit stärkt Degussa das Grundprinzip der dezentralen Unternehmensstruktur.

FIZ CHEMIE **Richard Huber** übernimmt mit Wirkung vom 1. Januar 2006 die Position des Leiters Marketing und Kommunikation bei der Fachinformationszentrum Chemie GmbH (FIZ CHEMIE Berlin). Der 39jährige Diplom-Ingenieur, Fachrichtung Technische Informatik, ist seit sechs Jahren beim FIZ CHEMIE Berlin beschäftigt. Zuletzt verantwortete er als Gesamtprojektleiter die Koordination der Entwicklungsarbeiten zum Vernetzten Studium Chemie, einem Leitprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zur Erstellung digitaler Lehr- und Lerninhalten für die universitäre Chemieausbildung.

GI **Dr. Jörn Erselius** (44) übernahm zum 1. Dezember 2005 die Geschäftsführung der Garching Innovation GmbH (GI), dem Technologie-Transferunternehmen der Max-Planck-Gesellschaft. Der Biologe arbeitet bereits seit 14 Jahren für GI, zuletzt als Leiter des Lizenzbereiches. Er folgt auf den Physiker Dr. Bernhard Hertel (65), der in den Ruhestand geht.



Huber



Rapoport



Rauschenbeutel

HIS (Hochschul-Informationssystem GmbH) Nachfolger von Geschäftsführer Dr. Ederleh, der aus Altersgründen seine mehr als 35-jährige Tätigkeit bei HIS beendet, wurde ab dem 01.12.2005 **Prof. Martin Leitner**, Leiter des Fachbereichs Informatik und Mathematik an der TU München.

IPB **Prof. Dierk Scheel** ist neuer geschäftsführender Direktor des Leibniz-Institutes für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle. Die Übernahme der geschäftlichen und wissenschaftlichen Leitung des Institutes erfolgte am 18. November 2005 für zunächst zwei Jahre. Der Leiter der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie folgt damit auf Prof. Toni M. Kutchan, die diese Position seit November 2004 innehatte.

JACOBS STIFTUNG Die von dem schweizerischen Unternehmer Klaus J. Jacobs gegründete Jacobs Stiftung hat den Stellvertretenden Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft, **Dr. Bernd Ebersold**, ab 1. März 2006 zum neuen Direktor (CEO) der in Zürich ansässigen Stiftung bestellt. Die Jacobs Stiftung, eine der großen gemeinnützigen Privatstiftungen in Europa, unterstützt schwerpunktmäßig Projekte zur Jugendentwicklung in einer vom gesellschaftlichen Wandel geprägten Welt.

EHRUNGEN

Für seine grundlegenden Arbeiten über den Transport von Proteinen ist der Biochemiker **Prof. Tom Rapoport** von der Harvard Medical School aus Boston, USA, in Berlin mit der diesjährigen **Max-Delbrück-Medaille** geehrt worden. Prof. Rapoport ist es gelungen, die Strukturen in einer Zelle zu entschlüsseln, welche die von der Zelle produzierten Proteine zu ihren Einsatzorten bringt.

Professor Harald zur Hausen, ehemaliger Vorstandsvorsitzender und Wissenschaftlicher Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums, wird mit dem **Prince Mahidol Award** ausgezeichnet, der mit 50 000 US-Dollar dotiert ist. Die thailändische Prince Mahidol Award Stiftung wählte den 69-jährigen Spezialisten für Papillomaviren für seine Beiträge zum „Öffentlichen Gesundheitswesen“ aus. Die Preisverleihung findet am 26. Januar 2006 in der Ananta Samakhom Throne Hall im Dusit Palast in Bangkok statt.

Der **Hygiene-Preis 2005** der Rudolf Schülke Stiftung ist einer Arbeitsgruppe von Wissenschaftlern des Robert Koch-Instituts verliehen worden. **Karin Lemmer, Martin Mielke, Georg Pauli und Michael Beekes** werden ausgezeichnet für eine Veröffentlichung zur Inaktivierung und Entfernung von Prionen bei der Aufbereitung von chirurgischen Instrumenten. Prionen sind Erreger von Transmissiblen Spongiformen Enzephalopathien (TSE).

Dr. Arno Rauschenbeutel, Quanten-Physiker der Universität Bonn, hat in Dublin den mit 50 000 Euro dotierten europäischen „**Marie Curie Excellence Award**“ für seine Forschungen am Quantencomputer erhalten. Insgesamt vergab die Jury fünf dieser Auszeichnungen an Naturwissenschaftler aus ganz Europa.

Prof. Joachim Hauber vom Heinrich-Pette-Institut für Experimentelle Virologie und Immunologie der Universität Hamburg (HPI) ist von der Zeitschrift Scientific American als „**Research Leader**“ des „**2005 Scientific American 50⁺ Preises**“ geehrt worden. Der Preis belohnt außergewöhnliche Führungsaktivitäten in Wissenschaft und Technik, Wirtschaft und Politik. Joachim Hauber wurde in der Kategorie „New offensives against AIDS“ für seine Beiträge zur Entwicklung eines Medikaments gegen HIV ausgewählt.

Neue Energietechnik

Unter dem Motto „Mit neuer Energie in die Zukunft“ schreibt das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie bereits zum fünften Mal den Bayerischen Energiepreis aus. Interessierte Entwickler, Planer, Hersteller und Betreiber aus der Energiebranche aber auch Hochschulen und Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Städte, Landkreise sowie Einzelpersonen und Teams können sich noch bis zum **20. Januar 2006** bewerben. Diese mit insgesamt 25 000 Euro dotierte Auszeichnung würdigt innovative Produkte und Verfahren, anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte, richtungsweisende technische und bauliche Energiekonzepte oder auch besondere Aktionen sowie hervorragende organisatorische Leistungen. Vergeben werden ein Hauptpreis und bis zu 10 Anerkennungspreise. Die Preisverleihung wird im Rahmen des Symposiums „Energie Innovativ“ am 1. Juni 2006 in Nürnberg stattfinden. Näheres unter www.bayerisches-energieforum.de.

Preis für kulturell-humanitäre Leistungen

Im Jahr 2006 wird die Internationale Balzan Stiftung für wissenschaftliche Leistungen jeweils eine Million Schweizer Franken auf folgenden Gebieten vergeben: Geschichte der abendländischen Musik seit 1600, Geschichte der Theorie des politischen Denkens, Beobachtende Astronomie und Astrophysik und Molekulargenetik der Pflanzen. Kulturelle und wissenschaftliche Institutionen weltweit sind aufgefordert bis **Mitte März 2006** Kandidaten zu nominieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Hälfte der Balzan Preisgelder, also 500 000 Schweizer Franken, zurück in die Forschung der jeweiligen Preisträger fließen sollen. Die Stiftung mit Sitz in Zürich und Mailand fördert weltweit wissenschaftliche und kulturelle Leistungen sowie huma-

Preis für humanmedizinische Forschung

Der mit 15 000 Euro dotierte Eppendorf Young European Investigator Award wird für außerordentliche Leistungen in der biomedizinischen Forschung mit molekularbiologischen Methoden ausgelobt. Experimentelle Ergebnisse der Molekularbiologie sollen in die Praxis umgesetzt werden. Die Forschung soll langfristig zu besseren Methoden der Diagnose und Therapie von humanmedizinischen Erkrankungen führen. Wissenschaftler, die in Europa arbeiten und nicht älter als 35 Jahre

sind, können sich bis zum **30. Juni 2006** bewerben unter: Eppendorf AG, Dr. Günter Bechtler, 22331 Hamburg. Bewerbungen sollen den Lebenslauf, die Publikationsliste und maximal drei Artikel zur Beurteilung in englischer Sprache enthalten. Der Preis wird in einer Feierstunde anlässlich der MEDICA 2006 in Düsseldorf überreicht. Weitere Informationen bei: Eppendorf AG, Dr. Günter Bechtler, Barkhausenweg 1, 22339 Hamburg, Tel +49 40 538 01 242, Fax + 49 40 538 01 662.

Materialwissenschaft in die Praxis umsetzen

Die Degussa AG aus Düsseldorf lobt erstmals den mit 100 000 Euro dotierten neuen europäischen „Science-to-Business Award“ aus, zusammen mit der europäischen Business School INSEAD sowie dem Handelsblatt. Mit dem Preis soll dazu beigetragen werden, in Europa ein innovationsfreundliches Klima zu schaffen. Gleichzeitig sol-

len damit junge Wissenschaftler ermutigt werden, Unternehmergeist zu zeigen. Es können sich alle Wissenschaftler bewerben, die an einer Forschungseinrichtung in Europa arbeiten. Das Höchstalter beträgt 35 Jahre. Die eingereichten Arbeiten sollten in den letzten zwei Jahren entstanden sein und einen interdisziplinären Charakter haben. Thema des Preises 2006 sind Materialwissenschaften und verwandte Technologien. Neben dem Preisgeld erhält der Gewinner oder das Gewinner-Team ein umfangreiches Management-Coaching durch INSEAD. Die Preisverleihung findet im Sommer 2006 statt. Interessenten finden weitere Informationen unter www.degussa-award.com.

Wir leben in einem gefährlichen Zeitalter.

**Der Mensch beherrscht die Natur,
bevor er gelernt hat,
sich selbst zu beherrschen.**

**(Zitat: Albert Schweitzer (1875 - 1965)
dt. Arzt und evang. Theologe)**

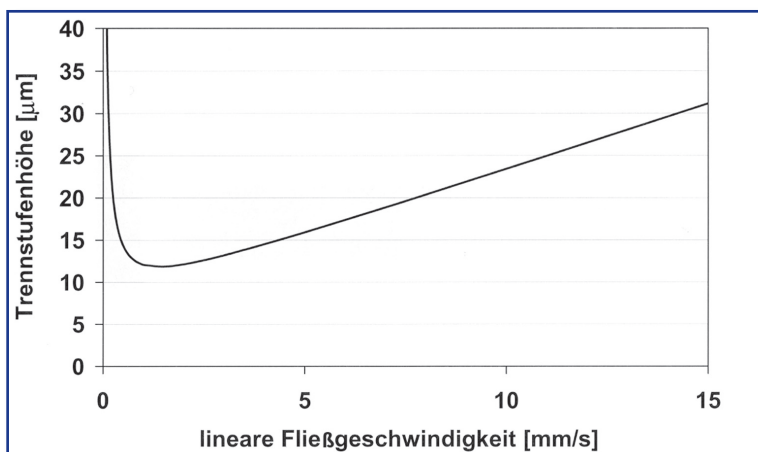
Eine Million Trennstufen kaum machbar

Veronika R. Meyer, St. Gallen

Alle chromatographischen Techniken in der Säule oder Kapillare (HPLC, GC, SFC) werden durch die van Deemter-Kurve beherrscht. Das heißt, es gibt eine optimale Fließgeschwindigkeit der mobilen Phase, auch wenn man oft schneller als optimal arbeitet. Im Optimum ist die erzielbare Trennstufenzahl am höchsten, man erreicht dort die besten Trennungen. Für die HPLC wurden Nomogramme entwickelt, welche für das van Deemter-Optimum gelten und zeigen, wie Trennstufenzahl, Korngröße der stationären Phase, Druck, Säulenlänge und Totzeit voneinander abhängen.

Abbildung 1: Eine mit Gleichung (1) berechnete van Deemter-Kurve. Sie gilt für normale Phase und eine Korngröße von 5 μm .

Die van Deemter-Kurve und andere Zusammenhänge



Chromatographische Verfahren werden ganz entscheidend vom Diffusionskoeffizienten der Analyten in der mobilen Phase und von der Geschwindigkeit ihres Stoffaustausches zwischen mobiler und stationärer Phase geprägt. An diesen Tatsachen führt kein Weg vorbei, weshalb man eine Trennung nicht beliebig schnell durchführen kann. Sie finden ihren Ausdruck in der van Deemter-Kurve (gefunden von J.J. van Deemter, F.J. Zuiderweg und A. Klinkenberg im Jahr 1956), welche die Höhe einer theoretischen Trennstufe H als Funktion der linearen Fließgeschwindigkeit der mobilen Phase u darstellt (Abbildung 1). Wie man sieht, hat diese

Kurve ein Minimum: dort ist die Trennstufenhöhe am kleinsten und dadurch die erzielbare Trennstufenzahl pro Längeneinheit oder pro Säule am größten. Deshalb spricht man vom van Deemter-Optimum. Der steile Abfall der Kurve bei kleinen Fließgeschwindigkeiten (links vom Optimum) rührt vom Diffusionskoeffizienten des Analyten her, der viel weniger steile Anstieg oberhalb des Optimums vom Stoffaustausch und die absolute Höhe der Kurve über der x -Achse von der Qualität der Säulenpackung.

Die Form der Kurve ist empirisch, und empirisch sind auch die Gleichungen, die sie beschreiben. Eine mögliche Formulierung ist die folgende:

$$H = a \cdot d_p + b/u + c \cdot d_p^2 \cdot u \quad (1)$$

d_p ist die Korngröße der stationären Phase.

Daneben gibt es Zusammenhänge zwischen der Länge der Säule L_c , dem benötigten Druck Δp , der Totzeit t_0 , der Viskosität der mobilen Phase η , der Porosität der Säulenpackung ϵ , dem Volumenstrom der mobilen Phase F bzw. ihrer linearen Fließgeschwindigkeit u und dem Säulendurchmesser d_c . Mit diesen Parametern lässt sich die spezifische Permeabilität K^0 (mit der Einheit m^2 , wenn man im SI-System rechnet) auf verschiedene Weise darstellen:

$$K^0 = \frac{L_c^2 \cdot \eta \cdot \epsilon}{\Delta p \cdot t_0} \quad (2)$$

$$K^0 = \frac{4 \cdot F \cdot \eta \cdot L_c}{d_c^2 \cdot \pi \cdot \Delta p} \quad (3)$$

$$K^0 = \frac{u \cdot \eta \cdot L_c \cdot \epsilon}{\Delta p} \quad (4)$$

$$K^0 \approx \frac{d_p^2}{700} \quad (5)$$

Die ersten drei Gleichungen sind rational, die letzte ist empirisch und eine Näherung. Der Wert 700 im Nenner gilt für gut gepackte Säulen mit kugelförmiger Packung. Bei irregulären Teilchen beträgt er etwa 1000, d.h. die Säule bietet der Strömung einen höheren Widerstand und Δp ist größer. Selbstverständlich muss man beim Rechnen mit den Gleichungen die Einheiten beachten und darf nicht einfach die Korngröße in μm und die Säulenlänge in cm einsetzen.



Die Autorin

Dr. Veronika R. Meyer ist Projektleiterin an der EMPA St. Gallen (Materials Science and Technology) auf den Gebieten Chromatographie und Messunsicherheit. Sie ist Autorin von zwei Büchern über HPLC und veröffentlichte diesen Artikel bereits in der SLZ, Basel.

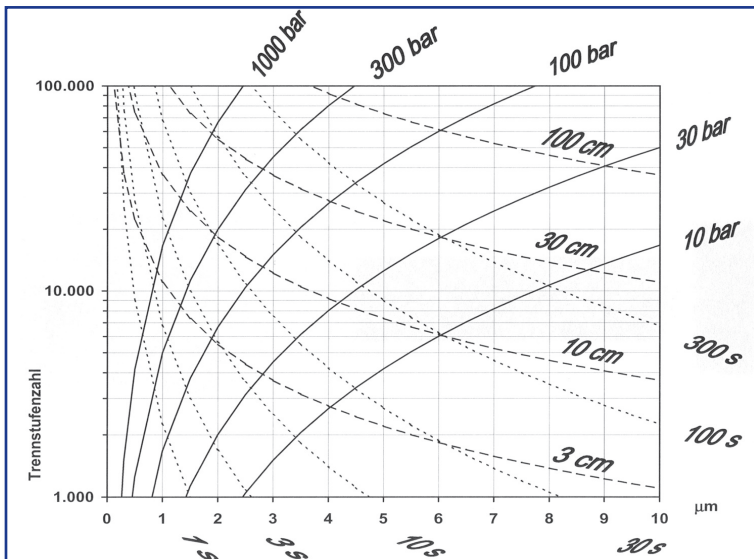


Abbildung 2: Optimale Parameter für normale Phase. x-Achse: Korngröße (linear); y-Achse: Trennstufenzahl (logarithmisch); ausgezogene Linien: Druck; gestrichelte Linien: Säulenlänge; punktierte Linien: Totzeit.

Die Halász-Diagramme

Durch die oben erwähnten Beziehungen angeregt, haben I. Halász und G. Görlitz vor mehr als 20 Jahren dargestellt, wie die Zusammenhänge zwischen Trennstufenzahl, Korngröße der stationären Phase, Druck, Säulenlänge und Totzeit sind. Es geht dabei immer um HPLC-Trennungen, die im Optimum der van Deemter-Kurve durchgeführt werden. In der Praxis arbeitet man meistens schneller, und ein wichtiges Kennzeichen einer guten stationären Phase ist der Anstieg der Trennstufenhöhe rechts vom Optimum. Heutige Phasen, auch chemisch gebundene, zeigen oft einen schwachen Anstieg, das heißt, einen guten Stoffaustausch. Wenn man dann schneller als im Optimum arbeitet, steigt die Trennstufenhöhe nur wenig (die Trennstufenzahl und die Auflösung sinken dementsprechend auch wenig), aber der Druck nimmt natürlich zu.

Mit mathematischen Umformungen, Minimumsuche (durch Ableiten und Null setzen) und geeigneter Auflösung der Gleichungen erhielten Halász und Görlitz die folgenden Beziehungen:

$$N_{opt} = \frac{\sqrt{c/b}}{700 \cdot \eta \cdot \epsilon (a + 2\sqrt{bc})} \cdot d_{p,opt}^2 \cdot \Delta p_{opt} \quad (6)$$

(Die Originalpublikation verwendet den Zahlenwert 1000, weil damals die irregulären stationären Phasen weit verbreitet waren.)

$$N_{opt} = \frac{1}{a + 2\sqrt{bc}} \cdot \frac{L_{opt}}{d_{p,opt}} \quad (7)$$

$$N_{opt} = \frac{\sqrt{bc}}{a + 2\sqrt{bc}} \cdot \frac{t_{0,opt}}{d_{p,opt}^2} \quad (8)$$

Der Index *opt* bei den HPLC-Parametern bedeutet, dass sich die Gleichungen auf Systeme beziehen, die

im Optimum ihrer van Deemter-Kurve betrieben werden. Werden zwei Parameter gewählt, beispielsweise N und Δp oder L_c und t_0 , so sind die anderen drei unter dieser Voraussetzung festgelegt.

a , b und c hängen von der genauen Form der jeweiligen van Deemter-Kurve ab, das heißt, von der Viskosität der mobilen Phase, dem Diffusionskoeffizienten des Analyten und seinem Stoffaustauschverhalten zwischen mobiler und stationärer Phase. Zudem kommt noch die Porosität ϵ ins Spiel, die bei Silicagel etwa 0,8 beträgt (80% der Säulenpackung sind mit Flüssigkeit gefüllt) und bei Umkehrphasen etwa 0,65 (weil die chemisch gebundene Phase Platz beansprucht). Die empirischen Konstanten haben für Normalphasen-Trennungen die Werte:

$$a = 1,5, b = 6, c = 1/16$$

(gültig für Viskosität $\eta = \eta$ 0,4 bis 0,6 mPa s)

Für Umkehrphasen-Trennungen gelten andere Zahlen:

$$a = 2, b = 3, c = 1/8$$

(gültig für Viskosität $\eta = \eta$ 0,7 bis 1,5 mPa s)

Die Einheiten dieser Konstanten müssen mit Sorgfalt den Einheiten der anderen Parameter angepasst werden, aber im SI-System ist a dimensionslos, b hat die Eigenschaft m^2/s und c hat s/m^2 .

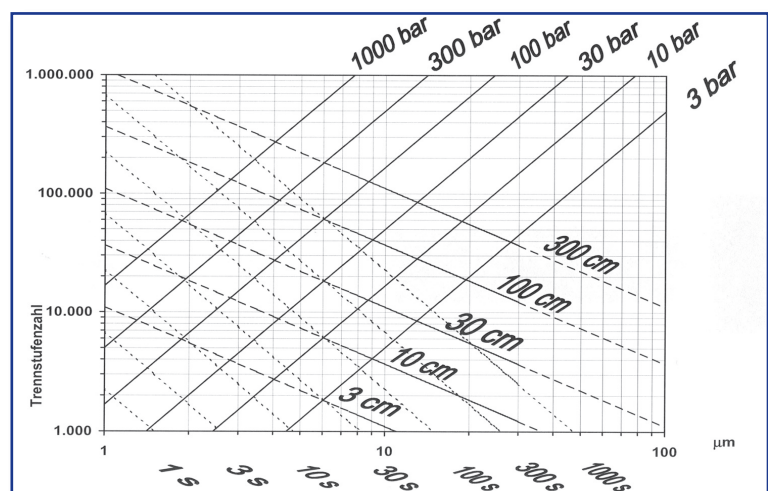
Nun lassen sich die Gleichungen (6) bis (8) für konkrete Fälle berechnen.

Normale Phase ($\eta = 0,4$ mPa s, z.B. Hexan/THF, $\epsilon = 0,8$):

$$N = 16,7 \cdot d_p^2 \cdot \Delta p \quad (9)$$

$$N = 3670 \cdot \frac{L_c}{d_p} \quad (10)$$

Abbildung 3: Optimale Parameter für normale Phase, erweiterter Bereich. Beide Achsen sind logarithmisch.



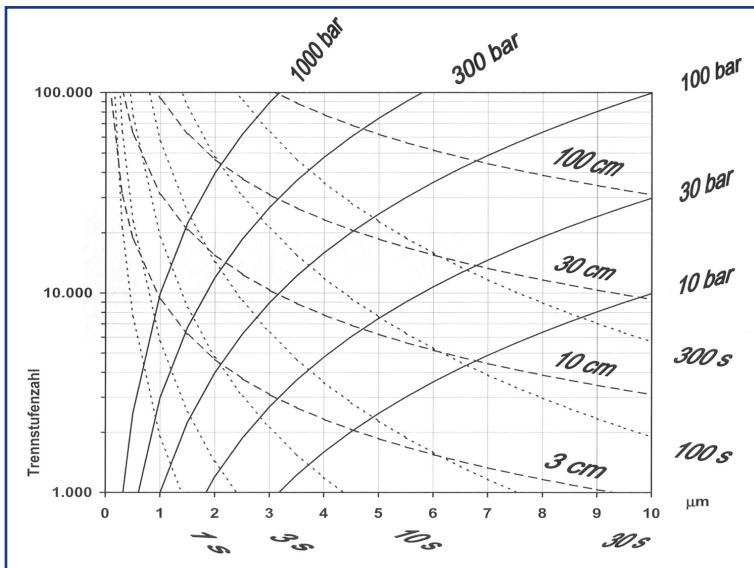


Abbildung 4:
Optimale
Parameter für
umgekehrte
Phase.

$$N = 2250 \frac{t_0}{d_p^2} \quad (11)$$

Der Index *opt* wurde der Einfachheit halber weggelassen. d_p ist in μm , Δp in bar, L_c in cm und t_0 in s.

Für Umkehrphase ($\eta = 1,4 \text{ mPa s}$, z.B. Wasser/Methanol 8:2, $\varepsilon = 0,65$):

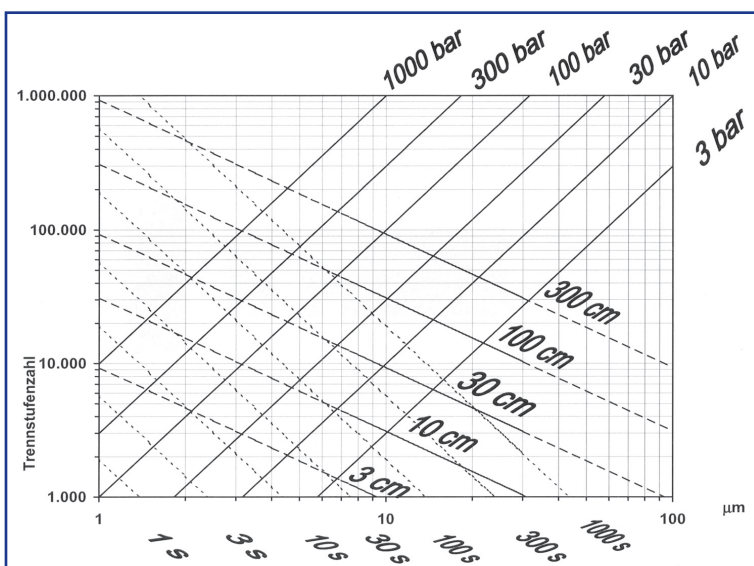
$$N = 9,94 \cdot d_p^2 \cdot \Delta p \quad (12)$$

$$N = 3100 \frac{L_c}{d_p} \quad (13)$$

$$N = 1900 \frac{t_0}{d_p^2} \quad (14)$$

Abbildung 5:
Optimale
Parameter für
umgekehrte
Phase, erweiterter
Bereich.

Damit lassen sich die Diagramme der Abbildungen 2 bis 5 berechnen. Abbildungen 2 und 3 gelten für Trennungen in normaler Phase, d.h. mit niederviskosen Eluenten, während die Abbildungen 4 und 5 die Verhältnisse bei Umkehrphasen-Trennungen, d.h. mit



relativ hochviskosen Eluenten, zeigen. Je eine Grafik umfasst den Korngrößenbereich von $< 1 \mu\text{m}$ bis $10 \mu\text{m}$, wobei die x -Achse linear ist; die jeweils zweite stellt den Bereich von $1 \mu\text{m}$ bis $100 \mu\text{m}$ in logarithmischer Skalierung dar. Die y -Achsen sind in allen Fällen logarithmisch. Ausgezogene Linien zeigen den benötigten Druck, gestrichelte die Säulenlänge und punktierte die Totzeit. Wie bereits erwähnt, kann man nun zwei Einflussgrößen wählen und schauen, welche Werte die anderen drei annehmen müssen, damit man im van Deemter-Optimum arbeiten kann.

Normalphasensysteme sind günstiger als die weit verbreiteten Umkehrphasensysteme, weil die Viskosität der mobilen Phase geringer ist. Deshalb sind die Diffusionskoeffizienten der Analyten höher und man kann schneller arbeiten. Aus dem gleichen Grund ist bei vergleichbaren Trennungen der Druck kleiner.

Beispiele

Normale Phase. Wir benötigen 20000 Trennstufen, haben aber nur eine Pumpe mit 100 bar zur Verfügung. Nun kann man ablesen (Abb. 2): Die Korngröße der stationären Phase muss zwischen 3 und $4 \mu\text{m}$ liegen, die Säule soll ca. 20 cm lang sein und die Totzeit ist 100 s.

Normale Phase: Was würden 1000 bar, angewendet auf eine 100 cm lange Säule, bringen? Antwort (Abbildung 3): Mit einer $3\text{-}\mu\text{m}$ -Packung (streng genommen etwas weniger) und einer Totzeit von etwa 400 s (knapp 7 min) erhielte man etwa 130000 Trennstufen.

Umkehrphase: Was leistet eine Säule von 3 cm Länge, die mit $3\text{-}\mu\text{m}$ -Packung gefüllt ist (wobei die Apparatur auf sehr kleines Totvolumen getrimmt sein muss)? Antwort (Abbildung 4): 3000 Trennstufen, wobei der Druck 30 bar und die Totzeit etwa 12 s betragen.

Umkehrphase, dasselbe Problem wie oben, nämlich 1000 bar und eine 100-cm-Säule. Antwort (Abbildung 5): $3 \mu\text{m}$ (streng genommen etwas mehr), 500 s (mehr als 8 min) und 100000 Trennstufen.

Die Abbildungen 3 und 5 machen klar, dass es schwierig oder praktisch unmöglich ist, mit gepackten HPLC-Säulen eine Million Trennstufen zu erreichen. Man würde etwa 3000 bar und eine 10 m lange Säule benötigen. Derart effiziente Trennsysteme müssen mit offenen Kapillaren realisiert werden (Swart, Kraak und Poppe).

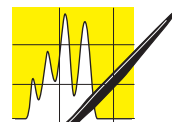
Andererseits sollten einfache Trennungen, die nur etwa 1000 Trennstufen benötigen, mit $1\text{-}\mu\text{m}$ -Phasen sehr schnell und mit wenig Druck realisierbar sein. Die Apparatur muss natürlich auf so kleine Peakvolumina und sehr schmale Peaks optimiert sein und zwar bezüglich Injektionsvolumen, Totvolumen, Detektor-Zellvolumen und Datenakquisition.

CLB

Literatur

- [1] I. Halász und G. Görlitz, Optimale Parameter in der schnellen Flüssigkeitschromatographie (HPLC), *Angew. Chem.* 95 (1982) 50-62.
- [2] R. Swart, J.C. Kraak und H. Poppe, Recent progress in open tubular liquid chromatography, *Trends Anal. Chem.* 16 (1997) 332-342.

Frische-Indikatoren schnell bestimmt



AUFSÄTZE

Rahel Oechslin, Gwendolyn Steil, Theo Kübler und Kurt Seiler, Schaffhausen

Fische und die daraus hergestellten Erzeugnisse sind sehr nahrhafte Lebensmittel. Sie liefern viel Eiweiss, Fett, zahlreiche Vitamine (A-, B- und D-Vitamine), Mineralien (Kalium, Phosphor usw.) und Spurenelemente (zum Beispiel Iod und Selen in Meerfischen). Traditionell zu Silvester ist mit einem starken Verkauf von Karpfen zu rechnen. Wie es in einer Stichprobe um die Frische von Meerestischen – der Karpfen ist ein Süßwasserfisch – in der Schweiz aussah und welche analytischen Entwicklungen sich daraus ergeben haben beschreibt dieser Artikel.

Wir vom Amt für Lebensmittelkontrolle der Kantone AR, AI, GL und SH und Umweltschutz des Kantons SH untersuchten im Sommer 2004 stichprobenweise Meerestische aus der gesamten Ostschweiz. Insbesondere prüften wir die Fische auf ihre Frische hin. Dabei haben alle Ostschweizer Kantone Proben an verschiedensten Verkaufsstellen erhoben und anschließend nach Schaffhausen in unser Labor zur Untersuchung gebracht. Von 51 im Detailhandel erhobenen Fischfilets wies jede fünfte Probe eine inakzeptable Qualität auf und war somit für den Konsum ungeeignet.

Eine inakzeptable Qualität hat zwar noch nicht eine direkte Gesundheitsgefährdung zur Folge; Konsumentinnen und Konsumenten werden aber getäuscht, weil sie den Preis für eine einwandfreie Qualität bezahlt haben. Weitere 15 Proben wiesen eine gerade noch akzeptable Qualität auf, und nur jede zweite Probe konnte als frisch bezeichnet werden. Die Ursache für dieses schlechte Resultat wird primär auf den Umgang mit dem Fisch in der Verkaufsstelle zurückgeführt, da dort die Fische oft zu wenig konsequent eingeeist werden und zu lange im

Verkauf bleiben. Für eine gute Qualität der Fische ist die Lagertemperatur von zentraler Bedeutung. Bereits bei wenigen Grad über Null beschleunigt sich der Fischverderb deutlich.

Die Untersuchungsaktion umfasste neben anderen Meerestischarten 14 Dorschproben (siehe dazu auch Abbildung 1). Die Dorschfilets waren überdurchschnittlich oft von inakzeptabler Qualität (5 Proben = 38%). Es ist bedauerlich, dass mit diesem kostbaren Gut nicht sorgfältiger umgegangen wird, dies insbesondere auch unter dem Aspekt, dass die Dorschbestände als überfischt gelten. Inakzeptable Qualität ist ein Hinweis auf einen falschen Umgang mit Fischen. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sowohl bei Großverteilern als auch bei Fischhändlern schlechte Fische im Verkauf waren. Einzig die Metzgereien haben gut abgeschnitten.

Der Grund dafür mag darin liegen, dass sie meistens nur an einem Wochentag Fische im Angebot haben. An diesem Tag werden die Fische am Morgen früh und frisch angeliefert. Die Resultate des Sommers 2004 sind zwar besser ausgefallen als diejenigen des Hitzesommers 2003 (damals waren nur 35% der Proben einwandfrei); aber deutlich schlechter als diejenigen des Winters 2003 (69% einwandfrei). In der warmen Jahreszeit wirkt sich eine nicht einwandfrei funktionierende Kühlkette eben besonders schnell auf die Fischqualität aus. Unserer Meinung nach kann nur über eine intensivere Schulung des Verkaufspersonals und über die Etablierung eines griffigen Lagerbewirtschaftungssystems eine deutliche Verbesserung erzielt werden.

„Frische-Indikatoren“

Der Verderb von Fischen ist insbesondere vom Fett- und Eiweißgehalt abhängig. Der Fettgehalt der Fischarten ist sehr unterschiedlich. Generell weisen



Abbildung 1:
Dieser Dorsch mit rund sieben Kilogramm Gewicht ist garantiert frisch (Foto: www.angelfuehrer-strelasund.de).

Die Autoren

Dr. Rahel Oechslin ist Leiterin der Lebensmittelüberwachung beim Amt für Lebensmittelkontrolle der Kantone AR, AI, GL und SH und Umweltschutz des Kantons SH (Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerhoden, Glarus, Schaffhausen). Kurt Seiler ist Amtsleiter, Theo Kübler führt als Chemielaborant die Lebensmittelanalytik aus, und Gwendolyn Steil war Praktikantin im Labor.



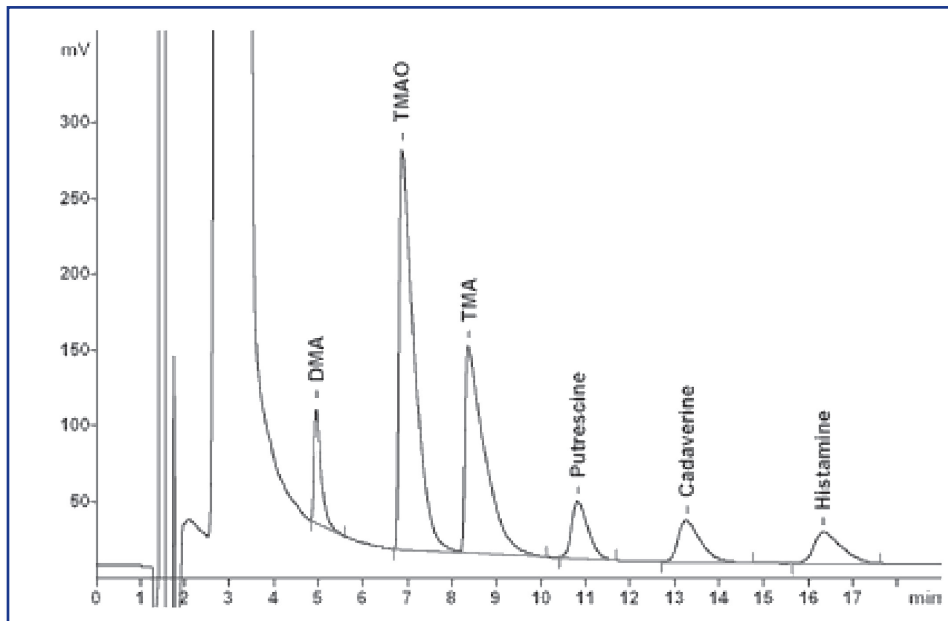


Abbildung 2: Standardchromatogramm mit den sechs Aminen. Standard 3: DMA-N 2,08 ppm; TMAO-N 13,6 ppm; TMA-N 9,98 ppm; Putrescin-N 2,39 ppm; Cadaverin-N 2,18 ppm; Histamin-N 2,06 ppm.

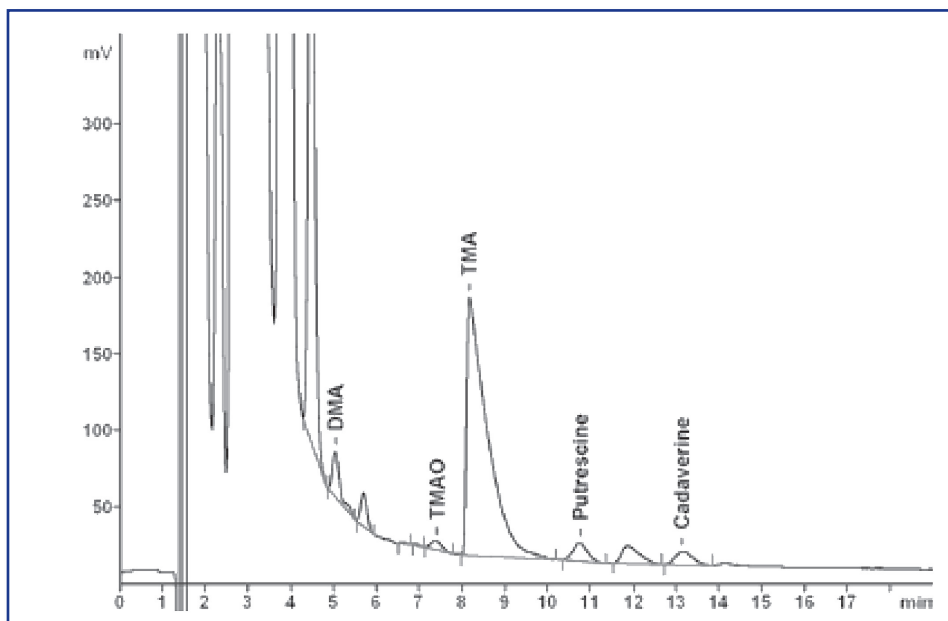


Abbildung 3: Bei der Analyse von frischem Goldbutt erhaltenes Chromatogramm. Resultate: DMA-N 10,5 mg/kg Fisch; TMAO-N 3,85 mg/kg Fisch; TMA-N 130 mg/kg Fisch; Putrescin-N 7,12 mg/kg Fisch; Cadaverin-N 5,38 mg/kg Fisch (Abbildungen: Metrohm).

Vom Standpunkt des Analytikers gibt es drei Gruppen von Substanzen, die als „Frische-Indikatoren“ besonders interessant sind:

- Gesamtgehalt an flüchtigen N-Basen (total volatile nitrogenous bases – TVB-N)
- Gehalt an Trimethylamin-N-oxid (TMAO)
- Gehalt an biogenen Aminen (in Fischen vor allem Histamin, Putrescin und Cadaverin).

Innerhalb der EU gilt für den zulässigen Gehalt an TVB-N in verschiedenen Meeresfischen die Richtlinie 95/149/EC. TVB-N-Konzentrationen im Bereich 5 bis 100 mg/100 g Meeresfisch können bestimmt werden. Die angewendete Titrationsmethode ist aber zum einen zeitaufwendig, zum anderen wird lediglich ein Summenparameter bestimmt. Dabei tragen verschiedene Komponenten zum „Verderbnis-Parameter“ für Fisch bei. Dies ist erstens der mikrobiologische Abbau von TMAO (dieses dient zur Regulierung des osmotischen Druckes in Fischen) zu Trimethylamin (TMA) und Ammoniak. Weitere Substanzen, die ebenfalls beim Abbau von Fischeiweiß durch Mikroorganismen entstehen, werden unter dem Begriff „biogene Amine“ zusammengefasst. Es sind dies Histamin, Putrescin und Cadaverin. Da Histamin zu Vergiftungserscheinungen führen kann, ist eine genaue Bestimmung für Produzenten und Konsumenten von großem Interesse.

Um die „Frise-Indikatoren“ in Meeresfischen präzise bestimmen zu können, entwickelten wir im kantonalen Labor Schaffhausen eine neue ionenchromatographische Methode. Diese erlaubt die gleichzeitige Bestimmung von Dimethylamin (DMA), Trimethylamin (TMA), Trimethylamin-N-oxid (TMAO), Histamin, Putrescin und Cadaverin und ist für Stickstoffkonzentrationen von 5 bis 1500 mg/kg Fisch anwendbar (siehe Abbildungen 2 und 3). Hieraus entstand in Zusammenarbeit mit der Sigma-Aldrich Chemie GmbH (vormals Fluka) in Buchs, Schweiz, und der Metrohm AG in Herisau [1] ein Analysen-Kit für die Untersuchung von zehn Meeresfischproben (Fluka Nr. 53851). Dieses enthält neben der erforderlichen

Fischfette einen hohen Anteil an ungesättigten essentiellen Fettsäuren auf, was ebenso wie der hohe Eiweißgehalt (ca. 20%) einen schnellen Verderb begünstigt. Die Aufrechterhaltung der Frische des Fanges innerhalb der Kette Fanggrund – Verarbeitung – Verkauf – Konsument stellt deshalb für die Fischereiiindustrie eine große Herausforderung dar. Da verdorbener Fisch keinen kommerziellen Nutzen mehr hat, sind verlässliche Methoden zur Überprüfung der Frische für Produzenten und Konsumenten von großer Bedeutung.

schische Methode. Diese erlaubt die gleichzeitige Bestimmung von Dimethylamin (DMA), Trimethylamin (TMA), Trimethylamin-N-oxid (TMAO), Histamin, Putrescin und Cadaverin und ist für Stickstoffkonzentrationen von 5 bis 1500 mg/kg Fisch anwendbar (siehe Abbildungen 2 und 3). Hieraus entstand in Zusammenarbeit mit der Sigma-Aldrich Chemie GmbH (vormals Fluka) in Buchs, Schweiz, und der Metrohm AG in Herisau [1] ein Analysen-Kit für die Untersuchung von zehn Meeresfischproben (Fluka Nr. 53851). Dieses enthält neben der erforderlichen

IC-Vorsäule die Reagenzien für den Eluenten, den Puffer und die Standardlösungen. Erfolgreich analysiert wurden bislang unter anderem Dorsch, See- teufel, Goldbutt, Scholle, Rotzunge und Rotbarsch. Bei Heilbutt und Thunfisch wird die Auswertung der Komponenten Cadaverin und Histamin durch Störpeaks beeinträchtigt. Hier müsste der Eluent entsprechend angepasst werden.

Beschreibung der ionen- chromatographischen Analysenmethode

5 g Meeresfisch werden mit 50 mL Acetatpuffer pH = 4,8 versetzt und mittels Dispergiergerät homogenisiert. Diese Probenlösung wird zunächst durch ein 5- μm -, dann durch ein 0,45- μm -Filter filtriert und anschließend unter Verwendung eines IC Sample Processors automatisch injiziert. In gleicher Weise stellt man jeweils drei aufgestockte Proben her, indem man den Fisch vor der Probenvorbereitung mit 300, 500 bzw. 700 μL eines Amin-Mischstandards versetzt. Zur Überprüfung des Systems und der IC-Methode dienen verschiedene Standardlösungen sowie eine erst nach der Probenvorbereitung aufgestockte Probenlösung. Die Ermittlung der Amin-

konzentrationen erfolgt stets durch Kalibrierung mit externen Standards (7-Punkt-Kalibrierung). Um Veränderungen infolge von Abbauprozessen zu verhindern, sollten die Proben bis zur Analyse kühl gelagert und möglichst noch am Tag der Probenahme weiterverarbeitet werden. Die IC-Messungen erfolgten im Applikationslabor der Metrohm AG auf einem automatisierten Advanced IC System. Ge- arbeitet wurde mit der Trennsäule Metrosep C 2 – 150 (6.1010.220) und der Vorsäule Metrosep C 2 Guard (6.1010.200). Als Eluent diente 6 mmol/L HNO_3 mit einer Flussrate von 1,0 mL/min. Die Stan- dardlösungen wurden jeweils zweimal, die Proben fünfmal injiziert.

Ergebnis

Die vorgestellte ionenchromatographische Methode ermöglicht die gleichzeitige und schnelle Bestim- mung der verschiedenen „Frische-Indikatoren“ und eignet sich damit sehr gut für die Qualitätskontrolle von Meeresfischen. **CLB**

Literatur

[1] Wie frisch ist der Fisch? Die Ionenchromatographie gibt Auf- schluss; Metrohm Information 2/2005, S. 22-23.



Preisausschreiben-Lösungen

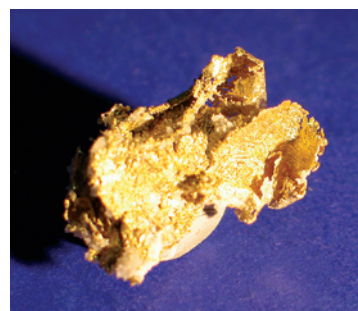
Mehrere Leser haben uns darauf aufmerksam gemacht, dass wir zwar das Lösungswort aus dem Rätsel von Ausgabe Juni und Juli 2005 genannt haben (WISSEN), aber nicht die gesamte Kreuzworträtsel-Lösung veröffentlicht hätten. Das reichen wir hiermit nach. Das Rätsel ist dem Buch „Alles Repetio – oder was???“ entnommen (siehe hintere Umschlagseite). Darauf können sich jetzt auch freuen:

Michael Dienz, Neuss; Hartmut Rothfuß, Eberstadt sowie Elke Hilscher, KWS Saat AG, Einbeck. Sie wussten nämlich das Lösungswort des Preisrätsels von Reinhold Ellmer aus der Ausgabe Oktober 2005 (siehe Kasten unten).

	C		A			K			C		D		M		M	
	H	O	L	O	G	R	A	P	H	I	E		I	L	A	M
X	E		K		Y		R		I		K		N		R	
	M		A	T	R		O		L	E	O	N	I	S	C	H
Z	I	N	N		O	H	M		E		N				O	
	S		E		S		A	N	S	A	T	Z		D	N	S
	M			A	K	U	T		A		A					I
D	U	R	O		O		I		L	U	M	E	N			A
	S			O	P	U	S		P		I				T	L
H		G					C	H	E	M	N	I	T	Z		K
	A	L	K	A	N		H		T		A			U	N	I
A		U						Z	E	I	T	U	N	G		N
L	A	C	H	G	A	S			R		I		E			
		O				P		A			O		B			U
E	I	S	E	N	H	U	E	T	T	E	N	W	E	R	K	
R		E				R		T					L			O

E	1.	Buchstabe von	Escherich
i	3.	Buchstabe von	Beilstein
n	1.	Buchstabe von	Nernst
s	4.	Buchstabe von	Watson
t	10.	Buchstabe von	Mandelbrot
e	2.	Buchstabe von	Delbrück
i	2.	Buchstabe von	Wittig
n	7.	Buchstabe von	Feynman

Der Hauptpreis, das hier abgebil- dete gediegene Gold aus Trans- sylvanien, geht an **Hildegard Freundl, Cla- riant, Burgkir- chen.** Herzlichen Glückwunsch!



Neue Substanzeigenschaften durch Fluor

Barbara Brauckmann, Zürich

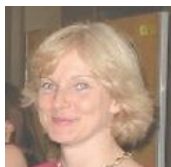
Fluor-Atome oder fluorierte Gruppen wie CF_3 in bioaktiven organischen Molekülen bewirken im Vergleich zu den nichtfluorierten Verbindungen wegen der beträchtlichen C-F-Bindungsenergie eine Erhöhung der Lipophilie, Polarität und metabolischen Stabilität. Weil aber Wasserstoff- und Fluoratom eine ähnliche Größe aufweisen, bleiben trotz der Änderungen der Reaktivität die molekularen Abmessungen im Wesentlichen erhalten. Medizinalchemische Verbindungen mit einem oder mehreren Fluoratomen sind daher befähigt, selektiv in den Stoffwechsel einzugreifen. Um das Fluor gezielt in Wirkstoffverbindungen einbauen zu können, bedarf es jedoch geeigneter Synthesemethoden, insbesondere für die Erzeugung derartiger C-F-stereogener Zentren. Die Entwicklung solcher Fluorierungsmethoden ist ein wichtiges Anliegen einer Metallorganik-Arbeitsgruppe des Laboratoriums für Anorganische Chemie der ETH Zürich. Einen der Forschungsschwerpunkte stellte dabei die asymmetrische Homogenkatalyse dar. Den Wissenschaftlern gelang es, die erste katalytische enantioselektive Fluorierung von β -Ketoestern mit Hilfe von elektrophilen fluorierenden Agenzien wie Selectfluor (1-chloromethyl-4-fluoro-1,4-diazoniabicyclo[2,2,2]octan bi(tetrafluoroborat)) in der Gegenwart von Katalysatoren wie $[\text{TiCl}_2(\text{TADDOLato})]$ -Komplexen durchzuführen.

Katalytische stereoselektive Fluorierung für eine C-F-Bindung

Fluor ist stark elektronegativer und reaktiver, weil ihm wie allen anderen Halogenen ein Elektron auf der äusseren Elektronenhülle fehlt. Dadurch geht es mit nahezu allen anderen Elementen Verbindungen ein und reagiert mit den meisten Metallen, Nichtmetallen und sogar mit Chlor, Brom und Iod zu den entsprechenden Fluoriden.

Die Autorin:

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

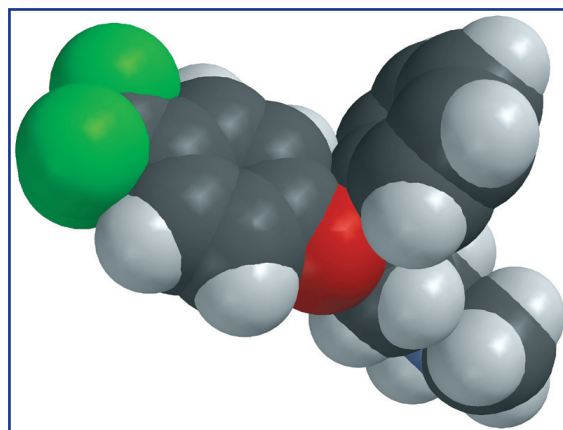
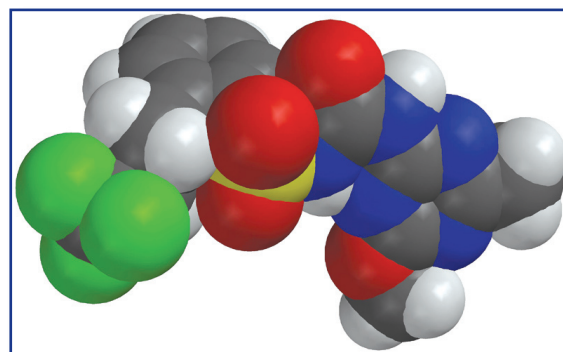


Die Bedeutung von fluorierten organischen Verbindungen in der technischen Anwendung ergibt sich vor allem aus der Austauschbarkeit von Wasserstoff oder der Hydroxygruppe gegen Fluor, wobei die molekularen Abmessungen beibehalten bleiben. Bei sterisch ähnlichen Verhältnissen vermag eine Fluor-Substitution oder Einführung einer fluorierten Gruppe wie beispielsweise CF_3 über den starken induktiven Effekt die Reaktivität benachbarter Reaktionszentren deutlich zu beeinflussen. Eingefügte Fluor-Atome können eine außergewöhnlich hohe thermische und chemische Stabilität sowie Veränderungen der Dielektrizitätskonstante und des Brechungsindex hervorrufen. Gegenüber ih-

Abbildung 1: Etliche medizinische Wirkstoffe wie auch etwa Agrochemikalien enthalten heute Fluor:

a) das Schädlingsbekämpfungsmittel Prosulfuron: 1-(4-Methoxy-6-methyltriazin-2-yl)-3-[2-(3,3,3-trifluorpropyl)phenyl-sulfonyl]harnstoff;

b) das Antidepressivum Prozac: Fluoxetine Hydrochlorid, auch (\pm)-N-Methyl-3-phenyl-3-[(α,α,α -trifluorop-tolyl)oxy]propylamin-Hydrochlorid (unten), beides Kalottenmodelle).



ren nichtfluorierten Verbindungen werden in bioaktiven organischen Molekülen Lipophilie und metabolische Stabilität durch verlangsamten Abbau und verbesserte Bioverfügbarkeit erhöht und damit eine veränderte Reaktivität erreicht. Bisher weisen jedoch erst wenige medizinalchemische Verbindungen ein C-F-stereogenes Zentrum auf.

Der Trend, fluororganische bioaktive Moleküle einzusetzen, erhöht sich mit der steigenden Verfügbarkeit dieser Komponenten. Daher existiert eine zunehmende Nachfrage für effiziente Synthesemethoden zum stereochemisch kontrollierten Einbau partiell fluorierter funktioneller Gruppen in organische Wirkstoff-Moleküle. Insbesondere besteht ein Bedarf an sicher handhabbaren, stabilen und sehr reaktiven elektrophilen Fluorierungsreagenzien wie beispielsweise das Selectfluor, die in der industriellen Produktion als Alternative zum hochgiftigen gasförmigen korrosiven Fluor eingesetzt werden können.

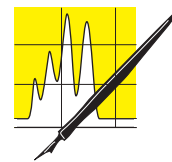
Früher wurde die asymmetrische elektrophile Fluorierung von Enolaten nicht-katalytisch mit N-F-Reagenzien durchgeführt. Das Fehlen einer katalytischen Variante zur stereoselektiven Fluorierung veranlasste die ETH-Chemiker, eine Studie zur Entwicklung geeigneter Reaktionen in Angriff zu nehmen. Neuere Arbeiten hatten nämlich gezeigt, dass solche N-F-Reagenzien in Acetonitril Ketone in der alpha-Stellung fluorieren können, wobei aktivierte Ketone, insbesondere beta-Ketoester und beta-Diketone, schon bei Raumtemperatur reagierten. Die Forscher begannen nun eine systematische Untersuchung mit dem monosubstituierten beta-Ke-

toester als Modellverbindung. Zur asymmetrischen elektrophilen Übertragung eines Fluor-Atoms stehen jetzt steuerbare Wechselwirkungen zwischen einem chiralen enantiomerenreinen Metallkomplex und Donorfunktionen eines achiralen Substrates im Mittelpunkt.

Bei einer ersten enantioselectiven und katalytischen Fluorierungsreaktion mit einem chiralen Titankomplex als Katalysator wurde ein Produkt in hoher Ausbeute und hoher Stereoselektivität erhalten (siehe auch Abb. 3). Die Reaktionen stellen formell einen H^+/F^+ -Austausch dar. Die Forscher gingen jeweils von einem Racemat aus und erzielten eine Enantiomeren-Ausbeute von etwa 95 Prozent. Wahrscheinlich handelt es sich um einen S_N^2 -Prozess am F-Atom. Das Katalysatorsystem konnte auch für weitere elektrophile Reaktionen wie Hydroxilierung, Sulfonylierung sowie geminale Dihalogenerung verwendet werden. Mittlerweile befasst sich die Forschungsgruppe auch mit der Entwicklung neuer Reagenzien für Trifluormethylierungsreaktionen. Eine Katalyse der asymmetrischen elektrophilen Halogenierung symbolisiert Abbildung 2.

Fluor in der Medizinalchemie erhöht die Wirksamkeit

Während es Tausende von natürlich vorkommenden organohalogenierten Verbindungen gibt, sind noch heute nur wenige bekannt, die fluoriert sind. Bis in die 1970er Jahre hinein kamen nur wenige Fluor-



AUFSÄTZE

Abbildung 2: Die Halogene und die Katalyse der asymmetrischen elektrophilen Halogenierung (Illustration: Reto Togni)

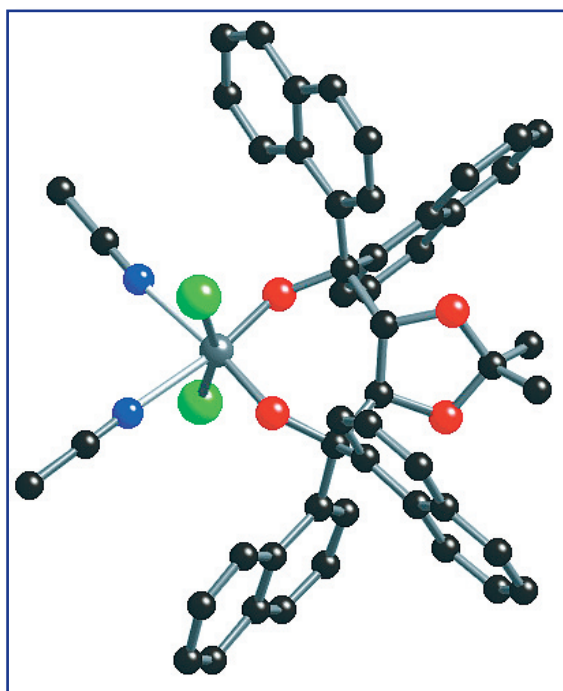


Wirkstoffe in der Medizinalchemie zur Anwendung. Dies hat sich inzwischen verändert. Bereits 1996 befanden sich 1500 fluorenhaltende Arzneimittel in der Entwicklung und von 31 neuen chemischen, im Jahr 2002 zugelassenen Wirkeinheiten enthielten neun Fluor.

Etliche inzwischen in der Medizin verwendete Wirkstoffe in Antipsychotika, Antidepressiva, Antibiotika, Neuroleptika, Analgetika, Anti-Malaria-Mitteln, aber auch Appetitzüglern weisen Fluor auf, ebenso wie knapp ein Fünftel aller kommerziell erhältlichen Agrochemikalien (Abbildung 4). Auch für die Diagnostik sind fluorhaltige Substanzen von Bedeutung, wie beispielsweise das positronenemittierende Nuklid Fluor-18 (^{18}F), ein Radiopharmazeutikum, welches für die Tumordiagnose maßgebende metabolische Parameter sichtbar macht.

Ein bekanntes Krebsmittel ist das 5-Fluoruracil (FU), welches aktiv wird, sobald es in seiner wirksamen Form als 2'-Desoxynucleotid vorliegt. Da sich die ‚van der Waals‘-Radien von Fluor und Wasserstoff ähneln, ist es befähigt, sich an die Enzyme anzulagern, welche Uracil und dessen Metaboliten umsetzen. Es hemmt insbesondere die Thymidylat-Synthase, die den letzten Schritt der Biosynthese des essentiellen DNA-Bausteins Thymidylat katalysiert und trägt durch die gestörte DNA-Produktion zum Zelltod bei. Die Substanz ist antineoplastisch wirksam, da Tumorzellen viel schneller als normale Zellen replizieren und mehr DNA benötigen als die sich langsamer teilenden gesunden Zellen. Außerdem entsteht durch den Einbau von Fluoruracil fehlerhaft strukturierte RNS, was zusätzlich die Proteinbiosynthese beeinträchtigt.

Abbildung 3: Der Katalysator $\text{TiCl}_2(\text{DINOL})(\text{MeCN})_2\text{-H}$ (Kugelstabsmodell) für eine enantioselektive Fluorierungsreaktion.



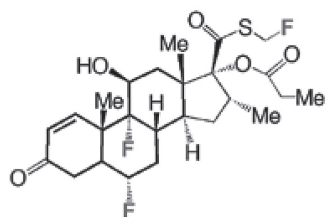
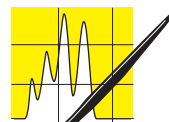
Ein anderes Beispiel fluorhaltiger Arzneimittel gehört zu den antibakteriell wirksamen DNA-Gyrasehemmern. Während in der Entwicklungsphase die erste Generation Antibiotika mit beispielsweise Nalidixinsäure noch ein enges Wirkspektrum mit schwacher Wirksamkeit aufwies, konnte durch Einfügen von Fluor in der 2. Generation mit beispielsweise Ciprofloxacin Wirkungsbreite und -ausmaß verbessert werden. Fluorquinolone sind nämlich aktiver als die nicht fluorierten Komponenten, weil F die Plasmabindung reduziert und damit sowohl die Bindungsaffinität als auch die Zellpenetration erheblich erhöht. Bei diesem 4-Quinolon handelt es sich um ein synthetisches bakterizides Antibiotikum, welches das Enzym DNS-Gyrase (Topoisomerase II) hemmt, das für die Superspiralisierung und Entspiralisierung der DNS verantwortlich ist. Eine langanhaltende Hemmung dieser Funktion führt zum Tod der Bakterienzellen.

Fluorverbindungen als Beatmungshilfsmittel oder Rattengift

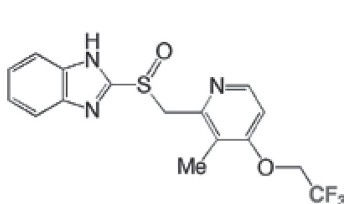
Perfluorcarbone (PFCs) sind einfache, leicht und zu einem niedrigen Preis herstellbare ungiftige Kohlenstoffverbindungen, bei denen alle Wasserstoffatome durch Fluor ausgetauscht wurden. Sie sind befähigt, ähnlich wie der natürliche Blutfarbstoff Hämoglobin große Mengen Sauerstoff von der Lunge in den Kreislauf zu befördern und das entstandene Kohlendioxid zurückzutransportieren. Es erfolgt keine Verstoffwechslung; die PFCs werden über die Lunge ausgeschieden. Am Institut für Anästhesiologie der Universität Heidelberg konnte nachgewiesen werden, dass sauerstofftragende Blutersatzstoffe wie künstliche Hämoglobinlösungen und Perfluorkarbonemulsionen nach Blutungsschock oder Hämodilution (Blutverdünnung beispielsweise für eine Operation) die Sauerstoffversorgung und den Stoffwechsel des Gehirns teilweise besser aufrechterhalten als normales Blut.

Auch die 60-prozentige Perfluorooktyl-Bromid-Emulsion „Oxygent“ ($\text{C}_8\text{F}_{17}\text{Br}$) der US-Firma „Alliance Pharmaceuticals“, die bei Operationen als Sauerstoffträger verwendet wird, befindet sich derzeit in Phase III der Arzneimittelprüfung und wird an mehreren tausend Patienten getestet.

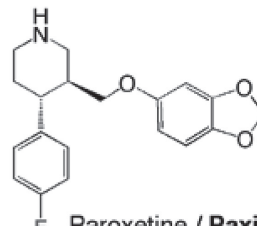
Da derartige Lösungen kein biologisches Material enthalten, rufen sie keine Infektionen hervor und lassen sich lange Zeit sogar bei Zimmertemperatur aufbewahren. Dadurch entfallen bei einer Anwendung vorherige Tests auf Krankheitserreger oder Verträglichkeit mit Empfänger-Blutgruppen. Diese Eigenschaften können vor allem in Kriegs- und Naturkatastrophensituationen zur raschen Versorgung zahlreicher Verwundeter von Vorteil sein. Aber auch Anhängern religiöser Gruppen, die eine Verabreichung von Blutkonserven ablehnen, könnte mit die-



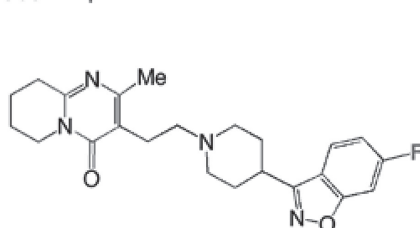
Fluticasone propionate / Advair
Asthma, *GlaxoSmithKline*,
3631 M\$



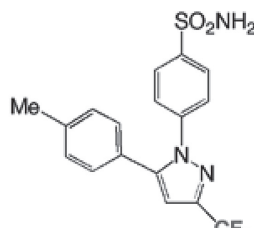
Lansoprazole / Prevacid
Gastrointestinal disorders,
Tap Pharmac. Prod., 3190 M\$



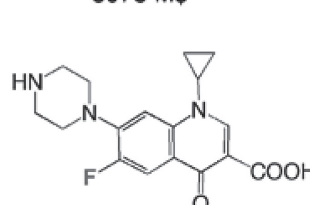
Paroxetine / Paxil
Depression,
GlaxoSmithKline,
3078 M\$



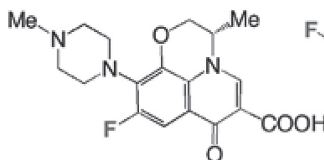
Risperidone / Risperdal
Schizophrenia,
Johnson&Johnson, 2512 M\$



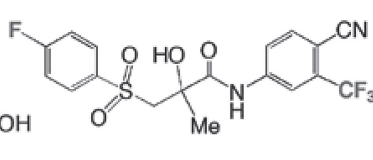
Celecoxib / Celebrex
Arthritis, *Pfizer*, 1883 M\$



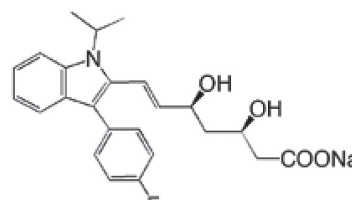
Ciprofloxacin / Cipro
Bacterial infections,
Bayer, 1597 M\$



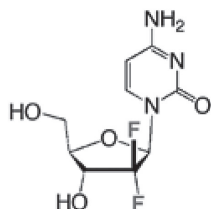
Levofloxacin / Levaquin
Bacterial infections,
Johnson&Johnson, 1149 M\$



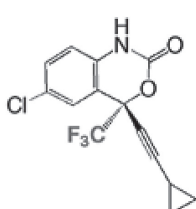
Bicalutamide / Casodex
Prostate cancer,
AstraZeneca, 854 M\$



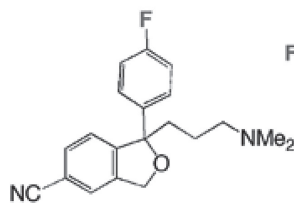
Fluvastatin sodium / Lescol,
Cholesterol, *Novartis*, 734 M\$



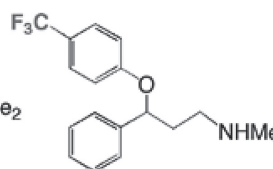
Gemcitabine / Gemzar
Cancer,
Eli Lilly, 1022 M\$



Efavirenz / Sustiva,
HIV
Bristol-Myers Squibb,
544 M\$



Citalopram / Celexa,
Depression,
Forest Laboratories,
1452 M\$



Fluoxetine / Prozac
Depression,
Eli Lilly, 645 M\$

Abbildung 4: Bestseller von verschriebenen Arzneimitteln, die Fluor enthalten, in amerikanischen Dollars (Umsätze 2003 nach Med Ad News 2004 Nr. 5, 60).

sen Blutersatzstoffen in Notfällen geholfen werden. Ein Nachteil künstlicher Sauerstoffträger ist jedoch, dass sie eine nur kurze Wirkungsdauer von 20 bis 30 Stunden besitzen, während die roten Blutkörperchen erst nach rund 120 Tagen absterben.

Andere Organofluorverbindungen dagegen sind hoch toxisch, vor allem solche mit terminaler $-CH_2F$ -Funktion. Diese werden im Körper oxidativ oder reduktiv unter Bildung von Fluorwasserstoff und Kohlenstofffluorid metabolisiert und führen dann zu schwersten Zellschäden.

Die in Südafrika wachsende „Gifblaar“ (*Dichapetalum cymosum*) gehört zu den giftigsten Pflanzen

weltweit, weil sie Fluoressigsäure enthält. Ein Blatt reicht aus, um ein Schaf zu töten. Die aufgenommene Fluorsäure verbindet sich zu Fluoracetyl-CoA, welches sich im für den Stoffwechsel unentbehrlichen Citronensäure-Zyklus mit Oxalaessigsäure zu Fluorisocitrat umsetzt. Dieses hemmt das Enzym Aconitase, so dass die entstehende Citronensäure nicht mehr weiter abgebaut werden kann und sich in den Zellen anhäuft. Es folgen Erbrechen, Atemstörungen, Lungenödem, Herzläsionen und Atemstillstand. Natriumfluoracetat wurde früher als Rattengift verwendet, ist aber heute in vielen Ländern verboten.

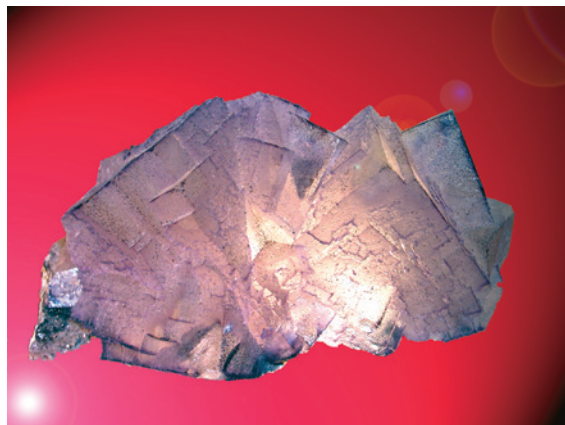
Vom Flussspat im Hüttenwesen bis zum Teflon

Die Bezeichnung „Fluorit“ (CaF_2) dient als Mineralname, während der chemische Begriff „Fluorid“ als Sammelbezeichnung für die Salze der Fluorwasserstoff-Säure verwendet wird (siehe auch CLB 05-2005, Seiten 138-143 „Flusssäure und Fluoride“ sowie CLB 10-2005, Seiten 353 und 354 „Fluor, Chlor, Brom Ion – und ihre Salze“). Für technische Anwendungen stellt der weltweit vorkommende Flussspat (Fluorit) eine der wichtigsten Fluorverbindungen dar. Dieser wurde bereits im Jahr 1529 von Georgius Agricola als Flussmittel zum Schmelzen von Erzen beschrieben. Das alte bergmännische Wort Spat dient noch heute als Bezeichnung für gut spaltbare Minerale.

Heinrich Schwanhard führte schon 1670 einen Versuch durch, in dem er Glas mit einem Gemisch aus Flussspat und Säure ätzte. Die Entdeckung der Flusssäure kommt wahrscheinlich dem deutschen Chemiker Andreas Sigismund Marggraf im Jahr 1764 zu. 1808 versuchte Humphry Davy, die Flusssäure mit Kalium zu zerlegen, was ihm aber nicht gelang. Er nannte das Element, das er herstellen wollte, Fluorine. Der Name ist abgeleitet vom lateinischen Wort fluere für „fließen“. André Marie Ampère schlug 1812 in einem Schreiben an ihn in Analogie zu „le chlore“ den Namen „le flure“ für das in CaF_2 und HF vermutete neue Element vor. Das chemische Symbol F geht auf eine 1814 formulierte Empfehlung von Jöns Jakob Berzelius zurück. Die erste Herstellung elementaren F_2 gelang dem französischen Chemiker Henri Moissan (1852-1907) im Jahr 1886 durch die Elektrolyse einer gekühlten Kaliumfluoridlösung in wasserfreiem, flüssigem Fluorwasserstoff in einem U-förmigen Platinrohr. 1906 erhielt er für dieses noch heute in der Industrie verwendete Prinzip den Nobelpreis für Chemie.

Während dicht gepackte Kohlenwasserstoffketten eine all-trans-Konformation bevorzugen und das Gerüst der Kohlenstoffatome damit in einer Ebene

Fluorit (Flussspat) aus der Elmwood-Mine in Tennessee, USA (Originalgröße ca. 20 Zentimeter; Foto: RK).



liegt, nehmen perfluorierte Kohlenwasserstoffe eine helikale Struktur ein. Diese Konformation resultiert aus dem gegenüber Wasserstoffatomen etwas größeren Platzbedarf der Fluoratome. Sie verleiht den Ketten eine erhöhte Steifigkeit und zusätzlich eine vergrößerte Querschnittsfläche.

Perfluorierte Polyether (PFA) eignen sich für die Herstellung von Gefäßen für die Spurenanalytik, länger-kettige Perfluorkohlenwasserstoffe als Schmierstoffe für Gaszentrifugen und Perfluorpolyether als Hochvakuum-pumpenöl und fluorhaltige Flüssigkristalle als Aktiv-Matrix-Displays. Das CCl_2F_2 wurde 1928 von Thomas Midgley, Albert L. Henne und Robert R. McNary als nicht entzündliches, ungiftiges Gas synthetisiert und dient seither als Kühlmittel (USA: Freon, Deutschland: Frigen). 1938 entdeckte Roy J. Plunkett das Teflon. Dieses Polytetrafluorethylen (PTFE) weist über einen extrem weiten Bereich Temperaturreistenz, eine große Beständigkeit gegenüber Säuren und einen sehr niedrigen Reibungskoeffizienten auf, so dass es beispielsweise in der elektronischen Industrie als Isolationsmittel oder als Gore-Tex für die Bekleidung eingesetzt wird.

Öl und Wasser abstoßende Materialien und damit schmutzabweisende Beschichtungen, die sich gleichzeitig durch einen niedrigen Reibungskoeffizienten und geringe elektrostatische Aufladung auszeichnen, lassen sich in vielen Fällen mit teilfluorierten Verbindungen wie Perfluor n-alkyl-n-alkanen behandeln.

Fluor in Perfluorkohlenwasserstoffen wird infolge seiner extremen Langlebigkeit unter atmosphärischen Bedingungen aber auch mit dem Treibhauseffekt in Zusammenhang gebracht. Chlorfluor-Kohlenwasserstoffe (CFC's) führen zur Bildung von Chlorkradikalen, die zum katalytischen Ozonschichtabbau beitragen.

CLB

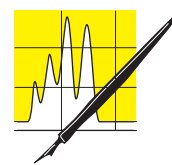
Literatur

- [1] verschiedene Artikel aus Journal of Fluorine Chemistry 109, 2001, (wie K.C. Lowe: „Fluorinated blood substitutes and oxygen carriers“; S. 509-65)
- [2] Chimia 3/2004 „Fluorine in the Life Science Industry“
- [3] Hintermann, Lukas; Togni, Antonio; Angew. Chem. Int. Ed 2000, 39, 4359
- [4] Hintermann, Lukas; Togni, Antonio; Eur. Pat. Appl. 2001, EP 1151980
- [5] Eisenberger, Patrick; Gischig, Sebastian; Kitsch, Iris; Togni, Antonio: Chem. Eur. J. 2005, in press
- [6] Präsentationsskripte Prof. Klaus Müller, F. Hoffmann-La Roche Ltd, Basel
- [7] <http://www.worldandi.com/public/1986/december/ns5.cfm>

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an:

Prof. Dr. Antonio Togni, Departement Chemie und Angewandte Biowissenschaften, ETH Zürich. Email: togni@inorg.chem.ethz.ch

Innovation – Stillstand – Rückschritt?



AUFSÄTZE

Werner Günther, Düsseldorf

Natürlich sind Chemie und auch Medizin Bestandteile der Life Sciences. Ist L(-)Ascorbinsäure nicht der Chemie zuzurechnen? Ist die Produktion von Acetylsalicylsäure kein chemischer Prozess? Gehört die Labormedizin nicht zu chemischer Analytik? Warum boomten die Life Sciences im Bereich Neugründungen Ende der 90er Jahre an der Börse und stürzten danach ab? Wo war die Chemie zu der Zeit? Wo steht sie heute?

Eine wichtige Grundlage der Produktions- und Forschungsprozesse sind die fundierten analytischen Ergebnisse ihrer Produkte. Soweit es sich um materielle Produkte handelt ist es immer noch die chemische Analytik – heute fast ausschließlich Instrumentelle Analytik, wegen ihrer Automatisierungsmöglichkeiten. Immaterielle Produkte unterliegen den gleichen mathematisch-statistischen Untersuchungsmethoden wie auch die der materiellen Produkte.

Das Feld der Instrumentellen Analytik muss sich also immens erweitert und vergrößert haben. Warum bemerkt man dies nicht? Warum wird die Instrumentelle Analytik immer weiter heruntergefahren?

Die hier gefundenen Antworten mögen helfen, die Instrumentelle Analytik wieder ins Gespräch zu bringen, ihre Bedeutung darzulegen und für die Zukunft zu festigen. Hat doch der Autor die gleichen Antworten zu widerlegen wie in seinen Publikationen, die nunmehr mehr als zwanzig Jahre zurückliegen.

Urteile der Wissenschaft

Analytik ist keine Wissenschaft! Als Nichtwissenschaftler wollten sich Analytiker nicht betiteln lassen. Lehrstühle für Instrumentelle Analytik wurden entsprechend den Erfordernissen nicht aufgebaut. Studierende wurden nicht in ausreichender Zahl zum Studium der Instrumentellen Analytik angeregt.

Urteile der Wirtschaft

Analytik ist teuer! Analytik ist zu vereinfachen und möglichst zu vermeiden. Was war wichtiger? Die erste Ammoniaksynthese im Laboratorium oder die Entwicklung der entsprechenden technischen Großproduktion?

Da das eine nicht ohne das andere geschehen konnte, der Prozess auch nicht reversibel ist, beides aber für alle Produktionen gilt, sind die Denkansätze der „besonders“ letzten vierzig Jahre mitentscheidend für wirtschaftliche Fehlentwicklungen in Deutschland.

Urteile der Politik

Die Analytik ist durch die Regularien (ISO, EN, DIN usw.) abgeschlossen und nicht innovativ. Und, man kann sich durch Angstzenarien (Gift) politisch profilieren.

Hier manifestiert sich der größte Fehler, die Innovationshörigkeit. Dies scheint seit etwa 20 Jahren ein grassierendes Virus bei politischen Meinungsbildungen zu sein. Innovationen müssen finanzierbar sein, finanzierbar aus gefestigten Beständen. Dies wurde nicht beachtet, und so brach natürlich der Bereich IT und auch die Bereiche der Life Sciences zusammen.

Die Chemie wurde infolge ihrer Untätigkeit mitgerissen und verlor weiter an Bedeutung. Die Gründungsinitiativen, die sich in den Life Sciences konstituierten, verpufften zumeist. Nur wenige Firmen überstanden diese Baisse.

War die Chemie zu dieser Zeit am Ende?

Nein, das war sie nicht. Sie wurde klein geredet. Die Standesvereinigung, die Industrie und demzufolge auch die Politik erklärten, dass nur noch wenige Chemiker gebraucht würden. Die Studienrückgänge waren die Folge.

Die bekanntesten Chemiekonzerne, die sich, bis auf die BASF AG und die Henkel KGaA, inzwischen umkonstituierten oder auflösten, hatten nur kurzfristige Umsatzrenditen im Sinne. Man dachte in den Konzernzentralen anscheinend lediglich daran, von den Universitäts-Ausgründungen, die überwiegend staatlicher- oder landesseits finanziert wurden, zu profitieren. Diese Einseitigkeit rächte sich nun in allen Industriefeldern bitter.

Auch während des Bio-Booms hätten in der Chemie Ausgründungen, Neugründungen und Joint Ventures geschlossen werden können. Die Chemiebranche in

Dipl.-Ing. Werner Günther studierte Musik, Religion und Chemieingenieurwesen. Er war Dozent für Analytik an der Fachhochschule Niederrhein. Dann gründete er die WGA GmbH für Analytik-Dienstleistung sowie zur Herstellung von Chromatographiesäulen. Bekannt wurde er als Organisator von Analytik-Veranstaltungen, insbesondere ab 1989 der InCom und der LifeCom an der Universität Düsseldorf. Zur Zeit befasst er sich mit der Realisierung eines Internet-Handelsportals für den Chemie- und Pharmabereich.



Deutschland hätte ebenfalls boomen können. Mittlerweile wurden viele unserer größeren Köpfe „ins Ausland vertrieben“. An eine Rückholung ist nur zu denken, wenn die Forschungsbereiche der Hochschulen mit den Mitteln ausgestattet würden, die sie benötigten und vor allen Dingen durch unsinnige Restriktionen die Forschung und Entwicklung nicht ständig nachhaltig behindert würde. Behindert heißt konkret gesprochen: verhindert.

1. Chemiker müssen während ihres Studiums ausreichend auf Gründungsmöglichkeiten hingewiesen werden.
2. Chemiker müssen während ihres Studiums auf kommerzielle Interaktionen hingewiesen werden.
3. Chemiker müssen während ihres Studiums interdisziplinäre Korrelationen genauestens studieren.

Viele als biotechnologisch bezeichnete Unternehmen praktizieren reine Chemie. Viele analytisch arbeitende Firmen und Unternehmensabteilungen beschäftigen Biologen, Pharmazeuten usw., aber keine Chemiker in ihren Laboratorien.

Was braucht die Chemie?

1. Den politischen Willen, diese Branche behalten zu wollen
2. Offizielle positive Darstellung der Chemie

3. Kommerzielle Förderungen nicht nur nach innovativen Forderungen zu beurteilen, sondern nach volkswirtschaftlich sinnvollen und kommerziell notwendigen Erfordernissen zu beurteilen.

4. Festigung als Basisindustrie. Nur wenn die Grundpfeiler der Industrie nicht wackeln, sind Förderungen von Innovationen möglich. Nur wenn die Grundpfeiler gefestigt sind, können Zukunftsgarantien gegeben werden. Nur wenn die Grundpfeiler stehen, sind Investitionen in die Zukunft möglich. Nicht die Anzahl der Patentanmeldungen bringt eine Volkswirtschaft weiter, sondern lediglich die auswertbaren mit entsprechenden Einnahmen. Nicht die Anzahl der Hochschulen ist wichtig, sondern ausschließlich die Güte der Lehre und der Forschung.

Nicht die Anzahl der Studierenden ist maßgeblich, sondern die Güte der Absolventen, und zwar derjenigen, die auch in Deutschland bleiben.

Werden diese Punkte endlich beachtet, so wird schnell klar, dass die Chemie nicht am Ende ist, sondern nur sträflich vernachlässigt wird. Die Potenziale müssen umgehend genutzt werden. Oder ist es schon zu spät?

Konklusion:

Man studiere Chemie!

CLB



Der Jahrgang 2005 ist komplett.

Bitte bestellen Sie jetzt Ihre CLB-Einbanddecken.

Jede Einbanddecke kostet 11,80 Euro (+MWSt. und Versand).

Richten Sie Ihre Bestellung per e-Mail an service@clb.de oder per Fax an die Faxnummer 06223 9707 41.



Chemie in Labor und Biotechnik

Autoren- und Sachwortregister
zum 56. Jahrgang 2005

Aufsätze

Beyer, Torsten

Das individuelle, spamfreie, aktuelle Nachrichtenportal für den PC: RSS-Feeds im Internet 144

Bleisteiner, Bernd; Geiger, Ruth

Raman-Mikro-Spektroskopie: Heute eine analytische Routinemethode 74

Brauckmann, Barbara

Katalytische enantioselektive Fluorierung in der metallorganischen Chemie: Neue Substanzeigenschaften durch Fluor..... 424

Bulmahn, Maren

DNA-Vervielfältigung mit Helicase – eine PCR-Alternative? DNA millionenfach bei 37 Grad Celsius 107

Ellmer, Reinhold

Patente, Muster, Marken: Geschützte Forschungsergebnisse 378

Flottmann, D.; Hins, J.; Rettenmaier, C.; Schnell, N.; Bruchelt, G.; Holzgrabe, U.; Meissner, T.

Zweidimensionale Isotachophorese: Beispiel: Taurin in Energy Drinks 14

Furchheim-Weberling, Bettina

Saubere Oberflächen: Immer einen Schritt voraus..... 390

Gümther, Werner

Analysen-Qualität am Beispiel von GC und HPLC: Genauigkeit und Richtigkeit in Europa 42

Denkansätze zur Chemie in Deutschland: Innovation – Stillstand – Rückschritt? 429

Hasenpusch, Wolfgang

Diebstähle in der chemischen Industrie: Vieles bleibt im Dunklen 102

Flusssäure und Fluoride: Ätzend ist nur ein Aspekt 138

Verkaufsverpackungen im Vergleich zu Naturschalen: Anregungen für Verpackungsbioniker..... 218

Purin-Chemie: Harnsäure – in uns innigste Chemie..... 271

Quecksilber in Umwelt und Industrie: Verkannt, vermieden, verbannt 338

Milliarden Mikroben im Fingerhut: Biostoffe – Feinde oder Helfer? 384

Kässer, Mechthild

Der Histon-Code: Auf die Verpackung kommt es an 66

Trickreiche Bakterien unterlaufen die menschliche Immunabwehr: Die Tarnkappe der Borrelien..... 182

Neuer Ansatz bei der Bekämpfung der Antibiotika-Resistenzen: Haltet die Evolution an!..... 314

Kickuth, Rolf

Der Mensch als Zwischenglied der Evolution: Vorboten eines neuen „Top level“ 261

Krauß, Hans-Ludwig; Wiskamp, Volker

Vermittlung von Wertebewusstsein im Chemieunterricht: Mutig wissenschaftliche Ergebnisse auch gegen falsche Behauptungen benennen..... 298

Kunzmann, Dagmar; Döring, Heike; Rahm, Elke; Holze, Rudolf

Die Korrosionsstabilität edelmetallfreier Dentallegierungen: Nachhaltige Verbesserungen bei den Nickel-Basis-Legierungen..... 58

Lachenmeier, Dirk W.

Authentifizierung von alkoholischen Getränken mittels GC/MS und HPTLC: Absinth – Kultdrink oder Fusel?..... 18

Martin, Hans-Dietrich

ISIS in Straßburg: Vom Labor in die industrielle Anwendung: Supromolekulare Chemie als Flaggschiff 62

Meyer, Veronika R.

HPLC kritisch hinterfragt: Handelt es sich um eine Supermethode?..... 311

Die Grenzen der HPLC: Eine Million Trennstufen kaum machbar..... 418

Oechlin, Rahel; Steil, Gwendolyn; Kübler, Theo; Seiler, Kurt

Amine in Fischen: Frische Indikatoren schnell bestimmt..... 421

Oppermann, Uwe; Egelkraut-Holtus, Marion; Geissler, Margit; Hesper, Johannes

Elektro- und Elektronikschrott systematisch analysieren: Die Bestimmung

gefährlicher Substanzen nach WEEE und RoHS 69

Römbling, Regina

Schnelle HPLC-Gradiententrennungen mit moderner Säulen- und Gerätetechnik: Analysenzyklen von unter 60 Sekunden 257

Scharfenberger, Gerd; Matschulat, Uwe

Head space-Gaschromatographie: 40 Jahre alt – ständig neue Anwendungen..... 344

Schulz, Stephen

Jugend forscht: Elektroorganische Synthesemethoden: Auf dem Weg zum „Lab on the chip“

Teil 1 186

Teil 2..... 226

Schwedt, Georg

Das Institut für Önologie in der Stiglgasse von Ober-Ingelheim: Auch den „Vinum Caroli Magni“ bereitet ... 8

2005: Ein dreifaches Gedenkjahr für Merck: Aus der Apotheke zur chemischen Fabrik 98

Vulkanische Chemie am Ätna: Expedition an den Nebenkrater 238

Chemische Elemente im Alltag

Teil 1: Natrium und Kalium 78

Teil 2: Magnesium und Calcium..... 110

Teil 3: Bor und Aluminium 154

Teil 4: Silicium..... 196

Teil 5: Phosphor..... 242

Teil 6: Stickstoff..... 280

Teil 7: Schwefel 316

Teil 8: Halogene..... 353

Teil 9: Eisen..... 393

Teil 10: Kupfer..... 431

Sinemus, Kristina; Minol, Klaus; Harms, Claudia

Mit Grüner Gentechnik zu besserer Qualität: Rohstoffe aus maßgeschneiderten Pflanzen..... 149

Sproll, Constanze

Neue Methode der Morphinanalytik in Lebensmitteln: Kein Rausch durch Mohnkuchen 348

Stahl, Frank

Proteinarrays in der Biotechnologie:
Miniaturisierte Multiparameter-Systeme
mit vielfachem Anwendungspotenzial..
..... 178

Tausendfreund, Ingo

Bochumer Krimiprojekt an der
Technischen Beruflichen Schule 1
(TBS1): CTAs auf Mörderjagd..... 306

Vinzelberg, Gero; Bayer, Arne; Nienhaus, Karl

Materialerkennung mittels
laserinduzierter Fluoreszenz im
Braunkohlebergbau: Der Fingerabdruck
der Kohle..... 11

Wagner, Jürgen

Gesunde Fettsäuren und
Pharmakogenomik: Adieu Lebertran:
Ernährung in neuem Licht 309

Wiskamp, Volker

Kinderuniversität Darmstadt:
Chemischer Ferienspaß – ein Erfolg ...
..... 276

Wünschiers, Röbbé

Linux, Knoppix, Mac OS X, Open
Source: Vorteile von Unix et al. in
Chemie und Biologie

Teil 15: AWK – Mathmatische und
textbezogene Befehle..... 22

Rubriken

Bezugsquellenverzeichnis: 39, 49, 89,
129, 169, 209, 249, 288, 329, 369, 409,
449

F & E im Bild: 3, 51, 53, 93, 133, 173,
213, 253, 293, 333, 373, 413

Forschung und Technik: 31, 116, 163,
204, 321, 360, 442

Förderungen / Preise: 7, 57, 97, 137,
177, 217, 256, 297, 337, 377, 417

Literatur: 34, 84, 122, 247, 284, 324,
361, 403

Messe / Kongress / Ereignisse: 112,
156, 202, 246, 282, 316, 362, 433

Nanotechnik: 359

Neue Produkte: 37, 85, 125, 166, 206,
247, 285, 325, 364, 404, 446

Personalia: 6, 56, 96, 136, 176, 216,
255, 296, 336, 376, 416

Umfeld Wissenschaft: 35, 82, 118, 165,
320, 402, 440

Umschau: 27, 47, 80, 198, 244, 357,
395, 437

Unternehmen: 4, 52, 54, 94, 134, 174,
214, 254, 294, 334, 374, 414

Wirtschaft: 120, 400

CLB-Memory

Fink, Margit

Fragliche Schlussfolgerungen aus
Analyse-Daten: Düngung messen mit
Spektral-SensorenM20

Janssen, Anke

Bremerhavener Wissenschaftler auf
AsienreiseM85

Klockenhoff, Johannes

Analysenmethode zum Nachweis von
Proteinhydrolysaten: SDS-PAGE....M33

König, Josef

Radioaktive Präparate für die
Strahlenschutz-AusbildungM67

Luerweg, Frank

Süßstoff-Kraut macht Zuckerrübe
Konkurrenz.....M25

Lukasowitz, Irene

Folsäureversorgung in Deutschland ist
unzureichend.....M75

van den Heuvel, Michael

Chemieunfall in ChinaM90

Wacker, Heiko P.

Hochschulbeteiligung an europäischer
Plattform für nachhaltige Chemie .M44

Welling, Michael

Schadstoffbelastung von Getreide
deutlich rückläufigM89

Aus der Bildungslandschaft

M7, M14, M23, M31, M39, M47, M55,
M63, M71, M79, M87, M94

Fragen zu Grundlagen der Naturwissenschaften

M8, S26, M24, M32, M40, M48, M56,
M64, M72, M80, M88, M96

Nützliche Ratgeber

M6, M11, M21, M30, M35, M62, M76,
M86, M92

Photometrie in der Praxis

M57, M65, M81

Schule, Ausbildung, Studium

Sasol-Studie untermauert Pisa-ErgebnisseM9

Chemie begeistert Mädchen wie Jungen
.....M22

Patentwesen, Oberflächenforschung und
BioanalytikM38

GDCh liefert Statistik der
Chemiestudiengänge 2004M52

Studie zum Umgang von Schülern und
Studenten mit TechnikM53

Als Student ins Ausland, als Bachelor zurück
.....M70

Beispiele für moderne Studiengänge:
international und dualM84

Umwelt

Studie der Berufsgenossenschaft für
Landwirtschaft (FAL)M10

Mindeststandards für Chemikalienlagerung in
der Landwirtschaft.....M26

BFR warnt vor Borsäure in Hüpfknete und
Mohn als Schlafmittel.....M28

Strategien zur Nutzung von umweltbelasten-
dem KohlendioxidM29

Schwermetallaufnahme aus Keramikgefäßen
.....M29

Weniger polychlorierte, mehr polybromierte
Kohlenwasserstoffe gefundenM49

Änderungen und Neuaufnahmen von MAK-
und BAT-Werten.....M54

Geschirr und Besteck aus nachwachsenden
Rohstoffen.....M59

Flammpunkt und Zündtemperatur sind
wichtige DatenM60

Schärfere Maßnahmen bei Verstößen gegen
ChemikalienverordnungenM61

Vermischtes

Schokolade: süß und vielschichtig.....M1

LebensmittelkennzeichnungM3

Die Größen Stoffmenge, Masse und Volumen
führen zur Konzentration.....M4

Arzenimittelpflanze 2005M7

Was Muskelproteine im Zellkern machenM9

Vorsicht vor Vergiftungen in Haushalt und
HobbyM10

Was chemische Genetik und Genomik
können.....M12

Bioethik und Wissenschaftskommunikation..
.....M13

Pollenmonitor im Freien und
Bakterienklassifizierung in Reinräumen .M17

Wieviel Wasser fließt den Rhein hinunter? ...
.....M23

Binäre und dezimale Vorsätze für
InformationseinheitenM27

40. Bundeswettbewerb „Jugend forscht“.....
.....M36

Mit zwei Tests lässt sich eine akute Wirkung
von Ecstasy leicht erkennen.....M37

Tier-Arzneimittel in Winterweizen und
Feldsalat.....M41

Zink als Brennstoff und Heidelbeeren für die
Grätzel-Zelle.....M42

Ein Beispiel für organische Chemie in der
Flamme.....M45

Deiche und Deponien dauerhaft furchdringen
.....M46

PTB erhält neue Prototypwaage.....M51

Wissenschaft und Technik im FernsehenM68

Den Welle-Teilchen-Dualismus beweisenM73

Eiskalte Forschung und energiegeladenes
LernenM78

Von Mainz nach China für die Medizin.....
.....M82

Jahresregister

1,5-Diphenylcarbazid.....	71
2-Amino-ethansulfonsäure	15
A	
Absinth.....	18
Absorptionskurven	M81
Acetate	S22
Acetonitril.....	232
ADNR, aggregated diamond nanorods	333
Agrobacterium tumefaciens.....	309
Akkreditierungsstelle	M71
Aktivität, glykolytische	15
Alaun	154
Algen-Gene	309
Alkalifluoride	138, 141
Alkalimetalle.....	78
Alkaloide.....	99, 271, M1, M28
Alkaloidgehalt	348
Alkylierungs-Katalysator.....	138
Aluminium.....	154
Amalgam.....	338
Amidoschwefelsäure	316
Aminosäure, essentielle.....	15
Aminosäure, Entstehung im Weltall von.....	244
Aminosäuren.....	M1
Aminosäurenmuster	M18
Ammoniumalginat	281
Ammoniumpolyphosphat, Absperrfunktion von.....	M50
Amphetamin.....	M21
Amplifikationsmethoden.....	107, 109, 152
Anadamid.....	M1
Analytik Jena.....	S2
Analytik, 1900 – 2000	42
Andromeda	322
Anis	18
Antibiotika.....	M41
Antibiotika-Resistenzen	314
Antikörper	374
Antikörperarrays	180
antimikrobiell.....	125
Antimon.....	M54
Antioxidans.....	M1
Antioxidationsmittel.....	79, 316
Antisense-Technik.....	149
Apatit	242, 353
Applied Biosystems	246
Arabinose.....	399
Arbeitsstoffe, biologische	386
Artabsin	20
Arzneimittelpflanze	M7
Arzneistoffrückstände	M41
Asbest.....	110
Asche.....	78
Ätna, Goethe auf dem	238
Atomabsorptionsspektrometrie	71
ATP: Adenosintriphosphat	242
ätzend	M80
Ätznatron.....	79
Ätztechnik	227
Auflicht-Prinzip	M18
Augennotduschen	M52
Ausbildungskernreaktor AKR-2	119
Authentifizierung	18, 19
AVK-TV Tagung	363
Avogadro-Projekt	M51
Awk.....	22
Azomethin-H.....	M58

B	
Backmohn.....	349
bakerizid.....	15
Bakterien	385
Bakterienflora	392
Bakterienklassifizierung.....	M17
Ballaststoffe	M1
Basalt.....	239
Basen.....	M64
Basiseinheiten.....	M5
Basismaterial, fotopositives.....	227
BAT-Werte-Liste	M54
Bauchemie.....	111
Bauxit	154
Beegroup	133
Belousov-Zhabotinsky-Reaktion	302, M66
Benchmarking	104
Benzenbelastung.....	M90
Berater-Aktionen	104
Bergbau	13
Bergkristall.....	197
Berliner Blau	393
Berliner Elektronenspeicherring für Synchrotronstrahlung	33
Beryllium	M57
BESSY.....	33, M74
Betaisodona-Lösung.....	354
Betriebsanweisung	388
BfR-Internetauftritt.....	M86
bicyclisches Monoterpen.....	19
Bimssteintuff	239
Bindungsproteine	107
Bio-Perspectives	160
Bio-To-Liquids (BTL)	398
Bioanalytik	M22
Biochip	310
Bioethik	M13
Biofilm	390
Biofluoreszenzmarker	31
Biogas	M59
Bioimplantate	268
Bioinformatik	47
Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW)... ..	M59
Biomagnetische Trenntechnologie	206, 247
Biomarker	M13
Biomasse.....	398
Biomethylierung	339
Bionik	218
bionische Steuerung.....	117
Biophotonik	M17
Bioplastik.....	149, 151
Biopolymere.....	151
Biosensoren	160, 178
Biostoffe	384
Biosystemanalyse.....	402
Biotechnica	282, 363
Biotechnik-Elite.....	M71
Biotechnologie	178, 204, M84
Biotechnologie, molekulare	84
Bioverfügbarkeit.....	394
Biozide.....	390
Bit	M27
Bitterstoffe.....	18
Bitterwasser	316
Blei.....	M57
Bleichaktivatoren	155
Bleichmittel	316
Bleichmittel auf Chlorbasis.....	353
Bleidoppelsalz	141
Blei-Gehalte	M89

Blue Brain Project.....	266
Blutlaugensalz.....	393
Bodenbakterium.....	309
Bodenchemie	M96
Bor	M57, 154
Borax	154
Bornylacetat.....	19
Borrelien.....	182
Borsäure	M28
Brain Traffic	M70
brandfördernd.....	M80
Braunkohlebergbau	11
Brennelemente	M67
Brom	353
Brustkrebsgene	408
Buckminsterfulleren.....	30
Buckyball	30
BuLi.....	191
Bundesforschungsanstalten	M6
C	
C18-Ketten	258
Cadmium.....	70
CaF ₂ -Elementarzelle	139
Calcium	110
Calciumphosphat-Mineral.....	353
Calciumsulfamat	316
Campus Berlin Buch.....	36
Carbowax 20M	44
Carnallit.....	79
Carosche Säure	316
Catecholamin-Metabolismus.....	17, 59
Celluloseacetat.....	M59
CH-acide.....	232
Charakterisierung von Polymeren	74
Chelat.....	M57, M66, M81
ChemBio Finland 05.....	156
Chemie für Ahnungslose	122
Chemie, supramolekulare.....	62
Chemie, vulkanische	238
Chemiefakultäten.....	318
Chemiehandel.....	120
Chemiestudiengänge.....	M52
Chemieunterricht	298
Chemikalien-Straf- und Bußgeldverordnung	M61
Chemikaliendiebstähle	102
Chemische Genetik.....	M12
Chemische Genomik.....	35, M12
Chemischer Sauerstoff-Bedarf (CSB)	341
Chilesalpeter.....	280
Chinesische Akademie der Wissenschaften	165
Chips	48
Chlor	353
Chlordioxidanlage	248
Chlorisocyanursäure.....	353
Chlorophyll.....	18
Chlorose	M20
Chlortetracyclin	M41
Chrom	M65
Chromatin	67
Chromatographie	257
Chromazurol S	M58
Chromgehalt	71
Chronoamperometrie	190, 193
Chrysanthenol.....	19
Chrysanthenylacetat	19
Ciprofloxacin	315
Clusterphysik.....	30
Cobalt.....	M65
Codein.....	348

Codon Präferenz	153	Duraluminium.....	154	F	
Coffein	15	Durchbruchspotenziale	60	Fängermoleküle	180
computational RNomics.....	48	E		Farbstoff-Solarzelle.....	M43
Computerchemie	M22	Ecstasy.....	M21	Fast-HPLC.....	258
Conchiert	M1	EDX-Analytik.....	70	FCKW.....	M90
Control 2005	114	Eicosapentaensäure.....	309	Femtochemie.....	29
Covellin	240	Einkristallen, Herstellung von.....	235	Fenchel.....	18
Cross Compliance	M26	Einzelelektronen.....	360	Fenchon	19
CS-Chromatographie Service	295	Eisen	M65	Fermentation	M2
CTA.....	306	Eisen(III)-chlorid	228	Ferriin	M66
Cuproin-Komplex.....	M81	Eisen, antiferromagnetisch	53	Ferritin	393
CVUA Karlsruhe.....	351	Eisenpräparate	393	Ferroin	M66, M81
Cyanocuprate.....	231	Eisenvirtriollösung.....	154	Festkörperlaser	31
Cyanosubstituent	232	Elektroanalytik	192, 232	Festphasen-Synthese	404
Cyclodextrin	359	Elektrofluorierung	139	Festphasenextraktion	17
Cyclovoltammetrie	190	Elektrolysezelle	194	Fettgehalt	M1
Cystein	15	Elektrometallorganik	226	Fettsäurebiosynthese.....	149, 309
D		Elektronendruck	186, 236	Fettsäuren	309
Dampfraumanalyse	344	Elektronenpumpe.....	M43	Feuchtemesstechnik	M46
Dampfturbine	M78	Elektronikschrott	69	Fischer-Ach-Synthese	274
Dataming	322	Elektroorganische Synthesemethoden.....	226	Fischöle	309
Dechema	318	elektrophoretische Trennmethode.....	14	Fitness-Landschaften	263
dendritisch.....	47	Elektrosynthesen mit Nitrilen.....	234	Flammenradikale.....	M45
Denitrifikation.....	280	Elementanalytik	69	Flammpunkt	M60
densitometrische Detektion	19	Elementaranalyse nach Pregel.....	233	Flammschutzmittel.....	72, 142, 243, M49
Dentalamalgame	338	ELISA (Enzyme linked immunosorbent Assay) ...	M18	flammwidriges Verhalten.....	M50
Dentalfluorose	353	.....	M18	Flavonoide	M1
Dentallegierungen.....	58	Eloxal-Verfahren.....	155	Fluor.....	353
Dentin-Kanälchen.....	392	Emergenz.....	269	Fluorchinolon	15, S8
Desinfektion	316	Emission, stimulierte.....	12	Fluoreszenz, laserinduzierte.....	11
Desinfektionsmittel.....	390	Emissionshandel.....	M87	Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung (FISH)	390
Desoxyribonukleinsäure	47, 107	Emulgator	79	Fluoreszenz-Technik	198
DESY	27, M74	Emulsionsstabilisatoren	155	Fluoreszenzmikroskopie.....	M18
Deuterium-Untergrundkompensation	71	Enantiomere	M45	Fluoride	138
Deutsches Institut für Normung e.V.	M5	Energieportal	M92	Fluorierung, katalytische stereoselektive... ..	424
Diamant.....	333	Energy Drinks	14	Fluorkohlenwasserstoffe.....	353
Diaminosäuren in Meteoriten.....	245	Enol-Verbindungen.....	M45	Fluorochrome	391, M18
Diastereomere	M45	Enteritide.....	15	Flüssig-Flüssig-Extraktion	19
Dichromat.....	M65	Entropie.....	106	Flüssigkristalle	63
Diethyldithiocarbaminat DDTC.....	M58	entzündlich.....	M60	Flussmittel.....	154
DIN	M5	Enzym-Test-Kits.....	366	Flusssäure.....	138
DIN-Ausschuss	45	Enzyme.....	309	Flussspat.....	427
Diphenylacetoneitril, Elektroanalytik von....	233	Epicatechi	M1	Folgeelektrolyt.....	14
Dipyridil.....	M66	Epigenetik.....	66	Folsäureversorgung.....	M75
Direktsynthese H ₂ O ₂	335	Epimere	M45	Forensik.....	76
Direktsynthese metallorganischer Verbindungen	188	Epoxyd-Harzplatten	227	forensische Chemie.....	306
Distickstoffmonoxid	M29	Erdalkalien.....	110	Forschungsperspektiven 2005.....	M30
Disulfite.....	316	Erdalkalifluoride	141	Forschungszentrum Karlsruhe	M6
Diterpenglykosid.....	M25	Erdatmosphäre.....	280	fotopositiv.....	227
Dithionit	317	Erdgasverbrauch.....	400	Fotoresist-Lack.....	227
DNA als Designobjekt	264	Ergebnisunsicherheit.....	46	Freie-Elektronen-Laser.....	27
DNA-Amplifikation	152	Erucasäure	150	Fructane	151
DNA-Chip	178	Erythrocytenkonzentrate	15, S8	Fructose	M1
DNA-Computer	267	Essigsäure.....	S22	Fructosyltransferasogene	151
DNA-Microarrays	178	Ethanal	M45	FS-Kapillartrennsäulen.....	44
DNA-Reparatur	395	Ethanolproduktion	399	FuE-Gesamtaufwendungen.....	121
DNA-Sequenz	178	Ethenol.....	M45	Fullerene	359
DNA-Vervielfältigung.....	107	Ethylmagnesiumbromid	188, 191	Fumarat	394
DNS-Methylierungs-Muster.....	68	Ethylquecksilberchlorid.....	339	Funkenemissionsspektrometrie	202
Docosahexaensäure.....	309	EU-Chemiepolitik.....	94	Funktionsisomere	M45
Dolomit	110	EU-Chemikalienrecht	M87	G	
Doppelspaltexperiment	M73	EU-Kommission.....	45	Galliumnitrid	373
Drogenanalytik.....	S10	Evolution	261, 314	Galvanostatenschaltung.....	229
Duale Berufsausbildung.....	M23	Experimente rund ums Kochen, Braten, Backen	34	Gartenkürbis.....	M7
Duales Studium.....	M63, M84	Expoxycimene.....	19	Gas-To-Liquids (GTL).....	398
Dualitäts-Relation	M74	Expression	153	Gasanalyse	346
Düngemittel.....	242	Extinktionskoeffizient	M65	Gaschromatographie mit Massenspektrometrie (GC/MS).....	19
Düngen.....	M76			Gasturbinen	M79

CLB – Memory

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

Dezember 2005

Schadstoffbelastung von Getreide deutlich rückläufig

Weniger Schwermetalle und Insektizide im Brot

Michael Welling

Ergebnisse aus langjährigen Qualitätsuntersuchungen des Brotgetreides hat die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Detmold jetzt vorgelegt. Danach ist die Belastung von Weizen und Roggen durch Blei und Cadmium in den letzten 30 Jahren erkennbar zurückgegangen. Auch Pflanzenschutzmittel-Rückstände sind trotz hoch entwickelter Analytik nur noch selten zu finden.

Seit mehr als 30 Jahren überprüfen Arbeitsgruppen der BfEL im Rahmen der „Besonderen Ernte- und Qualitätserhebung“ die Beschaffenheit des frisch geernteten Brotgetreides. Alljährlich werden dafür rund 3000 Proben aus dem gesamten Bundesgebiet ausgewertet. Die Daten werden nicht nur für agrar- und verbraucherpolitische Entscheidungen benötigt, sondern sind auch für die weiterverarbeitende Wirtschaft von Interesse. Im Wissenschaftsmagazin Forschungs-Report stellen die Experten jetzt einige wichtige Ergebnisse vor (www.bmvel-forschung.de).

Vor allem aufgrund des Benzin-Blei-Gesetzes, das schrittweise ab 1972 zu einer Reduzierung des Bleigehalts in Kraftstoffen geführt hat, ist der Bleigehalt im Roggen von rund 0,1 Milligramm pro Kilogramm Mitte der 1970er Jahre auf heute 0,02 Milligramm pro Kilogramm gesunken; bei Winterweizen sank er im gleichen Zeitraum von 0,05 auf 0,02 Milligramm pro Kilogramm (siehe Abbildung). Auch

die Situation beim Schwermetall Cadmium Cd hat sich positiv entwickelt. Cd kommt natürlicherweise im Gestein und in Böden vor, gelangt aber auch über mineralische Dünger und industrielle Prozesse in die Umwelt. Das Monitoring der letzten 30 Jahre hat ergeben, dass die Cd-Belastung im Weizen rückläufig ist und es der deutschen Getreidewirtschaft möglich ist, den festgelegten Höchstwert von 0,2 Milligramm pro Kilogramm einzuhalten. Aufgrund der Ergebnisse der letzten Jahre wird im Rahmen der EU diskutiert, diesen Wert aus Gründen des vorsorglichen Verbraucherschutzes noch weiter auf 0,1 Milligramm pro Kilogramm abzusenken

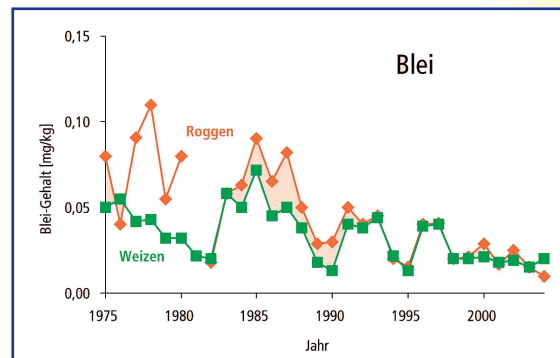
Eine interessante Entwicklung zeigt sich bei den Rückstandsuntersuchungen von Pflanzenschutzmitteln. Anfang der 1990er Jahre ließen sich in 80 Prozent der Proben noch Insektizid-Rückstände nachweisen. Diese gingen ab Mitte der 1990er Jahre deutlich zurück, dafür wurden etwas häufiger Rückstände von Unkraut- und Pilzbekämpfungsmitteln festgestellt. Trotz technischer Verbesserungen in der Analytik ließen sich in den letzten Jahren in zwei Dritteln aller Proben überhaupt keine Rückstände von den mehr als 250 erfassten Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen nachweisen. In fast allen Proben mit Rückständen waren diese sehr niedrig und bewegten sich meistens nahe der Nachweisgrenze.

Beim Winterweizen haben in Deutschland sowohl die Anbaufläche als auch der Ertrag pro Hektar

kontinuierlich zugenommen. Mittlerweile wird Weizen auf einer Fläche von mehr als drei Millionen Hektar angebaut; die Erträge stiegen im Lauf der letzten vier Jahrzehnte jährlich. Der Eiweißgehalt – wichtiger Qualitätsparameter für das Backen – erhöhte sich in den Jahren 1960 bis 1990 fortlaufend und bewegt sich seitdem auf gleichbleibendem Niveau. Der Anstieg lag vor allem im Züchtungsfortschritt und den Entwicklungen in der Düngung und im Pflanzenbau begründet.

Die von der BfEL gewonnenen Datenreihen zur Qualität von Getreide werfen ein Schlaglicht auf den besonderen Wert von Langzeituntersuchungen: Mit ihrer Hilfe kann die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis nachvollzogen werden. Auch die Auswirkungen von politischen Entscheidungen auf die Umwelt und den Verbraucherschutz lassen sich auf diese Weise erkennen und dokumentieren. Schließlich bilden Langzeituntersuchungen die Basis, um langfristige Änderungen im Naturhaushalt überhaupt erkennen zu können.

Durchschnittliche Blei-Gehalte in Weizen und Roggen von 1975 bis 2004 (Abbildung BfEL).



Nun auch in Arzneimitteln keine FCKW mehr Deutschland nimmt Vorreiterrolle ein

Ab dem 1. Januar 2006 dürfen keine Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) in Arzneimitteln mehr verwendet werden. Mit der jetzt erfolgten Bekanntmachung des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) im Bundesanzeiger hat Deutschland als eines der ersten Länder weltweit den Ausstieg bei FCKW in Arzneimitteln vollzogen.

Gemäß dem Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, sind die Herstellung und der Verbrauch von FCKW in der EU und in allen Industrieländern – in Deutschland unter anderem durch die FCKW-Halon-Verbotsverordnung – seit dem 1. Januar 1995 verboten. Jedoch standen bislang FCKW für wichtige Verwendungszwecke auf Antrag zur Verfügung. Diese Ausnahmeregelung erlaubte die weitere Herstellung und Verwen-

dung von FCKW für Arzneimittel zur Behandlung schwerwiegender Gesundheitsstörungen, bei denen der Einsatz von FCKW als Treibgas zwingend erforderlich war. Hierzu gehört die Behandlung von Asthma und chronisch-obstruktiven Atemwegserkrankungen mit Dosieraerosolen (Asthmasprays).

Dazu erklärt Bundesgesundheitsministerin Ulla Schmidt: „Bis vor kurzem waren die FCKW als Treibgase bei einigen Arzneimitteln für die Versorgung der Patientinnen und Patienten unverzichtbar. Inzwischen gibt es in Deutschland für alle in Frage stehenden Indikationen Alternativen zu FCKW-haltigen Dosieraerosolen zum Beispiel in Form von Pulverinhalatoren oder alternativen Treibmitteln. Daher können wir ab dem 1. Januar 2006 den vollständigen Ausstieg aus FCKW bei Arzneimitteln vollziehen. Das ist auch ein Erfolg der forschenden Arzneimittelindustrie

in Deutschland, die neue Arzneimittel entwickelt und uns diesen Ausstieg ermöglicht hat.“

Bundesumweltminister Sigmar Gabriel: „Ich freue mich, dass 20 Jahre nach Zeichnung des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht ein weiterer wichtiger Schritt zum Ausstieg aus den die Ozonschicht schädigenden Stoffen in Deutschland vollzogen werden konnte. Der Ausstieg ist weltweit noch nicht endgültig abgeschlossen, sondern ein laufender Prozess. Der muss konsequent fortgesetzt werden, wenn der Schutz der lebenserhaltenden Ozonschicht dauerhaft Erfolg haben soll. Hierbei kommt es entscheidend auf das Verhalten der Industrieländer und deren Vorbildfunktion an. Insofern ist es wichtig, dass Deutschland auch beim Ausstieg aus FCKW in Arzneimitteln weltweit eine Vorreiterrolle eingenommen hat.“

Chemieunfall in China

Wirkung der Benzenbelastung

Michael van den Heuvel,
GSF – Forschungszentrum für
Umwelt und Gesundheit

Ein Chemieunfall in der nordostchinesischen Provinz Heilongjiang Mitte November ist Ursache für eine erhöhte Belastung des Flusses Songhua mit Benzen und Nitrobenzen. Die flussabwärts gelegene Stadt Har-

bin bezieht aus dem Fluss einen großen Teil ihres Trinkwassers. Zum Schutz der Bevölkerung wurde die Wasserversorgung für einige Tage eingestellt.

Benzen ist der im Deutschen noch wenig gebräuchliche systematische Name für Benzol C_6H_6 . Es ist eine farblose Flüssigkeit mit charakteristischem „aromatischen“ Geruch. Der Stoff ist der einfachste und zugleich bekannteste Vertreter der aromatischen Kohlenwasserstoffe. Unter Normalbedingungen ist Benzen brennbar, chemisch stabil und in Wasser mäßig löslich. Durch einen hohen Dampfdruck wird es auch aus Flüssigkeiten schnell in die Luft abgegeben.

Benzen ist Ausgangsstoff für eine Vielzahl von Produkten wie Kunststoffe (z.B. Polystyrol), Harze, Pflanzenschutzmittel, Farbstoffe oder Waschmittel. Es entsteht bei der Raffination von Erdöl und ist auch im Benzin vorhanden.

Wirkung

Die akute Toxizität von Benzen ist gekennzeichnet durch Symptome am Zentralnervensystem. Bei schweren Vergiftungen kann es zu Bewusstlosigkeit, Atemlähmung und anderen schweren Symptomen kommen. Leichtere Intoxikationen führen zum Auftreten von unspezifischen Symptomen wie Kopfdruck, Schwindelgefühl, Benommenheit oder Brechreiz.

Lösungen zu Seite M88 (CLB 11/2005):

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

(Alle Lösungen zu Seite M96 finden Sie in CLB 01/2006 sowie auf www.clb.de)

Die chronische Belastung führt zu einer Reihe unspezifischer Symptome. Zunächst treten Müdigkeit, Schwäche und Schlaflosigkeit auf, es kommen Schwindel, Übelkeit Kopfschmerzen sowie unter anderem Augenflimmern und Herzklopfen hinzu. Funktionelle und histologische Veränderungen verschiedener Organe sind ebenfalls beschrieben.

Schon Ende des 19. Jahrhunderts geriet Benzen in den Verdacht, blutschädigend und leukämieauslösend zu wirken. Epidemiologische Studien an exponierten Arbeitern ergaben einen eindeutigen Zusammenhang mit der Entstehung von Leukämien und einen möglichen Zusammenhang mit anderen Veränderungen.

Im Tierversuch erwies sich der Nachweis der kanzerogenen Wirkung von Benzen über lange Zeit als schwierig. Bei hohen Dosen und Konzentrationen führen Inhalationsstudien und Versuche an Mäusen und Ratten zur Auslösung von Leukämien sowie Lymphomen und anderen Tumoren.

Grenzwerte und mögliche Gesundheitsrisiken

Der WHO-Leitwert für Benzen im Trinkwasser liegt bei zehn Mikrogramm pro Liter Wasser; in der deutschen Trinkwasserverordnung ist der gleiche Wert festgeschrieben. Laut Angabe der chinesischen Behörden ist die Benzenbelastung in dem Flusswasser gegenüber dem nationalen Grenzwert ungefähr 100fach erhöht, liegt also – vorausgesetzt der Grenzwert entspricht WHO-Vorgaben – bei etwa einem Milligramm Benzen pro Liter Wasser.

In Deutschland hat das Umweltbundesamt im Jahr 2003 nach Anhörung der Trinkwasserkommission für kurz- und langfristige Trinkwasserbelastungssituationen Maßnahmenwerte bekannt gegeben, oberhalb derer die Gesundheitsämter Maßnahmen zum Schutz der menschlichen Gesundheit ergreifen sollen. Der kurzfristige Maßnahmenwert für Benzen liegt bei 0,02 Milligramm.

Die Maßnahme der chinesischen Behörden, die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung aus dem belasteten Flusswasser vorübergehend abzustellen, ist daher nach deutschen Empfehlungen als sinnvoll einzuschätzen.

Grundsätzlich kann für Benzen aufgrund seiner Krebs erzeugenden Wirkung kein Wert angegeben werden, unterhalb dessen eine gesundheitliche Gefährdung auszuschließen ist. Eine Belastung ist also in jedem Falle zu vermeiden oder zu minimieren. Dem gegenüber zu stellen ist, dass Trinkwassergrenzwerte generell für Gesundheitsrisiken berechnet werden, die aus einer lebenslangen Belastung resultieren. In diesem Sinne sind kurzfristige, moderate Überschreitungen zwar nicht akzeptabel, aber im Sinne der Gesundheitskonsequenzen auch nicht überzubewerten.

Situation in Deutschland

Hauptemissionsquelle für Benzen ist bei uns der Kraftfahrzeugverkehr, die Hauptexposition erfolgt daher über die Luft. Entsprechende Risikoabschätzungen geben als Ergebnis so genannte Unit-Risk-Werte an, also die Wahrscheinlichkeit, bei lebenslanger Belastung mit Benzen in Höhe des Grenzwertes an Krebs zu erkranken. Diese Werte sind für eine kurzfristige Belastung über den Trinkwasserpfad – wie sie in dieser Unfallsituation gegeben wäre – nicht aussagekräftig.

Belastungen des Trinkwassers mit Benzen durch kontaminiertes Flusswasser sind in Deutschland äußerst unwahrscheinlich, da wir kaum Oberflächenwasser, sondern zu über 90 Prozent Grundwasser für die Trinkwasseraufbereitung verwenden. Lediglich in Gebieten, in denen Trinkwasser auch durch Uferfiltration gewonnen wird, wie zum Beispiel im Bereich der großen Flüsse Rhein und Elbe, wäre eine vergleichbare Gefährdung nach einem Unfall denkbar. Hier sorgt aber eine im Bedarfsfall – z.B. auch bei Hochwasserereignissen – zugeschaltete Aktivkohleaufbereitung

für die rasche Elimination flüchtiger organischer Verbindungen.

Risiken für die Umwelt nach dem Chemieunfall in China

Das gelöste oder in Phase vorliegende Benzen im Flusswasser des Songhua wird mit dem Fluss abtransportiert und auf seinem Weg stark verdünnt. Benzen wird dabei unter aeroben Bedingungen gut und relativ schnell abgebaut, so dass es in einem gut durchmischten Fluss kein großes Belastungsproblem auf lange Zeit geben dürfte. Es ist aber davon auszugehen, dass Benzen dennoch in sehr geringen Mengen auch noch bis ins Meer gelangen wird, da der Abbau bei sehr kleinen Konzentrationen nur sehr langsam erfolgt.

Ein großes Problem entsteht dadurch, dass das Benzen auch in das Sediment des Flusses eingetragen wird und dort - bei anaeroben Bedingungen - der Abbau extrem langsam vonstatten geht. Dadurch entsteht hoch kontaminiertes Sediment, das über längere Zeiträume hinweg Benzen freisetzen wird. Zum einen ist damit zu rechnen, dass das Benzen so über längere Zeiträume in der Nahrungskette des Flusses bleibt. Zum anderen wird auch das Wasser mittelfristig mit niedrigen Konzentrationen kontaminiert bleiben.

Sollte das Trinkwasser über Uferfiltration gewonnen werden, besteht somit die Gefahr, dass dieses Trinkwasser ohne eine Aufbereitung mit Aktivkohle über längere Zeit ungenießbar bleibt.

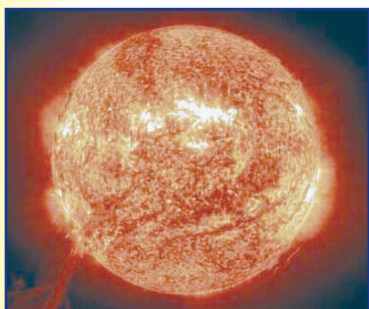
Benzen ist eine wasserklare bis leicht gelbliche Flüssigkeit mit aromatischem Geruch und starker Lichtbrechung (Foto: mvdh/GSF).



Nützliche Ratgeber 55 – 58

Turbulenzen in Zeit und Raum zur Jahreswende

Vergangenheit und Zukunft: Energie



Energie ist das Schwerpunktthema des achten Bandes des Wissenschaftsmagazins „Forum Forschung“ der Uni Duisburg-Essen. Nicht nur vor dem Hintergrund des Stromausfalls im Münsterland und des Streits über dessen Ursachen bieten die mehr als 20 Beiträge einen Ein- und Ausblick rund um die Energieversorgung. Sie dokumentieren zudem die fachliche Breite, mit der energiebezogene Spitzenfor-

schung an der Duisburg-Essener Hochschule betrieben wird. Der wachsende Energiebedarf, die Endlichkeit fossiler Ressourcen, die Erwärmung der Erdatmosphäre, die Sicherheit von Kraftwerken, steigende Preise und die Abhängigkeit der Verbraucher sorgen für Diskussionen, und sie treiben die Suche nach Alternativen an. Ingenieure aus den Bereichen Umwelt-, Abfall, Elektro-, Informations-, Energie- und Verfahrenstechnik, Naturwissenschaftler und Wirtschaftswissenschaftler berichten über ihre Arbeiten und nehmen zur Zukunft der Energieversorgung Stellung (www.forum-forschung.de)

International: Energieportal

Unter der URL www.energyportal24.com präsentiert sich ein neues internationales Internetportal: „The website for renewable energies focussing on hydrogen and fuel cells technology“. Auf der neuen Homepage werden aktuelle Nachrichten aus dem Energiesektor sowie Fachberichte veröffentlicht, stets mit dem Schwerpunkt auf erneuerbare Energien, Wasserstoff und Brennstoffzellen. Olaf A. Kastein, Geschäftsführer der oak media Internetagentur, ist zuver-

sichtlich, dass das Angebot rasch wachsen wird.

energyportal24.com basiert ebenso wie die deutschsprachige Internetplattform energieportal24.de auf einer Mischung aus redaktionell erarbeiteten Beiträgen und Einträgen seitens der User, die herzlich eingeladen sind, eigene englische Inhalte hoch zu laden. Alle Beiträge werden zunächst von der ep24 Redaktion gesichtet und in der Regel innerhalb von zwei Tagen frei geschaltet.

Gegenwart: Bildung

Nach vorläufigen Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes haben sich im gerade begonnenen Wintersemester 2005/2006 an den Hochschulen in Deutschland rund 1,982 Millionen Studierende eingeschrieben. Gegenüber dem Vorjahr war dies ein leichter Anstieg um ein Prozent. Im Wintersemester 2005/2006 studieren etwa 70 Prozent an Universitäten oder vergleichbaren Hochschulen und etwa 30 Prozent an Fach- oder Verwaltungsfachhochschulen. Der Anteil der Frauen an den Studierenden liegt wie im vorangegangenen Wintersemester 2004/2005 bei 48 Prozent.

Die Zahl der Erstimmatrikulierten war im Studienjahr 2005 (Sommersemester 2005 und Wintersemester 2005/2006) mit rund 351 900 (minus zwei Prozent zum Vorjahr) erneut rückläufig. Die Studienanfängerquote, das heißt der Anteil der Studienanfänger an der gleichaltrigen Bevölkerung in nationaler Abgrenzung, liegt für das Studienjahr 2005 bei 36,7 Prozent (Vorjahr: 37,1). Gegenüber 1995 hat sich die Studienanfängerquote um zehn Prozentpunkte erhöht.

Detaillierte Ergebnisse aus den Hochschulstatistiken enthält die Broschüre „Hochschulstandort Deutschland 2005“. Sie kann unter www.destatis.de als PDF abgerufen werden.

Zukunft im Brennpunkt: Visionen, Prognosen und Trends

Christine Kortenbruck

Spannende, bunte und innovative „Welten der Wissenschaft“ erwarten die Leser im neuen vierten Band der Reihe „Zukunft im Brennpunkt – Wissenschaftler aus den Forschungsverbänden: Ihre Visionen, Prognosen, Trends“. Darin stellt abayfor, die Arbeitsgemeinschaft der Bayerischen Forschungs-

verbände, wieder ausgewählte Wissenschaftler und ihre Arbeiten vor. „Wir wollen informieren und unterhalten, vor allem aber Wirtschaft, Politik und Gesellschaft anregen, die wissenschaftlichen Erkenntnisse auch zu nutzen“, erklärt Dr. Ute Berger, Geschäftsführerin von abayfor.

Die Herausgeber legen bei aller wissenschaftlichen Exaktheit

deshalb großen Wert auf verständliche Texte, damit die Leser auch außerhalb des eigenen Fachgebietes Anwendungsmöglichkeiten der Methoden oder Techniken erkennen können. ZIB 4 kann ab sofort über den Buchhandel bezogen werden, alle Artikel sind aber auch kostenlos als pdf im Internet verfügbar unter www.abayfor.de/abayfor/presse_print/zib/index.php.



Von größtem Interesse sind die Strömungsverhältnisse in unmittelbarer Nähe der Gefäßwände (Abbildung: LSTM, Universität Erlangen)

Turbulenzen und moderne Zyklopen

Turbulenzen verwirbeln nicht nur die Milch im Kaffee. Sie sind auch für den Lärm beim Autofahren verantwortlich oder für Herzinfarkte. Bevor Mediziner oder Maschinenbauer die chaotischen Wirbel beherrschen können, muss ihre Entstehung bekannt sein. Strömungsmechaniker wie Kamen Beronov (KONWIHR) wagen sich in die Tiefen der Turbulenzen und helfen mit Simulationen und Modellen die Störstellen zu beseitigen.

Wie perfekt das Biosystem „Auge“ arbeitet und welche technischen Raffinessen eine technische Kopie erfordert, erfahren die Leser von Erich Schneider, Klaus Bartl, Stanislav Bardins, Thomas Dera, Guido Böning und Thomas Brandt. Die Autoren entwickeln eine Kopfkamera, die genau das aufnimmt, was der Träger sieht und ihn trotzdem nicht an der eigenen Sicht auf die Dinge hindert. Eine ähnliche Kamera soll eines Tages den Autofahrer entlasten – vielleicht die Chance für Blinde oder alte Menschen.

Unbekannte und ungenutzte Potentiale

Hochwirksame Medikamente bei Krebserkrankungen gibt es zwar, oft schädigen sie den Körper der Patienten aber ähnlich stark wie die Krankheit. Ulf Rapp und Ivaylo

Gentschev erläutern, wie raffiniert Bakterien gegen Krebs eingesetzt werden können: Sie spüren den Tumor auf, machen ihn sichtbar und können auch die „Waffen“ zur Eliminierung dorthin transportieren (zur Krebsbekämpfung siehe auch CLB 11/2005, S. 395).

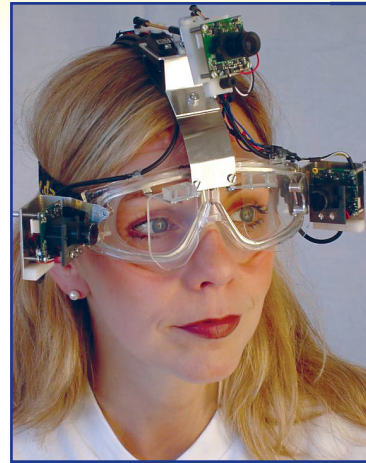
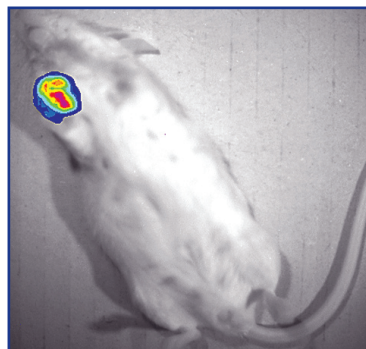
Prionen sind nur scheinbar simple Proteine. Normalerweise unschädlich können einige der körpereigenen Prionproteine zu gefährlichen Aggressoren mutieren und Mensch und Tier infizieren. Michael Klein und Eckhard Flechsig haben entdeckt, wie das Prion vom Magen ins Gehirn gelangt. Diesen Mechanismus zu kennen, ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Entwicklung einer Diagnose oder Therapie.

Selektion und Irritation

Seit Darwin gilt die Evolution als genialer Bauplan der Natur. Die Selektion sorgt dafür, dass sich der Stärkere gegen den Schwächeren durchsetzt. Das gilt auch für moderne Simulationssysteme, denn sie sind eine Art beschleunigte Evolution, zumindest in der Fabrikplanung und im Werkzeugbau. Wer meint, der Mensch unterscheide sich „virtuell evolutionär“ vom Roboter, den belehren Klaus Feldmann, Agus Sutanto und Matthias Brossog (FORWERKZEUG) eines Besseren (zur Evolution siehe auch CLB 08/2005, S.261).

Damit Strom sicher aus der Steckdose kommt, müssen Kraftwerksbetreiber Totalausfälle von

Dieser Maus-Brusttumor wurde mit Hilfe von blaugrün-leuchtenden Bakterien identifiziert (Foto: Dr. J. Fensterle, Prof. Dr. A. Szalay, Universität Würzburg)



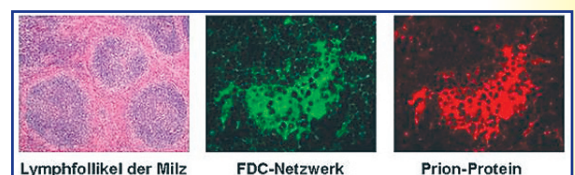
Blickgesteuerte Kopfkamera: Eine bewegliche Videokamera über der Stirn reagiert auf Augenbewegungen. Zwei seitliche Infrarotkameras registrieren die Bewegungen, analysieren sie in Echtzeit und nutzen sie als Steuersignal für die Motoren der Kopfkamera (Foto: Schneider, Brandt).

Kraftwerken, Netzstörungen und Leistungsspitzen in die Planung ihres Kraftwerksparks einbeziehen. Mit regenerativen Energien, zum Beispiel der Windkraft, wird die Lage noch komplizierter, denn der Wind weht weder auf Befehl noch immer gleich. Ulrich Wagner, Hans Roth, Stefan Richter und Serafin von Roon geben einen Einblick in die komplexe Energieversorgung heute und morgen.

Köpfe ohne Grenzen

Wissenschaft braucht Visionen und mutige, helle Köpfe. Die bayerischen Forschungsverbände haben das Denken in wissenschaftlichen Disziplinen verlassen, um Innovationen und Perspektiven zu schaffen. Wirtschaftspartner setzen die Forschungsergebnisse zügig in die wirtschaftliche Anwendung um; sie sichern damit Arbeitsplätze oder schaffen neue. Aber auch mehr als 40 Spin-off-Unternehmen aus den Forschungsverbänden haben den Schritt in den Markt gewagt und zahlreiche Patente sind entstanden. Forschen im Verbund ist das Rezept der Zukunft gegen die Probleme von Morgen.

Lymphfollikel und ein follikuläres dendritisches Netzwerk der Milz, in dem sich Prionen in einer frühen Phase nach der Infektion ansammeln (Bilder: Flechsig/Klein).



Große Unterschiede zwischen einzelnen Studienangeboten, aber: Studiendauer in Deutschland sinkt laut WR

Die Staatsexamensstudiengänge Lebensmittelchemie, Pharmazie und Rechtswissenschaften haben mit rund neun Semestern nach wie vor die niedrigsten Fachstudienzeiten. Am längsten dauerte das Studium mit über zwölf Semestern in Informatik, Geographie, Sozialwissenschaften und im Bauingenieurwesen. Das hat ein neuer Bericht der Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates WR ergeben, in dem die Entwicklung der mittleren Fachstudiendauer zwischen 1999 und 2003 in den einzelnen Fächern und Studiengängen aller Hochschulen in Deutschland analysiert wird.

Die mittlere Fachstudiendauer im Diplomstudiengang Biochemie war im Zeitraum 1999 bis 2003

mit 9,8 Semestern relativ konstant. Am kürzesten ist das Studium an den Universitäten Jena und Regensburg mit 8,9 Semestern. An der Universität Hamburg und der FU Berlin wurden hingegen 10,9 beziehungsweise 10,8 Fachsemester benötigt. 19,1 Prozent aller Absolventen beendeten ihr Studium innerhalb von neun Semestern; innerhalb von zwölf Semestern hatten es knapp 90 Prozent der Absolventen geschafft. Der geringe Quartilsabstand von 1,7 Semestern ist Ausdruck eines einheitlichen Studierverhaltens, das auf kohärente Studienkonzepte an den Universitäten zurückgeführt werden kann.

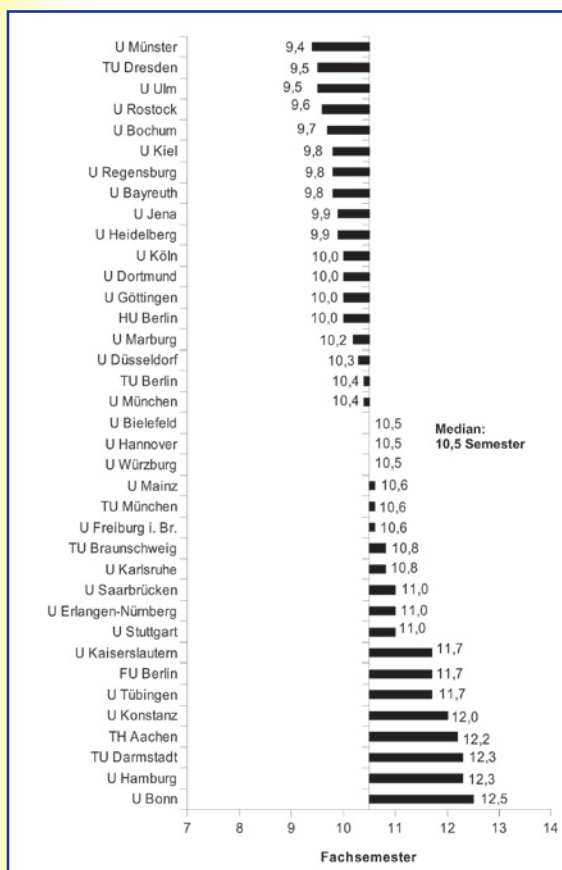
Die mittlere Fachstudiendauer bis zur Diplomprüfung im Fach Chemie ist im Zeitraum 1999 bis 2003 um 1,3 Semester auf 10,5 Semester gesunken. Die schnellsten Studierenden waren an der Universität Münster mit 9,4 Semestern, gefolgt von der Universität Ulm und der Technischen Universität Dresden mit jeweils 9,5 Semestern zu beobachten. Die längste Zeit benötigten die Absolventen an der Universität Bonn mit 12,5 Semestern, sowie der Universität Hamburg und der TU Darmstadt mit jeweils 12,3 Semestern. Bei insgesamt relativ niedrigem Quartilsabstand von 2,6 Semestern fallen jedoch die hohen Quartilsabstände an der FU Berlin (10,3) und der TH Aachen (13,4) auf. 11 Prozent aller Absol-

venten erreichten ihren Abschluss in neun Semestern. Innerhalb von 12 Semestern beendeten knapp drei Viertel der Studierenden ihr Studium.

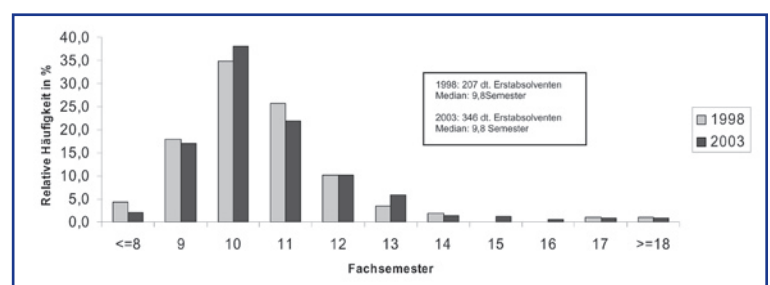
An drei Hochschulen sind im Studienfach Biologie 2003 erstmals Bachelorabsolventen ausgewiesen. Nur an der Universität Osnabrück erreichten sie eine nennenswerte Anzahl. Die Fachstudiendauer lag hier bei 5,6 Semestern. Die mittlere Fachstudiendauer bis zur Diplomprüfung im Fach Biologie ist seit 1999 von 11,8 Semestern kontinuierlich gesunken und lag im Jahr 2003 bei 11,2 Semestern. Am schnellsten studierten im Mittel die Absolventen der Universität Ulm mit 9,1 Semestern gefolgt den Universitäten Kaiserslautern (10,0 Semester) und Konstanz (10,2 Semester). Am längsten studierten die Studenten der Universität Oldenburg mit einem Mittelwert von 13,6 Fachsemestern, gefolgt von der Universität Hamburg (12,8 Semester) sowie den Universitäten Hohenheim und Bremen mit Medianwerten von 12,7 beziehungsweise 12,6 Semestern. Nur knapp 6 Prozent des Absolventen beendete ihr Studium innerhalb von neun Semestern, nach 13 Semestern hatten 77 Prozent der Absolventen einen Abschluss.

Die Studie ist unter www.wissenschaftsrat.de als PDF abrufbar.

Mittlere Fachstudiendauer in Chemie (Diplomprüfung) an Universitäten 2003



Relative Häufigkeit der deutschen Erstabsolventen nach Fachsemestern in Biologie (Diplomprüfung) an Universitäten 1998 und 2003



Info-Messe zu Studium und Beruf

„du entscheidest“ in Darmstadt

Wer über seine Studien- und Berufswahl zu entscheiden hat, hat Fragen. Auf der hobit 2006 sind Fragen erwünscht. „Plag Dich nicht alleine mit Unklarheiten und Selbstzweifeln herum!“, sagen die Organisatoren. Auf der hobit 2006 vom 24. bis zum 26. Januar 2006 in und an den Sporthallen am Böllenthal in Darmstadt nehmen Fachleute die Anliegen der Besucher ernst.

Die hobit ist seit zehn Jahren die Messe zur Studien- und Berufswahl für Schülerinnen und Schüler in Südhessen. Wer sich für ein Studium an der TU Darmstadt, an der FH Darmstadt oder an der EFH Darmstadt oder für eine berufliche Ausbildung im Raum Südhessen interessiert und nicht von vorneherein weiß, wo es für ihn langgeht, ist auf der hobit richtig.

Die hobit – die Abkürzung steht für „Hochschul- und Berufsinformationstage“ – wird wie in den Vorjahren von den Darmstädter Hochschulen TU, FH und EFH

Darmstadt gemeinsam mit der Agentur für Arbeit und der Wissenschaftsstadt Darmstadt organisiert, Kooperationspartner sind die IHK Darmstadt und die südhessischen Unternehmerverbände.

Entsprechend ihrem Ansatz lautet das Motto der hobit 2006 „du entscheidest.“, denn niemand kann einem die nicht immer einfache Entscheidung über seine berufliche Zukunft abnehmen. Aber die hobit will mit ihren Beratungsangeboten an den zahlreichen Ständen und mit den über 160 Fachvorträgen und Gesprächsrunden Schülerinnen und Schülern diese Entscheidung erleichtern.

Will ich lieber studieren oder eine berufliche Ausbildung machen? Wenn ich studieren möchte, dann an welcher Hochschule? Was soll ich überhaupt studieren? Und was ist eigentlich ein Bachelor? Viele Fragen, bei deren Beantwortung die Aussteller den Schülern helfen, denn Berufswahlentscheidungen geschehen immer noch zu häufig allein aus dem Bauch heraus.

Weitere Beispiele für Informationen zur Studien- und Berufswahl im Januar

Schnupperstudium für Schülerinnen der 11. bis 13. Jahrgangsstufe an der **RWTH Aachen** am 24. Januar 2006 (integriert in die Beratungstage für Schülerinnen und Schüler). Ein Projekttag mit zwei Workshops deiner Wahl aus folgenden Fachbereichen erwartet dich: Maschinenbau, Bauingenieurwesen, Technik-Kommunikation, Geologie, Rohstoff- und Entsorgungstechnik, Metallurgie- und Werkstofftechnik, Elektro- und Informationstechnik, Technische Informatik, Mathematik, Physik, Chemie, Informatik, Medizintechnik, Architektur.

Als viertgrößte Hochschule Nordrhein-Westfalens öffnet die **Universität Duisburg-Essen** ihre Türen

am Donnerstag, den 26.01.2006 am Campus Duisburg und am Freitag, den 27.01.2006 am Campus Essen. Lehrende und Studierende präsentieren das Studienangebot und geben Ihnen Gelegenheit, sich direkt umzuschauen. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Infostände zu Themen wie Auslandsstudium und Studienfinanzierung.

Die nächsten Hochschulinformationstage HIT der Fachhochschule Gießen-Friedberg und der **Justus-Liebig-Universität Gießen** finden am Mittwoch, den 25.01.2006 und Donnerstag, den 26.01.2006 statt. Hier haben Sie die Gelegenheit, an zwei Tagen je ein Studienfach zu besuchen und Hochschulatmosphäre zu schnuppern.

Aus der Bildungslandschaft

- An alle, die ein aktuelles betriebswirtschaftlich-medizinisch orientiertes Studienfach suchen, richtet sich der Studiengang zum **Diplom-Wirtschaftsmediziner (FH)** bzw. **Diplom-Ökonom Medizin (FH)**. Das Fach verknüpft praktisches betriebswirtschaftliches und juristisches Know-how mit theoretischen medizinisch-pharmakologischen Kenntnissen.

- Schwerpunkte des dreimonatigen Fernstudienkurses **EU-Umweltrecht** an der Universität in Koblenz sind u.a. Konzepte der EU-Umweltpolitik, Umweltverfassung- und Umweltvölkerrecht, planerische und ökonomische Instrumente sowie das europäische Natur, Gewässer- und Immissionsschutzrecht wie auch das Chemikalien-, Gentechnik- und Abfallrecht.

- Der auf zehn Semester angelegte neue Studiengang **Technologie der Funktionswerkstoffe** der Uni Würzburg sieht die Abschlüsse Bachelor und Master vor. An der Uni laufen bereits einschlägige Projekte in den Fakultäten für Chemie und Pharmazie, für Physik und Astronomie, für Biologie und für Medizin. Ergänzt wird diese Basis durch Kooperationen mit der Fachhochschule, dem Fraunhofer-Institut für Silicatforschung, dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung und dem Süddeutschen Kunststoff-Zentrum. Dem „Würzburger Forschungsverbund Funktionswerkstoffe“ gehören außerdem einige Firmen an.

- An deutschen Hochschulen studieren im angelaufenen Wintersemester 1,98 Millionen **Studierende**. Damit sind die Studierendenzahlen um ein Prozent gestiegen. Das hat das Statistische Bundesamt jetzt bekannt gegeben. Die Zahl der **Studienanfänger** dagegen ist leicht zurückgegangen, obwohl die Zahl der Schulabsolventen und auch ihr Wunsch zu studieren zunimmt.

- Die Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) richtet gemeinsam mit der Landesfeuerwehrschule der Feuerwehr Hamburg und dem Institut für Notfallmedizin der LBK Hamburg GmbH zum Sommersemester 2006 den Bachelor-Studiengang **„Rescue Engineering“** (Rettungsingenieurwesen) ein. Neben den allgemeinen Grundlagen der klassischen Ingenieurwissenschaften werden ebenso Studieninhalte aus den Bereichen Medizin, Humanbiologie, Hygiene, Psychologie, Soziologie, Notfallmedizin, Gefahrenabwehr, Human Resource Management, Umwelt und Katastrophenschutz vermittelt.

- Die Universität Oldenburg wird ab dem 1. Januar 2006 Schaltzentrale von **Copernicus-campus**, dem europäischen Hochschulnetzwerk für Nachhaltigkeit. Dem 1988 von der Europäischen Hochschulkonferenz (CRE) ins Leben gerufenen und heute als Verein organisierten Projekt gehören inzwischen 324 Hochschulen aus 34 europäischen Ländern an, davon 44 aus Deutschland.

Bodenchemie, -physik und -biologie

Es kann mehr als eine Antwort richtig sein

1 Wie heißt die Bodenzone?

- A Atmosphäre
- B Hydrosphäre
- C Pedosphäre
- D Lithosphäre
- E Biosphäre

2 Welcher pH-Wert kommt natürlicherweise in Böden vor?

- A 3
- B 5
- C 7
- D 9
- E 11

3 Was bedeutet Hydrolyse in der Bodenchemie?

- A Bewegung des Wassers im Boden
- B Die durch Wasser bewirkte Auflösung von Salzen
- C Schrumpfung und Quellung von Tonmineralen nach Wiederbefeuchtung

4 Welche Reihenfolge der Elemente Al, Fe, Si und O gibt ihre Häufigkeit in der Erdkruste wieder (das häufigste zuerst)?

- A O Si Fe Al
- B Si O Fe Al
- C Si O Al Fe
- D O Si Al Fe
- E Al Si O Fe

5 Welche der folgenden Elemente sind Hauptnährelemente für Pflanzen?

- A Chlor, Bor und Mangan
- B Eisen, Zink und Kupfer
- C Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff
- D Stickstoff, Phosphor und Kalium
- E Silicium, Eisen und Aluminium

6 Welche Gesteinsart ist metamorph?

- A Sandstein
- B Marmor
- C Kalkstein
- D Granit
- E Quarzit

7 Welches sind die mengenmäßig

wichtigsten Basen unserer Böden?

- A Phosphorverbindungen
- B Kohlenstoffverbindungen
- C Siliciumverbindungen
- D Schwefelverbindungen
- E Stickstoffverbindungen

8 Welcher dieser Stoffe trägt zur Bodenversauerung bei?

- A Ammonium
- B Kalk
- C Schwefel
- D Kohlenstoff
- E Nitrat

9 Die Neutralisationsgeschwindigkeit von Kalken ...

- A bleibt gleich bei sinkendem pH-Wert.
- B steigt mit sinkendem pH-Wert.
- C sinkt mit sinkendem pH-Wert.
- D sinkt mit steigendem pH-Wert.
- E steigt mit steigendem pH-Wert.

10 Welche Stoffe haben eine Kationenaustauschkapazität?

- A Sandstein
- B Tonminerale
- C Basalt
- D Huminstoffe
- E Nährstoffe

11 Welche Aussage zu Kationenaustauschern in Böden ist richtig?

- A Je höher der pH-Wert, desto stärker die Adsorption.
- B Kationenaustauscher nennt man auch Festkörperbasen.
- C Je niedriger der pH-Wert, desto stärker die Adsorption.
- D Kationenaustauscher nennt man auch Festkörpersäuren.
- E Der pH-Wert hat keinen Einfluss auf die Adsorption.

12 Welche Sedimente gehören zu den klastischen Sedimenten – sind also durch natürliche mechanische Zertrümmerung entstandene Sedimente?

- A Ton
- B Feuerstein
- C Lehm
- D Mergel
- E Sand

13 Was versteht man unter der Bodenart? Die Einteilung von Böden nach ...

- A Bodennamen.
- B Bodenqualität.
- C Korngrößenverteilung.
- D enthaltenen Elementen.
- E Kristallklassen.

14 Wie kann man im Labor die Korngrößenverteilung einer Bodenprobe bestimmen?

- A Durch Nasssieben.
- B Mit einem Messschieber.
- C Durch Sedimentation in Wasser.
- D Durch die Funderprobe.
- E Durch Messung der Lichtstreuung.

15 Welches ist das vorherrschende Mineral der meisten Sandsedimente?

- A Quarz
- B Feldspat
- C Glimmer
- D Granit
- E Vulkanit

16 Welches Bakterium ist maßgeblich an der Denitrifikation beteiligt?

- A Nitrosomonas
- B Pseudomonas
- C Acetobacter
- D Nitrobacter
- E Cyanobacter

17 Aus welchen Phasen besteht der Lebensraum Boden?

- A Flüssigphase
- B Trockenphase
- C Lichtphase
- D Gasphase
- E Festphase

18 Was bezeichnet man als Edaphon?

- A Alle Bodenorganismen, die kleiner als zwei Millimeter sind.
- B Die Gesamtheit der im Boden lebenden Bodenorganismen.
- C Die Bodenfauna.
- D Alle Bodenorganismen, die sich von Pflanzen ernähren.
- E Die Bodenflora.

Gebrauchsmuster.....	379	Hexosezucker	399	Kalkstein.....	110
Gefahrklassen	M60	Hirschhornsalz	281	Kapillar isotachophoresegerät	S6
Gefahrstoffverordnung	324, M30	Histon-Code.....	66	Kapillartrennsäulen	44
Gelelektrophorese.....	M17	Hochleistungs-Dünnschichtchromatographie (HTPLC).....	19	Kapillarzonenlektrophorese	14
GEN-AU.....	47	Hochleistungs-Flüssigchromatographie.....	311	Kaustifizierung.....	79
Gene	M48, 66	Hochstrompulstechnik	71	kilobinär	M27
Gene Technology	124	Hochtemperatur HSS-GC	347	Kilobyte	M27
Genexpression	178	Homovanillinsäure.....	17, S9	Kinderuniversität.....	276
Genom des Menschen.....	263	HPLC.....	311, 348	Klimaschutz	M21, M87
Genom-Sequenzierung	178	HPLC Detektoren.....	365	Knoppix	22
Genomforschungsprogramm.....	47	HPLC-Gradiententrennungen	257	Knudsen-Effekt	64
GenomXPress.....	M30	HPLC-MS/MS-Screeningmethode	348	Kochsalz-Elektrolysen	338
Gentechnik, grüne	309	Human-Potenzial	106	Koexistenzprinzip.....	M74
Gentechnikgesetz	119	humanpathogen	387	Koffein.....	M1
Gerbu GmbH	158	Hybridisierungsmuster	178	Kohle	11
Geschlechtschromosom, männliches	163	Hydrogensulfite.....	316	Kohlendioxid.....	M29
Geschmacksmuster	378	Hydroxylapatit.....	110	Kohlenhydrate.....	M1
Geschmacksverstärker.....	79	Hygiene	384, 390	Kohlenstoffnanotubes.....	77
Gesteinsglas, vulkanisches.....	239	I		Kohlenwasserstoffe, polybromierte	M49
GFK-Branche.....	363	IEC International Electrotechnical Commission.	M27	Kohlenwasserstoffoxidation	M45
GFP (grün fluoreszierendes Protein)	198	Ilmac	159	Kohlenwasserstoffverbindungen, kurzlebige.....	M45
Gift.....	308	Ilmenit.....	239	Kollagenderivat	78
giftig.....	M80	Immobilisierung von Proteinen	180	Kometensonde „Rosetta“	245
Gigabytes.....	M27	Immunsensoren	178	Komparatorwaage.....	M51
Glaskapillaren	44	Immunsystem	47, 182	Komplementaritätsprinzip	M73
Glaubersalz	316	Impeller-Technik.....	135	Komplementsystem	183
GLP-Dokumentation	46	In-Situ-Hybridisierung (ISH).....	390	Konservierungsstoff.....	79, 280
Gluconat.....	394	InCom	112, 159, S13	Konstitutionsisomere	M45
Glucose	399, M1	Individualized Food.....	310	Kontrastmittel.....	5
Glutathion	M83	Ingenieurmangel	118	Kooperationsmodelle	161
Gluten	M3	Ingenieurnachwuchs	M53	Kopfraumanalyse	344
Glycerintrinitrat	M82	Inhibitoren.....	396	Korngrößenmessungen	368
Glykolyse	15	Innovationskraft.....	121	Korrespondenz-Prinzip	M73
Glykosid.....	M25	Inosilicate	239	Korrosions- und Flammenschutzmittel, Phosphate als	243
Golay-Patent.....	42	Insektenvernichter.....	365	Korrosionsstabilität.....	58
Grätzel-Zelle	M42	Instrumentelle Analytik	306	Kreide.....	110
Grid-Computing	321	Interferon	47	Kriminaltechnik.....	76
Grignard-Verbindung, anorganische	194	intermolekulare Bindungen	63	Krimiprojekt.....	306
Grubhofer.....	158	International Symposium on Instrumentalized Analytical Chemistry and Computer Technology.....	S13	Kristallgitter	12
Grüne Gentechnik	149	International Union of Pure and Applied Chemistry	M5	künstliche Nasen	347
Guano.....	11, 243	Internet	144	Kunstschnee	382
Guanosindiphosphat.....	M83	Introns.....	153	Kunststoff, elektrisch leitender.....	48
Guanosintriphosphat (GTP)	M83	Inulin.....	151	Kunststoff-Compound	M59
Gusseisen	393	Inversmikroskopkopplung.....	75	Kupfer	440
Gyrasehemmstoffe	15, S8	Iod.....	353	Kupfer(I)-organyle	230
H		ISIS in Straßburg.....	62	Kupfer-Komplexe	M81
Haaranalyse.....	S10	Isocyanursäuren	353	kupferorganische Verbindung.....	229
Halász-Diagramme	419	Isomere	M45	Kupfervitriol.....	240
Halbleitereigenschaft.....	154	Isophthalsäuredinitril, Elektroanalytik von.....	233	L	
Halbleiterlaser.....	31	Isopren	M25	Lab on the Chip	178, 186, 226, S1
Halbmetall	154	Isotachophorese	14	Lachgas.....	280
Halluzinogen.....	18	Isothioharnstoff.....	317	Lactobacillus acidophilus	M2
Halogene	353	ITP-CZE-Kopplung	S6	Lactobacillus bulgaricus.....	M2
Halogenfluoride.....	138	IUPAC	M5	Lactobacillus casei.....	M2
Hämoglobin	393	Jugend forscht.....	M20	Lactose	M1
Hämosiderin	393	K		Lagerung von Gefahrstoffen.....	M26
Harnsäure	271	Kainit.....	79	Lambert-Beersches Gesetz.....	M57
Haschisch	M1	Kakao.....	M1	Laser-Marken	115
HASYLAB.....	M74	Kalibrierlabore	114	Laurinsäure.....	149
Hautflora.....	392	Kalibrierungsstandards	405	Lava	239
HDA-Methode.....	108	Kalidünger	79	Lean Production	104
Head space-Gaschromatographie.....	344	Kalium	78	Lebensmittelkennzeichnung.....	M3
Heck-Reaktion.....	231	Kaliumfluorid	138	Lebensmitteln, Phosphor in.....	242
Hefepilze	399	Kaliumfluoroaluminat-Flussmittel	142	Lebensmittelüberwachung.....	21, M17
Heisenbergsche Unschärferelation.....	M74	Kalk-Ton-Zement	196	Lebensmittelzusatzstoffe	393
Helicase	107			Lebensmittelzusatzstoffe	110, 111, 155
Hellfeldmikroskopie	M18			Lebertran.....	309
Heterochromatin.....	68			Lecithin	M3
hexavalent	71				

Legierungen in der Zahntechnik	58	Millennium Technology Prize	137	Oberflächenforschung	M22
Leibniz-Preis	83	Millon'sche Base, (Hg ₂ N)OH.....	342	Obsidian	239
Leitelektrolyt	14	Mineralstoffe	M1	Obstipation	316
Leitfähigkeitssignal	14	Mischungskreuz.....	M5	Octabromodiphenylether.....	72
Leitsalzeffekte bei Kupfer(I)-organen.....	236	Modulatoren.....	M12	OLED	31, 164
Lernort Labor	M22	Mohn	M28	Oligonukleotide	153
Lichtkanal SU5.....	244	Mohnkuchen	348	Oligonukleotidsynthese.....	179
Liebig	99	Mol	M4	Olivin	110, 239
LIF – laserinduzierte Fluoreszenz	11	Molekülsonden	M12	Ölpflanzen.....	149, 310
Ligase-Ketten-Reaktion LCR.....	109	Mononukleotide	M83	Ölverbrauch.....	400
Lignin	151	Monoterpene	19	Omega-3-Fettsäuren.....	309
Limonen	19	Mooresches Gesetz.....	93	Önologie.....	8
linkshändige Form.....	244	Morphinanalytik.....	348	Open Source.....	22
Linux	22	Morphium	M1	Opiat-Vergiftung	M28
Lipide	M1	Motivations-Zufriedenheits-Diagramm	105	Opium	350
Lithographie-Verfahren.....	227	Mpemba-Effekt	M78	Opiumgewinnung	100
Luft	280	Multiparameter-Systeme	178	optische Sensoren.....	407
M		Muskelerproteine.....	M9	Optode	160
Mac OS X	22	Mustererkennung	13, M19	Optoelektronische Bauelemente.....	31
Magenbakterium.....	362	Mutationen.....	408	organic light emitting diodes	31
Magnetit.....	110	MutL	108	organoleptisch.....	21
Magnesium.....	110	MWG Biotech	S2	Organonitrikupferverbindungen	231
Magnetit.....	239	Myoglobin	393	Osteosklerose	353
Magnetorheologische Flüssigkeiten (MRF).....	117	N		Oxidationsmittel	353
Magnetspulen.....	367	n-BuLi.....	191	Oxidoreduktasen.....	393
MAK-Werte-Liste.....	M54	Nachhaltige Chemie.....	M44	P	
Makrofluoreszenzsystem.....	404	Nachvollziehbarkeit.....	46	P. acnes	392
MALDI Massenspektrometer.....	127	Nachwachsende Rohstoffe.....	M59	Packgase	280
Maltose	M1	Nahrungsergänzungsmittel	M25, M75	Panspermietheorie	262
Mannitol.....	M58	Namensreaktionen.....	M72	Papaverin	100, 350
Marken.....	379	Nanitative	392	Papiertechnik.....	M84
Marmor	110	Nano-Hydroxylapatit.....	392	Parasiten.....	386
Massenkonzentration	M4	Nanocars.....	359	PARP-Inhibitoren.....	397
Massenspektrometer für Protein-Biomarker- Arbeitsabläufe	246	Nanochemie.....	M22	Partikelanalyse	125
Material Science	135	Nanometerstrahlung, ultrakurze	81	Patente	378
Materialerkennung.....	11	Nanometertechnik	173	Patentwesen	M22
Materialwissenschaften	65	Nanoröhrchen.....	375	Pathfinder-Umkehrphasen	258
Max-Planck-Gesellschaft	M6	Nanoschäume	63	PCR Polymerase-Kettenreaktion.....	
Mebibyte	M27	Nanostrukturen von Polymeren	62	.....	M18, 107, 152, 179
Medi-Grid.....	321	Nanotechnologie.....	M47	Pechblende	M67
Medizinische Chemie.....	361	Natrium.....	78	Pentabromdiphenylether	72
Meerscham	110	Natriumhydrogensulfat.....	316	Pentapotassiumbis(peroximonosulfate)- bis(sulfate)	316
megabinär.....	M27	Natriumtetraborat	155	Perborate	155
Megabit	M27	Nematizide	M6	Peroxomonoschwefelsäure	316
Mehrstoffsysteme	M88	Neomineralisation	392	Perpetuum mobile.....	M79
Membranmesszelle, Herstellung einer.....	230	Neuroblastom	S9	Personal-Abbau	103
Meningoenzephalitis (FSME).....	182	Neurochip.....	267	Personalressourcen	105
Meniskus.....	M5	Neuroprothetik	357	Persulfat	316
Merck	98	Newsfeeds	145	Pflanzen genomforschung.....	M11
metabolic engineering.....	149	NExBTL	398	Pflanzenschutzmittel	M19
Metalle	154, M8	Nickel-Basis-Legierungen.....	58	pH-Elektrode.....	127
Metallfluoride	141	NIR-Spektroskopie	115	Pharmakogenomik.....	309
Metallorganyle	187	Nitriensäure	M83	Phellandren	19
Metathese	362	Nitrifikation	280	Phenanthrolin	M66
Methylquecksilber-Vergiftung.....	338	Nitrilen, Elektrosynthesen mit.....	234	Phenylethylamin.....	M1
Microspots.....	180	Nitripökelsalz	280	Phenylquecksilberchlorid.....	339
Microsys	114	Nitroglycerin.....	M82	Phosphatdünger	M10
Mikroben.....	384	Nitroso-R-Salz	M65	Phosphate als Korrosions- und Flammenschutzmittel.....	243
Mikrochips	196	Nobelpreis	137	Phosphoproteide	243
Mikroflora.....	391	Norfloxacin	15	Phosphoreszenz	242, M18
Mikrofluidik.....	134, 226	Norm für akkreditierte Laboratorien.....	M71	Phosphorylierung	242
Mikroplatten-Reader	364	Normalpulsvoltammetrie (NPV)	193	Photolumineszenz	11
Mikroreaktor	M82	Noscapin.....	348	Photometrie	M57, M65, M81
Mikrospektrometer	128	Novitäten-Cabinet	100	Photomultiplier (PMT).....	12
Mikrostrukturtechnik.....	236	Nukleinsäure-Stückchen.....	47	Photonen	12
mikroverkapselt	M1	Nukleosom	67	Photonische Kristalle.....	S21
Mikrowellenbeschleunigte Synthesen	166	Nukleotid	M48, 107, 153	Photosynthese.....	M42
Milchsäurebakterien	M2	O		Physikalisch-Technische Bundesanstalt.....	M51
		o-Cyanophenylacetonitril, Elektroanalytik	233		

Pichia stipitis.....	399	Radiopharmazeutika	5	SDA strand-displacement amplification	109
Pigmente	393	Radiopharmazie	M31	SDS-PAGE	M17
Pilze	386	Radium	M67	Sekundärfluoreszenz	M18
Plaques.....	390	Raman-Mikro-Spektroskopie.....	74	Selbstorganisation	213
Plasmaphysik.....	30	Raman-Spektroskopie	M17, M19	Self-Amplified Spontaneous Emission.....	28
plasmazytoid	47	Ramansonde, fasergekoppelt.....	76	Seltene Erden	M76
PLED	164	Raps.....	149	Sensorsystem.....	347
Point of Sale Individualized Food	310	Raster-Elektronenmikroskope	115	Serva GmbH	158
Polarographie	341	Rationalisierungsprogramm.....	104	Sesquiterpenlacton	20
Pollenmonitor	M17	Rauschmittel.....	M1	SI	M5
polybromierte Diphenylether (PBDE)	M49	Razemate bei Aminosäuren im Weltall	244	Silicium	196
Polycarbonate.....	M50	RCA rolling circle amplification.....	109	Silicium-Einkristall	M51
Polychlorierten Biphenyle (PCB)	M49	Reaktionsprozesse, quantenmechanische....	12	Siliciumtetrafluorid	141
Polydimethylsiloxan.....	32	rechtshändige Form	244	Silikon, lichtleitendes.....	32
Polyelektrolytkomplex	63	Redoxindikator.....	M66	Single Wall Carbon Nanotubes SWCNTs....	77
Polyethylenterephthalat (PET).....	222	Reduktionsmittel.....	317	Sintermagnesia	111
Polyfructane.....	151	Referenzelektroden, lithographische Erzeugung	230	siRNA	47
Polyhydroxyfettsäuren	151	.....	230	Skelettisomere	M45
Polymere.....	124	Reflectometric Interferenz Spectroscopy, RIFS	160	small interfering RNA	47
Polymeren, lichtemittierende	164	.....	160	SMOLED	164
Polymorphismen	310	Reinräume	M19	SNP-Muster	179
Polyolefine	M50	Reinstgasreinigung	382	Soda	78
Polyphenole	M1	Replikationsgabel	107	Soja	149
Polysaccharide.....	M3	Resistenzentwicklung.....	315	Solarkonstante	M42
Polystyrol	72, M59	RFID-Chips	48	Solarstrom	M42
Polytetrafluorethylen: PTFE	353	Rheo Knee	117	Sollbruchstellen	219
polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	262	Ribonukleinsäure-Primer	107	Solvay-Verfahren	79
Porphyrine	359	Ribonukleinsäuren	47	Solzinc.....	M43
Portland-Zement.....	196	Richt- und Grenzwerte	123	Sonnenwärmekraftwerke.....	M42
Porzellan	196	Richtiger Wert.....	46	SPE	19
POSIFood-System.....	310	Rifampicin.....	315	Speisemohn	348
Post Genomics	35	RIFS-Mehrfachreflexion	161	Spektral-Sensoren	M20
Potenzostat	228	Ring-Oszillator	334	Spektrometrie.....	202
Pottasche	78	RNA.....	47	Spezialgläser	M76
Präbiotik	391	RNA Polymerase.....	M9	Spindelgifte	437
Primärfluoreszenz	M18	RNA-Gene.....	205	Spinnenproteine	151
Prion-Gen	204	RNA-Primer.....	107	Spiro-Moleküle	31
Probenvorbereitung.....	43	RNS-Moleküle, kleine	S24	SPME	19
Probiotisch.....	391, M2	RoHS, Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment.....	69	SPR-Totalreflexion	160
Propionibacterium acnes	391	Röntgenfluoreszenz.....	70	Spurenelemente im Wein.....	8
Protein.....	M48	Röntgenfluoreszenzspektrometrie.....	202	Square-Wave-Voltammetrie (SWV)	193
Protein-Nanotechnik	84	Röntgenhologramme	33	Stahl.....	393
Proteinarrays.....	178, 179	Röntgenlaser	27, 81	Stahlanalyse	M65
Proteine.....	198, M1	RSS-Feeds	144	Staphylokokken.....	392
Proteinhydrolysate.....	M17	Rubion	M67	Stärke, amylosefreie	149
Proteomik	119, 178	Rückführbarkeit	46	Stärkephosphate	243
Prototypwaage.....	M51	S		Steingut, Steinzeug.....	196
Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI	M29	Sabinylacetat.....	19	Stereoisomere.....	M45
Prozesssteuerung	76	Saccharomyces cerevisiae	399	Steviosid	M25
Psychostimulanzien	M21	Saccharose.....	M1	Stickstoff	280
Pulverrheometer	328, 407	Salmiakgeist.....	281	Stoffmenge	M4
Purin-Chemie	271	Salzbildner.....	353	Stokessche Regel.....	M18
Pyrosulfite.....	316	SASE-Prinzip	28	Strahlenschutz-Ausbildung	M67
Pyroxene.....	239	Sasol-Studie	M9	Streptococcus thermophilus	M2
Quadrupol	126	Säuerungsmittel.....	79	Structural Genomics	178
Qualitätssicherung	114	Säuren.....	M64	Studiendauer	M94
Quantenmarker.....	M74	Schiemann-Reagenz.....	138	Studienfinanzierungsmodell	M31
Quantenmechanik.....	M73	Schimmelpilzschäden	403	Studiengebühren	M47
Quantenoptik	362	Schmelzflusselektrolyse.....	154	Stuttgarter Chemietage	319
Quantenpfade	323	Schokolade	M1	Sulfamidsäure	316
Quantenradierer	M74	Schott.....	S2	Sulfamoylgruppe	316
Quecksilber	338	Schwarzpulver	317	Sulfat	316
Quecksilber-Tropfkathode	341	Schwefel.....	316	Sulfite.....	316
R		Schwefel im Wein.....	9	Supraleiter.....	M76
Radial Breathing Modes RBM	77	Schwefeldioxid	316	surface coating.....	180
Radikalanalytik	226	Schwefeln.....	316	Süßstoff-Kraut	70, M25
Radioaktive Präparate	M67	Science Port.....	146	Swarts-Reagenz	138
Radionuklide.....	M67	Scotti.....	113	Sylvin.....	79
				Synapsen	3
				Synchrotron Lichtkanal.....	244

Synthesegas	M29	Tuff	239	Waschsoda	79
Synthesemethoden, elektroorganische.....	186	U		Wasserbestimmung in org. Flüssigkeiten...	345
Systembiologie.....	361	Übergangsmetallkatalyse	M29	Wasserglas	196
Systembiologie.....	402	Ultrafast-HPLC	258	Wasserhärte	111
Système International d'Unités.....	M5, M51	Umgang mit giftigen Substanzen	308	Wasserstoff	M86
T		Umkehrosiose-Anlagen	286	Wasserstoffperoxid.....	335
Talk	110	Umkehrphasen.....	258	Watt-Waage.....	M51
Tannin	M1	Umsatz-Steigerung.....	103	WC-Reiniger.....	316
TAS transcription-based amplification system	109	Umweltmanagement	M30	WEEE, Waste Electrical and Electronic Equipment	69
Taurin.....	14	Undulator	27	Weinchemie.....	10
Tautomere	317, M45	Universität Heidelberg	320	Welle-Teilchen-Dualismus	M73
Technische Gase	M87	Universitäten, beste	M70	Wellen, evaneszente	160
Teflon	427	Ur-Kilogramm.....	M51	Weltenergieverbrauch	400
Templatpolymerisation.....	64	Uranhexafluorid	138	Werkstoffmechanik	293
Terabytes	M27	Uranylinitrat	M67	Wermutpflanze	18
Terahertz-Spektrometer	54	Uricase	273	Wertebewusstsein im Chemieunterricht...	298
Terpenlacton-Bitterstoffe.....	20	Urin.....	272	Wiederaufarbeitung.....	M67
Terracotta	196	UV-Laser	12	Wikipedia	145
TESLA-Linearcollider	28	UvrD-Helicase	108	Wirkungsgrad.....	M79
Tetrachlorgoldsäure.....	229	V		Wissenschaft und Technik im Fernsehen .	M68
Tetramindiaquokomplexes.....	M81	Vakuum-Massekomparator	M51	Wissenschaftspreise	137
Theobromin	M1	Vakuumtrocknen.....	405	Wood-Effekt.....	M20
Thermocycling	107	Validierung	15	Xylose.....	399
Thermographie.....	80	Vanadium.....	M54	Y	
Thiocarbamid	317	Vancomycin-Produktion.....	161	Y-Chromosom	163
Thiocyanat	M66	van Deemter-Kurve	418	Z	
Thioharnstoff	316, 317	Vanillinmandelsäure	17	Zahnbelag	390
Thorium.....	M67	Verbrennungsprozesse	M50	Zahncremes, , Phosphor in	242
TMA transkriptionsmediated amplification	109	Vernetztes Studium – Chemie.....	M14	Zelle, plasmazytoide dendritische	47
Toll-like receptor 7; TLR7.....	47	Vernickelung.....	229	Zellkultur.....	M32
Topoisomerasen	315	Verpackung.....	220	Zielmoleküle.....	180
Torque-Magnetometer	287	Viren	385	Zink.....	M42
Total Quality Management	104	Viskositätsmessungen.....	364	Zinkherstellung, solare	M43
Totalverdampfung	347	Vitamin B9.....	M75	Zinnober, HgS.....	339
transgen	153	Vitamine	M1	Zitronenmelisse	18
Transkriptionsstudien.....	285	Voltmetrie, zyklische	58	Zuckerarten	M1
Transmetallieren	187	Volumenkonzentration.....	M5	Zufallsgenerator	22
Traube-Synthese	274	Vulkanische Chemie.....	238	Zündhölzer	242
Treibgase	280	W		Zündtemperatur.....	M60
Triammoniumcitrat	281	Wahrer Wert.....	46	Zwei-Niveau-Modell	12
Trinkwasserverordnung	43	Wärmefluss-Thermographie	80, 115	Zweidimensionale Isotachophorese.....	14
Triradikale	360				

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

Gründungsherausgeber:
Dr. Dr. h.c. Wilhelm Foerst (†)
Prof. Dr. Wilhelm Fresenius (†)

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr.
K. Kleinermanns, Düsseldorf · Priv. Doz. Dr. H.-
M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. J. Schram, Krefeld
· Prof. Dr. Georg Schwedt, Clausthal-Zeller-
feld · Dr. Wolfgang Schulz, Stuttgart · Prof. Dr.
G. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
E-Mail: kickuth@clb.de)

Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,
E-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg;
Werner Günther, Düsseldorf; Prof.
Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Dieckholzen; Hans Dietrich
Martin, Köln; 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
Abonnementbetreuung:
Natalia Khilian

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 – außer-
halb des Abonnements – 8,60 Euro, im persö-
nlichen Abonnement jährlich 87 Euro zuzüglich
Versandkosten; ermäßigter Preis für Schüler,
Studenten und Auszubildende (nur gegen Vor-
lage der Bescheinigung) jährlich 67,10 Euro
zuzüglich Versandkosten, inkl. 7% MWST. Aus-
land sowie Firmenabonnements (Staffelpreis-
liste nach Anzahl) auf Anfrage. Bezug durch
den Buchhandel und den Verlag. Das Abonne-
ment verlängert sich jeweils um ein weiteres
Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugs-
jahres Kündigung erfolgt.
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder des
VDC sowie des VBTA erhalten die CLB zu Son-
derkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 45 vom 01. 01. 2006.

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

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

ISSN 0943-6677



Chemische Elemente im Alltag, Teil 10: Kupfer

Schmuckmetall mit Patina

Georg Schwedt

In der Natur kommt Kupfer nicht nur als Sulfid sondern sogar gediegen vor. Jedoch zählt es zu den eher seltenen Elementen – auf Platz 26 der Häufigkeitsliste der Elemente in der obersten Erdkruste. Sein Name stammt von den Römern, die aus den Bergwerken auf Zypern Kupfererze u.a. auch zu Messing verarbeiteten. Anfänge des Kupfer-Bergbaues lassen sich bis in das 8. Jahrtausend v. Chr. zurück verfolgen. Neben Silber und Gold gehört Kupfer zu den kulturgeschichtlich ältesten Metallen.

Die technische Verwendung des Kupfers heute erstreckt sich von zahlreichen Geräten der Industrie (wie Braukessel, Heiz- und Kühlschlangen, Rohre) über Dachverkleidungen, Tür- und Schiffsbeschläge, Kabeln bis zu den Münzen, vom Einsatz in der Kunst für Statuen und Kupferstiche bis zu Kupfermineralen als Schmucksteine. Von den zahlreichen Kupferlegierungen haben vor allem *Messing* (Kupfer-Zink), *Bronze* (Kupfer-Zinn) sowie *Neusilber* (Kupfer-Nickel-Zink) eine größere technische Bedeutung.

Schon im Altertum waren die wichtigsten Eigenschaften des Metalles bekannt: die Verformbarkeit und Verfestigung durch Hämmern im kalten Zustand, die Schmelz- und Gießbarkeit bei höheren Temperaturen und das Erschmelzen von Legierungen, die eine bessere Gießfähigkeit und eine höhere Festigkeit als Kupfer selbst aufweisen. Reines Kupfer ist weich, zäh, dehnbar, mit einer hohen elektrischen und thermischen Leitfähigkeit. [1] Kupfer zur Herstellung von Schmuckgegenständen hat seit vorgeschichtlichen Zeiten und auch heute noch eine vielfältige Verwendung gefunden.

Verhalten in der Umwelt

An trockener Luft wird Kupfer durch den Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur nicht angegriffen. Erst beim Erhitzen bildet sich an der Oberfläche eine Oxidschicht: Bei 120 °C treten Anlaufarben auf, bei höheren Temperatur bilden sich Schichten von zunächst rotem Kupfer(I)-oxid, dann von schwarzem Kupfer(II)-oxid (siehe Abbildung). An feuchter Luft jedoch entsteht unter Einwirkung saurer Bestandteile allmählich eine *Patina*, eine grünliche Schicht aus basischen Carbonaten und Sulfaten, in der Nähe von Salzmeeren auch von basischen Chloriden. Solche Schichten gewährleisten zwar einen Schutz gegen einen weiteren Angriff des Wassers, jedoch nicht gegen Schwefeldioxid bzw. Schwefelsäure. *Grünspan* entsteht bei der Einwirkung von Essigsäure

und Sauerstoff (als basisches Kupferacetat). Auch organische komplexbildende Säuren wie Citronen- und Weinsäure greifen Kupfer an, weshalb saure Speisen nicht in Kupfergefäßen aufbewahrt werden sollen.

Aus der Warenkunde
über Kupferlegierungen

In einer Warenkunde von 1889 [2] werden u.a. folgende Kupfer-Zink-Legierungen vorgestellt: „*Messing* oder *Gelbguss* ist eine Legierung von Kupfer und Zink, in welcher die gewöhnliche Kupfermenge bei 70% beträgt (liegt). Von den Mischungsverhältnissen ist die Farbe der Legierung abhängig. Es kommt als Roh- oder Stückmessing oder umgegossen in Platten, oder zu Blechen und Drähten verarbeitet, im Handel vor. Das dünnste Blech ist das sogenannten *Rausch-* oder *Knittergold* (1/90 – 1/65 mm).

Tombak oder *Rothguss* heißt die Kupferzinklegierung, wenn die Kupfermenge 80% und mehr beträgt. Je kupferreicher, um so dehnbarer und dunkler gefärbt ist das Tombak. Zur Goldimitation wird der Legierung bis 0,5% Zinn zugesetzt. Hierher gehören das sogenannte Talmigold, Similor, Man(n)heimergold, leonische Waren u.a. Sehr dünnes Tombakblech, in Goldschlägerhäutchen zu 1/1300 bis 1/2000 mm-Dicke ausgeschlagen, gibt das *unechte Blattgold*. Feine Tombakpulver geben erhitzt verschiedenfarbige, sogenannte Bronzepulver. Diese, sowie Rauschgold, Blattgold und Galanterie-Bronze werden besonders zu Nürnberg und Fürth fabriziert.“

In einem historischen Experiment zur „Goldmachelei“ lassen sich auf Kupfermünzen(-stücken) aus stark alkalischer Lösung mittels Zinkpulver nach neuesten Untersuchungen extrem dünne Zinkschichten („Nanoschichten“) von nur etwa 0,075 μm (= 1/13000 mm) erzeugen, die beim Erhitzen mit dem darunter liegenden Kupfer „Goldmessing“ bilden. [3]

Kupfersalze in Lebensmitteln
und Mineralstoffpräparaten

Kupfer zählt zu den essentiellen Elementen mit zahlreichen Funktionen in Enzymen, die Oxidationsvorgänge steuern. Weinbergschnecken und einige niedere Meerestiere (Krebse) enthalten sogar Kupfer anstelle von Eisen in ihren Blutfarbstoffen – im *Hämocyanin*. Ein ähnlicher Stoff in grünen Pflanzen,

das *Plastocyanin*, fördert die Bildung des Blattgrüns. Kupferhaltige Komplexe der Chlorophylle und Chlorophylline (Verseifungsprodukt der Chlorophylle) sind unter der Nummer E 141 als Lebensmittelfarbstoff zugelassen. Mit Kupfer als Zentralatom anstelle des Magnesiums in den Chlorophyllen wird eine höhere Stabilität dieser Pflanzenfarbstoffe erzielt.

Kupferspuren in fetthaltigen Lebensmitteln (und auch Bedarfsgegenständen wie Seifen) bewirken eine unerwünschte Reaktion – sie katalysieren das Ranzigwerden von Fetten, d.h. die Umsetzung ungesättigter Fettsäuren mit Sauerstoff (Fettoxidation), in Seifen auch die Oxidation von empfindlichen Duftstoffen.

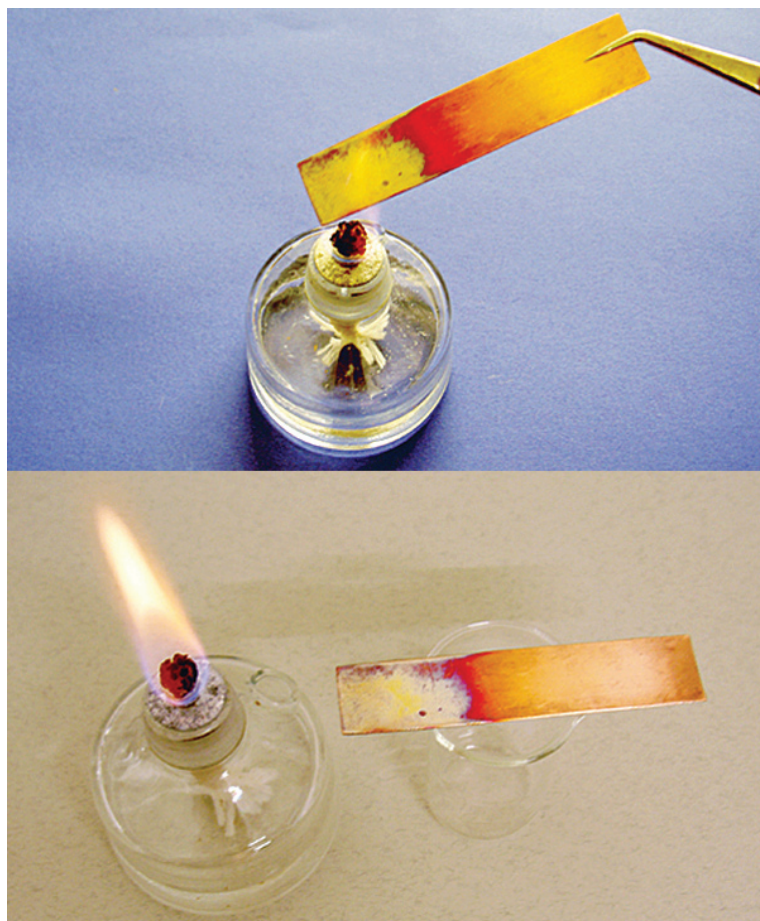
Wegen der essentiellen Eigenschaften wird Kupfer als Salz auch den Multi-Mineralstoffpräparaten zugesetzt – die Gehalte variieren zwischen 0,4 mg/Tablette (mit dem Hinweis: keine EU-Empfehlung) und 1,00 mg/Tablette (mit der Angabe 33 % des Tagesbedarfs). Kupfer zählt jedoch nicht zu den kritischen Spurenelementen. Die tatsächliche Zufuhr durch die Nahrung wird durchschnittlich auf ca. 2 mg/Tag geschätzt. Die Schätzungen für eine angemessene Zufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung liegen bei 1-1,5 mg/Tag.

Anlauffarben von Kupfer durch die Bildung von Oxidschichten beim Erhitzen (Abb.: B. Holty).

Kupferhaltige Schmucksteine

Zu den bekannten kupferhaltigen Schmucksteinen blauer, blaugrüner bis grüner Farbe zählen Azurit,

Azurit-Malachit, Chrysokoll und Türkis. Azurit (vom mittellateinischen Wort *lasurium*: Blaufarbe, arab. *lazaward*: Lasurfarbe), auch Kupferlasur genannt, besteht aus tiefblauen, glänzenden Kristallen aus basischem Kupfercarbonat $\text{Cu}_3[\text{OH}|\text{CO}_3]_2$. Er wurde früher auch zur Herstellung von Blaupigmenten verwendet, die jedoch allmählich in Grün (Malachit: $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$) umschlagen. *Azurit-Malachit* besteht aus grünen und blaugefleckten Aggregaten. *Chrysokoll*, auch als Kieselkupfer oder Kieselmalachit bezeichnet, mit der allgemeinen Formel $\text{CuSiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, weist eine blaugrüne bis grüne Farbe auf und kommt in der Oxidationszone von Kupfererzlagern vor. Am bekanntesten aus dieser Gruppe ist der *Türkis* (mittelhochdeutsch *turkis* = türkisch, turkestanisch nach den Fundorten) als ein himmelblau, blaugrün oder apfelgrün gefärbtes Mineral der Zusammensetzung $\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2|\text{PO}_4]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$. Türkis entsteht bei der Verwitterung durch die Einwirkung kupferhaltiger Lösungen auf aluminium- und phosphorreiche Gesteine. Die wichtigsten Fundstätten liegen in den USA, im Iran, in Tibet, auf der Sinaihalbinsel, in Afghanistan, Australien, Tansania und der Republik Südafrika. In Europa zählt Türkis erst ab dem 19. Jahrhundert, in der Biedermeierzeit, als beliebter Modestein. Im Orient dagegen war er lange davor als Amulett gegen den bösen Blick und als Zierde von Waffen und Rüstungen sehr verbreitet. In der Kultur der Tibetaner und auch von Indianerstämmen Nordamerikas gilt er als heiliger Stein.



Kupferhaltiger Entrußer

Kommerziell erhältliche Öl- und Kohleofen-Entrußer enthalten Kupfer(II)-chlorid und Ammoniumchlorid. So lautet die Vorschrift für die Anwendung des „Fidibus“ Universal-Entrußers wie folgt: „Ölöfen: Je nach Verrußung 1-2 Fidibus Entrußerbeutel ungeöffnet bei kleiner Flamme in den Ofen werfen. Ofen ca. 50 Minuten bei großer Flamme brennen lassen.“ Bei einem Kohleofen werden die Entrußerbeutel auf glühendes Brennmaterial geworfen und ein Papierknäuel hinzu gegeben. Die Wirkungsweise lässt sich aus der Sublimierbarkeit des Ammoniumchlorids, das hier als Transportmittel dient, und der katalytischen Wirkung des Kupfers ableiten. Auf diese Weise gelangt der Katalysator, unterstützt auch durch die große Flamme, auf die Rußschichten, die dann zu Kohlendioxid verbrennen.

Literatur

- [1] Schwedt, G.: Chemischen Elementen auf der Spur, Franckh-Kosmos, Stuttgart 1985
- [2] Bisching, A.: Allgemeine Warenkunde zum Gebrauche für Handels- und Gewerbeschulen, 6. Aufl., Wien 1889
- [3] Schwedt, G.: Ein alchemistisches Experiment in neuem Licht. Es ist nicht alles Gold, was glänzt, Chem. Unserer Zeit 39, 358-359 (2005)

Forschungsanstrengungen der chemischen Industrie Mikrostrukturierung der Materie für makroskopische Meisterleistungen

Das erste Auto, das die 100 km/h-Geschwindigkeitsmarke überschritt, war ein Elektroauto: „Die niemals Zufriedene“ (s. Abb. r.o.) erzielte den Rekord am 29. April 1899. Heute leistet moderne Chemie einen Beitrag zur Renaissance von Elektroautos. Entwicklungen von Degussa beispielsweise helfen, das Problem der Energiespeicherung zu meistern. Andere Entwicklungen zielen auf die Elektronik, sei es die Herstellung hochreiner Chemikalien für die Silicium-Chipfertigung oder die Polycarbonat-Produktion für Blue-Ray-Discs. Besonders innovativ ist der Bereich druckbarer Elektronik, auf den hier neben der Akkumulatortechnik eingegangen wird.

Die Fortschritte der Chemie für die Energiespeicherung zeigte eindrucksvoll der Vortrag von Dr. Andreas Gutsch, Leiter des Degussa-Unternehmensbereichs Creavis, auf der „Degussa Meets Science“-Veranstaltung im November in Marl. Nach seinen Aussagen gelang es, durch nanostrukturierte, hauchdünne Elektroden auf einem Polymervlies die Kapazität von Lithium-Ionen-Akkumulatoren auf etwa vier Kilowattstunden pro Kilogramm Gewicht gegenüber solchen Akkus mit konventioneller Elektrodenausführung mehr als zu verdoppeln. Der Clou: Die neuen Li-Ion-Akkus bestehen auch den „Nageltest“: Schlägt man eine

Durch diesen Lithium-Ionen-Batteriepack lässt sich gefahrlos ein Nagel schlagen (Foto: Degussa).



Nagel durch sie hindurch, entstehen keine Schäden, die zu Bränden führen. Auch bei Überladung reagieren sie nicht mit gefährlichen Ausfallerscheinungen. Das prädestiniert sie – neben Handy- oder Notebook-Verwendungen – auch zum Einsatz in Hybridfahrzeugen. Auch aus Sicherheitsgründen werden bisherige Hybridautos mit weniger leistungsfähigen Nickel-Metallhydrid-Akkus statt mit Li-Ion-Akkus ausgestattet.

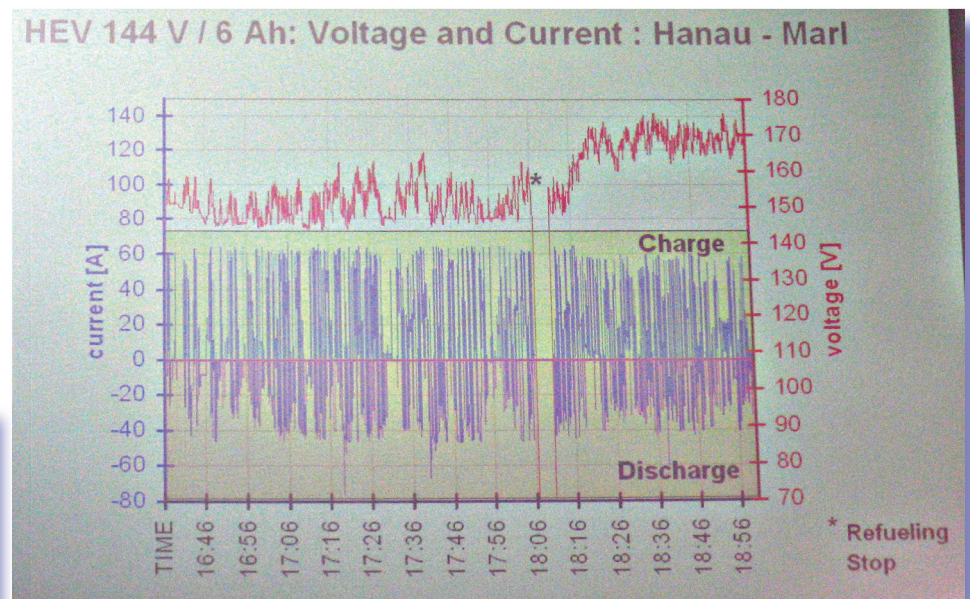
Das wird sich in den nächsten Jahren wohl ändern. Im Nanotronics-Center in Marl, das Degussa in diesem Jahr in Betrieb nahm, produziert der Spezialchemie-Konzern in einer neuen Technikumsanlage drei Millionen Quadratmeter „keramische Membranen“, den Kernelementen der neuen Akkus, unter dem Handels-

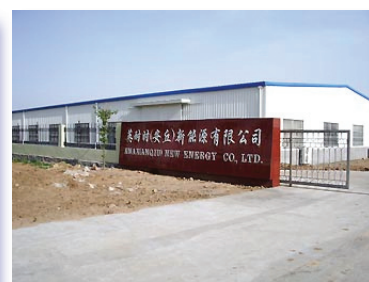
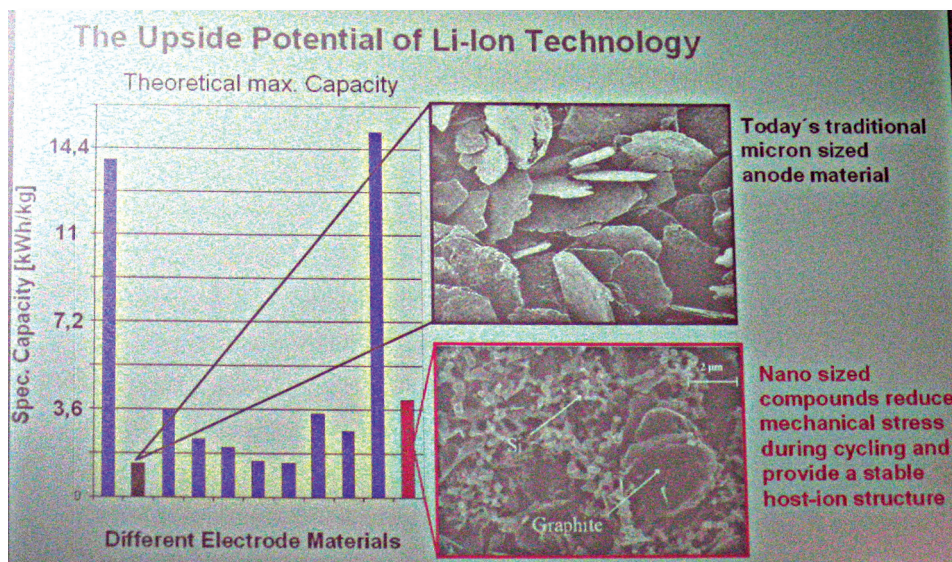


105 km/h schnell, 1450 kg schwer: E-Mobil „la Jamais Contente“ mit dem belgischen Rennfahrer Camille Jenatton (Abb.: CLB-Archiv).



Das derzeit wohl weltweit einzige Hybridauto mit Lithium-Ionen-Akku wird mit Degussa-Technik „befeuert“ und erfüllt daher auch den Vorstandsvorsitzenden des Düsseldorfer Spezialchemie-Konzerns, Prof. Utz-Hellmuth Felcht, mit Stolz (oben, vor dem Science-to-Business-Center Nanotronics in Marl). Bisher laufen Hybridfahrzeuge mit weniger leistungsfähigen Nickel-Metallhydrid-Akkus. Testfahrt-Ladediagramme spiegeln auch die Topologie der Strecke wider: Auf dem Weg hinab ins Ruhrgebiet stieg der Ladezustand des Akkus; das Diagramm zeigt aber auch die schnelle Ladung (Fotos: Kickuth).





Bei den für Fahrzeuge brauchbaren Li-Ion-Akkus verdoppelt Nano-Elektrodenmaterial – zusammen mit dem neuen Separator – die Kapazität (Foto links, RK). Eine erste Fertigungsstätte für großvolumige Li-Ion-Akkus errichtete der japanische JV-Partner von Degussa, Enax, im chinesischen Anqiu (oben, Foto: Enax).



Die Herstellung der Separion-Folie erfolgt in einem kontinuierlichen Prozess, bei dem ein hauchdünnes Vlies keramisch beschichtet wird. Neben dem menschlichen Auge wird die Qualität über optische Inspektionssysteme kontrolliert (Foto: Degussa).

Test von Materialien für druckbare Elektronik (Foto: Kickuth).



namen „Separion“ pro Jahr. Wie Forschungsvorstand Dr. Alfred Oberholz in einem Pressegespräch ausführte, habe man bereits erste kommerzielle Bestellungen. Allerdings wolle man kein Batteriehersteller werden, sondern man gehe Partnerschaften ein, so mit dem japanischen Unternehmen Enax. In einem Joint-Venture mit diesem Unternehmen baue man großformatige Lithium-Ionen-Batterien mit dem Separion-Polymervlies in einer Fabrik im chinesischen Anqiu.

Mit entscheidend für die guten Eigenschaften der neuen Batterie-separatoren ist übrigens eine Erfindung, die schon 1942 dem Degussa-Chemiker Harry Kloepper gelang. Er suchte nach neuen Füllstoffen für Autoreifen und entwickelte ein Verfahren zur Herstellung extrem feiner Kieselsäure. Diese pyrogene Kieselsäure ist seit 1943 unter dem Handelsnamen Aerosil bekannt. In den neuen Li-Ion-Akkus sorgt der Stoff für gute Adhäsion zwischen Anode, Kathode und Elektrolyt, stabilisiert und schützt den Polymergelelektrolyten.

Druckbare Elektronik

Mikrochips werden oft durch Gigahertz-Schaltfrequenzen charakterisiert. Das würde einem bei den Schaltern des Gehirns, den Neuronen, nie einfallen; dennoch übertrifft das Gehirn in seiner komplexen Signalverarbeitung noch jeden Supercomputer. Daher denken

manche Wissenschaftler auch in andere Richtungen – Riesenmasse statt Superklasse sozusagen – und suchen sich Rat bei Chemikern. Prof. Arved Carl Hübler, Inhaber des Lehrstuhls Printmedientechnik der Technischen Universität Chemnitz, arbeitet an der vorderen Front der Entwicklung druckbarer Elektronik. Drucken ist dabei das Zauberwort: Massenherstellung in einem einfachen Prozess. Doch dafür gilt es, eine Vielzahl von Problemen zu lösen.

Bei den Basismaterialien der Polymerelektronik handelt es sich um Verbindungen wie beispielsweise Polyaniline, Polypyrrole oder Polythiophene. Gemeinsam ist diesen funktionalen Polymeren, dass sie durch delokalisierte π -Elektronen in der Polymerkette wie in einem kristallinen Halbleiter positive und negative Ladungen transportieren können. In flüssiger Form lassen sich diese Polymere wie Farben drucken.

Beim Druck hat man allerdings noch mit vielen Einflussgrößen zu kämpfen, die bislang nur unzureichend kontrolliert werden können. Die Viskosität des Polymers ändert sich beispielsweise unter Pressung, und das Tempo und die Temperatur der Trocknung im Anschluss an den Druckvorgang beeinflussen wiederum die Oberflächenbeschaffenheit des Polymerfilms. Für elektronische Strukturen sind nun fein definierte Geometrien, sehr

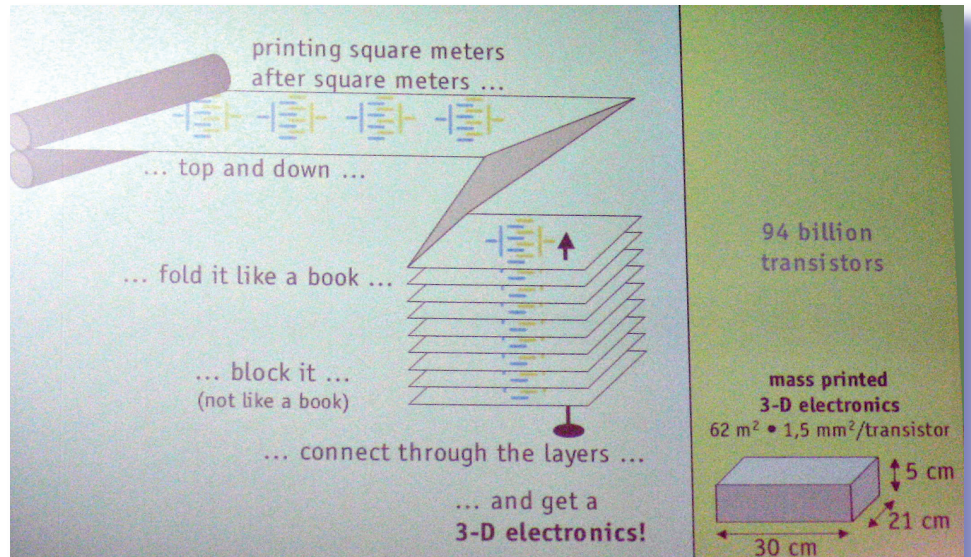
homogene Schichten und zum Teil auch eine spezifische Molekülanordnung notwendig, um exakte Eigenschaften der Bauteile zu erhalten. Dagegen ist es beim klassischen Druck egal, wie homogen sich die Rasterpunkte auf das zu bedruckende Material aufbringen lassen und welche Form sie annehmen, solange die Rasterung unter der Auflösungsgrenze bleibt.

Bei den Chemikalien für druckbare Elektronik sucht man derzeit nach Alternativen. Dafür untersucht man zur Zeit halbleitende Nanopartikel. „Wir wollen die gute Druckbarkeit organischer Materialien mit den hervorragenden elektrischen Eigenschaften anorganischer Halbleiter verbinden“, so Dr. Roland Schmechel, Leiter einer erst im Dezember einberufenen Arbeitsgruppe von zehn Wissenschaftlern im Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK). „Das wäre eine Revolution für die Elektronik.“

Diese Arbeitsgruppe ist eine Kooperation von Forschern des FZK und der Degussa. Gemeinsam werden sie in den nächsten 30 Monaten auf dem Gebiet neuartiger Funktionsmaterialien für druckbare Elektronik auf Basis halbleitender Nanopartikel arbeiten. Ein Ziel dabei ist die Darstellung eines Feldeffekttransistors, mit halbleitenden Nanopartikeln. Die neu geschlossene Forschungsk Kooperation hat einen Umfang von zwei Millionen Euro, die je zur Hälfte von beiden Partnern getragen werden.

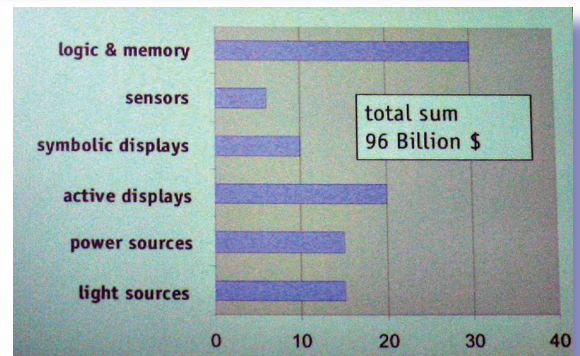
Die Vision der druckbaren Elektronik zielt auf die Herstellung elektronischer Schaltungen durch kostengünstige Massendruckverfahren. Elektronische Bauteile, die nicht aus einem wochenlangen Fertigungsprozess hervorgehen, sondern innerhalb von Sekunden auf einer Druckmaschine entstehen, bergen ein enormes wirtschaftliches Potenzial. Man schätzt die Größenordnung des Marktvolumens im Jahr 2020 auf bis zu etwa 90 Milliarden Dollar.

Eine Vision des Printmedientechnik-Experten Arved Hübler ist



Der dreidimensionale Massendruck-Chip von morgen könnte gefertigt werden wie oben gezeigt.

Das geschätzte Marktvolumen für organische Elektronik im Jahr 2020, in Milliarden Dollar (rechts).



Unten: Ein weiteres Beispiel für die Anwendung gedruckter Elektronik ist ein künstliches Hautsystem (Fotos Hübler-Präsentation: RK)

der gedruckte dreidimensionale Neuroinformatik-Chip. Schließlich seien Neuronen und Polymertransistoren ähnlich langsam wie groß. Und die gedruckten Transistoren ließen sich dreidimensional schichten. Eine andere – Nah-Zukunftsvision sind elektronische

Sammelkarten (Pokémon etc.), neben ihren Farben bedruckt mit simpler, unsichtbarer Elektronik. Liest ein Lesegerät die Daten aus, könnten Figuren dergleichen Art in einem Computerspiel zusätzliche Fähigkeiten erhalten, zum Beispiel... *Rolf Kickuth*



Forschungsvorstand Dr. Stefan Marcinowski (2. v. r.) erläuterte im November vor der Presse die Strategie der BASF-Forschung (Foto: Kickuth).

BASF verstärkt die Forschung Fünf Wachstumscluster

Chemie für die Elektrik und Elektronik beschäftigt auch den Chemie-Grundversorger BASF. Beispiele sind neue Materialien für organische Solarzellen, innovativen Speichermedien für Wasserstoff und der Membran-Elektroden-Einheit von kleinen portablen Brennstoffzellen. Für Forschungsarbeiten im „Wachstumscluster Energiemanagement“ sind 90 Millionen Euro in den Jahren 2006 bis 2008 vorgesehen. Grundsätzlich will das Ludwigshafener Unternehmen künftig wichtige technologiegetriebene Zukunftsthemen in fünf Wachstumsclustern bündeln: Energiemanagement, Rohstoffwandel, Nanotechnologie, Pflanzenbiotechnologie und Weiße Biotechnologie.

Dabei handelt es sich um Querschnittstechnologien, die jenseits der klassischen Fachgrenzen liegen und nur durch interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit zum Erfolg geführt werden können. Für die Forschungsaktivitäten innerhalb der fünf Wachstumscluster stehen in den Jahren 2006 bis 2008 insgesamt 800 Millionen Euro zur Verfügung. Die Ausgaben der BASF für Forschung und

Entwicklung werden im Jahr 2006 voraussichtlich auf 1150 Millionen Euro steigen, das sind etwa 18 Prozent oder 180 Millionen Euro mehr als in 2004 (Ausgaben für die Exploration von Öl und Gas nicht mitgerechnet). Der Anteil der Konzern-finanzierten Forschung steigt dabei gegenüber 2004 um rund 65 Millionen Euro auf 250 Millionen Euro, die anderen Ausgaben tragen die Unternehmensbereiche.

Mit dem weltweiten Ausbau der Forschungsaktivitäten wird das wissenschaftliche Personal der BASF um mehr als 10 Prozent anwachsen (gegenüber Basisjahr 2004). Insgesamt sind in den kommenden Jahren etwa 180 neue Stellen geplant. In den BASF-Technologieplattformen in Ludwigshafen und Limburgerhof werden zusammen etwa 80 zusätzliche Wissenschaftler arbeiten. „In wichtigen Regionen der Welt baut die BASF zusätzliche Forschungskapazitäten auf und stellt dafür gezielt Fachexperten ein“, erläuterte Dr. Stefan Marcinowski. So solle Anfang 2006 beispielsweise ein Kompetenzzentrum für nanostrukturierte Oberflächen in Singapur eröffnet werden. Andere Forschungseinrichtungen der BASF wie das Katalyse-Labor in Evans City, USA, das Pflanzenbio-

technologie-Labor in Raleigh, USA, und das Synthese-Labor im indischen Thane erhalten zusätzliches Personal. Daneben intensiviert die BASF auch die Zusammenarbeit mit Hochschulen, so ist für das an der Universität Straßburg angesiedelte BASF-Labor (ISIS) eine Verdopplung der Forscherstellen geplant.

Die Entwicklung von maßgeschneiderten Kundenlösungen und der technische Service sind zwei der wichtigsten Aufgaben von 13 regionalen Entwicklungszentren, die die BASF bereits in Asien aufgebaut hat. So sind beispielsweise unter dem Dach des Entwicklungszentrums am Standort Pudong, Shanghai, Entwicklungseinheiten für Textilhilfsmittel und Polymerdispersionen, ein Polyurethan-Systemhaus sowie ein Labor für Technische Kunststoffe untergebracht.

Für die Forschungsarbeiten im „Wachstumscluster Rohstoffwandel“ stehen in den Jahren 2006 bis 2008 100 Millionen Euro zur Verfügung. Ein wichtiges Arbeitsgebiet stellen dabei die ionischen Flüssigkeiten (siehe CLB 12-2001, Seiten 457-460). Für Forschungsarbeiten im „Wachstumscluster Nanotechnologie“ sind 180 Millionen Euro für die Jahre 2006 bis 2008 eingeplant. So arbeiten die BASF-Forscher am Straßburger ISIS an nanoporösen Schaumstoffen, die aufgrund ihrer winzigen Poren eine hervorragende Isolationswirkung aufweisen. „Weiße Biotechnologie“ fördert das Ludwigshafener Unternehmen in den Jahren 2006 bis 2008 mit 150 Millionen Euro; für die Pflanzenbiotechnologie sind von 2006 bis 2008 270 Millionen Euro eingeplant.

Moderne Technik hat zwei Seiten, wie es sich auch für die Beschäftigten der BASF beispielsweise in Ludwigshafen und Limburgerhof zeigt: Trotz der Neueinstellung von 80 Forschern kommt es bis Ende 2006 netto zu einem Rückgang der Beschäftigten um etwa 50 Personen. Der Grund: Erhöhte Automatisierung. Fazit: Nur hohe Bildung sichert den Arbeitsplatz. RK

Eine neue Klasse zytotoxischer Mikrotubuli-Depolymerisationshemmer Spindelgifte zur Bekämpfung von teilungsfähigen Tumorzellen

Da sich Krebszellen häufig teilen, sind sie besonders anfällig für Substanzen, die die Funktion der Mikrotubuli beeinträchtigen, welche im Zellzyklus als Spindelfasern für die ordnungsgemäße Trennung der Chromosomen auf jede Tochterzelle sorgen. Epothilone binden an die Mikrotubuli, so dass die Tumorzelle den normalen Teilungsprozess nicht mehr durchlaufen kann und schließlich dem programmierten Zelltod (Apoptose) unterliegt. Inzwischen wurde Epothilon chemisch derart modifiziert, dass sein Wirkprofil erheblich gesteigert werden konnte. Die in der onkologischen Forschung der Novartis Basel durchgeführten Arbeiten werden inzwischen in der Arbeitsgruppe Pharmazeutische Biologie am Institut für Pharmazeutische Wissenschaften der ETH Zürich fortgesetzt.

In einer Chemotherapie werden Erkrankungen mit chemischen Arzneimitteln behandelt. Eine antimikrobielle Chemotherapie wird eingesetzt, um Infektionskeime abzutöten, während die antitumorale Chemotherapie Tumorzellen bekämpft. Da Chemotherapeutika über den Blutkreislauf im gesamten Körper verteilt werden, eignen sie sich insbesondere zur Behandlung von Tumoren, die sich bereits so weit ausgebreitet haben, dass sie für Chirurgie oder Strahlentherapie nicht mehr zugänglich sind. Die eingesetzten Arzneimittel sollen als Zytostatika das Wachstum und die Teilung von Krebszellen hemmen oder als Zytotoxika die Zellen direkt schädigen.

Manche Tumoren wie bei Gebärmutterkrebs, akuter Leukämie, Hodgkinson'scher Krankheit, diffusen, großzelligen Lymphomen,

Hoden- und Eierstockkrebs oder kleinzelligen Karzinomen reagieren empfindlich auf Chemotherapie, so dass sich zu einem hohen Prozentsatz sogar eine Heilung erreichen lässt. Zytostatika schädigen vor allem Zellen, die sich vermehren, während ruhende Zellen unbeeinflusst bleiben. Aber sie unterscheiden nicht zwischen gesunden und entarteten Zellen. Auch wenn Krebsgeschwüre einen größeren Anteil sich teilender Zellen aufweisen als die Mehrzahl gesunder Gewebsarten, greifen Tumorchemikalien daher ebenso die blutbildenden Gewebe mit Knochenmarkszellen, die Keimdrüsen, die Schleimhaut des Magen-Darm-Traktes und die Haarfollikel an. Auf diese Weise kommen Nebenwirkungen wie Knochenmarkaplasie (Unfähigkeit des Knochenmarks zur Produktion reifer Blutzellen), Haarausfall, Hautausschläge, Schleimhautentzündungen und Geschwüre zustande. Das Knochenmark reagiert am stärksten auf die toxische Wirkung der Chemotherapie und bestimmt daher die tolerierbare Dosierung der meisten Antikrebsmittel. Wegen der Fähigkeit zur Regeneration ist jedoch intermittierend meist ein erneuter Behandlungszyklus möglich.

Die verwendeten Mittel weisen unterschiedliche Wirkmechanismen auf und greifen in verschiedene Phasen der Zellteilung ein. Deshalb schädigen sie jeweils nur Tumorzellen, die sich in den gleichen Zellteilungszyklen befinden, und jede Dosis zerstört nach einer „first order kinetic“ immer denselben prozentualen Anteil an Tumorzellen. Zwischen zwei Zytostatika-Anwendungen beginnt der Tumor jedoch wieder zu wachsen, und zwar gleich rasch oder sogar schneller als vor der Behandlung. Phasenspezifische Zytostatika in

kurzer, hoch dosierter Applikation sind aus diesem Grund meist erfolgreicher als andere in länger verabreichter, niedriger Dosis. Für Rückfälle (Rezidive) sind vorwiegend Resistenzbildung der Tumorzellen gegenüber den verwendeten Zytostatika verantwortlich.

Je häufiger die Rezidive bekämpft werden müssen, desto schwieriger wird die Zerstörung der immer stärker selektionierten Tumorzellen. Die gegen fast alle Zytostatika auftretende teilweise oder völlige Resistenz kann beispielsweise durch eine Permeabilitätsänderung der Krebszellenmembran hervorgerufen werden, die verhindert, dass die Substanz weiter aufgenommen wird, oder durch einen enzymatischen Abbau. Es kommen außerdem Reparaturmechanismen der Zelle vor, die die vorher eingetretene chemotherapeutische Wirkung wieder aufheben können. Daher suchen die medizinisch-chemischen Forscher laufend nach Substanzen, welche eine geringere Toxizität und ein vermindertes Risiko der Resistenzbildung aufweisen.

Spindelgifte

In der Tumorthherapie werden verschiedene Zytostatika wie alkylierende Substanzen, Antimetabolite, Mitosehemmer, Antibiotika, Hormonsubstanzen sowie Nukleinsäure oder Protein schädigende Wirkstoffe eingesetzt. Alkylierende Substanzen binden an zellmetabolisch wichtige Substanzen wie die Desoxyribonukleinsäure, Antimetabolite hemmen wichtige Enzyme. Antibiotika können den DNA-Strang vernetzen und Hormone wirken auf die Hormonrezeptoren von Tumoren ein. Die Vinca-Alkaloide haben die Fähigkeit, die biologische Funktion der für die Zellteilung essentiellen,

aus Mikrotubuli zusammengesetzten Mitosespindel zu stören.

Die Mitosespindel entsteht, nachdem sich die Mikrotubuli im Cytoplasma zu Beginn der Mitose aufgelöst haben. Bei den Mikrotubuli handelt es sich um langgestreckte, röhrenförmige Gebilde mit einem Durchmesser von 24 Nanometer, welche aus dem Grundplasma entstehen und kontraktiles Material enthalten. Ein Mikrotubulus besteht aus 13 gestreckten Protofilamenten, die jeweils aus abwechselnd angeordneten α - und β -Tubulin aufgebaut sind und in paralleler Anordnung einen Zylinder bilden. Jedes Tubulin-Molekül ist ein Heterodimer aus diesen zwei nahe verwandten, eng gekoppelten globulären Polypeptiden.

Die Enden eines Mikrotubulus sind verschiedenartig und wachsen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Normalerweise werden die Fasern ständig auf- und abgebaut. Viele Spindelgifte binden an das Tubulin, was zu einem Auseinanderbrechen der Mikrotubuli in Untereinheiten und Filamente führt. Sie verhindern damit eine Trennung der beiden Chromatiden der Chromosomen, so dass die Anaphase nicht durchlaufen wird und die Zellteilung in der zweiten Hälfte der Metaphase blockiert bleibt. Dieser Effekt ist

meist irreversibel. Da Mikrotubuli jedoch nicht nur in Mitosespindeln vorkommen, sondern auch am intrazellulären Stofftransport, an der Bildung und Erhaltung der Zellform sowie an der Zellbewegung beteiligt sind und auch die Nukleinpolymerasen beeinträchtigen, sind sie für den Organismus sehr toxisch.

Taxol bindet fest an die Mikrotubuli und stabilisiert sie, indem ein großer Teil des freien Tubulins in Mikrotubuli eingebaut wird und diese später nicht mehr depolymerisieren. Das Zytostatikum Paclitaxel, die klinische Formulierung des Taxols, fördert im Gegensatz zu den bisher bekannten antimittotischen Substanzen die Bildung von Mikrotubuli aus den Tubulin-Dimeren und hemmt die normale dynamische Reorganisation des Mikrotubuli-Netzwerkes. Im Zellzyklus bewirkt Paclitaxel bereits in einer Konzentration von einem Molekül pro 200 Tubulineinheiten die Bildung von abnormen Bündeln und verschiedenen sternförmigen Gruppierungen von Mikrotubuli während der Mitose.

Die Instabilität der Mikrotubuli erfordert die Zufuhr chemischer Energie, die das chemische Gleichgewicht zwischen Polymerisation und Depolymerisation verschiebt, und diese Energie stammt aus der Hydrolyse von GTP (Guanosintri-phosphat) zu GDP und Phosphat. Dieses bindet an die β -Tubulin-Untereinheit, und wenn sich das Tubulin an das Ende eines Mikrotubulus anlagert, wird es zu GDP-Tubulin. Moleküle, die ein GTP tragen, verbinden sich mit höherer Affinität als solche mit GDP.

Bodenbakterien gegen Krebs

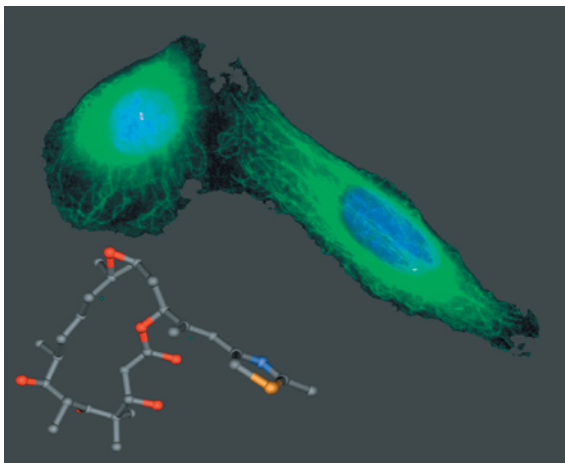
Wissenschaftler der Arbeitsgruppen um die Professoren Hans Reichenbach und Gerhard Höfle von der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung in Braunschweig entdeckten zu Beginn der 90er Jahre verschiedene neue antiproliferativ (wucherungshemmend) und zytotoxisch wirksame Substanzen, die von ihnen „Epo-

thilone“ genannt wurden. Die Forscher hatten diese Substanzen, deren Stereochemie sie 1996 aufklärten, aus der Kulturflüssigkeit des im Boden vorkommenden Myxobakteriums *Sorangium cellulosum* isoliert. Allerdings wurden der Zytotoxizitätsmechanismus damals nicht näher untersucht und diese Wirkstoffe nicht weiter analysiert.

Das Interesse an den beiden Hauptvarianten dieser neuen Naturstoffklasse, den Epothilonen A und B, erwachte 1995 erneut, als Merck, Sharp and Dohme nach alternativen Wirkstoffen für das aus der pazifischen Eibe gewonnene Taxol suchte und schließlich die taxolähnliche Wirkung der Epothilone aufdeckte. Das zur Behandlung von Eierstock- und Brustkrebs im fortgeschrittenen Stadium eingesetzte Taxol und strukturell mit diesem verwandte Verbindungen waren damals die einzigen als Mikrotubuli-Stabilisatoren wirkenden Mittel. Das als wirkungsvollste natürliche identifizierte Epothilon B wies im Vergleich zu Taxol etliche Vorteile auf: Es lässt sich aus Bakterien in erheblich größerer Menge gewinnen als das aus Eiben-Nadeln und -rinde gewonnene Taxol, ist 3- bis 30fach potenter und etwa 30mal besser wasserlöslich. Deshalb kann es ohne Zusatzstoffe, die möglicherweise zu unerwünschten Nebenwirkungen führen können, formuliert und appliziert werden. Außerdem wirkt es in Zellkulturen schneller und wird im Gegensatz zu Taxol nicht durch resistent machende Effluxpumpen am Zelleintritt gehindert.

Vielfach werden Krebszellen nämlich gegenüber der Behandlung mit Zytostatika resistent, da übermäßig transmembrane Phospho-Glykoproteine gebildet werden, die die Substanzen wieder herauspumpen. Besonders bei langfristiger Behandlung beginnen Tumorzellen sehr hohe Konzentrationen dieser Proteine zu exprimieren. Tests mit multisubstanzresistenten (MDR)

Aus Bodenbakterien isolierte Epothilone hemmen das Wachstum menschlicher Tumorzellen durch Bindung an das Zellskelett (Abb.: ETH Zürich/Altmann).



menschlichen Krebszelllinien sowie Gewebstypen zeigen, dass Epothilone von diesen Membranpumpen nicht erkannt und somit auch nicht ausgeschleust werden. Darüber hinaus wird auch bei monatelanger Behandlung mit Epothilon keine erhöhte Expression dieser Proteine induziert. Resistenzbildung kann jedoch, wenn auch nur in sehr verzögertem Masse, aufgrund der Entstehung von Tubulin-Mutationen eintreten.

Therapieverbesserung

Für die Synthese des 16-gliedrigen, makrozyklischen Polyketids ist eine geringere Anzahl von Herstellungsschritten notwendig als für das Taxol. In der Literatur sind inzwischen mehr als 25 Totalsynthesen bekannt, für Taxol dagegen nur 7. In der Forschungsabteilung der Novartis um Karl Heinz Altman, heute Professor an der ETH Zürich, mußte ständig überprüft werden, ob ein Bestandteil für das Molekül essentiell oder verzichtbar ist. Dazu wurde versucht, die Eigenschaften des natürlichen Epothilons zu verbessern, ohne die erwünschten biologischen Eigenschaften einzubüßen. Inzwischen sind Hunderte von Analoga bekannt, die beispielsweise durch Einfügen von Methylgruppen, Konversionen, Hydroxylierungen, Epoxidierungen oder Ersatz von Esterbindungen durch Amidbrücken charakterisiert sind. Beispielsweise lässt sich der Thiazolring in der Seitenkette der Epothilone durch einen Pyridinring ersetzen. Sofern sich das Stickstoffatom im Pyridin am richtigen Ort befindet, ist dieser Austausch mit keinerlei Verlust an biologischer Wirkung verbunden, andernfalls fällt die Potenz der entsprechenden Analoga stark ab.

Auf der Basis eines von den Novartis-Forschern entwickelten Prozesses ist es gelungen, eine ganze Reihe von synthetischen Analoga der natürlichen Epothilone herzustellen. Aber es können sich auch Fehlentscheidungen einschleichen. So führte beispielsweise der

Ersatz der Epoxideinheit in den natürlichen Epothilonen durch eine N-Alkyl-Amidgruppierung aus bisher ungeklärten Gründen zu einem kompletten Verlust der biologischen Aktivität. Allerdings gibt es bisher keine wirklich verlässlichen Experimente und Modelle, um klinische Wirkungen vorherzusagen. Zelllinien-Modelle mit verschiedenen menschlichen Krebszelllinien in vitro haben nur eine limitierte Aussagekraft. Gleiches gilt auch für die Tiermodelle, mit denen die Verträglichkeit der teilweise sehr toxischen Testverbindungen über den Gewichtsverlust gemessen wird. In vivo zeigen sehr viele der hergestellten potenten Analoga ein ähnliches Profil, was die Auswahl von Verbindungen für eine weitergehende präklinische und schließlich auch klinische Entwicklung enorm erschwert. Es müssen daher dringend Versuchswege gefunden werden, die möglichst schnelle Entscheidungen zur Fortführung der Tests ermöglichen.

Epothilon B befindet sich bei Novartis in der Phase II der klinischen Untersuchungen an Patienten mit bestimmten Tumortypen. Über das natürliche Epothilon B hinaus wurden bisher mindestens fünf weitere klinische Entwicklungskandidaten vom Epothilon-Strukturtyp identifiziert, die von verschiedenen Firmen untersucht werden. Dazu gehören beispielsweise BMS-247550 und BMS-310705 (Bristol-Myers-Squibb; Phasen III und I), ABJ-879 (Novartis; Phase I) und KOS-862 (Sloan-Kettering Cancer Center/Kosan; Phase II), die mehrheitlich durch Partialsynthese ausgehend von Epothilon B hergestellt werden. Die am weitesten fortgeschrittene Verbindung ist das von Bristol-Myers entwickelte Laktam-Analogon von Epothilon (BMS-247550), das sich gegenwärtig in Phase III befindet. Weitere Informationen erteilt Prof. Dr. Karl-Heinz Altman, e-Mail: altmann@pharma.ethz.ch.

Barbara Brauckmann

Kurzbeschreibung des Zellzyklus

Der Zellzyklus setzt sich aus der Inter- und der Mitose-Phase zusammen. Die Interphase beginnt mit der Wachstumsphase G1, während der eine Verdopplung der Zellmasse und die Synthese bestimmter Proteine für Regulationsprozesse zur Zelldifferenzierung stattfinden. Die G1-Phase kann je nach Zelltyp einige Stunden, aber auch Hunderte von Tagen dauern. In der nachfolgenden, etwa sechs bis acht Stunden langen Synthesephase S werden die beiden Polynukleotide der DNA-Doppelspirale voneinander getrennt und verdoppelt. Dann erfolgt die etwa vier bis fünf Stunden währende Wachstumsphase G2. In ihr liegen die Chromosomen bereits als Chromatiden vor.

Teilungsfähige Zellen können auch vorübergehend oder für immer in eine zytokinetische Ruhepause G0 eintreten. Hierauf beruht der Verlust der Teilungsaktivität bei manchen Zelltypen. Durch Stimulation können G0-Zellen wieder in die G1-Phase und damit in den Zellzyklus eingeführt werden. Die Mitose dauert etwa eineinhalb bis zwei Stunden und setzt sich aus Pro-, Meta-, Ana- und Telophase zusammen, wobei letztere wieder in die Interphase übergeht. In der Prophase entstehen die Chromatinfäden durch Spiralisierung der Chromosomen. Diese verdoppeln sich, spalten sich längs und bilden so die beiden Chromatiden. Die Zentriolen rücken auseinander und bauen aus den Mikrotubuli den Spindelapparat auf. Nukleolus, Golgi-Apparat und Kernmembran lösen sich auf.

In der Metaphase ordnen sich die maximal verkürzten Chromosomen in der Mittelebene zwischen den beiden Spindelpolen ein. Der Spindelapparat ist vollständig ausgebildet. Ein Teil seiner Fasern laufen als Zentralfasern von Pol zu Pol, andere sind mit dem Zentromer der gespaltenen Chromosomen verbunden. Während der Anaphase teilt sich die Zentromerregion, und die Chromatiden werden auseinander gezogen. In der Telophase verschwindet der Spindelapparat, das Zytoplasma teilt sich, und es entstehen zwei identische Tochterzellen. Gleichzeitig formieren sich die Kernmembran und die Nukleoli. Schließlich entspiralisieren sich die Chromatiden zu Chromatinfäden. Damit beginnt die Interphase mit der Synthese von Nucleinsäuren und Proteinen. BB

Leibniz-Preis 2006, Descartes-Preise für Forschung und Kommunikation 2005 Nationale und europäische Forschung ausgezeichnet

Eine Wissenschaftlerin und zehnte Wissenschaftler sind als Preisträger im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für das Jahr 2006 ausgewählt worden, dem höchstdotierten deutschen Förderpreis. Sie können bis zu 1,55 Millionen Euro in einem Zeitraum von fünf Jahren flexibel für ihre Forschungsarbeiten einsetzen.

Der Chemiker **Prof. Dr. Matthias Beller** (43) vom Leibniz-Institut für Organische Katalyse an der Universität Rostock e.V. (775 000 Euro) beschäftigt sich mit der Katalyse. Dabei sucht er nach neuen Wegen für die Herstellung von verschiedensten chemischen Substanzen, wie etwa Wirkstoffe für Arzneimittel, Zusatzstoffe für Farben und Lebensmittelzwischenprodukte. Ziel seiner Forschungsarbeiten ist die Entwicklung von Katalyseverfahren, die ohne umweltbelastende Abfallprodukte auskommen und gleichzeitig kostengünstig sind. Dabei setzt er unter anderem auf die Verwendung von natürlich vorhandenen Stoffen wie Luft und Sauerstoff. Bellers Arbeiten sind vor allem für die chemische Industrie von großer Bedeutung.

Prof. Dr. Peter Wasserscheid (35) von der Universität Erlangen-Nürnberg (775 000 Euro) gilt als einer der Pioniere auf dem Gebiet der Erforschung und Entwicklung ionischer Flüssigkeiten. Wie herkömmliche Salze leiten ionische Flüssigkeiten elektrischen Strom, liegen aber bereits bei Raumtemperatur in flüssiger Form vor. Sie werden in chemischen Prozessen als Reaktionsmedien eingesetzt und gelten als besonders umweltfreundlich. Wasserscheid ist es unter anderem gelungen, halogenfreie ionische Flüssigkeiten zu entwickeln, bei denen es

erheblich weniger ökologische und arbeitsmedizinische Bedenken gibt als bei halogenhaltigen Systemen. Durch die Gründung der Firma Solvent Innovation GmbH hat Wasserscheid ionische Flüssigkeiten kommerziell verfügbar gemacht. Die von ihm entwickelten Systeme werden schon heute in großindustriellen Verfahren genutzt.

Prof. Dr. Ferenc Krausz (43) von der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching (1,55 Mio. Euro) gilt als der Begründer der „Atto Science“, einem Arbeitsgebiet, in dem man die ultraschnellen Bewegungen von Elektronen in Echtzeit beobachten kann. Gemeinsam mit deutschen und österreichischen Kollegen ist dem gebürtigen Ungar erstmals die Entwicklung eines Geräts gelungen, das atomare Prozesse mit bisher nicht möglicher Präzision messen kann. Diese Messungen liegen im Bereich von hundert Attosekunden: eine Attosekunde beträgt 0,000 000 000 000 001 Sekunden. Krausz' Forschungen bilden die Basis für neue Arbeitsgebiete, darunter die hochpräzise Materialbearbeitung und die hochauflösende Mikroskopie lebender Organismen.

Prof. Dr. Patrick Cramer (36) von der Ludwig-Maximilians-Universität München (1,55 Mio. Euro) gelang ein wissenschaftlicher Durchbruch mit der Entschlüsselung der dreidimensionalen Struktur der RNA-Polymerase II, eines der größten Enzyme im Zellkern. Dieses Enzym spielt eine zentrale Rolle bei der Transkription. Die Arbeiten des Strukturbiologen zielen langfristig darauf ab, die gesamte für die Biologie einer Zelle grundlegende Regulation der Transkription aufzuklären.

Prof. Dr. Marino Zerial (47) vom Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden (1,55 Mio. Euro) forscht über die molekularen Mechanismen bei Transportvorgängen in Zellen. Er hat mit seinen Arbeiten nicht nur einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis grundlegender zellulärer Prozesse geliefert, sondern auch einen Schlüssel zu Einsichten in verschiedenste Krankheiten, die von Virusinfektionen bis degenerativen Erkrankungen des Nervensystems reichen.

Prof. Dr. Peter Jonas (44) von der Universität Freiburg im Breisgau (1,55 Mio. Euro) beschäftigt sich mit den Mechanismen der Kommunikation zwischen Nervenzellen im Gehirn. Er hat entscheidend dazu beigetragen, das Zusammenspiel der verschiedenen an der Kommunikation beteiligten Membrankanäle und Transmitterstoffe zu erklären und im zeitlichen Ablauf darzustellen.

Der Mathematiker **Prof. Dr. Felix Otto** (39) von der Universität Bonn (1,55 Mio. Euro) analysiert Musterbildungsprozesse, die bei Modellen zur Beschreibung verschiedener physikalischer Phänomene auftreten und häufig eine mehrskalige Natur aufweisen. Konkret beschäftigt er sich mit dem Mikromagnetismus, der vor allem bei der Entwicklung von neuen Speichertechnologien eine zentrale Rolle spielt.

Prof. Dr. Klaus Mezger (47) von der Universität Münster (1,55 Mio. Euro) hat Methoden entwickelt, mit denen sich das Alter von Gesteinen und damit der Erde und anderer Planeten wesentlich genauer bestimmen lässt, als dies bisher möglich war.

Prof. Dr. Thomas Mussweiler (36) von der Universität zu Köln (1,55 Mio. Euro) beschäftigt sich mit der Frage, welche Rolle

Vergleichsprozesse bei menschlichen Urteilen und Entscheidungen spielen.

Prof. Dr. Dominik Perler (40) von der Humboldt-Universität zu Berlin (1,55 Mio. Euro) hat in seinen Arbeiten zu Autoren, Denksystemen und Problemen der Philosophiegeschichte gezeigt, wie sich die Denktraditionen des christlich-abendländischen und des arabisch-islamischen Raumes wechselseitig beeinflusst haben.

Die Altertumswissenschaftlerin **Dr. Gyburg Radke** (30) von der Universität Marburg (1,55 Mio. Euro) beschäftigt sich mit nahezu allen Bereichen der griechischen Geistesgeschichte. Sie stellte ihre altertumswissenschaftlichen Forschungsprojekte in größere kulturgeschichtliche und hermeneutische Zusammenhänge.

Die feierliche Verleihung der Preise im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm für 2006 durch den Präsidenten der DFG, Professor Ernst-Ludwig Winnacker, findet am 8. Februar 2006 in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften in Berlin statt.

René Descartes-Forschungspreis

Die Europäische Kommission ehrte die erfolgreichsten transnationalen europäischen Forschungsprojekte dieses Jahres mit dem René Descartes-Forschungspreis. Jeweils 200 000 Euro gehen an insgesamt fünf Vorhaben. Max-Planck-Wissenschaftler sind wesentlich an den beiden Preisträger-Projekten „**PULSE** - Europäische Pulsar-Forschung“ (Max-Planck-Institut für Radioastronomie) und „**CECA** - Klima- und Umweltveränderungen in der Arktis“ (Max-Planck-Institut für Meteorologie) beteiligt. Weitere Preisträger sind die Projekte **EURO-PID** (Immunologie), **EXEL** (Materialforschung) und **ESS** (Sozialwissenschaften). Ein Novum 2005: Auch jene fünf Projekte, die in die Endausscheidung gekommen sind, werden mit jeweils 30 000 Euro geehrt. Darunter befindet sich mit dem

H.E.S.S.-Teleskope (High Energy Stereoscopic System) in Namibia ebenfalls ein Projekt mit Max-Planck-Beteiligung. Die feierliche Preisübergabe erfolgt bei der Royal Society in London.

René Descartes-Kommunikationspreis

Die Europäische Kommission vergibt seit 2004 auch den „Descartes Prize for Science Communication“. Damit soll das Interesse an der Wissenschaftsvermittlung gesteigert sowie die Qualität der Wissenschaftsvermittlung für die breite Öffentlichkeit verbessert werden. Der Descartes-Preis wird auf fünf Preisträger aufgeteilt und ist insgesamt mit 250 000 Euro dotiert. Dieses Jahr wird in der Kategorie „Innovationen in der Wissenschaftsvermittlung“ die **Tübinger Kinder-Uni** ausgezeichnet. Die Kinder-Uni geht auf eine Idee von Ulla Steuernagel und Ulrich Janßen, beide Redakteure beim Schwäbischen Tagblatt in Tübingen, zurück. Sie wurde 2002 als erste Kinder-Uni in Deutschland gegründet und ist ein Gemeinschaftsprojekt der Eberhard Karls Universität Tübingen und des Schwäbischen Tagblatts. In den Vorlesungen der Kinder-Uni beantwortet jeweils ein Professor eine Frage aus seinem Forschungsgebiet, zum Beispiel „Warum speien Vulkane Feuer?“ oder „Warum fallen die Sterne nicht vom Himmel?“. Die Veranstaltungen richten sich an Kinder zwischen acht und zwölf Jahren. Die Kinder-Uni entwickelte sich zu einem Erfolgsmodell, das mit rund 70 ähnlichen Initiativen Nachahmer in mehreren europäischen Ländern gefunden hat.

Weiterhin erhalten auch der schwedische Wissenschaftler C. J. Sundberg, die dänische Astrophysikerin A. C. Andersen, der belgische TV-Journalist J. Van Hemelrijck sowie B. Bryson aus Großbritannien, Autor des Buches „A short history of Nearly Everything“, den Preis.

Trendbarometer Förderungen

- Die **DFG** hat mehrere Mio Euro für die Anschaffung eines **850 MHz Festkörper NMR-Spektrometers** bewilligt. Es wird im Frankfurter Zentrum für Biomolekulare Magnetische Resonanz des Fachbereichs Biochemie, Chemie und Pharmazie installiert und ab 2007 betrieben. Es dient überwiegend der Forschung an Membranproteinen, speziell der Erforschung der Arbeitsweise bakterieller Multidrug-Transporter.
- Die Augsburger Teilprojekte des SFB 486 „**Manipulation von Materie auf der Nanometerskala**“ sind für weitere vier Jahre gesichert. Von den 8,3 Mio Euro, die die **DFG** für die Fortführung dieses im Jahr 2000 eingerichteten SFB bewilligt hat, entfallen 0,8 Millionen Euro auf zwei Projekte am Lehrstuhl für Physik der Universität. Im SFB 486 erforschen Physiker, Chemiker, Biophysiker und Biochemiker in einem Verbund von 19 Teilprojekten die elektro-mechanische und elektro-optische Steuerung von nanoskopischen Systemen.
- Im Rahmen eines internationalen Konsortialprojektes soll eine **Datenbank zur Simulation von Materialeigenschaften** entwickelt werden. Mit 2,7 Mio Euro vom britischen Department of Trade and Industry gefördert, ist das Center for Scientific Computing des Frankfurter Instituts für Mineralogie für die Berechnungen von Strukturen und Eigenschaften verantwortlich. Weitere Beteiligte sind die University of Cambridge (UK), das Council for the Central Laboratory of the Research Councils Daresbury und die Unternehmen IBM und Accelrys, UK.
- An der Philipps-Universität Marburg wurde der Grundstein für den Bau eines **Labors der höchsten Sicherheitsstufe** gelegt (S4). Ab 2007 lassen sich dort Untersuchungen an den Erregern von Ebola, Sars und Vogelgrippe durchführen. Die Kosten für das Labor und weitere Baumaßnahmen im Universitäts-Klinikum belaufen sich auf rund 160 Mio Euro, die vom **Land Hessen und dem Bund** finanziert werden.
- Die **DFG** hat mit 6,9 Mio Euro an der Universität Bonn den neuen SFB „**Molekulare Mechanismen und chemische Modulation der lokalen Immunregulation**“ bewilligt. Darin untersuchen Mediziner, Biologen, Chemiker und Chemie-Informatiker Mechanismen der Autoimmunität.
- Ein internationales Konsortium von Neurobiologen unter der Leitung des Göttinger Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie hat den Zuschlag für ein europäisches Großprojekt der **Hirnforschung** bekommen. „EUSynapse“ wird knapp 4 Mio Euro **EU-Forschungsgelder** nach Deutschland bringen. Die Gesamtförderung beträgt 8 Mio Euro.
- Der Bereich Herz- und Kreislauf-Forschung an der Universität Würzburg wird durch den neuen interdisziplinären SFB „**Mechanismen und Bildgebung von Zell-Zell-Wechselwirkungen im kardiovaskulären System**“ weiter gefördert. Ab 2006 erhält die Universität 1,7 Millionen Euro pro Jahr von die **DFG**.

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

• **Das Medulloblastom** ist ein bösartiger Hirntumor bei Kindern. Ein Molekül namens CDK6 ist dabei oft charakteristisch verändert. Wie Heidelberger Molekulargenetiker vom Deutschen Krebsforschungszentrum herausfanden, ist eine erhöhte Genkopienzahl mit einer Überproduktion von CDK6 und einem ungünstigen Krankheitsverlauf verbunden. Das Gen auf dem Chromosom 7 hat offenbar eine Schlüsselrolle in Signalwegen, die Wachstum und Differenzierung von Zellen des Medulloblastoms und anderer Tumoren beeinflussen. Darüber hinaus lässt sich das Genprodukt gut mit immunologischen Verfahren nachweisen.

• **Brustkrebstumoren** enthalten ein bislang unbekanntes Protein mit dem Namen LASP („LIM and SH3 Domain Protein“), das für die Metastasierung wichtig zu sein scheint. Forscher der Universität Würzburg testen derzeit, unterstützt von der Deutschen Krebshilfe, in einer mehrjährigen Studie die tatsächliche Funktion von LASP und seine mögliche Eignung als Marker für die Metastasierungstendenz.

• **Wie Hepatitis C-Viren** Lebertumoren verursachen, ist nicht eindeutig geklärt. Wissenschaftler aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum und der Medizinischen Fakultät der Universität Mainz fanden heraus, dass sich das Core-Protein der Viren mit dem Eiweiß PML-IV verbindet und es damit in seiner Funktion hemmt. PML-IV spielt eine wichtige Rolle beim programmierten Zelltod. Das hat zur Folge, dass alte und defekte Zellen nicht mehr absterben, sich ungehemmt weiter teilen und einen Tumor bilden können.

• **Glioblastome** gehören zu den häufigsten und bösartigsten Gehirntumoren. Wissenschaftlern der Ludwig-Maximilians-Universität München, und Kollegen testeten im Mausversuch den „Epidermal Growth Factor Receptor“, kurz EGFR, der von gesunden Gliazellen nur wenig produziert wird, bei malignen Zellen aber in großer Zahl auf der Oberfläche vorkommt. Er ist die zelluläre Bindestelle des Wachstumsfaktors EGF. Die Forscher hängten an EGF ein synthetisch hergestelltes, doppelsträngiges RNA-Molekül, das bei Zellen ein Signal für eine virale Infektion ist und deshalb den programmierten Zelltod auslöste. Die Tumoren bildeten sich komplett zurück, ohne dass schädliche Nebenwirkungen bei gesunden Zellen auftraten.

• **Zelluläre Kommunikationssysteme** steuern Zellteilung, Wachstumsstopp und die Spezialisierung auf bestimmte Aufgaben. Der Wnt-Signalweg, der die Embryonalentwicklung steuert, aber auch bei der Tumorentstehung eine Rolle spielt, wurde von Wissenschaftlern des Deutschen Krebsforschungszentrums im Einzelnen erforscht. Rund 20 verschiedene Vertreter der Wnt-Proteinfamilie starten eine Signalkaskade, die Befehle von Rezeptoren auf der Zellmembran über das Zytoplasma bis in den Zellkern weiterleiten. Das Enzym Casein Kinase 1gamma (CK1gamma) ist dabei unerlässlich.

Vorauswahl mit Absorptions-Spektroskopie Kosmetikstoff gegen Tuberkulose

In Kosmetikprodukten ist der Stoff schon im Einsatz, jetzt fand man seine Eignung als Tuberkulosemittel. Aus Gründen der Patentierung wird es noch geheim gehalten.

Die Forscher um Dr. Jens Peter von Kries des Leibniz-Instituts für Molekulare Pharmakologie (FMP) identifizierten eine Substanz, die das Wachstum von Tuberkulosebakterien hemmt. Erste Tests am Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie belegten die Wirksamkeit in lebenden menschlichen Wirtszellen. Demnach greift die entdeckte Substanz die Tuberkulose-Erreger ausgerechnet in Fresszellen des Immunsystems an. Diese Zellen stellen die primäre Abwehrfront gegen bakterielle Eindringlinge im menschlichen Organismus dar. In diesen Makrophagen wachsen die Krankheitskeime und blockieren zugleich die Fresszellen, um unerkannt zu bleiben.

Derzeit läuft ein Patentsicherungsverfahren, mit dem die Entdeckung geschützt werden soll. Es soll sich um einen Stoff handeln, der bereits für andere Zwecke klinisch getestet wurde. Tagtäglich kämen Menschen über Kosmetikprodukte mit der Substanz in Berührung, so die FMP-Forscher.

Sie haben vor mehr als einem Jahr ein Screening-Labor am FMP aufgebaut – und sind damit auch an dem vom Bundesforschungsministerium geförderten Tuberkulose-Projekt beteiligt.

Eine Screeningmethode dort nutzt die Absorptions-Spektroskopie. Mit diesem Verfahren vergleichen die Forscher Kennlinien von Substanzen mit Referenz-Kennlinien, die von bereits bekannten Wirkstoffen stammen. Aus einer Substanzbibliothek von rund zwanzigtausend Stoffen erzielte man auf diese Weise sechzehn oder siebzehn Treffer. „Vier habe ich dann ausgewählt, sozusagen per Hand, und zum Testen an die Kollegen

aus dem Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie gegeben“, berichtet von Kries. Und eine davon war tatsächlich wirksam gegen die Tuberkulose-Bakterien.

Die systematische Suche hatte sich auf einen ganz bestimmten grundlegenden Wirkmechanismus in Zellen konzentriert. „Es geht um die Signalübertragung von außen in die Zelle und weiter in den Zellkern“, erläutert von Kries. Es gibt nun bereits bekannte Substanzen, die in diese Signalkaskade eingreifen und die Übertragung stoppen können. Zwei dieser Substanzen nahm man als Referenzmaterial und verglich per Absorptions-Spektroskopie deren Kennlinien mit all den anderen Stoffen aus der Substanzbibliothek. Auch künftige Screenings sollen gezielt die Signalübertragung und beteiligte Enzyme ins Visier nehmen.

Hierfür verfügt die Screening Unit am FMP seit kurzem über ein neues Gerät der Firma Caliper Life Sciences GmbH aus Rüsselsheim. Es handelt sich um ein vollautomatisches Screening-System, das bis zu 30 000 Proben am Tag untersuchen kann. Neben dem hohen Durchsatz gibt es einen weiteren Vorteil: Mit dem Roboter von Caliper untersuchen die Forscher Enzyme auf einem Substrat, das der natürlichen Umgebung der Zelle sehr ähnelt. Die Ergebnisse seien dadurch viel genauer. Man hofft, dass mit der neuen Technik auch schwach wirksame Substanzen identifiziert werden können, die bei herkömmlichen Screening-Verfahren unentdeckt bleiben würden. Auf diese Weise könne man neue Wirkstoffklassen finden und Pharmaunternehmen zur Entwicklung womöglich verträglicherer Arzneien anbieten.

Das FMP ist nach Institutsangaben zur Zeit das erste Forschungsinstitut weltweit, das diese moderne Lab-on-a-Chip-Technologie einsetzt.

„Berge der Schöpfung“

Für Sterne und organische Materie

„**B**erge der Schöpfung“ (Mountains of Creation) nennen Wissenschaftler des Spitzer Space Teleskops den Himmelsausschnitt, den das Titelbild zeigt.

Damit weist man schon auf die Abläufe in der etwa 7000 Lichtjahre entfernten Region im Sternbild Cassiopeia hin: Hunderte von Sternen befinden sich in dem etwa 50 Lichtjahre großen Raumausschnitt in Entstehung (gelb/weiß), die wahrscheinlich von der Strahlung eines Initiator-Sterns ausgelöst wurde, zehnmal so groß wie die Sonne. Die blauen Sterne in den Spitzen der „Berge der Schöpfung“ hingegen sind wohl so alt wie der Initiator-Stern, der selbst nicht

im Bild zu sehen ist. Von einigen helleren Sternen unterhalb des mittleren Gipfels kennt man noch keine Entstehungstheorie. Einige hellblaue Punkte sind Sterne weit vor dem abgebildeten Nebel, gehören nicht dazu.

Die rote Farbe des Bildes repräsentiert die Anwesenheit von organischen Molekülen, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen. Diese können auch als Bausteine des Lebens dienen. Man findet sie oft in Sterne bildenden Nebeln aus Gas und Staub. Die Wolken werden von den jungen Sternen beleuchtet und emittieren dann infrarotes Licht. Das Bild ist aus vier Infrarot-Anteilen zusammengesetzt; die aufgenommenen Wellenlängen waren 3,6 Mikrometer (umgesetzt als blau), 4,5 Mikrometer (umgesetzt als grün), 5,8 Mikrometer (umgesetzt als orange) und 8,0 Mikrometer (umgesetzt als rot). Schaut man sich dieselbe Sternenregion im sichtbaren Bereich an, erkennt man kaum noch die Bergspitzen.

Das Bild links (Titelbild) wurde in vier Infrarot-Wellenlängen aufgenommen. In derselben Sternenregion sieht man im sichtbaren Licht den Nebel kaum (unten; Bilder: NASA/JPL-Caltech/L. Allen).



Proteine, Gene und Hormone

Bei der Parkinson-Krankheit sterben Dopamin-produzierende Nervenzellen in der Substantia nigra, einer Region des Mittelhirns, die an der Koordination unserer Bewegungen beteiligt ist, ab. Wissenschaftler des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) zeigten, dass es durch die gestörte Funktion der Mitochondrien dieser Zellen zu einem Mangel an ATP kommt. Liegt zu wenig ATP vor, öffnen sich die Kalium-Kanäle in der Zellwand der Nervenzellen. Dieser Vorgang stoppt die elektrische Aktivität der dopaminergen Zellen. Sie sterben daraufhin ab.

Das Vitamin Nikotinsäure kann Herzinfarkt und Schlaganfall durch Fettstoffwechsel-Regulierung vorbeugen, führt aber auch zum „Flushing“, das heißt Rötung von Gesicht und Oberkörper. Wissenschaftler des Pharmakologischen Instituts am Universitätsklinikum Heidelberg haben gezeigt, dass Nikotinsäure an einen Rezeptor bindet, um seine Wirkung zu entfalten. Fehlt das Rezeptorprotein, bleibt das Flushing aus. Der Nikotinsäure-Rezeptor stimuliert Immunzellen in der Haut, die Prostaglandine bilden. Diese wiederum erweitern über die Bindung an Prostaglandin-Rezeptoren die Blutgefäße in der Haut. Werden diese gehemmt, kann die unerwünschte Wirkung von Nikotinsäure unterdrückt werden, während die erwünschte Wirkung auf den Fettstoffwechsel erhalten bleibt.

Diabetes entsteht oft durch Übergewicht. Dabei funktioniert der Insulin/Leptin Regelkreis nicht mehr ordnungsgemäß. Forscher von der Universität Würzburg haben mit Kollegen aus Kanada gezeigt, dass unter dem Einfluss von Leptin in den insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse vermehrt das Protein SOCS3 produziert wird, das die Aktivierung des Insulins und damit die Insulinbildung unterdrückt. Übergewichtige Menschen produzieren zuviel Leptin.

Tuberkulose, verursacht von *Mycobacterium tuberculosis*, fordert jedes Jahr weltweit etwa zwei Millionen Todesopfer. Wissenschaftler der University of Texas identifizierten das Gen für ein Protein namens MCP-1, das eine Schlüsselrolle bei der Anfälligkeit für die Krankheit spielt. Die MCP-1-Variante, die bei den Erkrankten fünfmal so häufig war wie bei der gesunden Kontrollgruppe, unterscheidet sich von der unveränderten Variante um lediglich einen einzigen Baustein. Dies führt dazu, dass ein wichtiges Signalmolekül in der Abwehrkaskade blockiert wird, die Krankheit bricht eher aus.

Die Entwicklung des Herzmuskels im Embryo wird entscheidend von dem Protein SPARC mitbestimmt. Forscher an der Medizinischen Universität Wien zeigten, dass SPARC am Anfang einer Signalkaskade steht und auf die Aktivität der als *bmp2* und *nkx2.5* bezeichneten Gene verstärkend einwirkt. Mit diesen Ergebnissen könnten in Zukunft Herzmuskelzellen zur Stärkung erkrankter und geschwächter Patientenherzen zur Verfügung stehen.

Calcium, Zink, Strontium oder Blei in Knochen Hochauflösende 3D-Analytik mit Synchrotron

Wissenschaftlern der Technischen Universität (TU) Wien ist es gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem nicht nur Blei in Knochen nachgewiesen werden kann, sondern auch, wo es sich im Knochen befindet.

Was für viele gelegentlich zum Glück nur im übertragenen Sinn gilt – bleierne, müde Knochen zu haben, bedeutet für manche Berufsgruppen wie Schweißer, Lötter und Batteriearbeiter bitteren Ernst. An der TU Wien ist es nun dank einer speziellen röntgenanalytischen Methode gelungen, nicht nur die Struktur der Knochen, sondern auch die Verteilung wichtiger Elemente wie Calcium, Zink, Strontium oder Blei im Knochen zu zeigen – und das in drei Dimensionen.

Den Stein ins Rollen gebracht hat 2001 ein Mediziner des Allgemeinen Krankenhauses (AKH) in Wien. Prof. Dr. Wolf Osterode, gelernter Physiker und Arbeitsmediziner, wollte von den Physikern wissen, ob es möglich ist, Blei in Knochen nachzuweisen. Er stellte die Frage Prof. Dr. Peter Wobrauschek am Atominstitut der österreichischen Universitäten.

Die vorerst eher lapidare Antwort war: „Wir probieren es aus.“ Die eingehende Untersuchung der Proben hat Erfreuliches zu Tage gefördert: Man konnte Blei im Knochen nachweisen.

Personen, die Blei im Körper haben, sind hoch gefährdet. Einmal im Gehirn, löst es neurologische Störungen aus. Dazu kommt, dass Blei im Körper unterschiedlich lange braucht, bis es „abgebaut“ ist. Die biologische Halbwertszeit von Blei, d.h. die Zeit zwischen Aufnahme und Abgabe, beträgt im Blut einen knappen Monat, im Knochen hingegen zwischen 10 und 20 Jahren! Knochen sind „kumulative Bleidosimeter“. Die Einlagerung von Blei in Knochen wäre möglicherweise nicht so dramatisch, wenn es dort bleiben würde; tut es aber nicht. In metabolisch aktiven Phasen wie z. B. Schwangerschaft, Schilddrüsenerkrankung oder generell bei erhöhtem Stoffwechsel, gelangt Blei aus den Knochen in den Blutkreislauf und startet dort seine gesundheitsschädigende Wirkung.

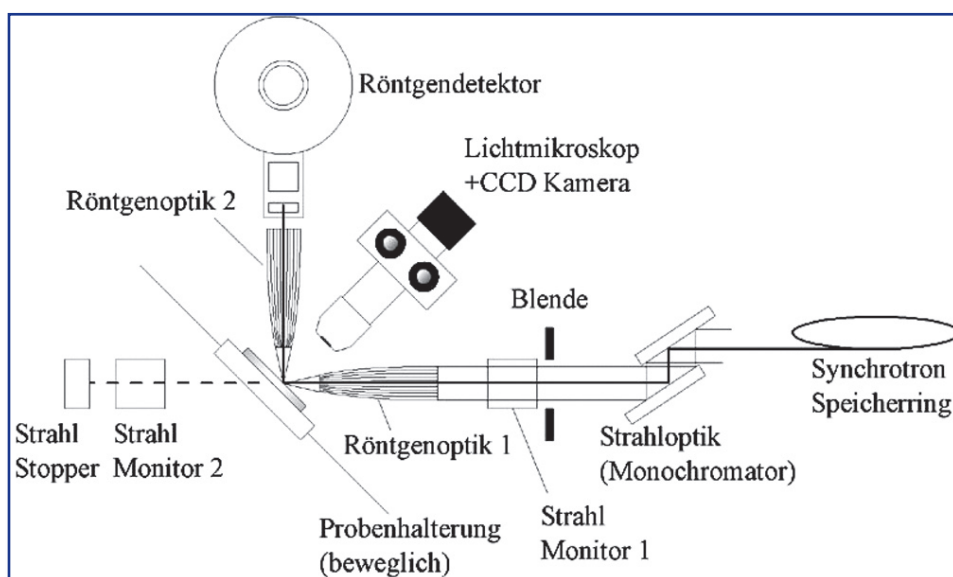
Es werden 90 bis 95 Prozent des Bleis im Knochen akkumuliert. Erfolg einer Analyse der Knochen auf

Blei brachte die Mikroanalyse mit Synchrotronstrahlung. Es konnte nachgewiesen werden, dass Blei in der äußersten Knochenschicht akkumuliert wird. Dazu der Projektleiter Peter Wobrauschek: „Die Tür wurde mit der Synchrotronstrahlung aufgestoßen. Sie liefert extrem lokale Auflösung plus Tiefeninformation.“ Damit konnte die Verteilung von Calcium, Zink, Strontium, und Blei im Knochen nachgewiesen werden.

Jetzt ist es auch geplant, in vivo Messungen ab 2006 verstärkt im AKH an beruflich bleiexponierten Menschen durchzuführen. Die neue Entwicklung bedeutet für Untersuchungen in der Klinik: Es kann ein Verfahren mit niederenergetischer Strahlung verwendet werden. Die großen Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Methoden, die allesamt mit radioaktiven Quellen arbeiten: das Verfahren ist in der Handhabung einfacher. Außerdem ist es wesentlich kleiner und gibt nur Strahlung ab, wenn es in Betrieb ist.

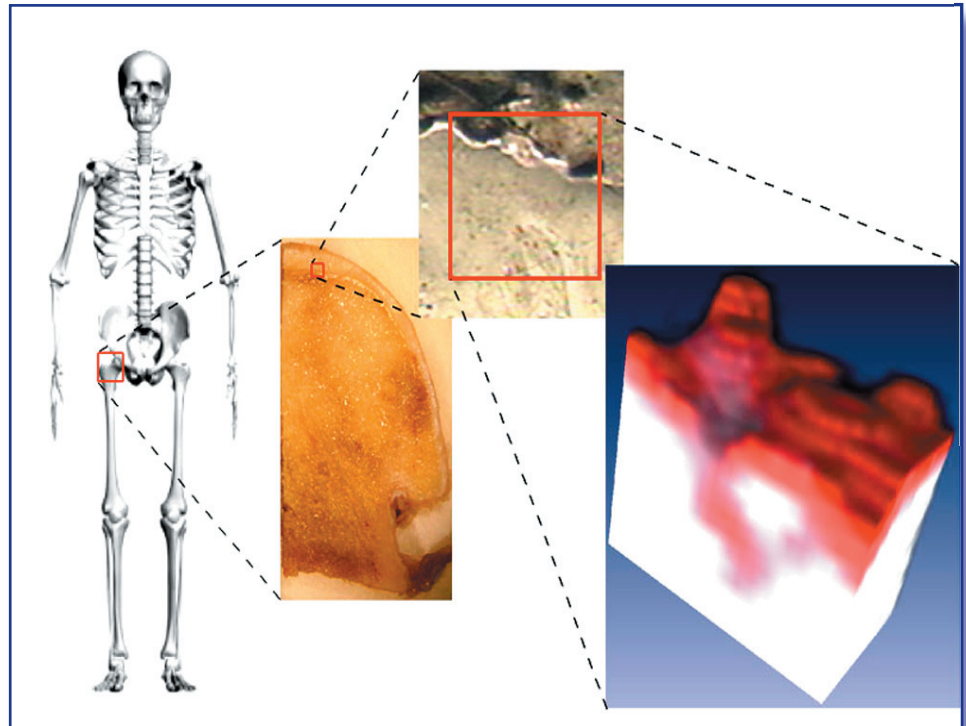
Um Schwierigkeiten bei der Interpretation der Ergebnisse, deren Ursache in der unregelmäßigen Struktur der Knochen zu sehen ist, auszuräumen, setzte das Forscherteam auf weitere wissenschaftliche Tricks: die Verwendung einer tiefe aufgelösten Messmethode, genannt konfokale Mikroanalytik. Die Verwendung zweier Röntgenoptiken (Polykapillaroptiken) – eine im Strahlengang des Synchrotrons, die zweite vor dem Röntgendetektor – ermöglicht die Aufnahme des Messsignals aus einem wohldefinierten Volumenelement, dessen Abmessungen im Mikrometerbereich (20 x 20 x 20 Mikrometer) liegen. Wird damit die Elementverteilung in verschiedenen Tiefen der Probe bestimmt und die Schichtinformation anschließend aneinandergereiht, gelingt der Schritt von zwei Dimensionen in die dritte Dimension.

Typischer Aufbau eines konfokalen Messaufbaus am Synchrotron (Abbildungen: TU Wien/Zoeger).



Der große Vorteil der konfokalen Methode liegt darin begründet, dass man die einzelnen Knochen-schichten zusammensetzt und eine Volumsinformation erhält.

Nützt man die durch den konfokalen Aufbau verbesserte örtliche Auflösung aus, um Röntgenpho-tonen ausschließlich aus der ersten Schicht des Knochens zu erfassen, ergeben sich daraus weitere Vor-teile. Die neugewonnenen Informati-onen passen genau zu den mit dem Elektronenmikroskop bestimmten histologischen Eigenschaften des Knochens. Dies erlaubte den For-schern unlängst die Anlagerung von Blei an metabolisch aktiven Zonen in menschlichen Hüftknorpeln nachzuweisen. Da diese Regionen im Krankheitsbild entstehender Osteoarthritis (Degeneration des Gelenkknorpelgewebes) eine erhebliche Rolle spielen, ist ein Zusammenhang zwischen Blei und Erkrankungen des Knorpels keines-falls auszuschließen und ist Gegen-stand weiterer Untersuchungen.



Der Weg vom Knochen zur Elementverteilung, v.l.n.r.: das menschliche Skelett, ein chirurgisch entfernter Teil eines Hüftkopfes, eine Lichtmikroskop-Aufnahme der eingebetteten Probe inklusive der analysierten Fläche, die 3D-Rekonstruktion der Elementverteilung. Bei den weißen Teilen handelt es sich um die kalzifizierten Teile der Probe, bei den roten um die Bleiverteilung im Knochen.

Bisher kaum behandelbar: Einsprießen von Gefäßen in Cornea Krebsmedikament gegen Hornhautkrankheit

Normalerweise ist die Cornea, die Hornhaut des Auges, frei von Blut- und Lymphgefäßen. Entzündungen, Verletzungen oder der Gebrauch von Kontaktlinsen können es mit sich bringen, dass Gefäße in die Augenhornhaut einsprossen (Neovaskularisation). Jetzt geht eine Behandlung dagegen in den klinischen Test.

Eingesprossene, flüssigkeitsführenden Kanäle lassen das Licht nicht mehr ungehindert eindringen. Wenn das Geflecht groß genug ist, kann es sogar zur Erblindung kommen. Meist kann nicht einmal eine Hornhauttransplantation mehr helfen, denn eine Neovaskularisation der verschlechtert die Prognose für einen solchen Eingriff dramatisch.

Unterstützung für die Augenheil-kunde kommt neuerdings aus einem anderen medizinischen Fachgebiet: der Onkologie. Die Erforschung von

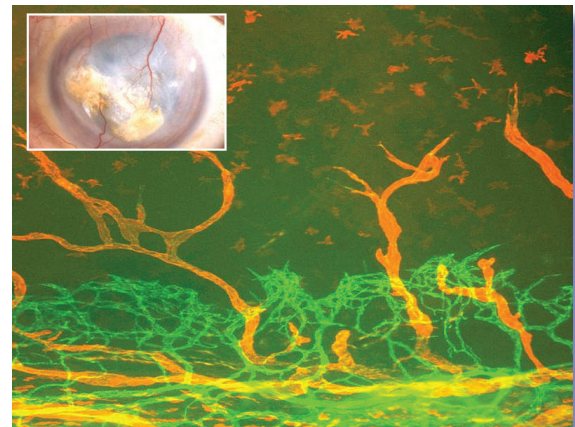
Kreberkrankungen ergründet die Bedingungen für unkontrolliertes Zellwachstum, auch für das Wachstum von Gefäßzellen (Angiogenese). Inzwischen wird eine Vielzahl von Medikamenten, die das Gefäßwachstum hemmen sollen, bei Krebspati-enten erprobt.

Die französische Pharmafirma Labo-ratoires CTRS stellt nun zum ersten Mal ein derartiges Präparat in Form von Augentropfen zur Verfügung. Das Medikament „GS-101“ hat in Tierversuchen überzeugt. Erste klini-sche Studien an gesunden Probanden ergaben eine gute Verträglichkeit am Auge. Das Pharmazeutikum blockiert wachstumsfördernde Signale in den Zellen, indem es das Ablesen der ent-sprechenden genetischen Informati-on unterdrückt.

Die Augenklinik des Universitäts- klinikums Erlangen fungiert als Stu-dienzentrum der nun europaweiten

klinischen Überprüfung eines Medi-kaments, das dieses unerwünschte Gefäßwachstum einzudämmen ver-spricht. In Deutschland sind dane-ben noch die Kliniken in Essen und Schwerin beteiligt.

Ausschnitt aus einem Hornhautpräparat mit Blutgefäßen (grün) und Lymphgefäßen (rot gefärbt). Aus undichten Gefäßen treten Blutfette aus, die die Hornhaut noch weiter eintrüben (kleines Bild; Abbildungen: Augenklinik Erlangen).



Ein großes Produktportfolio für Aufgaben der Dosierung

Die Anwendung Dosieren ist stets in den gesamten zu beherrschenden Prozess eingebettet. Dem übergreifend-systemischen Charakter wird ProMinent gerecht. Das Angebotsportfolio von Dosiersystemen reicht von einfachen Dosierstationen über plattenmontierte Standardsysteme bis zu anwendungs- und kundenspezifisch konzipierten, betriebsfertigen Systemen. Aus diesem Spektrum findet jeder potenzielle Nutzer die optimale Dosierlösung – so der Anspruch des Herstellers.

Unter dem Namen „Dulcodos“ bietet das Heidelberger Unternehmen ProMinent eine komplette Produktfamilie von Dosiersystemen. Sie gliedert sich hierarchisch nach dem Individualisierungsgrad und der Lieferzeit.

Ist nur ein flüssiges Additiv mengen genau und kontrolliert zu dosieren, so sind Standardsysteme meist die angemessene und wirtschaftlich günstigste Option. Zur Wahl stehen Behälter-Dosierstationen „Dulcodos Eco“ und auf Platte montierte Dosieranlagen „Dulcodos Panel“. Der Kunde nennt die Eckdaten bei der Bestellung und erhält das anschlussfertige Dosiersystem inklusive Funktionsgarantie.

Für typische Anwendungen stehen maßgeschneiderte Systeme bereit. „Dulcodos Hydrazin“-Anlagen wurden speziell für die Hydrazin-Zufuhr in Dampfkreisläufe zwecks Korrosions-



schutz entwickelt, „Dulcodos PPLA“ zum Aufsprühen von flüssigen Additiven auf pelletierte Tiernahrung, und „Dulcodos Pool“ bildet die Komplettlösung zur Schwimmbadwasserbehandlung.

Sowohl Standard- als auch anwen-

dungsspezifische Systeme sind modular aufgebaut. So bleibt trotz aller Standardisierungs-Vorteile ausreichende Flexibilität für das Anpassen an die jeweilige Kundenanforderung. Der minimale Installationsaufwand dieser „Plug&Play“-Lösung kommt dem Anwender direkt und sofort zugute.

Eine dritte Möglichkeit ist die auf den individuellen Kundenwunsch zugeschnittene Lösung. Das Leistungsangebot reicht von der Beratung und Konzeption über Anlagenbau und -lieferung, Installation und Inbetriebnahme bis zum Wartungsservice. Die Hauptnutzen für den Anwender: Konzentration auf die eigene Kernkompetenz, Einsparung von Personal-, Planungs- und Verwaltungsaufwand.



ProMinent
69123 Heidelberg
Tel. 06221 842 209
Fax 06221 842 432
www.prominent.de

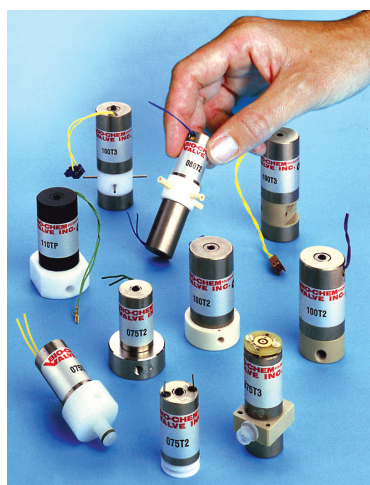
Individuelle Komponentenlösungen

Im Rahmen ihres Quick-Change Customization-Service bieten die Flow-Control-Spezialisten von Bio-Chem Valve/Omnifit den Herstellern wissenschaftlicher und medizinischer Instrumente individuelle Komponentenlösungen an. Die beiden Unternehmen modifizieren bereits vorhandene bewährte Komponenten wie zum Beispiel Miniaturabsperrventile, Verbindungsstücke und Baugruppen mit den ihnen zur Verfügung stehenden Spezialwerkzeugen, um den spezifischen Design-, Leistungs- und Anwendungszielen gerecht zu werden. Diese Ferti-

gungsmethode ermöglicht sehr kurze Lieferfristen.

Bio-Chem Valve und Omnifit können eine fast unbegrenzte Auswahl an Anschlüssen, Anschlussgewinden, Öffnungen und speziellen Konstruktionswerkstoffen anbieten. Der Service ist kostengünstig und schnell, der Entwicklungsaufwand für Komponenten, Entwicklungszeiten und Leistungsrisiken ist klein.

Für Anwendungen von Originalherstellern können Bio-Chem Valve und Omnifit auch eine kundenspezifische Komplettlösung entwerfen, konstruieren und fertigen. Zusätzlich bietet das Unternehmen maßgeschneiderte Ventil- und Pumpenbaugruppen, Verteilersysteme sowie PC-Kartenanschlüsse an, mit denen Hersteller ihr Materialmanagement und Montagezeiten „streamlinen“ können. Alle Produkte werden vor dem Versand getestet.



Omnifit Ltd
Cambridge, CB1 3HD, England
Tel +44 1223 416642
Fax +44 1223 416787
www.omnifit.com

**Produktinformationen
informieren aktuell,
detailliert und
kostengünstig.
Informationen unter
[www.clb.de/
PDFs/
CLBmedia2006web.
pdf](http://www.clb.de/PDFs/CLBmedia2006web.pdf)**

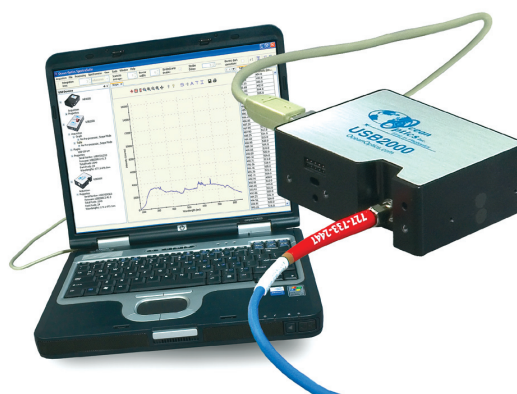
Fortschrittliche Plattform für Spektroskopie-Software

Mit SpectraSuite hat die Firma Ocean Optics eine modulare, auf Java basierende Software-Plattform auf den Markt gebracht, die unter Windows, Mac und Linux läuft. SpectraSuite kann mehrere USB-Spektrometer und Geräte von Ocean Optics sowie USB-Instrumente anderer Hersteller (mit den entsprechenden Treibern) steuern. Alle optischen und funktionalen Aspekte der Benutzeroberfläche können an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Benutzer können beispielsweise eine proprietäre Benutzeroberfläche/Funktionalität oder Kalkulationsmodule erstellen und experimentelle Routinen automatisieren, indem sie Module hinzufügen oder vorhandene Module löschen.

SpectraSuite stellt die Spektren in grafischer und numerischer Form dar. Eine weitere Funktion ist die Erfassung episodischer Daten, zum Beispiel für eine bestimmte Anzahl von Scans oder für ein spezifisches Intervall. Die erfassten Daten werden mit einer Geschwindigkeit von bis zu einem Scan pro Millisekunde gespeichert.

Die Software erfüllt 21 CFR Part 11, da in einer verschlüsselten Binärdatei der vollständige Ablauf sämtlicher Verarbeitungsschritte verfolgt wird. SpectraSuite wird als Plattform für alle zukünftigen Softwareentwicklungen von Ocean Optics verwendet. Die Anwendungen des Unternehmens werden bis spätestens 2006 auf die SpectraSuite-Plattform übertragen.

Ocean Optics B.V.
6921 EW Duiven, Niederlande
Tel +31 26 319 05 00
Fax +31 26 319 05 00
www.oceanoptics.com



Neue Testkits für humane microRNA



Applied Biosystems hat seinen neuen TaqMan-MicroRNA Assay für die Detektion und Quantifizierung der Expressionslevel reifer humaner microRNA (miRNA) auf den Markt gebracht. miRNAs, eine neue Klasse kleiner RNA Moleküle, repräsentieren alle Vorgänge der post-transkriptionalen Gen-Regulation, und werden bis heute noch nicht ganz verstanden.

Die neuen Testkits eliminieren einige

der experimentellen Schwierigkeiten bei der Analyse, und können daher die Forschung in Bereichen wie Krebs, Stammzellforschung und Entwicklungsbiologie fördern. Der einfache zwei-Stufen Test enthält standardisierte TaqMan Reagenzien und die stem-loop reverse transcriptase assay-Technologie von Applied Biosystems. Anders als bei herkömmlichen Tests, kann zwischen reifer miRNA und deren Vorstu-

fen unterschieden werden. Es werden nur sehr kleine Mengen RNA (1-10 Nanogramm) benötigt.

Die Testkits können sowohl für ein breites orientierendes Screening als auch für die weitergehende Quantifizierung der Expressionslevel spezifischer miRNAs verwendet werden. Das System besteht aus einem Set von 157 humanen Assays mit drei nicht-Vertebraten-Negativkontrollen und ein individuell erhältlicher miR-16 Assay. Künftig soll das System um weitere Spezies erweitert werden.

Applied Biosystems
 Warrington, WA3 7QH, UK
 Tel +44 (0) 1925 825650
 Fax +44 (0) 1925 282502
<http://europe.appliedbiosystems.com>

Entfernung von Metallkatalysator-Spezies aus organischen Lösungen

Polymer Laboratories (PL) hat eine neue SPE-Produktreihe zur effektiven Entfernung von Metallspezies aus organischen Lösungen auf den Markt gebracht.

Als Teil der PLs StratoSpheres-Produktpalette basiert die Metall-Scavenger-Reihe auf funktionalisierten polymeren SPE-Materialien, die geladene und ungeladene Metallspezies aus einer Vielzahl organischer Lösungsmittel und analytischer Mischungen entfernen können.

Die neuen Produkte umfassen PL-Urea MP-SPE, PL-Thiourea MP-SPE und PL-Guanidin MP-SPE, sowie das unlängst vorgestellte PL-Thiol MP-SPE-Produkt.

Nach nur einem Durchlauf durch die

SPE-Einheit, können Metalle wie Platin, Palladium, Zinn, Blei und Ruthenium bis in den Spuren- oder sogar Nullbereich reduziert werden.

Sind die abgeschiedenen Metallspezies stark gefärbt, ist die SPE-Einheit in den meisten Fällen selbstanzeigend, und zeigt dem Anwender, wann sich die Kapazität erschöpft hat.

Diese Produktreihe basiert auf einem monodispersen, makroporösem SPE-Material mit, im Vergleich zu konventionell funktionalisiertem Silica-SPE-Material, höherer Beladungsmöglichkeit. PLs StratoSpheres SPE-Produkte sind mit allen polaren und unpolaren, protischen und aprotischen Lösungsmitteln kompatibel und von pH 1-14 einsetzbar.

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



Roth GmbH + Co. KG

Postfach 10 01 21
D-76231 Karlsruhe
Tel. 0721 56060

BSB-BESTIMMUNG

WTW, Weilheim

Tel. 0881 183-0 Fax 0881 62539

CHEMIKALIEN



Roth GmbH + Co. KG

Postfach 10 01 21
D-76231 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



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

GUMMI WÖHLEKE GmbH

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

Zirbus technology

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



Martin Christ GmbH

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



Steris GmbH

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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



Föhrenstr. 12
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Quality Products – Lifetime Care

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

KÜVETTEN

Hellma GmbH & Co. KG

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

LABORCHEMIKALIEN



Roth GmbH + Co. KG

Postfach 10 01 21
D-76231 Karlsruhe
Tel. 0721 56060

LABOREINRICHTUNGEN



köttermann
Das Systemlabor

Köttermann GmbH & Co KG
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.de, 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



Roth GmbH + Co. KG

Postfach 10 01 21
D-76231 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



Föhrenstr. 12
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Quality Products – Lifetime Care

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



Sigma Laborzentrifugen GmbH

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

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

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

MIKROSKOPE



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

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

OLYMPUS OPTICAL CO. (EUROPA) GMBH

Produktgruppe Mikroskope
Wendenstr. 14-18
D-20097 Hamburg
Tel. 040 237730
Fax 040 230817
email: microscopy@olympus-europa.com

OPTISCHE TAUCHSONDEN

Hellma GmbH & Co. KG

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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



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

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



Roth GmbH + Co. KG
Postfach 10 01 21
D-76231 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

VAKUUMKONZENTRATOREN

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

VERKEHRTE WELT

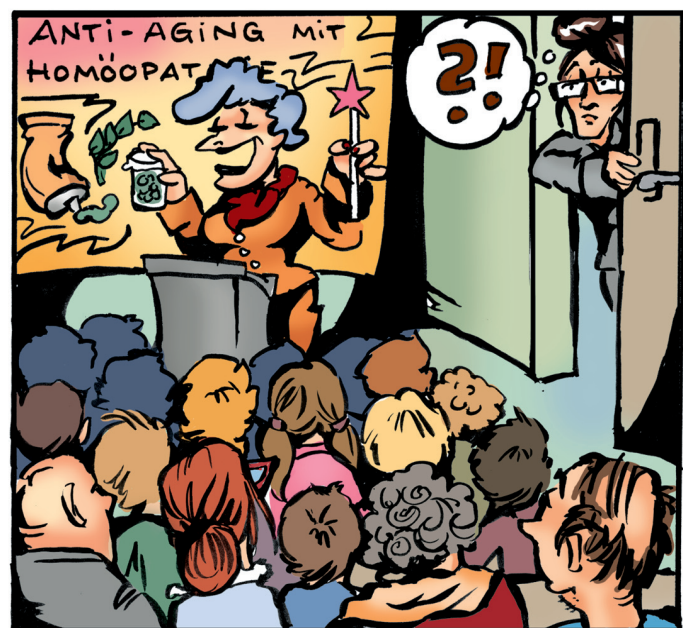
Fiona Schrödinger, die Forschungschefin der FuturePhaseLabs, kann sich nur wundern, wenn Sie die widersprüchlichen Verhaltens- und Denkweisen ihrer Mitbürger sieht. Lieber verrauchte Kneipen statt frische Luft? Mehr Angst vor Atomkraft als vor dem Ritt mit dem Motorrad? Mehr Interesse an Wundermitteln statt an ernster Wissenschaft? Angst vor Gentechnik statt den Nutzen zu erkennen?

Sicherlich birgt die Technik Risiken, und manche Aufgaben können mittlerweile anders gelöst werden als früher erwartet. Dazu zählten beispielsweise auch die Entwicklungen hin zu dezentraler Energieversorgung mit regenerativer Energie.

Eine gute Ausbildung sollte jedoch dazu führen, die Möglichkeiten neuer Techniken zu erkennen und zu schätzen, unbegründete Ängste vor ihr abbauen helfen. Die CLB versucht weiterhin, Grundlagen für die richtige Risikoeinschätzung zu geben.

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

FUTUREPHASELAB



© 2005 Rolf Kickuth / Ans de Bruin

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Die beliebten Fragen aus dem CLB-Memory gibt es ab sofort als Buch (244 Seiten mit ca. 80 Abbildungen; ISBN 3-9810449-0-8). Hier stehen Antworten und ausführliche Erläuterungen dazu. Die Themen werden zudem durch einen geschichtlichen Rückblick und Randinformationen in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet. Karikaturen von Ans de Bruin lockern die harte Arbeit beim Lösen der Fragen auf.

Preis je Buch: 24,50 Euro incl. MWSt. und Versand.

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Dieses Buch gibt Einblicke in die Chemie und angrenzende Naturwissenschaften in Form von Einführungen in verschiedene Gebiete, Fragen und den dazugehörigen Antworten. Es wendet sich an alle, die Grundlagenwissen festigen wollen. Oberstufenschüler mit Schwerpunkt Chemie/Naturwissenschaften, Auszubildende, Schüler an technischen Fachschulen und auch Studenten in den ersten Semestern von Chemie und Biologie, insbesondere auch in den Bachelor-Studiengängen, können Gelerntes wiederholen und vertiefen, aber auch Neues erfahren. Wer seit Jahren im Labor steht, dem macht es Spaß, sein Wissen kurzweilig zu überprüfen und auf dem neuesten Stand zu halten. So haben es die CLB-Leser berichtet, die diese Art von Fragen aus der Zeitschrift kennen. Über 100 Abbildungen und Tabellen erleichtern das Verständnis des Textes; gelegentlich unterbricht ein Comic den Ernst des Stoffes.

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 91,35 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 91,35 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmenabos nach Staffelpreis; siehe www.clb.de).

**Dazu als Abogeschenk das CLB-Buch
Alles Repetito – oder was???**