

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- Schwefel im Alltag
- Antibiotika-Resistenz
- HPLC kritisch gesehen
- CTAs auf Mörderjagd
- Fettsäuren und Pharmakogenomik
- Wertevermittlung im Chemieunterricht

Chemische Raketentreibstoffe

Von E. W. Schmidt, Essen

Über Raketenantriebe

Der Start künstlicher Erdsatelliten hat das Augenmerk auf die Raketentechnik gerichtet. Den Chemiker interessieren vor allem die Treibstoffe dieser Geräte. Bevor diese, soweit bekannt, besprochen werden, sei aber zunächst etwas Grundsätzliches zum Raketenantrieb gesagt. Die aus einer Raketebrennkammer ausströmenden heißen Verbrennungsgase erteilen der Rakete nach dem Rückstoßprinzip einen Antrieb. Diese Wirkung ist von der umgebenden Atmosphäre unabhängig. Der Raketentrieb arbeitet also auch im luftleeren Weltraum. Er erreicht sogar im luftleeren Raum seinen besten Wirkungsgrad, da Gegendruck und Luftreibungswiderstand fehlen. Die in der Zeiteinheit dt mit der Geschwindigkeit c aus der Düse strömenden Verbrennungsgase der Masse dm erteilen der Rakete den Schub P

$$P = c \frac{dm}{dt}$$

$\frac{dm}{dt}$ ist der Treibstoffverbrauch in einer Sekunde. Die Leistung einer Treibstoffkombination wird durch

$$\frac{P}{\frac{dm}{dt} \cdot 9,81} = I_{sp}$$

angegeben. I_{sp} bezeichnet man als spezifischen Impuls oder als spezifischen Schub. Er ist definiert als Kilopond Schub pro Kilogramm Treibstoffdurchsatz in einer Sekunde. Die Tabelle 1 gibt den spezifischen Schub einiger Treibstoffkombinationen an.

Tabelle 1. Theoretische Leistungsdaten von Treibstoffkombinationen

Kombination	Brennkammerdruck 21 atm				
	O:B	c_{th}	T	I_{sp}	I_v
flüss. O_2 + Gasolin	2,5	2380	3060	242	242
flüss. O_2 + 75% C_2H_5OH	1,3	2350	2840	239	239
flüss. O_2 + 100% C_2H_5OH	1,5	2380	2940	243	235
flüss. O_2 + flüss. H_2	1,33	3500	2395	458	69
100% H_2O_2 monergol	—	1430	1010	145	212
HNO_3 + $C_2H_5NH_2$	3,0	2160	2800	221	303
HNO_3 + $C_4H_9O-CH_2OH$	1,9	2100	2800	214	296

Tabelle 2. Praktisch erreichte Ausströmgeschwindigkeiten

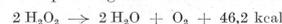
A-4	60% Äthanol + flüss. O_2	2160 m · sec ⁻¹
Viking	100% Äthanol + flüss. O_2	2360 m · sec ⁻¹
Wac-Corporal	Anilin + Salpetersäure	2000 m · sec ⁻¹
Aerobee	Anilin + Salpetersäure	1950 m · sec ⁻¹

Feste Treibstoffe

Zum Raketenantrieb ist grob gesehen jede Reaktion geeignet, die genügend Energie liefert. Im allgemeinen besteht der Treibstoff einer Rakete aus Brennstoff und Oxydationsmittel. Als Oxydationsmittel werden nicht nur Sauerstoff und sauerstoffhaltige Verbindungen, sondern auch oxydierende Stoffe wie Fluor oder Chlortrifluorid verwendet. Man unterscheidet feste und flüssige Treibstoffe. Während feste Raketentreibstoffe schon seit dem frühen Mittelalter bekannt sind, werden die flüssigen Treibstoffe erst seit etwa 1930 erprobt. Die Chinesen haben im 13. Jahrhundert Pulverraketen hergestellt und als Waffe verwendet. Britische Truppen waren schon um 1800 mit Raketen ausgerüstet. Früher wurden feste Treibsätze unter hohem Druck in die gewünschten Formen gepreßt. Da sich feste Treibstoffe kaum von Sprengstoffen unterscheiden, war das oft sehr gefährlich. Heute wählt man für Feststoff-Treibsätze Materialien, die sich bei nur gering erhöhten Temperaturen gießen lassen oder die erst in der Brennkammerform polymerisieren und erstarren (z. B. Thiokol-Polysulfidharze). Etwaige Risse im Treibsatz, die sonst unweigerlich zu Explosionen führen, werden so vermieden. Feste Treibstoffe gewinnen seit 10 Jahren wieder zunehmende Bedeutung. Das wird auch durch ihre Anwendung zum Antrieb der zweiten, dritten und vierten Stufe der amerikanischen Erdsatellitenrakete Juno bewiesen. Für sehr große und bemannte Raketen kommen aber nur flüssige Treibstoffe in Frage.

Flüssige Treibstoffe

Bei den flüssigen Treibstoffen vereinigen die sogenannten monergolen Treibstoffe Brennstoff und Oxydator in einer Phase. Hierher gehören auch die Verbindungen, die erst nach katalytischer oder thermischer Anregung exotherm zerfallen. Das hochkonzentrierte Wasserstoffperoxyd etwa zersetzt sich unter dem Einfluß von Natriumpermanganat oder Silber-Katalysatoren nach



Derart werden die sogenannten „kalten Triebwerke“ betrieben. Der Begriff „kalt“ ist dabei nur relativ zu verstehen, denn wer wollte 450°C als kalt bezeichnen?! Auch zum Antrieb von Hilfsaggregaten wird H_2O_2 gern verwendet, so zum Antrieb von Turbo-Treibstoffpumpen in der Rakete Viking. Da die Reaktionsgase von H_2O_2 noch Sauerstoff enthalten, kann damit anschließend

Zu nebensächlichem Bild: Start einer amerikanischen Thor-Able-Rakete. Das Bild möge den ungeheuren Treibstoff-Verbrauch demonstrieren. Es handelt sich um einen Start am 1. April 1960, der das Projektill dieser 3-Stufen-Rakete in eine Höhe von 700 bis 750 km schleuderte.

Schwarzpulver (mit seinem Schwefelanteil, siehe Titelbild, „Elemente im Alltag“ S. 316 und „12. Stuttgarter Chemietage“ S. 319) ist heute noch Raketentreibstoff – in Feuerwerksraketen. Für interplanetare Reisen stehen Ionenantriebe heute vor der Anwendung. Den Stand der Technik chemischer Raketenantriebe von 1960 dokumentieren diese CLB-Seiten.

noch ein Brennstoff verbrannt werden (Heißes Triebwerk). Das als erstes die 1000-km/h-Geschwindigkeitsgrenze überschreitende Flugzeug, die deutsche Me 163 B, wurde mit Wasserstoffperoxyd und einer Methanol-Hydrazinhydrat-Mischung angetrieben.

Zu den monergolen Treibstoffen gehören neben dem Äthylenoxyd, C_2H_4O , welches sich exotherm bei 1000 °C zu Kohlenmonoxyd, Methan, Wasserstoff, Äthan und Kohlenstoff u. a. zersetzt und mit dem noch Versuche laufen, die großen Gruppen der organischen Salpetersäureester und Nitro-Verbindungen, Äthylnitrat, i-Propylnitrat und Nitromethan wurden schon ausprobiert.

Die anderen flüssigen Raketentreibstoffe werden in hypergole und nicht-hypergole eingeteilt. Als hypergol bezeichnet man eine Treibstoffkombination, deren Komponenten beim Berühren sofort und selbsttätig zünden. Aus Sicherheitsgründen darf der Zündverzögerung 0,1 sec auf keinen Fall überschreiten. Ein entscheidender Vorteil der hypergolen Treibstoffe ist die schnelle und sichere Zündung. Das ist besonders für solche Triebwerke wichtig, die wie jene an Raketenflugzeugen mehrfach an- und ausgeschaltet werden müssen. In einigen Fällen benützt man hypergole Kombinationen nur als Zündmittel für nicht-hypergole Treibstoffe. Die Schweizer Fliegerabwehrrakete Oerlikon wird mit Salpetersäure und Kerosin, einer Erdölfraktion im Siedebereich 150 bis 280°C, angetrieben. Damit die Treibstoffe hypergol zünden, ist dem Kerosin ein geringer Prozentsatz Triäthylamin und Xylidin beigefügt. Als „hypergolen Vorlauf“ bezeichnet man ein Verfahren, das auch in einer neuen deutschen meteorologischen Höhenrakete Verwendung finden soll. Im Brennstofftank der aufrecht stehenden Rakete bildet der hypergole, mit Kerosin nicht mischbare Furfurylalkohol $C_4H_3O-CH_2OH$ größerer Dichte unter dem Kerosin eine getrennte Phase. Beim Start gelangt er zuerst in die Brennkammer und zündet sofort mit der Salpetersäure. Die meisten Amine, z. B. Anilin, Toluidin, Triäthylamin, auch asymmetrisches Dimethylhydrazin¹⁾ sind hypergole Brennstoffe.

Als Oxydator für hypergole Treibstoffkombinationen dient meist hochkonzentrierte, weißbraunliche Salpetersäure. Auch rotrauchende Salpetersäure und Distickstofftetroxyd sind anwendbar. Flüssiges Fluor und Ozon zünden mit den meisten wasserstoff-haltigen Brennstoffen hypergol. Nichthypergole Treibstoffkombinationen gibt es in großer Zahl. Die Rakete A-4 (V-2) wurde mit flüssigem Sauerstoff und 60%igem Äthanol angetrieben. Heute geht man mehr und mehr zu reinem Äthanol und Kerosin als Brennstoff über.

Neue Entwicklungslinien

Für russische Raketen wurde als möglicher Treibstoff auch flüssiger Wasserstoff genannt. Dieser hat einen hohen spezifischen Schub, aber wegen seiner geringen Dichte (0,07 g cm⁻³ bei -253°C) würde er ein zu großes Tankvolumen erfordern. Für die Bewertung von Treibstoffkombinationen ist nämlich auch das

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 10, 128 (1959).

Produkt aus dem spezifischen Schub und dem mittleren spezifischen Gewicht der Treibstoffe maßgebend. Diese Größe wird auch als volumenspezifischer Schub I_v bezeichnet. Bei flüssigem Wasserstoff ist aber der volumenspezifische Schub klein. Trotzdem wurde in letzter Zeit ein Triebwerk entwickelt, das mit flüssigem Wasserstoff arbeitet.

Die als „High Energy Fuel“ HEF (Hochenergie-Brennstoff) bezeichneten Borane oder Boran-Derivate mögen in luftatmenden Strahltriebwerken weitere Leistungssteigerungen erlauben. Zunächst hat man die Fertigstellung entsprechender Fabrikationsanlagen für Bor-haltige Treibstoffe in USA unter hohen finanziellen Verlusten eingestellt, da noch keine geeigneten Triebwerke verfügbar sind. Auf der weiteren Suche nach Stoffen mit hoher Verbrennungswärme oder hoher Verbrennungstemperatur stößt man auf Diacyan und Cyan-Derivate²⁾. Diese bieten neben dem Vorteil hohen Energiegehaltes die Möglichkeit, sehr hohe Temperaturen zu erreichen. Trotz der großen Giftigkeit liegen Versuche mit Diacyan vor. Es verbrennt in Sauerstoff bei 1 atm bei 4820 °K. Acetylendicarbonsäuredinitril, NC-CC-CN, gibt 5300 °K.

Oxydationsmittel

Flüssiger Sauerstoff ist zwar wegen seiner sehr niedrigen Temperatur (-183°C) schwierig zu handhaben, hat aber die Vorteile des geringen Preises und der unbegrenzten Verfügbarkeit. Er ist der am häufigsten verwendete Oxydator.

Flüssiges Ozon, O_3 , galt lange als sehr instabil und explosiv. Genaue Prüfungen ergaben aber, daß Spuren von Verunreinigungen für die explosive Zersetzung verantwortlich sind³⁾. Seitdem ist seine Herstellung nicht mehr so gefährlich.

Fluor ist das stärkste Oxydationsmittel, wie eine Betrachtung der Oxydationspotentiale lehrt. Fluor hätte bessere Aussichten als Raketentreibstoff, wenn es weniger korrodierend und giftig wäre. Ein genau stöchiometrisches Verhältnis von Brennstoff zu Oxydationsmittel ist nicht immer optimal. So gibt Fluor, mit einem Überschuß von Wasserstoff verbrannt, eine höhere Ausströmgeschwindigkeit als bei stöchiometrischer Reaktion:



Die Entwicklungstendenzen zielen heute auf stärkere, billigere und sichere Treibstoffe hin. Die Chemie der Raketentreibstoffe erschließt der Industrie neue lohnende Möglichkeiten.

²⁾ Vgl. diese Ztschr. 6, 510 (1955); 9, 524 (1958).

³⁾ Vgl. diese Ztschr. 8, 349 (1957).

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

themenübergreifendes Denken und Handeln bestimmt in unserer vernetzten Gesellschaft, in unserer globalisierten Welt den Erfolg von Individuen, Institutionen und Unternehmen. Wie sehr auch die Chemie Möglichkeiten bietet, vernetztes Denken zu trainieren, zeigt diese CLB in mehrfacher Hinsicht. So zeigen die Autoren Hans Ludwig Krauß und Volker Wiskamp ab Seite



298 auf, wie sich auch im Chemieunterricht gesellschaftliche, ethische und ökologische Werte vermitteln lassen. Gleich darauf gibt Ingo Tausendfreud ein Beispiel für einen Chemieunterricht, der die unterschiedlichen Erfordernisse des Analytik-Alltags modellhaft am Beispiel eines Kriminalfalls abbildet.

Auch die anderen Artikel bieten Querschnittsinformationen, und artikelübergreifend steht über dieses CLB mehr als sonst der Begriff „Chemie im Alltag“.

Damit soll die Bemühung gestärkt werden, Informationen über die Chemie, Biologie und angrenzende Gebiete in breite Gesellschaftsschichten zu tragen, auch über Sie als Multiplikatoren, liebe Leserinnen und Leser. Nur bei einer ausreichend breiten Basis an naturwissenschaftlichem und technischem Wissen können sich auch eine Vielzahl von Spitzenleistungen entwickeln; so zeigt es ja auch die Sportförderung.

Zur Zeit ist dies noch nicht ausreichend der Fall. Dr. Alfred Oberholz, Dechema-Vorsitzender und Degussa-Vorstand, bemerkte auf der Pressekonferenz der GVC/Dechema-Jahrestagungen in Wiesbaden (s.S. 318), Deutschland

sei in der Schlüsseldisziplin Nanotechnik nun nach den USA, Japan und China auf den vierten Platz zurückgefallen. Diagnose: Einige herausragende Spitzenleistungen, zu wenig Leistung in der Breite. In Richtung Querschnittswissen bemerkte auch der BASF-Manager Ernst Schwanhöf, Bundestagsabgeordneter von 1990 bis 2000: „Die Trennung zwischen roter, grüner und weißer Bio- bzw. Gentechnik ist nicht zielführend. Eins baut auf das andere auf.“

Da hört man doch erfreut, wenn der erste deutsche Gentechnologiebericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften das Fazit zieht: Erfreulicherweise habe sich die Gentechnik hierzulande in weiten Bereichen fest etabliert, auch wenn Teilaspekte noch immer kontrovers diskutiert würden. Mich stärkte für die Betonung des Chemieunterrichtes und der Interdisziplinarität dieser Ausgabe die Bemerkung der Studie: „Da auf Grund der rasanten Entwicklung die Grenzen zwischen Anwendungs- und Grundlagenforschung verwischen, ist ein erhöhtes Maß an gesellschaftlicher Reflexion erforderlich. Die Arbeitsgruppe befürwortet daher eine stärkere Vermittlung ethischer und sozialer Dimensionen der Genomforschung.“

Für das gleichermaßen komplexe Umfeld der Chemie hoffe ich, mit dieser CLB eine Grundlage dafür zu liefern.

Ihr

INHALT

Aufsätze

Vermittlung von Wertebewusstsein im Chemieunterricht Mutig wissenschaftliche Ergebnisse auch gegen falsche Behauptungen benennen _____	298
Bochumer Krimiprojekt an der Technischen Beruflichen Schule 1 (TBS1) CTAs auf Mörderjagd _____	306
Gesunde Fettsäuren und Pharmakogenomik Adieu Lebertran: Ernährung in neuem Licht _____	309
HPLC kritisch hinterfragt Handelt es sich um eine Supermethode? _____	311
Neuer Ansatz bei der Bekämpfung der Antibiotika-Resistenzen Haltet die Evolution an! _____	314
Chemische Elemente im Alltag, Teil 7 Schwefel Vom Sulfat bis zum Thioharnstoff _____	316



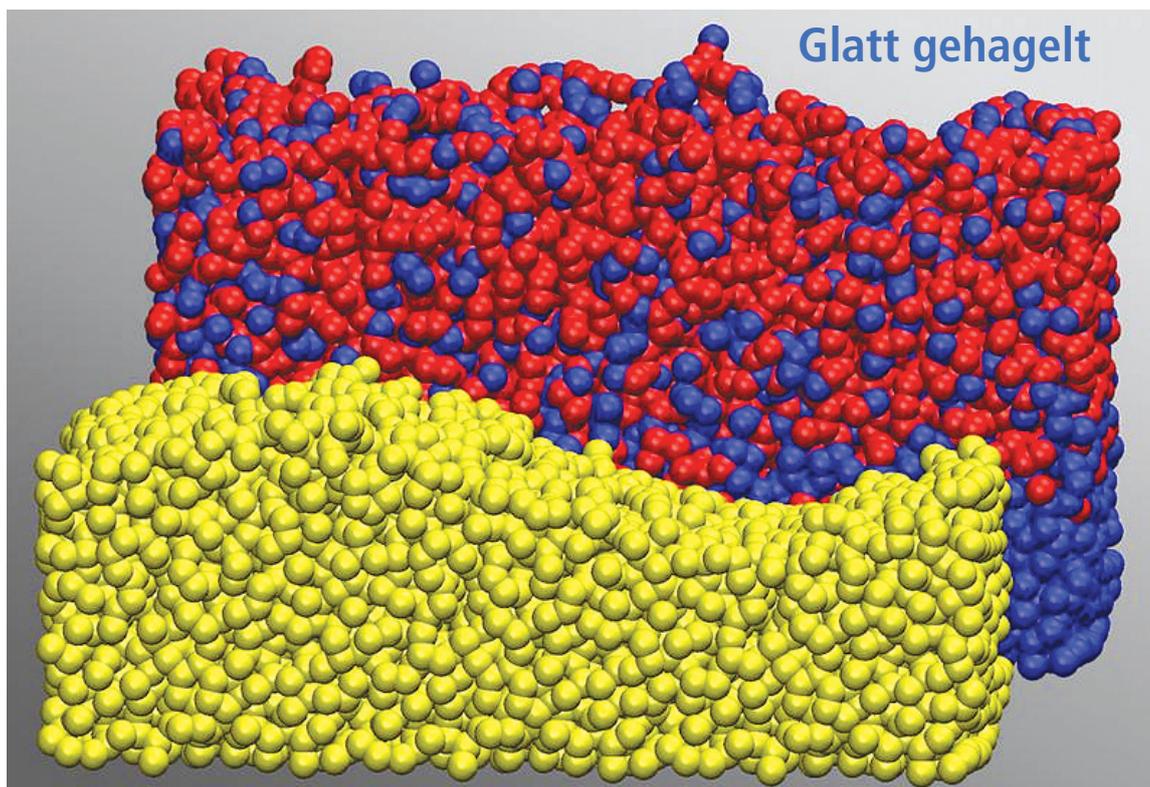
Zum Titelbild:
Die Alte Brücke von Heidelberg erstrahlt hier im Licht von Feuerwerksraketen, angetrieben durch Schwarzpulver-Treibsätze. Sie enthalten Schwefel. Wo sich sonst noch Schwefel im Alltag findet lesen Sie auf den Seiten 316 und 317. Ein Experimentalvortrag demonstrierte die Kraft des Schwarzpulvers (s.S. 319). Dass Heidelberg auch wissenschaftlich strahlt zeigt der Artikel auf Seite 320 (Foto: Kickuth).

Rubriken

Editorial _____	291
Impressum _____	293
F & E im Bild _____	293
Unternehmen _____	294
Personalia _____	296
Förderungen / Preise _____	297
Messe / Kongress / Ereignisse _____	318
Umfeld Wissenschaft _____	320
Forschung und Technik _____	321
Literatur _____	324
Neue Produkte _____	325
Bezugsquellenverzeichnis _____	329

CLB-Memory

Photometrie in der Praxis (Teil 2) Chrom, Cobalt und Eisen _____	M65
Radioaktive Präparate für die Strahlenschutz Ausbildung „Atomalarm in Oer-Erkenschwick“ _____	M67
Wissenschaft und Technik im Fernsehen Abenteuer, Weltraum und Alltägliches _____	M68
Als Student ins Ausland, als Bachelor zurück: „Brain Traffic“ – wenn Wissenschaftler wandern _____	M70
Umfrage unter Spitzenforschern Deutschlands Biotechnik-Elite _____	M71
Revidierte Norm für akkreditierte Laboratorien Kommunikation und Kompetenz _____	M71
Aus der Bildungslandschaft _____	M71
Berühmte Namen und Namensreaktionen _____	M72



Die Simulation zeigt: Vorne ist deutlich eine Delle in der berechneten gelben Kohlenstoffschicht zu erkennen. Auf der hinteren blauen wurden 4 000 der roten Atome deponiert, das Loch füllt sich also und die Schicht wird insgesamt glatter (Foto: Fraunhofer IWM).

Superglatte, reibungsarme Schichten aus diamantähnlichem Kohlenstoff findet man auf nahezu jeder Festplatte und vielen Maschinenteilen. Nun wurde erstmals schlüssig geklärt, warum aufwachsende Schichten nicht rau werden. Je nach Prozessbedingungen wächst Kohlenstoff als amorphe Schicht, kristalliner Graphit oder Diamant auf. Amorphe Schichten können zwischen graphitisch und diamantähnlich (diamond like carbon, DLC) beliebig eingestellt werden. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM simulierten, wie sich die Atome auf der Oberfläche abscheiden: Der Vorgang gleicht einem erosiven Hagelschauer auf einer nanoskopischen Schneelandschaft, der DLC-Schicht. Der Atomhagel verursacht Nanolawinen auf den Hängen. Dadurch werden die Berge nach und nach in die Täler erodiert, was letztendlich zur Glättung der Schicht führt. Der universelle Glättungsmechanismus tritt nicht nur bei Kohlenstoff, sondern auch bei amorphem Silizium und Metalloxiden auf.

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, Diekhöfen; 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

Abonnentenbetreuung:
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. 43 vom 12.8.2004.

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 Buchbesprechungsbeispiele kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die **Bayer MaterialScience LLC**, Pittsburgh, USA, übernimmt die Polythane Systems, Inc. (PSI), in Spring, Texas, einen führenden amerikanischen Anbieter von Polyurethan (PUR)-Sprühschaum für die Versiegelung von Dächern. Zur Transaktion gehört auch der Erwerb der Everest Coatings, Inc., einer 100-prozentigen Tochtergesellschaft von PSI, die elastomere Acryllacke, Polyharnstoff-Systeme, Dichtstoffe und Grundbeschichtungen herstellt.

Infor hat Formation Systems, einen führenden Anbieter von Product Lifecycle Management (PLM)-Lösungen für Unternehmen in der Prozessfertigung, akquiriert. Die Akquisition von Formation Systems unterstützt die vertikale Ausrichtung von Infor und etabliert das Unternehmen als weltweiten Marktführer für erstklassige Prozessfertigungs-Softwarelösungen mit integriertem PLM-System in den Bereichen Nahrungsmittel und Getränke, CPG, Chemie, Pharmazie und Biotechnologie. **Die MWG Biotech AG**, Ebersberg, lagert ihre europäische Produktion des Bereiches Gen-Sequenzierung an die Medigenomix GmbH, München, aus, einem etablierten Anbieter von hochqualitativen molekularbiologischen Labordienstleistungen. Der Vertrieb und die Kundenbetreuung für die Gen-Sequenzierung erfolgt weiterhin durch die MWG Biotech.

Das südafrikanische Nuklearenergie-Technologie-Unternehmen "Pebble Bed Modular Reactor" PBMR (Pty) Ltd. hat seine Zusammenarbeit mit SGL Carbon als Graphitlieferant sowie eine in Pretoria stattfindende Konferenz zum Stand der Entwicklung der Kugelhaufenreaktor-Technologie bekannt gegeben. PBMR gehört einem Konsortium bestehend aus dem größten südafrikanischen Energieerzeuger Eskom, der staatlichen Finanzierungsgesellschaft Industrial Development Corporation of South Africa (IDC) sowie der British Nuclear Fuels (BNFL). Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, ab 2013 mit dem Bau von Kugelhaufenreaktoren zur kommerziellen Stromerzeugung in Südafrika zu beginnen.

Das Biotechnologie-Unternehmen profos bringt einen patentgeschützten Bakterien-Schnelltest für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie auf den Markt. Das Unternehmen konnte sich im Rahmen der laufenden Finanzierungsrunde Kapital in Höhe von 5 Millionen Euro sichern. Nach Firmenangaben dauert der Salmonellentest künftig nicht mehr eine knappe Woche, sondern weniger als 12 Stunden.

Roche wird der Weltgesundheitsorganisation WHO 3 Millionen Packungen des antiviralen Medikaments Tamiflu (Oseltamivir) spenden. Dieser „Notvorrat“ soll es der WHO ermöglichen, eine neue Grippewelle, die den Menschen betrifft und das Ausmaß einer Pandemie annehmen könnte, am Entstehungsort zu bekämpfen, die Erkrankungs- und Sterbeziffer zu verringern und die Ausbreitung der Grippe zu verhindern oder zu verzögern.

AC Biotec erwirbt FeedBeads-Lizenz Für die besten Organismen

AC Biotec hat die exklusive Lizenz zur Herstellung und Vermarktung von FeedBeads von der RWTH Aachen erworben. FeedBeads sind Polymerpartikel, die in der Biotechnologie im Bereich des Screening nach Produktionsstämmen eingesetzt werden. Sie geben Glucose mit einer genau definierten Rate an das Kulturmedium ab und ermöglichen dem Anwender somit eine Fed-batch-Fahrweise im Schüttelkolben oder in der Mikrofilterplatte.

Fed-Batch ist die definierte Fütterung von Zellen oder Mikroorganismen in einer Kultur. Bevor die Produktion beginnen kann, wird hierfür jedoch der beste Produktionsstamm eines Mikroorganismus (z.B. Echeria coli) gesucht (Screening). Da die statistische Wahrscheinlichkeit, gute Stämme zu finden, relativ gering ist, müssen viele Experimente durchgeführt werden. Verwendet werden für das Screening bisher Schüttelreaktoren, die im Batch betrieben werden, d.h. der ganze Nährstoffvorrat

wird zu Beginn in die Kultur gegeben. Diese Form der Fütterung ist für viele Mikroorganismen nicht ideal.

Um dieses Problem zu lösen, haben die Forscher und Forscherinnen aus Aachen eine Nachfütterungstechnik erfunden, durch die das Screening im Schüttelreaktor unter ähnlichen Bedingungen (Fed-batch) abläuft wie in der späteren Produktion. Die Erfindung FeedBeads gewährleistet, dass die Kulturbedingungen für Zellen oder Bakterien durch definierte Nährstoffzufuhr über einen längeren Zeitraum hinweg optimal gehalten werden. Dazu werden beispielsweise Polymerkügelchen mit Glucose an den Näpfen (wells) einer Multiwellplatte (im Schüttelreaktor) angebracht, die mit dem Kulturmedium in Kontakt kommen.

Erfunden hat das Verfahren Prof. Dr.-Ing. Büchs, Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik an der RWTH Aachen. Die Entwicklung der FeedBeads wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück unterstützt.

Meisterpreis an Hirschmann und Kirchhof

Die Stiftung „KölnHandwerk“ verlieh Mitte September im Kölner Historischen Rathaus ihren „Kölner Meisterpreis“ an die Heilbronner Unternehmerin Kirsten Hirschmann sowie an den Juristen Prof. Dr. Paul Kirchhof, bekannt als Steuerexperte der Unions-Kanzlerkandidatin. „Tugenden als etwas Besonderes herauszustellen – das ist im aktuellen Zeitgeschehen leider etwas untergegangen.“ So sieht es die o.g. Stiftung und verleiht daher alle zwei Jahre den Kölner Meisterpreis an Personen, die die typischen Tugenden des Handwerks (tüchtig, strebsam, eigenverantwortlich, sozial) in ihrem eigenen Bereich vorleben. Kirsten Hirschmann wurde am 7. Mai 1968 in Heilbronn geboren und absolvierte ab 1987 eine Ausbildung zur Bankkauffrau. Von 1991 bis 1992 leitete sie eine Filiale der Kreissparkasse Heilbronn. Anschließend begann sie ein BWL-Studium an der FH Pforzheim. Nach dem unerwarteten Tod ihres Vaters musste sie im Alter von 26 Jahren dessen Firma, die Hirschmann Laborgeräte GmbH in Eberstadt übernehmen. Seit 1997 ist Kirsten Hirschmann Geschäftsführende Gesellschafterin des Betriebs.



CS-Chromatographie Service GmbH

Zum 20. Geburtstag ein kurzer Abriss der Geschichte

Die CS-Chromatographie Service GmbH in Langerwehe feierte jetzt ihr 20. Firmen-Jubiläum. Einer der Firmengründer, Helmut Römer, hat nebenstehend einen kurzen Abriss der Firmengeschichte skizziert.

Wie sehr sich die Zeit seit der Firmengründung änderte beschrieb er der CLB mit einer kleinen Anekdote: Im September 1986 wollten die zwei Mitbegründer der CS, Gerd Deuster und Helmut Römer, zum 16. Internationalen Chromatographie Symposium in Paris reisen, um sich über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet zu informieren. In Zeiten vor PC, Telefax und E-mail ging die Anmeldung dazu natürlich noch per Briefpost. In Paris angekommen war keine Anmeldung da, kein Tagungsbeitrag eingegangen, also kein Besuch der Ausstellung und der Vorträge möglich!! Im Tagungsbüro sprach man zunächst nur französisch. Am zweiten Tag wurde doch jemand gefunden, der englisch sprach. Die „fehlende“ Anmeldung wurde nachgeholt, die Anmeldegebühr konnte dann nachträglich entrichtet werden und der Eintritt war dann endlich möglich...

1.10.1985	Aufnahme der Geschäftstätigkeit in Eschweiler-Weisweiler
Dezember 1986	erste Messeteilnahme auf der PRAKTINA in Krefeld
März 1988	Entwicklung von HPLC-Spezialsäulen für die Analytik von PAH's
20.-24.02.1989	Messeteilnahme auf der InCom, Düsseldorf (Nachfolge PRAKTINA), von da an regelmäßige Teilnahme auf allen InCom-Veranstaltungen
01.04.1089	Umzug nach Langerwehe
Februar 1990	Markteinführung von FS-CYCLODEX-Kapillarsäulen, erster deutscher Hersteller von Fused Silica-Kapillartrennsäulen für die Enantiomerenanalytik mit Kapillar-GC
Juli 1991	Markteinführung Multospher 100, ein Kieselgel für die HPLC: druckstabil bis 700 bar und silanolgruppenfrei
März 1992	CS produziert auch FS-Kapillarsäulen für die Kapillar-Elektrophorese
November 1992	Markteinführung polymere Ionenaustauscher für die HPLC
Januar 1995	Entwicklung von Multospher Kation: ein Kationenaustauscher auf Kieselgelbasis
April 1995	Multoclear, CS führt eine eigene Reihe von Einmalfilterhaltern ein
Oktober 1995	10jähriges Firmenjubiläum
15.02.1996	Einzug in das eigene Firmengebäude Langerwehe-Jüngersdorf
April 1996	CS auf der Analytica in München; Weitere Spezialphasen für die HPLC in der Multospher-Reihe
03.05.1996	Tag der offenen Tür in Langerwehe
März 1997	„CS goes Internet“, erste Präsentation des Unternehmens im Netz
Oktober 1998	Markteinführung Multospher AQ, ein PR-Material, welches mit reinem Wasser als Elutionsmittel eingesetzt werden kann
Mai 1999	der CS-Online-Shop ist installiert, Bestellungen per Internet möglich
September 1999	Markteinführung FS-Supreme-5, die erste hochtemperaturstabile und MS-geeignete Silphenylenphase eines deutschen Herstellers
Januar 2001	die Klaus Ziemer GmbH, Mannheim wird Schwesterfirma der CS
Januar 2002	CS wird Haupthändler für Hamilton-Produkte
April 2002	Präsentation auf der Analytica in München im Rahmen der AfC
Mai 2003	Präsentation auf der ACHEMA auf dem Stand der Fa. Hamilton
Juni 2004	Markteinführung FS-Supreme-20 und FS-Supreme-5/H 53
30.09.2005	Chromatographie Workshop und Tag der offenen Tür zum 20jährigen Firmenjubiläum

BASF in Malaysia – und in Berlin

Service Center für Finanz- und Personaldienste

Die BASF errichtet in Kuala Lumpur, Malaysia, ein regionales Service Center. Das neue Unternehmen, BASF Asia Pacific Service Centre Sdn Bhd, wird für BASF-Gruppengesellschaften in 15 Ländern der Region Asien Pazifik Dienstleistungen in den Bereichen Finanz- und Rechnungswesen, Informationstechnologie und Personal übernehmen.

Zum Aufbau des neuen Service Centers investiert die BASF über 21 Millionen Euro. Ziel ist es, Prozesse

zu standardisieren und neue Technologien einzusetzen. Das Service Center beschäftigt derzeit mehr als 130 Arbeitskräfte, über 100 aus Malaysia. 2007 wird es etwa 400 Mitarbeiter beschäftigen. Mehr als 500 000 Euro wird in die Rekrutierung und Ausbildung der Mitarbeiter investiert. Die BASF hat in der Region Asien Pazifik über 30 hundertprozentige Tochtergesellschaften sowie 23 Jointventures und beschäftigt mehr als 9000 Mitarbeiter. 2004 betrug der Umsatz in der Region

5,3 Milliarden Euro. Davon wurden 57 Prozent durch lokale Produktion erwirtschaftet. Für Europa wird die BASF im Osten Berlins ebenfalls ein neues Shared Service Center für die Bereiche Finanz- und Rechnungswesen sowie Standard-Personaldienstleistungen errichten. 500 bis 600 Arbeitsplätze werden geschaffen. Das Center bündelt Dienstleistungen, die bisher in über 100 europäischen BASF-Gesellschaften vor Ort erbracht wurden. Ende dieses Jahres wird dort die Arbeit aufgenommen.

BASF Bei der BASF dreht sich das Personalkarussell: **Dr. Werner Prätorius** (59), Leiter des Unternehmensbereichs Petrochemicals, CP, tritt am 30. April 2006 in den Ruhestand. **Dr. Albert Heuser** (50), Leiter des Verbundstandorts Ludwigshafen, WL, übernimmt ab 1. April 2006 die Leitung des Unternehmensbereichs Petrochemicals, CP. **Dr. Harald Schwager** (45), Leiter des Unternehmensbereichs Inorganics, CA, übernimmt ab 1. Februar 2006 die Leitung des Verbundstandorts Ludwigshafen. **Dr. Ehrenfried Baumgartner** (53), Leiter des Unternehmensbereichs Styrenics, KS, übernimmt ab 1. Januar 2006 die Leitung des Unternehmensbereichs Inorganics. **Hans W. Reiners** (42), Leiter des Unternehmensbereichs Pflanzenschutz, AP, übernimmt ab 1. Dezember 2005 die Leitung des Unternehmensbereichs Styrenics, KS. **Michael Heinz** (41), Leiter der Abteilung, Agricultural Products Global Strategic Marketing, APM, übernimmt ab 1. Dezember 2005 die Leitung des Unternehmensbereichs Agricultural Products, AP.

IUMS Der renommierte Greifswalder Mikrobiologe **Prof. Dr. Michael Hecker** ist auf dem jüngsten Weltkongress der Mikrobiologen in San Francisco (USA) mit großer Mehrheit zum Vice Chairman der Internationalen Vereinigung der Mikrobiologischen Gesellschaften (International Union of Microbiological Societies = IUMS) gewählt worden. Sechs Vorschläge standen den Mitgliedsstaaten der Weltorganisation zur Wahl, wobei der Greifswalder als einziger Wissenschaftler Deutschlands nominiert war.

HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft **Prof. Walter Kröll** hat sein Amt an den ehemaligen Präsidenten der Humboldt-Universität, **Prof. Jürgen Mlynek** übergeben.

NOVEMBER AG Der Aufsichtsrat der november AG bestellt Diplom-Kauffrau **Astrid Dickert** mit

sofortiger Wirkung zum Finanzvorstand der Gesellschaft mit den zentralen Verantwortungsbereichen Rechnungswesen, Controlling, Investor Relations und Human Resources. Frau Dickert ist seit 2000 bei der november AG beschäftigt, seit 2003 Leiterin der Bereiche Rechnungswesen und Controlling und seit Juni dieses Jahres Leiterin des Gesamtbereiches Finanzen.

SHIMADZU hat Ende August seinen langjährigen Vorsitzenden der Geschäftsführung **Hans-Dieter Bätz** in den Ruhestand verabschiedet. Bätz ist seit 1988 bei Shimadzu und rückte 1995 in die Geschäftsführung auf. Den Vorsitz übernimmt **Yasunori Tokumasu**, der 2004 in die Geschäftsführung berufen wurde. **Jürgen Kwass** komplettiert das neue Führungsduo: Er ist bereits seit 2002 für die europaweiten Aktivitäten von Shimadzu verantwortlich.

EHRUNGEN

Für seine Arbeiten auf dem Gebiet der RNA-Interferenz zeichnete die Schering Stiftung den an der Rockefeller University in New York tätigen RNA-Forscher **Thomas Tuschl** mit dem **Ernst Schering Preis 2005** aus. Der mit 50 000 Euro dotierte Preis wurde am 21. September in Berlin in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften verliehen.

Die international renommierte **Balzan Stiftung** hat die vier Preisträgerinnen und Preisträger 2005 bekannt gegeben. Jeder Preis ist mit einer Million Schweizer Franken dotiert. Ausgezeichnet für ihre außerordentlichen wissenschaftlichen Leistungen wurden das Ehepaar **Dr. Rosemary** und **Prof. Peter R. Grant** (Populationsbiologie), das Arbeitsteam **Dr. Russell J. Hemley** und **Dr. Ho-kwang (David) Mao** (Mineralphysik), **Prof. Dr. Lothar Ledderose** sowie **Prof. Dr. Sir Peter Hall**.

Die Hamburger Körber-Stiftung hat den Physiker **Prof. Dr. Philip St. John Russell**, Inhaber des Alfred von Krupp und Bohlen Halbach-Stiftungslehrstuhls für Experimentalphysik an der Universität Erlangen-Nürnberg, mit dem **Körber-Preis für die Europäische Wissenschaft** ausgezeichnet. Der Preis, der mit 750 000 Euro dotiert ist, wird auch als deutscher Nobelpreis bezeichnet. Russell erhielt die Auszeichnung für die Entwicklung eines neuartigen Typs gebündelter Glasfasern, die die Messung von Lichtfrequenzen revolutioniert haben.

Dem Edelgas Xenon, das bislang als Narkose-Mittel in den Kliniken eingesetzt wird, steht eine große therapeutische Karriere bevor. Der Berliner Molekularbiologe **Christian Petzelt** vom Universitätsklinikum Charité entdeckte, dass sich mit Xenon der Abbau von Gehirnzellen nach einem Schlaganfall stoppen lässt. An dieser Entdeckung war auch **Prof. Dr. Wolfgang Kox** beteiligt. Für diese Entdeckung, ihre schnelle Patentierung und die Anwendung in Zusammenarbeit mit dem industriellen Gase-Hersteller LINDE wurden die Berliner Forscher jetzt mit dem **Transferpreis Wissenswerte** in Höhe von 10 000 Euro des TSB Förderverein Technologiestiftung Berlin e.V. ausgezeichnet.

Der mit 10 000 Euro dotierte Förderpreis der im Stifterverband angesiedelten **Stiftung Kanert** für Allergieforschung geht in diesem Jahr an Privatdozentin **Dr. med. Claudia Traidl-Hoffmann** (35) vom Zentrum für Allergie und Umwelt (ZAUM) der Technischen Universität München. Das Preisgeld ermöglicht eine Studie über die Effekte von in Pollen enthaltenen Fettsäuren auf menschliche Hautzellen und damit möglicherweise auch ganz neue Therapien gegen allergische Hauterkrankungen wie Neurodermitis.



Lichtblicke gesucht

Für den internationalen Berthold Leibinger Innovationspreis 2006 können sich ab sofort wieder Entwickler und Wissenschaftler bewerben, die bei der Anwendung des Laserlichtes neue Wege gehen. Der von der Berthold Leibinger Stiftung vergebene Preis richtet sich an Innovationen zur Nutzung oder Erzeugung des Laserlichtes in allen Anwendungsbereichen. Preisgelder von insgesamt 35 000 Euro winken den drei Preisträgern. Anmeldeschluss ist der **14. November 2005**. Die Nominierten haben auf Einladung der Stiftung im Frühjahr 2006 die Gelegenheit, die Jury persönlich von ihren Arbeiten zu überzeugen. Zu den bereits ausgezeichneten Innovationen zählen neue Strahlquellen wie der Faser- und Scheibenlaser, ein Laserskalpell für die Behandlung von Lungenkrebs sowie ein hochmodernes Mikroskopieverfahren für die Zellerforschung. Weitere Informationen zur Ausschreibung 2006 finden Sie unter www.leibinger-stiftung.de.

Mikrobrennstoffzellen

Mit der aus Mikrobrennstoffzellen bereitgestellten Energie werden mobile elektronische Geräte wie Notebooks oder Filmkameras künftig noch leistungsfähiger. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert ihre Entwicklung mit 20 Millionen Euro. Brennstoffzellensysteme setzen da an, wo Akkus nicht mehr mithalten. Mikrobrennstoffzellen werden in absehbarer Zeit die heute üblichen Energiespeicher wie etwa Lithium-Ionen-Akkus in portablen Geräten ablösen. Dies gilt besonders für Anwendungen, in denen die Ausdauer Priorität hat. Dabei soll die Trennung von Energiewandler (Brennstoffzelle) und -speicher (Brennstoff, zum Beispiel Wasserstoff oder Methanol) Vorteile bei Mobilität und Leistung bringen. Die Ausschreibung läuft bis zum **13. Januar 2006**. Kleine und mittelständische Unternehmen werden bevorzugt behandelt. Details finden Sie im Internet unter www.mstonline.de/foerderung/skizzen/aktuell.

Optische Technologien

Der Industrie-Club Düsseldorf schreibt in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen zum neunten Mal den Wissenschaftspreis im Land Nordrhein-Westfalen aus. Der Preis ist mit 20 000 Euro dotiert. Der Wissenschaftspreis 2006 wird für herausragende Forschungsarbeiten im Themenfeld Optische Technologien ausgeschrieben. Hierunter fallen unter anderem die Bereiche Laser, Optoelektronik, Leuchtdioden, Photovoltaik, Photonische Kristalle und Terahertzstrahlung. Der Preis richtet sich an Forscherinnen und Forscher, die zum Zeitpunkt des Einsendeschlusses nicht älter als 35 Jahre sind. Die Bewerberinnen und Bewerber müssen die Forschungsarbeit an Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen oder in Unternehmen im Lande Nordrhein-Westfalen angefertigt oder abgeschlossen haben. Die Arbeiten dürfen nicht älter als zwei Jahre sein. Einsendeschluss ist der **15. Dezember 2005**. Infos: Dr. Arne Claussen, E-Mail: claussen@wznrw.de.

BMBF gibt eine Million Euro für den Ideenwettbewerb Bionik

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Entwicklung in der Bionik mit einem neuen Ideenwettbewerb. Bis zu 20 anwendungsorientierte Forschungsansätze sollen insgesamt mit rund einer Million Euro gefördert werden. Gegenstand der Förderung sind praxisorientierte Untersuchungen von Konstruktionen, Verfahren und Entwicklungsprinzipien biologischer Systeme, die zur Lösung technischer Probleme führen (Machbarkeitsstudien im Vorfeld späterer FuE-Aktivitäten). Damit soll die Lücke zwischen reiner Grundlagenforschung und marktnaher Forschung und Entwicklung geschlossen werden. Die Ideen müssen durch ein hohes wissenschaftlich-technisches Entwicklungsrisiko und ein hohes Nutzungspotenzial für die spätere

wirtschaftliche Umsetzung gekennzeichnet sein. Antragsberechtigt sind Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft. Es muss sich um einen originellen Forschungsansatz mit hohem Entwicklungsrisiko handeln, der weder der reinen Grundlagenforschung noch der marktnahen Forschung und Entwicklung zuzuordnen ist. Die angestrebten Ergebnisse sollen einen Beitrag zur Lösung von wichtigen wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Problemen leisten und eine Umsetzung in die Praxis erwarten lassen. Das Verfahren ist zweistufig. In einem ersten Schritt sind spätestens bis zum **15. Dezember 2005** Vorhabensskizzen (Ideenskizzen) mit einem Umfang von maximal 7 DIN A4-Seiten

(Schriftgrad 12, Arial) vorzulegen. In einem zweiten Schritt werden die Interessenten der ausgewählten Vorhabensskizzen zur förmlichen Antragstellung aufgefordert. Über diese Förderanträge wird dann nach abschließender Prüfung entschieden.

Die Förderung der Machbarkeitsstudien steht unter dem Vorbehalt, dass dem BMBF die dazu erforderlichen Haushaltsmittel zur Verfügung stehen. Der Ideenwettbewerb ist Teil des neuen Förderkonzepts „Bionik – Innovationen aus der Natur“, das die Fördermaßnahmen des BMBF auf diesem innovativen Gebiet bündelt. Dafür stehen in den Jahren 2006 bis 2010 bis zu rund 50 Millionen Euro bereit. Weitere Information unter www.bmbf.de/foerderungen/5114.php.

Mutig wissenschaftliche Ergebnisse auch gegen falsche Behauptungen benennen

Hans-Ludwig Krauß und Volker Wiskamp, Universität Gießen und Fachhochschule Darmstadt

Die Vermittlung von Werten erfolgt in der Schule hauptsächlich im Religions-, Ethik- und Philosophieunterricht. Doch auch im Fach Chemie lassen sich Denkanstöße entwickeln, die Wertefragen aufwerfen und Wertebewusstsein bei den Schülern erzeugen können. Dafür zeigt dieser Artikel einige Beispiele (vgl. [1-3]).

Faszination der Zuverlässigkeit

Man stelle ein Glas über eine brennende Kerze, und das Licht geht bald aus. Schon ganz junge Menschen können das Experiment durchführen, immer wieder mit dem gleichen Erfolg. Verblüffend ist die Zuverlässigkeit des naturwissenschaftlichen Phänomens. Ist Zuverlässigkeit nicht auch im menschlichen Leben erstrebenswert?

Diese sehr selbstverständliche Grunderfahrung bezüglich der Zuverlässigkeit der Naturgesetze lässt sich auch älteren Schülerinnen und Schülern in einem für sie nicht naheliegenden Experiment vermitteln; entsprechend den Forderungen des hessischen Lehrplans für den Chemieunterricht an Gymnasien soll in Jahrgangsstufe 9 das „Gesetz der konstanten Proportionen“

Die Autoren

Prof. Dr. Volker Wiskamp studierte Chemie an der Universität Bochum, dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim-Ruhr sowie an der Universität Berkeley. Danach war er vier Jahre lang Polymerforscher bei Bayer. Seit 1989 vertritt er an der Fachhochschule Darmstadt die „Anorganische und Organische Chemie“ in der Lehre. Sein wissenschaftliches Arbeitsgebiet ist die Didaktik der Chemie mit den Schwerpunkten Hochbegabtenförderung, Bildungspartnerschaften Schule/Hochschule/Industrie, fächerübergreifender Unterricht sowie Experimentieren in Kindergärten und Grundschulen.

Hans-Ludwig Krauß studierte an der Universität Gießen Chemie, Sport und Religion für das Lehramt am Gymnasium in der Sekundarstufe II. Nach dem zweiten Staatsexamen war er drei Jahre als Lehrer am Christian-Wirth-Gymnasium in Usingen und als Ausbildungsbeauftragter für erziehungs- und gesellschaftswissenschaftliche Fragen in der Referendarausbildung am Studienseminar Frankfurt III tätig. Seit 2003 ist Krauß wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Chemie der Universität Gießen. Dort arbeitet er an seiner Dissertation, aus der die vorliegende Publikation hervorgeht.



Wiskamp



Krauß

vermittelt werden. Lässt man identische Mengen Blei oder Kupfer mit jeweils variierenden Mengen Schwefel vollständig zur Reaktion kommen, so werden die Jugendlichen verblüfft feststellen, dass unabhängig von den eingesetzten Massen jeweils konstante, „verlässliche“ Verhältnisse im Endprodukt auftreten. Gäbe es dieses Gesetz nicht, und würde sich die Zusammensetzung von Verbindungen nach den eingesetzten Massen richten, so wäre die Welt um uns herum nicht beschreibbar und Leben könnte nicht existieren.

Einzigartigkeit

Jedes Salz kristallisiert in seiner charakteristischen Kristallform, die durch eine Elementarzelle beschrieben werden kann. Trotzdem gleicht kein Pyritkristall dem anderen, kein Bergkristall seinem Nachbarn. Jedes Mineral und Gestein ist einzigartig, ein Unikat, geschaffen von dem Künstler Natur. Eine Mineraliensammlung finden die meisten Schüler einfach schön. Und sie staunen noch mehr, wenn ihnen bewusst wird, dass jedes Material eine besondere Begabung hat. Aus Kalkstein beispielsweise wird beim Erhitzen Kohlenstoffdioxid ausgetrieben und gebrannter Kalk für die Bauindustrie bleibt zurück. Aus Naturgips kann man das Kristallwasser thermisch austreiben und erhält ein Material, das z. B. für einen Gipsverband nützlich sein kann. Aus Borax lässt sich Glas schmelzen, und Schwefel kann über seine rasch abgekühlte Schmelze Gummieigenschaft erlangen. Wie ist es dazu im Vergleich mit uns Menschen? Ist nicht auch jeder von uns ein einzigartiges Geschöpf mit unverwechselbaren Eigenschaften und Fähigkeiten, berufen zu etwas Besonderem? Das Staunen über so viel Einzigartigkeit kann zu religiösen Lebenseinstellungen ermutigen.

Misstrau dem Ähnlichen!

Amylose und Cellulose sind Polykondensate der Glucose mit der empirischen Formel $[C_6H_{10}O_5]_n$ und verbrennen exotherm zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Die beiden Makromoleküle sind also ähnlich – und doch einzigartig. Denn ein „kleiner“ struktureller Unterschied in den Molekülen, die α -glykosidische Verknüpfung der Bausteine in der Amylose bzw. die β -glykosidische Verknüpfung in der isomeren Cellulose, hat enorme Konsequenzen: Die Amylose ist wasserlöslich und für uns Menschen ein wichtiges Nahrungsmittel, welches mit

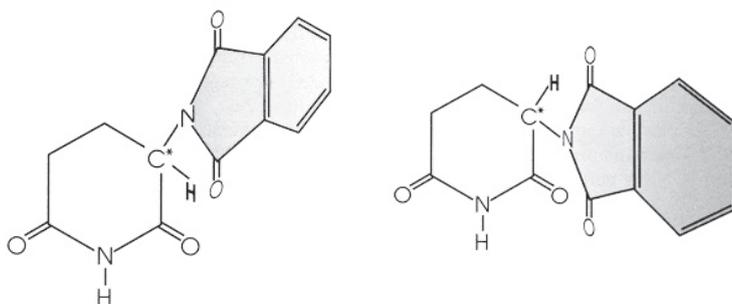
Hilfe unseres Enzyms Amylase zu Glucose hydrolysiert, während die Cellulose von uns nicht verstoffwechselt werden kann. Letztere ist wasserlöslich und dient u. a. zum Aufbau pflanzlicher Fasern. Vorsicht also beim Beurteilen der Eigenschaften isomerer Verbindungen! Zu diesem Thema gibt auch die – traurige – Contergan-Geschichte (siehe Abbildung unten) viele Denkanstöße.

Ohne es böse zu meinen, sollte man als Lehrer seine Schüler einmal ins Bockshorn jagen. Nachdem man die Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid und dessen Struktur erarbeitet hat, frage man nach der Struktur des Verbrennungsproduktes von Silizium. Die meisten Schüler antworten: $O=Si=O$. Logisch gedacht, denn Elemente einer Gruppe im Periodensystem zeichnen sich durch die gleiche Anzahl von Außenelektronen und ähnliches chemisches Verhalten aus. Doch der „kleine“ Unterschied in der Größe der C- und Si-Atome macht dem Analog-Denker einen Strich durch die Rechnung. Wäre das Siliziumatom in der Tat kleiner, könnte es wie das Kohlenstoffatom mit Sauerstoffatomen Doppelbindungen ausbilden. Dann wäre Quarz ein Gas, und unser Planet (und damit die Menschheit) würde so nicht existieren.

Auch in einfachen Element-Eigenschaftsreaktionen lässt sich diese Einsicht sehr anschaulich im Mittelstufenunterricht vermitteln: Analoge Reaktionsprinzipien der Alkalimetalle mit Wasser zeichnen sich im Detail jedoch durch kleine aber feine Unterschiede in der Reaktionsheftigkeit aus. Wenn auch Kalium der „Zwillingsbruder“ des Natrium ist, wie es Primo Levi formuliert [4], so ist es doch das Geschäft des Chemikers, dem „Fast-Identischen“ und dem „Praktisch-Gleichen“ zu misstrauen. Kleinste Unterschiede können fatale Folgen haben, wie auch im „richtigen Leben“ aus einem „beinahe“ noch kein „ganz und gar“ wird.

Die Mischung macht's

Die Natur liefert nicht nur eine Vielzahl einzigartiger Stoffe, sondern auch einzigartige Stoffmischungen. Gut ausgetüfelt, wie Chlorophylle, Carotine



Die L- und die R-Form (v.l.) von Thalidomid (Handelsname: Contergan) haben unterschiedliche physiologische Wirkungen. Die biologische Aktivität des R-Thalidomids führt zu Beruhigung; die andere Form erzeugt Fehlbildungen bei Embryos, nimmt die Mutter die Substanz ein. Da entsprechende Meldungen noch nicht zentralisiert waren, erkannte man die fatale Wirkung von L-Thalidomid erst, nachdem tausende Babys mißgebildet zur Welt gekommen waren (siehe Bild-Titelausschnitt vom 11. April 1962).

Fettbestimmung nach Caviezel®

BUCHI



Specken Sie Ihren Aufwand bei der Fettbestimmung ab:

Die Caviezel® Methode kombiniert eine einfache und schnelle Probenvorbereitung mit der gaschromatographischen Analyse des Extraktes. Ohne Zwischenschritte erhalten Sie in kürzester Zeit zuverlässige Ergebnisse für Gesamtfett, Buttersäure und Fettsäuren.

■ Extraktionseinheit B-815

In einem Schritt können bis zu vier Proben gleichzeitig, innerhalb von 30 Minuten extrahiert und verseift werden.

■ Detektionseinheit B-820

In weniger als 10 Minuten wird der Gesamtfettgehalt mittels gaschromatographischer Technik bestimmt.

■ Autosampler B-821

Das System lässt sich mit einem Probengeber für 48 Proben ausrüsten. Dies erhöht den Probendurchsatz und ermöglicht den automatisierten Betrieb.

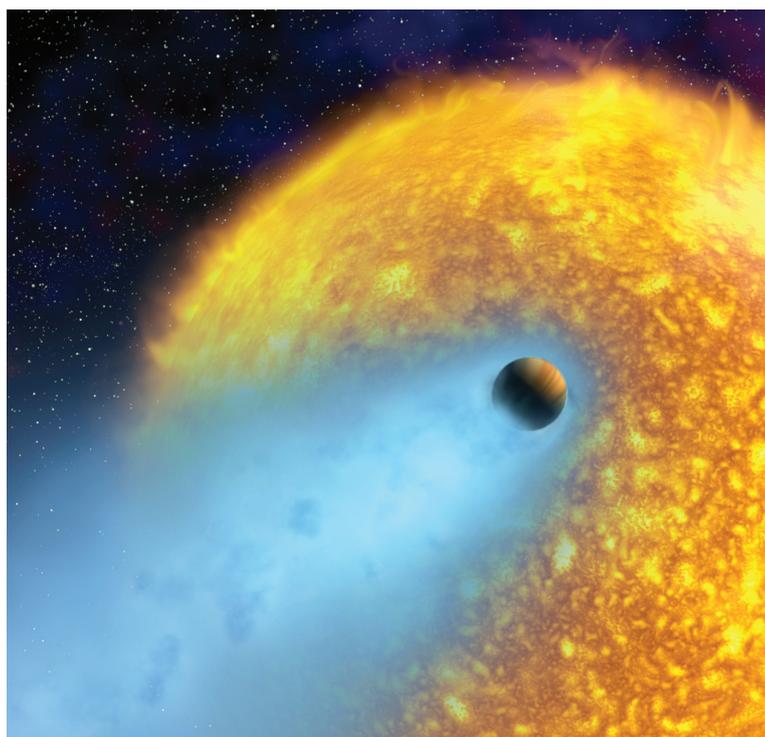
Erfahren Sie mehr über die Caviezel® Methode. Fordern Sie einfach ausführliche Informationen an oder besuchen Sie uns im Internet.

BÜCHI Labortechnik GmbH
Am Porscheplatz 5
D-45127 Essen
Freecall 0800 414 0 414
deutschland@buchi.com

www.buechigmbh.de

und Xanthophylle in den Blättern der Pflanzen kooperieren, um einen großen Teil des sichtbaren Lichtes für die Fotosynthese zugänglich zu machen. Und ist nicht auch die Luft ein geniales Stoffgemisch? Enthielte sie nämlich deutlich mehr Sauerstoff, würde auf Erden vieles verbrennen. Umgekehrt, bei einem zu geringen Sauerstoffgehalt, würden zahlreiche Lebewesen ersticken. Ähnlich verhält es sich mit dem Kohlenstoffdioxid in der Luft. Wäre da weniger, gäbe es die Fotosynthese nicht. Und bei zuviel des Gases würde der Treibhauseffekt noch verheerendere Folgen nach sich ziehen. Wenn den Schülern derartige Feinordnungen in der Natur bewusst werden, bleibt vielleicht ein Gefühl der Ehrfurcht vor ihr. Verdeutlichen lässt sich dies sehr anschaulich, indem beispielsweise Verbrennungen – etwa von Glucose – in reinem Sauerstoff durchgeführt werden: Ist die Sauerstoffzufuhr ausreichend, so reicht eine kleine Funke, und die organische Materie reagiert in einer stark exothermen Umsetzung nahezu vollständig mit dem bereitgestellten Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser. Entsprechend lassen sich übliche Redoxreaktionen mit dem sehr viel ungeeigneteren Oxidationsmittel Stickstoff kaum durchführen – hier gelingt bestenfalls die Umsetzung mit Magnesium zu Magnesiumnitrid. An einen Katabolismus organischer Materie unter den Bedingungen etwa des menschlichen Organismus (ca. 37°C, Normaldruck) ist da nicht zu denken.

Astronomen haben einen extrasolaren Planeten entdeckt, die so nahe einen sonnenähnlichen Stern umfliegt, dass er große Mengen seiner Materie ins Weltall ablässt. Den Jupiter-ähnlichen Gasplaneten HD 209458b zwischen Sonnenfeuer und Weltall-Kälte, dessen Umlaufbahn nur sieben Millionen Kilometer von dem Stern entfernt ist, visualisierte der Künstler Alfred Vidal-Madjar (Institut d'Astrophysique de Paris, CNRS, France). Leben wie wir es kennen gibt es nur in einem sehr engen Temperaturbereich, sicher nicht auf solch einem Planeten (Abb.: NASA).



So kann man die Überlegung „Die Mischung macht's“ auch auf den schmalen Temperaturkorridor übertragen, der bestehen muss, damit Lebensformen existieren können. Verglichen mit stellaren Bedingungen von vielen Millionen Grad Celsius leben wir auf der Erde quasi am absoluten Nullpunkt. Dass dennoch der Mensch auf einen Temperaturkorridor von ca. 35-40°C beschränkt bleiben muss, um den Ablauf seiner biochemischen Prozesse zu gewährleisten, unterstreicht die Sensibilität der Naturbalance. Selbst wenn man alle bakteriellen Lebensformen mit einbezieht, so kann das Leben, wie wir es kennen, eine maximale Temperaturspanne von –20°C bis +90°C tolerieren. Experimente mit Trockeneis oder – wenn vorhanden – flüssigem Sauerstoff und flüssigem Stickstoff führen die surreal anmutenden Umweltbedingungen vor Augen, die herrschen würden, wenn wir mit minimal veränderten Temperaturbedingungen „leben“ müssten.

Vom dummen Jungen und von gescheiterten Professoren

Ehrfurcht vor dem Leben kann sich bei Schülern u. a. entwickeln, wenn sie sich der Perfektion biochemischer Prozesse bewusst werden. Wem gelingt es besser, Fette zu hydrolysieren oder Eiweiße in Aminosäuren zu zerlegen, als den körpereigenen Lipasen bzw. Proteasen. In Anbetracht der Effektivität dieser Biokatalysatoren verblissen Haber-Boschs Eisenkatalysator zur Ammoniak-synthese oder Wilkinsons Hydrierkatalysator vor Neid.

Experimentell zeigt sich der enorme energetische Aufwand bei der Luftverbrennung zur Herstellung geringer Mengen Salpetersäure aus der Umsetzung von Luftstickstoff mit Luftsauerstoff und anschließender Zugabe von Wasser. Die technischen Anstrengungen des Menschen zur Herstellung von Nitraten aus dem reaktionsträgen elementaren Stickstoff können sich nicht mit den biokatalytischen Meisterleistungen der Stickstoff-fixierenden Mikroorganismen messen, die unter „natürlichen“ Temperatur- und Druckbedingungen jährlich bis zu 200 Millionen Stickstoff umsetzen, Dreiviertel des natürlichen Stickstoffkreislaufs.

Technische Katalysatoren zu entwickeln und die interessanten Strukturen von Proteinen aufzuklären sind zwar forschende Meisterleistungen, doch es dürfen Wetten darauf angenommen werden, dass es keinem Chemikern gelingen wird, Aminosäuren zu naturidentischen Proteinen zu polykondensieren. Schopenhauer brachte es auf den Punkt: *„Jeder dumme Junge kann einen Käfer zertreten, aber alle Professoren der Welt können keinen zusammensetzen.“*

Im Anfang war das Wort

Strukturchemisch noch interessanter als die Proteine ist die DNA, die das menschliche Genom bestimmt. Dieses als Reihenfolge der lediglich vier verschiedenen, an ein aus Phosphorsäure und Desoxyribose entstande-

nes Polykondensat gebundenen Stickstoffbasen Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin aufzuschreiben, erfordert etwa 1000 tausendseitige Bücher. Eine gewaltige Informationsmenge, die über das Werden von Leben entscheidet.

Vom chemischen Standpunkt aus betrachtet ist es besonders reizvoll zu bedenken, welche Bindungsvoraussetzungen gegeben sein müssen, damit Information generell chemisch kodiert werden kann. Aus diesen Überlegungen heraus lassen sich nämlich auch Charakteristika der verschiedenen Bindungstypen erarbeiten: Damit Information in einer spezifischen Abfolge von Molekülen kodiert werden kann, wird eine Bindungsstruktur benötigt, die variable Moleküle verknüpfen kann und zudem eine lineare und somit gerichtete Anordnung ermöglicht. Dies ist nur mit Hilfe einer kovalenten Bindungsform möglich; eine Kristallstruktur als Folge einer Ionenbindung verfügt über keine spezifische und variable Molekülfolge; sie eignet sich aber, um mit Hilfe eines elektrischen Feldes zwischen Kationen und Anionen zu selektieren und damit für bestimmte Ionensorten Reaktionswege zu sperren und wiederum andere zu eröffnen. Schwache Wechselwirkungskräfte wie etwa Wasserstoffbrückenbindungen verfügen wiederum über eine eigene besondere biologische Bedeutung: Sie ermöglichen kurzfristige und kurzzeitige Reaktionen auf Umweltsignale, da diese Informationen durch chemische Signale, also kurze Bindungsbildungen und Ablösungen übermittelt werden. Man denke nur an die Konsequenzen, wenn kurzzeitige Umweltreize wie Glockenschlag oder Autohupen nicht wieder aus der Wahrnehmung verschwinden würden, sondern noch Stunden im Bewusstsein nachhallen würden.

Dass also der Bauplan jedes Organismus in einer Abfolge von vier Basen kodiert ist und so sehr elegant eine enorme Informationsfülle materialisiert werden kann, ist eines der ergreifenden Wunder des Lebens. Der Evangelist Johannes drückte diesen fachwissenschaftlichen Zusammenhang folgendermaßen aus: *„Im Anfang war das Wort (im griechischen Original: Logos – Information), und das Wort ward Fleisch.“*

Feuerspeiende Drachen

Dank der in der DNA gespeicherten Daten sind wir keine feuerspeienden Drachen. Diesen merkwürdigen Gedanken kann man mit folgendem Experiment initiieren. Man gebe ein Stückchen Glucose in eine Kaliumchloratschmelze und beobachte die sehr heftige Verbrennung. Dabei entstehen aus dem Zucker Kohlenstoffdioxid und Wasser. In einem Kalorimeter kann man anschließend die Verbrennungswärme messen. Glucose ist für uns Menschen ein wichtiger Energielieferant, der in unserem Körper ebenfalls zu Kohlenstoffdioxid und Wasser verbrannt wird. Dabei wird die gleiche Energie frei wie bei der Verbrennung in der Kaliumchloratschmelze oder im Kalorimeter. Die Energiefreisetzung erfolgt aber in ganz kleinen Schüben (Hess'scher Satz), so dass die Energie nicht explo-

sionsartig verpufft, sondern sinnvoll genutzt werden kann, vor allem zur Produktion von energiereichem Adenosintriphosphat sowie zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur.

Ohne die Gültigkeit des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik – so kann man folgern – lässt sich „Leben“, wie wir es kennen, nicht vorstellen. Die dosierte Freisetzung der im Kalorimeter messbaren Verbrennungsenthalpie lässt sich mit Hilfe des bekannten „Blue-Bottle“ Experiments sehr anschaulich modellieren. Dabei wird Glucose mit verdünnter Natronlauge und Methylenblau-Lösung versetzt, wodurch es zu periodischen Reaktionsabläufen kommt, bei denen Glucose mit Hilfe des Methylenblaus zu Gluconsäure oxidiert wird, wobei sich die Farbe der Lösung von blau nach farblos ändert. Beim anschließenden Schütteln tritt Luftsauerstoff hinzu und oxidiert seinerseits die Leukoform des Methylenblaus, wodurch sich die Farbe der Lösung wieder zu blau verwandelt. Letztlich fungiert Methylenblau als Elektronenvermittler, und an der eigentlichen Umsetzung sind trotz des Zwischenschrittes letztlich nur Glucose und Sauerstoff beteiligt, entsprechend der Verbrennung im Kalorimeter.

Die oxidative Spaltung von Glucose zu Brenztraubensäure, dessen oxidative Decarboxylierung und die Reaktionsfolgen im Zitronensäurezyklus sind im technischen Reaktor bislang nicht realisiert worden. Chemiker sind einfach nicht intelligent genug dazu (Entschuldigung!), die erforderlichen Katalysatoren herzustellen. Dies schafft nur die Natur auf Basis der in der DNA vorhandenen „Kochvorschriften“.

Dinosaurier-Atome

„Alles ist im Fluss“, sagte schon Heraklit. Auf molekularer Ebene bedeutet dies, dass sich Atome ständig umgruppieren und andere Verbindungen eingehen. Betrachten wir exemplarisch den Kohlenstoffkreislauf auf der Erde, in dem das Kohlenstoffdioxid eine zentrale Stellung einnimmt. Die Meerespflanzen nehmen bei ihrer Fotosynthese 90 Milliarden Tonnen CO_2 pro Jahr auf, während die Meerestiere bei ihrer Atmung jährlich die gleiche Menge CO_2 produzieren. Die Landpflanzen benötigen 120 Milliarden Tonnen CO_2 pro Jahr für ihre Fotosynthese. Die Hälfte davon liefern die Landlebewesen durch Ausatmen nach. Die andere Hälfte wird bei der Verwesung und Zersetzung von Pflanzen, Tieren und Menschen ergänzt. Die CO_2 -Bilanz wäre insgesamt ausgeglichen, wenn da nicht mehr als fünf Milliarden Tonnen CO_2 wären, die bei der Verbrennung von Kohle, Erdöl und -gas zum Energiebedarf vor allen der wohlhabenden Nationen jährlich in die Luft geblasen werden. Wenn Schüler das Prinzip des chemischen Gleichgewichts verstanden haben, wissen sie, dass das Ökosystem Erde auf dieses Mehr an Kohlenstoffdioxid reagieren muss! Wer die Lebensbedingungen auf unserem Planeten nicht verändern, sondern sie so belassen will, wie sie sind, – weil sie gut sind –, muss sich danach fragen, welche Beiträge zur Verringerung des CO_2 -



AUFsätze

Ausstosses er persönlich und die Gesellschaft insgesamt leisten können.

Neben der Schärfung des Umweltbewusstseins eignet sich die Diskussion von Stoffkreisläufen auch zur Reflexion über die Vergänglichkeit allen Lebens. Wenn Kohlenstoffatome ständig im Fluss sind, sollten wir doch zumindest einige C-Atome in uns tragen, die früher schon einmal einem Dinosaurier gehört haben. Oder mit den Worten von Lucretius: „*Und es vergeht nichts ganz und gar von dem, was auf unserer Welt erscheint: denn die Natur baut ein Ding aus des anderen Trümmer und duldet die Geburt des einen nur durch des anderen Tod.*“

Auch diese weitreichenden, die Fantasie der Schülerinnen und Schüler beflügelnden Überlegungen lassen sich sehr leicht aus einigen grundlegenden Experimenten zum Kohlenstoffkreislauf ableiten:

- Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser,
- Nachweis von Kohlenstoffdioxid bei der Verbrennung organischer Substanzen,
- Sauerstoffnachweis bei der Fotosynthese (Wasserpest),
- Stärkenachweis in Laubblättern,
- Thermische Zersetzung von Kalkstein,
- Kohlendioxidnachweis beim Verbrennen von Kraftstoffen.

Das Chaos wird immer größer

Wasser und Ethanol zu mischen ist kinderleicht. Die beiden Komponenten der Mischung dann aber voneinander zu trennen, d. h., den geordneten Ausgangszustand wieder herzustellen, ist aufwändig und energieintensiv (Destillation).

Alle freiwillig ablaufenden Prozesse sind richtungsgebunden: sie verlaufen immer in Richtung einer Zunahme einer Gleichverteilung der inneren Energie auf möglichst viele Freiheitsgrade – einen Zustand, den wir phänomenologisch mit „Unordnung“ assoziieren.

Dazu ein Vergleich. Wer schon einmal sein Zimmer

aufgeräumt hat, weiß, dass dies mit Arbeit verbunden ist. Der Ordnung Schaffende kann dabei richtig ins Schwitzen und außer Atem kommen, denn sein Stoffwechsel muss intensiviert werden; er verbraucht Nahrung, tierische und pflanzliche. Für sein Leben wird also anderes Leben geop-

fert. Mit diesem Gedanken kann ein Brückenschlag zu den Themen „Einbettung des Menschen in natürliche Kreisläufe“ und „Ehrfurcht vor dem Leben“ nach Albert Schweitzer gebaut werden: „*Ich bin Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will.*“

Hierzu ein zweiter Gedanke. Jedes Lebewesen ist ein hoch geordnetes offenes System, dessen Ordnung nur mit Hilfe des Stoffwechsels – Austausch mit der Umgebung – aufrecht erhalten werden kann. Die dazu erforderlichen Verbrennungsreaktionen sind mit einer Entropiezunahme und einem Energieverlust in Form des Produktes der Entropieänderung und der Temperatur, $\Delta S \cdot T$, verbunden (zweiter Hauptsatz der Thermodynamik). Da der Begriff „Entropie“ umgangssprachlich mit „Unordnung“ oder „Chaos“ übersetzt werden kann, lautet für die Schüler das Fazit, dass mit der Existenz von Leben das Chaos auf der Erde und im Universum insgesamt immer größer wird. *Die Entropie steigt mit der Zeit; die Zeitachse läuft in Richtung Tod.* Eine metaphysische Betrachtung, Tatsächlich kann das Chaos auf der Erde insgesamt abnehmen. Nur die Entropie des Gesamtsystems – einschließlich des Weltalls – nimmt durch Lebensprozesse zu.

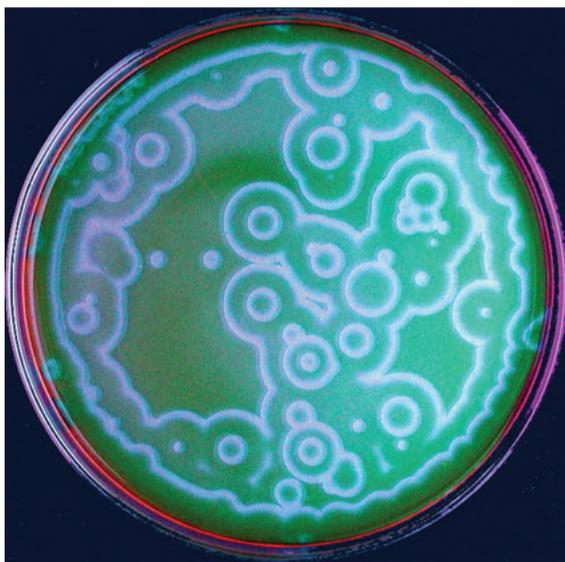
Hierzu die Äußerung einer 19jährigen Schülerin: „*Besonders eindrücklich war für mich zu erfahren, dass alles auf der Welt im Zusammenhang steht und ein Handeln eine Reaktion mit sich führt. Es war schon interessant zu entdecken, was hinter dem Phänomen Mensch steht und wie kompliziert das alles ist, was für uns selbstverständlich ist.*“

Gegensätze fördern Leben

Lebende Systeme erfordern Potentialgefälle, z. B. eine niedrige Sauerstoffkonzentration im Zellinneren und eine hohe auf der Außenseite der Zellmembran. Vergleichbar einer Batterie, die nur so lange funktioniert, bis die anfangs am Pluspol vorliegenden Oxidations- und die anfangs am Minuspol vorhandenen Reduktionsmittel durch Elektronenaustausch verbraucht sind. Aber letztlich sind es vielerlei chemische Dualitäten, die jeder Form von Leben, wie wir es kennen, unabdingbar vorausgehen: Chemische Energiespeicherung in Form des ATP ist nur möglich auf Grund der Abstoßungstendenz gleichgerichteter negativer Ladungen, die auf engem Raum konzentriert sind, was sich sehr eindrucksvoll durch die Hydrolyse von Phosphorpentoxid im Schulversuch simulieren lässt.

Gäbe es die elektrischen Polaritäten nicht, die sogar letztlich für die Struktur der Atome und damit für alle bekannten chemischen Reaktionen verantwortlich sind, so könnte eine so simple und doch so wirkungsvolle Methode der Energiespeicherung, wie wir sie im ATP vorfinden, nicht realisiert werden. Aber auch Konzentrationsgradienten, wie die von Natrium- und Kaliumionen im intra- und extrazellulären Raum sind verantwortlich für die Erregungsleitung am Nerven, was sich ebenfalls in einem sehr anschaulichen Schülerexperiment, verändert nach [5], zeigen lässt. An Stelle des in der Vor-

Fernab vom chemischen Gleichgewicht läuft die Belusov-Zhabotinsky-Reaktion ab; die Reaktionsgleichungen dazu s.S. M 66 (Abb.: Lipscher/Pörtner, Kantonsschule Baden, Schweiz).



schrift eingesetzten Reineisenstabes, der umständlich zu bestellen ist und etwa 40 Euro kostet, lässt sich das Experiment auch sehr einfach mit handelsüblichen Zimmermannsnägeln durchführen, wie sie in jedem Baumarkt zu bekommen sind. Durch die so ermöglichte Experimentierform des Schülergruppenversuchs können die Jugendlichen Einzelheiten wie die Periodizität der Erregungsleitung und die zeitlichen Besonderheiten der Reaktion eingehend beobachten.

Man darf also pointieren, dass letztlich die chemischen Gegensätze (Konzentrationsgradienten, Ladungsunterschiede und Potentialgefälle) unser Leben maßgeblich bestimmen; sie sind unabänderlich, und jedes Bemühen, einen dauerhaften Ausgleich dieser chemischen Dualitäten zu erreichen, würde nichts anderes als den Tod des Organismus zur Folge haben. Vielleicht kann uns das lehren, auch in unserem Alltag mit Gegensätzen und Spannungen leben zu lernen, weil sie als unabdingbare Eigenschaft zum Leben hinzu gehören, statt stets darauf aus zu sein, jegliche Form von Widerspruch und Verschiedenheit in einem gegenseitigen Ausgleich auflösen zu wollen.

Der wahre Öko-Freak muss Chemie-Ingenieur werden

Wer seine Umwelt liebt, muss sie schützen. Dazu braucht er Fachkompetenz. Wer Chemie-Ingenieur ist, weiß, dass man bakteriell verseuchtes Wasser mit Chlor oder Ozon desinfizieren, farbiges Wasser mit Wasserstoffperoxid bleichen oder die Farbstoffe an Aktivkohle absorbieren, saures Wasser neutralisieren kann etc. Fast alle Methoden zur Wasser-, Luft- und Bodenreinigung bzw. -reinigung basieren auf chemischen Prinzipien. Es lohnt sich also, Chemie zu studieren, denn dann kann man sein Fachwissen zum Schutz der Umwelt einsetzen.

Bedenkt man die gesellschaftliche Relevanz der Chemie, so muss einen die medienwirksame aber fachlich unhaltbare Vereinheitlichung der Bedeutungen von Biologie und Chemie sehr verärgern: Biologie wird in der öffentlichen Wahrnehmung mit natürlich und gesund assoziiert, während Chemie mit den Attributen künstlich und giftig behaftet ist. Dass dies nicht so ist, und dass sämtliche elementaren Lebensvorgänge in erster Linie chemisch-physikalische Prozesse darstellen, lässt sich den Schülerinnen und Schülern bei vielerlei Themen eindrücklich demonstrieren (Redoxvorgänge, Protolysen, Puffersysteme, Enthalpie und Entropie etc.) Stellvertretend sei hier die Bemerkung eines Schülers der Jahrgangsstufe 11 herausgegriffen, der im Anschluss an das oben beschriebene Experiment zur Simulation der Reizweiterleitung an Nerven formulierte: „*Dass der menschliche Körper ein geniales Produkt der Natur ist, stand für mich schon immer fest. Mit Hilfe der Chemie kann man in Teile dieses Systems einblicken und es vielleicht begreifen. Jedoch wird hier erst klar, wie viel Würde jedem Menschen zukommen sollte ...*“

Wasser ist Menschenrecht

Das Vater-Unser-Gebet müsste um eine Zeile „... unser täglich Wasser gib uns heute ...“ erweitert werden, denn Wasser ist ein essentielles Lebensmittel und damit ein Menschenrecht. Das findet nicht nur die Organisation „Brot für die Welt“, die eine Aktion unter dem Motto gestartet hat. Wir haben dieses Thema mit Schülern und Studenten diskutiert, ihnen die Probleme mit der weltweiten Trinkwasserversorgung, Ursachen der zunehmenden Grundwasserverschmutzung und technische und wirtschaftliche Aspekte der Trinkwasserherstellung erläutert [6]. Die Chemie hat viel zu dem Thema zu sagen, und die jungen Menschen hören interessiert zu, wenn im Zusammenhang mit Wasser nicht nur die chemische Formel, das Dipolmoment, die Aggregatzustände, die Verdampfungsenthalpie, die Knallgasreaktion und Hoffmanns Zersetzungsgesetz behandelt werden.

Chemie – Fluch oder Segen

Dass mit Hilfe chemischer Prozesse sauberes, trinkbares Wasser hergestellt werden kann, ist ein Segen. Umgekehrt ist es ein Fluch, dass viele Gewässer auf der Erde vor allem durch Industrieabwässer, Pestizid- und Arzneimittelrückstände etc. kontaminiert sind. Die berühmten beiden Seiten derselben Medaille. Die Anwendung der Chemie ist janusköpfig. Dies kann u. a. auch am Verhalten zweier unterschiedlicher Halogenverbindungen gegenüber Licht sowie den verschiedenen Eigenschaften des Ammoniumnitrats erläutert werden.

Die Entdeckung der fotochemischen Zersetzung der Silberhalogenide hat die Fotografie ermöglicht. Diese wiederum war am Ende des 18. Jahrhunderts ein wesentliches Mittel der Aufklärung und Demokratisierung. Denn soziale und gesellschaftliche Missstände konnten im Bild festgehalten und über die Zeitungen weltweit publiziert werden. Schreckliche Momentaufnahmen des Krieges konnten unbeteiligten Zivilisten eindrücklich nahegebracht werden etc. Die Empfindlichkeit von Dichlordifluormethan, einer anderen Halogenverbindung, gegenüber dem UV-Anteil des Sonnenlichtes hat der Erde und ihren Bewohner das Ozonloch „beschert“. Dabei war der Stoff zunächst als Treibgas und Kühlmittel hoch willkommen. Ist den Erfindern und Verkäufern der Verbindung die Schuld zu geben, dass sie deren Fotochemie in höheren Schichten der Atmosphäre nicht voraussahen? Nein. Sie konnten die dort ablaufenden radikalischen Kettenreaktionen nicht ahnen. Gerade die Geschichte des Difluordichlormethans, ähnlich wie die des DDTs, lehrt, dass man vor Folgeschäden einer Erfindung niemals gefeit ist. „*Die Auswirkungen gehen alle an*“, heißt es in Dürrenmatts Schauspiel „Die Physiker“. Problematisch ist hier wiederum, dass eine kollektive Verantwortlichkeit der Gesellschaft schnell auch zu „Nicht-Zuständigkeitsbekundungen“ einzelner führen kann: wo alle zuständig und verantwortlich sind, kann sich er einzelne leicht in Untätigkeit flüchten, oh-



AUFSÄTZE

ne Sanktionen fürchten zu müssen. „Was alle angeht, können auch nur alle lösen ...“ (Dürenmatt), aber: es muss dennoch einzelne Ansprechpartner geben, die eine größere Verantwortung tragen als andere.

Kommen wir zum Ammoniumnitrat. Dieses Salz wurde im Unterricht als Bestandteil zahlreicher Düngemittel kennen gelernt. Am Rande der üblichen Nachweisreaktionen auf Ammonium- und Nitrat-Ionen haben wir die Schüler gebeten, eine Spatelspitze der Substanz im Reagenzglas zu erhitzen. Die Verblüffung aufgrund einer Verpuffung war bei den Jungforschern groß: Sie hatten entdeckt, dass Ammoniumnitrat auch ein Sprengstoff ist! Nun kann eine Entdeckung nicht zurück genommen werden, und die Frage stellt sich, wie man damit umgeht (Verantwortungsethik). Der Mensch darf Ammoniumnitrat selbstverständlich zu friedlichen Sprengzwecken, z. B. im Bergbau oder beim Feuerwerk, einsetzen. Er darf den Stoff aber nicht zu etwaigen Terroranschlägen missbrauchen.

Wir haben die Schüler einen Aufsatz zum Thema „Chemie – Fluch oder Segen der Menschheit“ schreiben lassen [7]. Des Weiteren haben wir sie gebeten, einen Eid für Naturwissenschaftler zu verfassen, und ihre Texte mit dem Wortlaut des Eides verglichen, den die Gesellschaft Deutscher Chemiker 1994 formuliert hat: „ ... Alle GDCh-Mitglieder sind sich bewusst, dass sie als Naturwissenschaftler in besonderem Maße für die Auswirkungen ihrer beruflichen Tätigkeit auf Mensch und Natur verantwortlich sind.“

Ausgangspunkt dieser Aufgabenstellung an die Schülerinnen und Schüler war die Frage, wie denn überhaupt im konkreten Fall die Verantwortung, die der Kodex der GDCh formuliert, aussehen könne: Kann ein Wissenschaftler finanziell regresspflichtig gemacht werden? Sicher nicht. Worin besteht dann aber eigentlich die Verantwortung, die der Wissenschaftler „in besonderem Maße“ trägt? Wie aus der folgenden Formulierung einer 13jährigen Schülerin ersichtlich ist, kann es nur um eine gewissenhafte Methode des Forschens und die ehrliche und mutige Präsentation seiner Ergebnisse gehen: „Hiermit verpflichte ich mich, ehrlich und mutig auch gegen falsche Behauptungen wissenschaftliche Ergebnisse zu benennen und keine gesicherten Informationen zurückzuhalten. Außerdem verspreche ich eine gewissenhafte Forschung und Beratungsfunktion für politische Gremien.“

Eindrücklicher kann man bei jungen Menschen im Chemieunterricht Denkanstöße zur Werteerziehung kaum anstoßen.

Vergraben und Versenken

An dieser Stelle können die Schüler mit zwei prinzipiellen Aspekten ethischen Verhaltens konfrontiert werden: Handelt man *gesinnungsethisch* oder *verantwortungsethisch*, was sich mit Hilfe des folgenden Zitats von Max Weber differenzieren lässt: „Wenn die Folgen einer aus reiner Gesinnung fließenden Handlung üble sind, so gilt ihm [dem Gesinnungsethiker] nicht der Handelnde, son-

dern die Welt dafür verantwortlich, die Dummheit der anderen Menschen oder der Wille des Gottes, der sie so schuf. Der Verantwortungsethiker dagegen rechnet mit eben jenen durchschnittlichen Defekten der Menschen, [...] er fühlt sich nicht in der Lage, die Folgen eigenen Tuns, soweit er sie voraussehen konnte, auf andere abzuwälzen. Er wird sagen, diese Folgen werden meinem Tun zugerechnet [...]“

Überträgt man diese grundsätzlichen Überlegungen auf konkrete chemiespezifische Problemstellungen, so kann man erörtern: Welche Risikoabwägungen sollten bedacht und welche Gefahren ausgeschlossen werden, bevor es zu Herstellungszulassungen und Lagerungsbefugnissen kommen kann? Welche Sicherheitsbestimmungen und Beglaubigungen müssen erfüllt sein, bevor Chemikalien verkauft und exportiert werden dürfen? Wer kann die Ausfuhrkontrolle überwachen? Wie lassen sich Behauptungen aufrecht erhalten, ein Staat produziere Giftgas, wenn alle dazu erforderlichen Ausgangsstoffe auch harmlosen und gesellschaftlich nutzbringenden Zwecken dienen können?

Ergänzen lässt sich, dass manchmal nicht die Herstellung und Nutzung, sondern die Entsorgung von Chemikalien ein massives und nachhaltiges Problem darstellt. Man denke an die gebrauchten Brennstäbe aus Kernkraftwerken oder aus den mit Kernenergie angetriebenen russischen Unterseebooten. Man verglast sie, gießt sie in Beton und vergräbt sie schließlich in unterirdischen Salzstöcken oder man versenkt sie einfach in der Barents-See.

Staunen ist Sehnen nach Wissen

Wenden wir uns lieber dem Schönen zu, und staunen wir über das Wachsen in einem chemischen Garten, über das Ausschlagen eines Silberbaums oder über die Bewegungen eines Tintentropfens, der in ein Wasserglas fällt. Bei diesen Experimenten ist der Zufall der Gestalter des Ästhetischen, und das ist gut. Das sinnliche Erleben darf im Chemieunterricht nicht zu kurz kommen. Die anschaulich wesentliche Qualität eines Phänomens zu hinterfragen und zu reflektieren und von dieser logisch schlussfolgernd zum unsichtbaren Kern des Wesens vorzudringen, entspricht dem Bedürfnis gerade jüngerer Menschen nach Auseinandersetzung mit dem Ästhetischen als Lerngegenstand selbst [8]. Diese pädagogische Erkenntnis fasste schon Thomas von Aquin zusammen: „Staunen ist ein Sehnen nach Wissen.“

Aber auch in höheren Jahrgangsstufen lassen sich mit Hilfe ansprechender Experimente Schönheit und Vergänglichkeit chemischer Kunstwerke anschaulich demonstrieren. Ein besonders schönes Beispiel bietet die Umsetzung des Redoxindikators Safranin mit alkalischer Hydroxyaceton-Lösung (in der Petrischale mit Overhead-Projektion). Hier kommt es durch eine Redoxreaktion zwischen Safranin und Hydroxyaceton einerseits und der Leukoform des Farbstoffes und Luftsauerstoff andererseits zu wunderschönen Farbspielen, die an Selbst-

storganisation und Musterbildung von Zellstrukturen erinnern [9].

Die Schülerinnen und Schüler werden spielerisch ermuntert, darüber nachzudenken, wie chemisch-physikalische Grundprinzipien (Entropiemaximierung in der Umgebung und lokale Musterbildung im System) auf zentrale lebensbestimmende Funktionen (Organisation und Ordnungsgrad lebender Systeme) Einfluss nehmen, und wie feinsinnig und staunenswert die Naturordnung beschaffen ist.

Wahrheit

Der echte Forscher will im Faust'schen Sinne wissen, was die Welt im Innersten zusammen hält. Sein Durst nach Wahrheit ist unstillbar. Verlassen wir die Poesie und fragen, was uns der Chemieunterricht vielleicht über die „Wahrheit“ lehren kann.

Wenn die Schüler gelernt haben, dass Calcium- mit Oxalationen schwerlösliches Calciumoxalat ergeben, sollte man ihnen zwei Proben aushändigen und sie bitten zu prüfen, welche davon Calciumionen enthalte. Probe A: CaCl_2 -Lösung, Probe B: CaCl_2 -Lösung, der überschüssige EDTA-Lösung zugesetzt wurde. Die Schüler tropfen zu jeder Probe Kaliumoxalat-Lösung und beobachten nur bei der ersten Probe die Bildung eines weißen Niederschlages. Dann schreiben sie in ihr Protokollheft: „Probe A enthält Calcium-Ionen, Probe B nicht.“ Der zweite Teil der Aussage ist falsch. Doch so, wie die Schüler analysiert haben, konnten sie die Wahrheit nämlich nicht erkennen, denn die durch den sechszähligen Chelatliganden Ethylendiamintetraacetat komplexierten Calciumionen werden von Oxalationen nicht angegriffen, und eine Niederschlagsbildung bleibt dementsprechend aus. Die Schüler sind verblüfft, dass sie sich getäuscht haben.

Ebenso interessant ist in einer Weiterführung die Umkehrung dieses Gedankens: denn auch eine wahrheitsgetreue Formulierung kann richtig und trotzdem nutzlos sein. Die Schülerinnen und Schüler müssen lernen, im Blick auf naturwissenschaftliche Aussagen zwischen Wert und Wahrheit von Aussagen zu unterscheiden. Lässt man die Jugendlichen z. B. die Gruppenreaktionen der Halogenide in Schülerexperimenten erforschen, so können einige wahre Aussagen durch den Lehrer zur Hilfestellung formuliert werden.

Die Schülerinnen und Schüler bekommen nun den Auftrag, diese bezüglich ihres Wahrheitsgehalts experimentell zu überprüfen („Aus ammoniakalischer Lösung fällt kein Silberchlorid aus.“) oder andere tatsächlich wahre Formulierungen bzgl. ihres Wertes zur Deutung der Experimente zu hinterfragen („Silber ist ein chemisches Element und steht im Periodensystem der Elemente.“)

Vielleicht können Schülerinnen und Schüler auf diese experimentell eröffnete Weise auch kritischer gegenüber den vielen Aussagen werden, die sie im täglichen Leben machen, hören oder lesen. Wie steht es da mit Wert und Wahrheit gerade bei modernen populistischen

Formulierungen, die allzu gerne in den Medien kommuniziert werden?

Trivial, aber wertvoll

In diesem Artikel sollte es nicht versäumt werden, einige triviale Vorzüge von experimentellen Schülerübungen zu betonen. Wer experimentiert, muss gewissenhaft sein, sauber arbeiten und Ordnung halten. Meistens werden Schülerversuche in Kleingruppen durchgeführt, in denen jeder kooperieren und sogar Teamgeist entwickeln muss. Neben dem Lernen von chemischen Prinzipien und Reaktionsgleichungen erfolgt also das Lernen einiger Kardinaltugenden. Kopfnote für das Zeugnis können bei chemischen Schülerversuchen bestens ermittelt werden!

Danksagung

Herzlicher Dank gebührt Prof. Helmut Gebelein, Didaktik der Chemie der Universität Gießen, für sein großes Interesse an der vorliegenden Arbeit und seine Unterstützung.

Literatur

- [1] H.-L. Krauß, Dissertation, Universität Gießen, in Vorbereitung
- [2] V. Wiskamp, M. Holfeld, H.-L. Krauß, W. Proske, Chemie im Rahmen von religions- und sozialpädagogischen Kinder- und Jugendprogrammen, PdN-ChiS 54 (2005), Heft 1, S. 25-30
- [3] V. Wiskamp, H.-L. Krauß, S. Müller-Langsdorf, Naturwissenschaftliches Experimentieren und Religionspädagogik in Kindertagesstätten, Theorie und Praxis der Sozialpädagogik (TPS), im Druck
- [4] P. Levi, Das Periodische System, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, 4. Aufl. München 1999, S. 66
- [5] M. Ducci, M. Oetken, Die Erregungsleitung am Nerven in elektrochemischen Modellexperimenten, MNU 52/1 (1999), S. 28-33
- [6] V. Wiskamp, Naturwissenschaftliches Experimentieren – nicht erst ab Klasse 7, 2. Aufl., Shaker Verlag, Aachen, 2005, Kapitel 4.9, S. 41-44
- [7] V. Wiskamp, Schüleraufsätze zum Thema „Chemie – Fluch oder Segen der Menschheit“, Chemie und Biologie (c + b) 2000, Heft 2 & 3; http://www.swisseduc.ch/chemie/c+b/23_00/
- [8] D. Freeß, Naturphänomene wahrnehmen und deuten – Ästhetisches Lernen, Grundlagen der Schulpädagogik, Band 44, Schneider Verlag Hohengeren, 2002
- [9] H. Kunz, Prinzipien der Selbstorganisation – Untersuchungen zu strukturbildenden Prozessen und Entwicklung einer experimentellen Konzeption zur Einbindung dieser Thematik in einen zeitgemäßen Chemieunterricht (2001); <http://docserver.bis.uni-oldenburg.de/publikationen/dissertation/2001/kunp01/inhalt.html>



AUFSÄTZE

CTAs auf Mörderjagd

Ingo Tausendfreund

Um schon früh die Begeisterung junger Menschen für die wichtige Disziplin „Instrumentelle Analytik“ zu wecken habe ich das „Bochumer Krimiprojekt“ ins Leben gerufen. Es soll am Ende des ersten Ausbildungsjahres den Chemisch technischen Assistenten (CTA) unter den Bedingungen eines spielerischen Wettbewerbs die Anwendung der qualitativen nasschemischen Analytik in der forensischen Chemie ermöglichen. Jetzt ist dieser Wettbewerb erstmals erfolgreich gelaufen. Die Erfahrungen ermuntern, das Bochumer Krimiprojekt fortzuführen.

Das erste Bochumer Krimiprojekt war eine spannende Kriminalgeschichte gepaart mit einer chemisch-analytischen Herausforderung für die jungen Auszubildenden des Bochumer Berufskollegs TBS 1.

Der fiktive Hintergrund: Der Königspudel „Mme Curie“ der Bochumer Schriftstellerin J.K. Crowling wurde vergiftet. Die Staatsanwaltschaft lehnte jedoch die Verfolgung des Falles aus mangelndem öffentlichen Interesse ab. J.K. Crowling war gefordert, für ihre Privatklage den Täter zu ermitteln. Fünf Tatverdächtige und ihre Motive waren schnell benannt. Wer von ihnen jedoch der Pudeldame das tödliche Gift gab, musste durch chemische Untersuchungen herausgefunden werden.

Die weiblichen und männlichen Auszubildenden des Bildungsganges „Chemisch technischer Assistent“ (CTA) hatten bereits ein Jahr Laborerfahrung bei der Durchführung von chemischen Nachweisen sammeln können. Sie waren nun gefordert, ihr Wissen und Geschick bei der Bearbeitung des Kriminalfalles unter Beweis zu stellen. So galt es, mögliche Gifte anhand von Informationen über die Tatverdächtigen zu ermitteln und den zur Verfügung gestellten Mageninhalt des toten Tieres auf Spuren dieser Substanzen hin zu untersuchen. Insgesamt traten 15 Teams gegeneinander an.

Nach 14 Tagen standen die Gewinner des Krimiprojektes fest: Mike Schoffer und Sebastian Schneider überzeugten die Jury mit ihrem Analysenbericht. Der Mörder war zwar nicht der Gärtner, doch das von ihnen korrekt bestimmte Gift folgt der Krimi-Tradition: Arsen. Mit dieser Lösung des Falles konnten sie sich über den von der Bochumer Universitätsbuchhandlung Janssen gespendeten Büchergutschein freuen.

Der Autor

Der Diplom-Chemiker Dr. Ingo Tausendfreund wechselte nach drei Jahren als Technischer Verkaufsleiter Westeuropa bei der MC-Bauchemie Müller GmbH, wo er für den Aufbau der Produktion und des Vertriebs bauchemischer Produkte verantwortlich war im Jahre 2003 an die Technische Berufliche Schule 1 (TBS1) in Bochum. Seit Januar dieses Jahres leitet er dort den Fachbereich Instrumentelle Analytik.



Wenngleich die Rahmengeschichte des Krimiprojektes reine Fiktion war, entspricht die chemische Analyse unbekannter Substanzen einem wesentlichen Bestandteil der dreijährigen Berufsausbildung zum staatlich geprüften Chemisch technischen Assistenten. In dieser Zeit erlernen die Auszubildenden den sicheren Umgang mit Chemikalien, die saubere Durchführung chemischer Analysen und Synthesen sowie den Einsatz komplexer technischer Mess- und Prüfgeräte. Dabei wird nicht nur theoretisches Wissen, sondern zugleich die Laborpraxis durch integrierte Praktika vermittelt. Die Technische Berufliche Schule 1 ist seit 27 Jahren führende Ausbildungsstätte für CTA im östlichen Ruhrgebiet.

Von zukünftigen Interessenten wird neben der Zugangsvoraussetzung „Fachoberschulreife“ eine hohe Lernbereitschaft sowie Spaß an den Fächern Chemie, Physik und Mathematik erwartet. Nach bestandener Abschlussprüfung wählen die Absolventen entweder den direkten Eintritt ins Berufsleben oder beginnen ein Studium an einer Fach- oder Gesamthochschule. Über die Einstellungschancen der fertig ausgebildeten CTA in der Industrie entscheiden vor allem die Persönlichkeit des Bewerbers und die in der Ausbildung erbrachten Leistungen.

Beschreibung des Projekts

Der fiktive Tathergang

Der Tod von Mme Curie

Die Bochumer Schriftstellerin J.K. Crowling hat am Morgen des 20. Mai 2005 ihre geliebte Königspudeldame namens Mme Curie im Kaminzimmer auf ihrem Lieblingssessel tot aufgefunden.

Der sofort verständigte Tierarzt stellte fest, dass das Tier einem Giftanschlag zum Opfer gefallen ist. Daraufhin alarmierte J.K. Crowling die Polizei, die den Körper des leblosen Hundes sicherstellte, um diesen der Gerichtsmedizin zu übergeben und dort die Todesursache klären zu lassen.

Die zuständige Staatsanwaltschaft entschied sich jedoch gegen die Einleitung eines Strafverfahrens, weil es sich um ein Privatklagedelikt handele und das öffentliche Interesse an einer Klageerhebung fehle. Nicht zuletzt spielte dabei auch die chronisch leere Staatskasse eine Rolle.

Diese Entscheidung wurde J.K. Crowling in einem Bescheid mitgeteilt (siehe Brief unten rechts).

J.K. Crowling wendet sich nun vertrauensvoll an Sie, um von Ihnen Indizien und Beweise finden zu lassen, damit sie die Privatklage vor dem Strafgericht erfolgreich durchführen und Mme Curies NMörder“ seiner gerechten Strafe zufüh-



Fiktiv tot, tatsächlich im Tiefschlaf: Pudeldame Mme Curie.

ren kann. Sie erhalten neben einer Probe des Mageninhalts des Mordopfers Informationsmaterial über Personen aus dem Umfeld von J.K. Crowling, die ihrer Meinung nach für das Verbrechen in Frage kommen.

Viel Erfolg bei der Aufklärung des Falles.

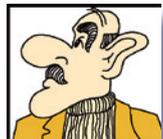
Vorstellung der Tatverdächtigen

Person 1: Claudia Kiffer
42 Jahre, ledig
Wohnort: Düsseldorf
Beruf: Modedesignerin



Vor sieben Jahren hat Claudia Kiffer dafür Rache geschworen, dass J.K. Crowling ihr den Verlobten ausgespannt und schließlich selbst geheiratet hat. Eifersucht ist bekanntlich ein sehr beliebtes Mordmotiv. J.K. Crowlings Mann erzählte einst von dem sehr interessanten Gewürzregal, das bei seiner Ex-Freundin, Claudia Kiffer, in der Küche hängt. Die Gewürze in diesem Regal waren Schwiegermutterzucker, Safran, Koriander, Muskatnuss und Meersalz.

Person 2: Peter Poison
71 Jahre, verwitwet
Wohnort: Bochum
Beruf: Geologe im Ruhestand



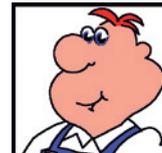
Der eigentlich immer schlecht gelaunte und streitbare Nachbar von J.K. Crowling namens Peter Poison hat sich mehrfach lautstark über das Gebell von Mme Curie beschwert. In der Nachbarschaft hält sich hartnäckig das Gerücht, dass er eine Katze mit einem Luftgewehr erschossen hat, weil ihn das nächtliche Geschrei des Tieres störte. Herr Poison ist leidenschaftlicher Mineraloge und sammelt auch als Rentner noch Erze und Gesteine. Als J.K. Crowling ihn einige Tage nach Mme Curies Tod besuchte, um ihn zu fragen, ob er in der Mordnacht besondere Beobachtungen gemacht habe, sah J.K. Crowling, dass ein Mineralienregal geleert war. Lediglich die Namensschildchen der fehlenden Steine und Erze waren noch zu lesen. Geistesgegenwärtig hat sich Mme Curies Frauchen die Namen der fehlenden Mineralien notiert: Siderit, Bauxit, Misspickel, Magnesit und Pyrit.

Person 3: Kevin Klug
15 Jahre, ledig
Wohnort: Bochum
Beruf: Schüler der Helge-Schneider-Gesamtschule



Kevin Klug ist ein Junge aus der Nachbarschaft. Sein besonderer Stolz ist ein 30-tägiger Dauerarrest, den er wegen schwerer Körperverletzung absitzen musste. Er gilt als intelligent, aber kriminell. Bei dem Versuch in den Weinkeller von J.K. Crowling einzubrechen, wurde er durch die bellende Mme Curie in die Flucht geschlagen. Als vor einigen Monaten in der Helge-Schneider-Gesamtschule bei einem Einbruch aus der Chemikaliensammlung einige Substanzen – unter anderem Ethanol, Borax, Ammoniumacetat und weißer Phosphor – gestohlen wurden, fiel der Verdacht auch auf Kevin. Doch bei einer Durchsuchung seines Zimmers konnten die gestohlenen Chemikalien nicht aufgefunden werden.

Person 4: Sascha Spy
37 Jahre, geschieden
Wohnort: Bochum
Beruf: Altenpfleger



Verbrecherjagd war Mme Curies besondere Stärke. Sie jagte daher stets jeden, den sie für einen Verbrecher hielt. Im Falle von Sascha Spy mag Mme Curie ein wenig übereifrig gewesen sein – sie biss in sein Bein, als dieser durch J.K. Crowlings Badezimmerfenster spähte. Laut fluchend entfernte sich Sascha Spy, erstattete jedoch keine Anzeige. Eine gute Freundin von J.K. Crowling besuchte Sascha Spy wenige Tage vor dem Mordanschlag in seinem Hobbyraum. Dort fielen ihr – wie sie später J.K. Crowling berichtete – einige große Chemikalienflaschen auf. Einige der Namen konnte sie sich besonders gut einprägen: Soda, Sublimat, Pottasche und Dextrin.

Die Staatsanwaltschaft lehnt eine Verfolgung der Tat ab.





Staatsanwaltschaft
15 Js 87/05

Bochum, 22.05.2005

An Frau
J.K. Crowling
Postfach 20 55 663
44750 Bochum

Betr.: Ermittlungsverfahren gegen Unbekannt
wegen Sachbeschädigung
Bezug: Ihre Strafanzeige vom 20. Mai 2005

Sehr geehrte Frau Crowling,
ich habe das Verfahren eingestellt.

In Fällen wie dem vorliegenden wird von Amts wegen nur dann Anklage erhoben, wenn der Rechtsfrieden über den Lebenskreis des Verletzten hinaus gestört und die Strafverfolgung ein gegenwärtiges Anliegen der Allgemeinheit ist (§§ 374, 376 StPO in Verbindung mit Nr. 86 Nr. 2 RiStBV). Das ist hier nicht der Fall.

Bei der am 20.05.2005 erfolgten Vergiftung Ihres Hundes handelt es sich nach der gesetzlichen Regelung um eine Sachbeschädigung gemäß § 303 StGB. Denn Tiere sind gemäß § 90a BGB Sachen im Sinne des Gesetzes. Damit ist ein Privatklagedelikt (§ 374 Abs. 1 Nr. 6 StPO) gegeben.

Durch diesen Vorfall werden öffentliche Interessen nicht berührt. Ich sehe mich daher nicht in der Lage, von Amts wegen Anklage zu erheben. Es bleibt Ihnen jedoch unbenommen gegen den – bislang unbekannt – Beschuldigten die Privatklage gemäß § 376 StPO zu erheben, falls Sie sich davon Erfolg versprechen. Der Privatklageweg gewährleistet in Fällen der vorliegenden Art ausreichenden strafrechtlichen Schutz. Der Erhebung der Privatklage muss in aller Regel eine Sühneverhandlung vorausgehen. Nähere Auskünfte hierüber erteilt der Schiedsmann, in dessen Bezirk der – von Ihnen noch zu ermittelnde – Beschuldigte wohnt.

Die noch in amtlicher Verwahrung befindlichen sterblichen Überreste des Hundes „Mme Curie“ werden Ihnen wieder zur Verfügung gestellt.

Hochachtungsvoll

(Hinrich Tung)
Oberstaatsanwalt

Aufklärung über Gefahren im Umgang mit giftigen Substanzen

Die forensische Analytik hat einen hohen Stellenwert bei der Aufklärung von Verbrechen. Während der Ausbildung zum Chemisch Technischen Assistenten werden daher auch im Rahmen der nasschemischen Analytik entsprechende gerichtsmedizinische Verfahren thematisiert. Ziel der Ausbildung ist neben der Kenntnis der Nachweismethoden für toxische Substanzen der sichere Umgang mit giftigen Zubereitungen einschließlich ihrer sachgemäßen Entsorgung.

VERGÄTTERUNG

Ich bin darüber unterrichtet worden, dass sämtliche im Rahmen der Ausbildung zum Chemisch Technischen Assistenten bereitgestellten Informationen über toxische Substanzen ausschließlich der beruflichen Bildung dienen. Es ist mir untersagt, erworbenes Wissen an andere Personen weiter zu geben oder gegen diese zu verwenden. Es ist mir strengstens verboten, Chemikalien aus den Laboratorien zu entnehmen oder giftige Zubereitungen mit anderweitig erworbenen Chemikalien privat herzustellen. Ich weiß, dass Zuwiderhandlung neben dem Ausschluss von der Ausbildung auch strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen wird.

Des Weiteren bin ich informiert worden, dass der leichtsinnige, fahrlässige oder unsachgemäße Umgang mit Chemikalien - insbesondere mit toxischen Substanzen - zum sofortigen Ausschluss vom Krimiprojekt vorbehaltlich weiterer Konsequenzen führt. Ich bestätige durch meine Unterschrift, dass ich den Text der Vergatterung verstanden habe und die Anweisungen befolgen werde.

Die teilnehmenden CTA-Schülerinnen und -Schüler werden über die Gefahren im Umgang mit giftigen Substanzen aufgeklärt und zu ordnungsgemäßer Nutzung vergattert.

*Person 5: Bernd Butterfly
47 Jahre, verheiratet
Wohnort: Dortmund*

Beruf: Biologe, Fachg. Entomologie

Bernd Butterfly ist Entomologe und verbringt seinen Urlaub bevorzugt in Südamerika, um dort seltene Schmetterlinge zu fangen. Nach dem Fang der Insekten tötet er diese in einem Glas, in dem eine Mischung aus Gips und Zyankali stetig kleine Mengen an Blausäure abgibt. Der Tod der Tiere tritt innerhalb weniger Sekunden ein. Vor einem Jahr erhielt J.K. Crowling von Bernd Butterfly ein Kaufangebot für ihr Haus. Sie lehnte das Angebot ab. Bernd Butterfly wurde wütend und sagte ihr, dass er schon dafür sorgen würde, dass sie verkauft wird.



Warnung

Die vorliegende Kriminalgeschichte ist reine Fiktion. Der für die Lösung des Falles zur Verfügung stehende Mageninhalt enthält jedoch tatsächlich mindestens ein sehr starkes Gift. Zur Erprobung der Reaktionen für den Nachweis der potentiellen Gifte werden die jeweiligen Chemikalien – also auch die zu identifizierenden Gifte - zur Verfügung gestellt, sofern diese in der Schulsammlung vorhanden sind.

Aufgrund der hohen Giftigkeit der in Frage kommenden Substanzen sind neben den allgemeinen Laborregeln einige zusätzliche Sicherheitsregeln zu beachten:

- Jede Art von Arbeit ist unbedingt unter dem Abzug durchzuführen. Dies gilt bereits für das Aufschrauben der Gefäße, in denen sich der Mageninhalt oder die Referenzgifte befinden.
- Sämtliche giftigen Abfälle müssen gesammelt und entsprechend Anweisung entsorgt werden. Das gilt insbesondere für den Mageninhalt.
- Alle Behälter müssen unbedingt unter dem Abzug vorgeeignet werden, bevor diese gespült werden.

Vor der Durchführung einer Nachweisreaktion ist eine Betriebsanweisung zu erstellen und ein Chemie-Lehrer zu Rate zu ziehen. Alle Ergebnisse müssen protokolliert werden.

Abgabe der Ergebnisse und Bewertung

Nach Abschluss der Analysen gibt die Gruppe einen vollständigen Analysenbericht bei einem Lehrer der Chemieabteilung ab. Der Lehrer notiert Datum und Uhrzeit auf dem Bericht und gibt diesen an die Jury weiter. Nach dem Stichtag wird aus den eingereichten Analyseberichten die Gewinnergruppe ermittelt.

Die Universitätsbuchhandlung Janssen hat einen Büchergutschein im Wert von 100 Euro für die Gewinnergruppe des Wettbewerbes gespendet

Die Jury wählt die Gewinnergruppe unter Beachtung der folgenden Kriterien:

- Zeitbedarf für die Lösung des Falles
- Sachlogik des analytischen Gesamtkonzeptes

Es genügt mitunter nicht, in kurzer Zeit das richtige Gift und den richtigen Täter zu benennen. Auch die Planung und Durchführung der Analysen mit einer abschließenden Bewertung der Ergebnisse entscheidet über die Wahl der Sieger.

Übrigens: In dem jetzt durchgeführten „1. Fall“ wurde Arsen als Gift identifiziert. Das tatsächliche Mordgift ist typischerweise Arsentrioxid, auch Arsenik genannt. Es entsteht durch Verbrennen von Arsen an der Luft. Der dabei entstehende weiße Rauch wird zu einem weißen Pulver verdichtet und durch Sublimation gereinigt. Durch den Mund aufgenommen können bereits weniger als ein zehntel Gramm Arsenik zum Tode führen. Arsentrioxid ist zudem krebserregend.

Trotz der Giftigkeit gab es im 19. Jahrhundert Arsenik-Esser. Arsenik wirkt nämlich als eine der wenigen anorganischen Substanzen (neben Lachgas (Distickstoffmonoxid) und Lithium) psychoaktiv. Arsenikesser – das Arsenik wurde gelutscht – entwickelten eine Toleranz gegenüber dem Gift, vertrugen die drei- bis vierfache der sonst tödlichen Menge ohne Vergiftungserscheinungen. Ursache der Toleranz ist aber nur eine Verminderte Aufnahme des Giftes über den Magen-Darm-Trakt.

Alle Ding sind Gift und nichts ohn' Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist.

Theophrastus Bombastus Philippus von Hohenheim, genannt Paracelsus (1493 - 1541)

Arsentrioxid kommt als Ratten- und Insektengift zum Einsatz. Felle und Häute lassen sich damit konservieren. In den 1990er Jahren fand der chinesische Hämatologe Dr. Zhen-Yi Wang, dass Arsenik – insbesondere zusammen mit Vitamin A – eine effektive Therapie der akuten Promyelozytenleukämie (APL), einer Unterform der akuten myeloischen Leukämie, sein kann.

Übrigens: Künftigen siegreichen Teilnehmern des Krimiprojektes winken kostenlose Jahresabonnements der CLB.

Adieu Lebertran: Ernährung in neuem Licht



AUFSÄTZE

Jürgen Wagner, Weinheim

Neue Produkte und Forschungsarbeiten, unter anderem aus ihren Unternehmensbereichen Pflanzenschutz und Feinchemie, stellte die BASF kürzlich bei einer Presseveranstaltung in Speyer vor. Auch CLB war vor Ort und berichtet nachfolgend über eine neue Entwicklung im Bereich der grünen Gentechnik sowie über ein Projekt zur individuellen Versorgung mit funktionellen Lebensmittelinhaltsstoffen.

Lebertran – ein Begriff, mit dem der Autor dieser Zeilen und wohl auch etliche CLB-Leser die weniger schönen Momente der Kindheit verbinden. Die Emulsion, die mit dem Löffel verabreicht wurde, roch und schmeckte widerwärtig, und es bedurfte schon eines „Du musst das essen, du willst doch groß und stark werden“, damit der Sprössling das aus Fischleber gewonnene Produkt auch schluckte. Dass unsere Eltern und auch schon frühere Generationen mit dem „groß und stark werden“ gar nicht so falsch lagen, ist mittlerweile längst erwiesen. Denn außer den fettlöslichen Vitaminen A und D enthalten Fischöle bestimmte entwicklungsfördernde Fettsäuren in hoher Konzentration.

Wie man heute weiß, sind es vor allem Arachidonsäure, Docosahexaensäure und Eicosapentaensäure – allesamt langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren –, die Fischöle gerade für Kleinkinder so wertvoll machen. Aber auch Erwachsene ziehen daraus ihren Nutzen, wie Dr. Petra Cirpus, tätig in der Lipid-Forschung bei BASF Plant Science, erläuterte: „Die medizinische Wirkung dieser speziellen Fettsäuren beruht darauf, dass sie als Bestandteile der Zellmembranen vor allem für unser Nervengewebe wichtig sind. Außerdem fungieren sie als Ausgangsstoffe für verschiedene Geweshormone.“ Ernährungsstudien haben zudem gezeigt, dass insbesondere Docosahexaensäure sich günstig auf die Blutfettwerte auswirkt und Eicosapentaensäure entzündungshemmende Eigenschaften besitzt. Beide



Dr. Petra Cirpus, BASF Plant Science: „Bis zur Marktreife des neuen Leins dürften noch fünf bis sieben Jahre vergehen (Foto: Wagner).“

Omega-3-Fettsäuren kommen jedoch nicht in pflanzlichen, sondern nur in tierischen Fetten – und hier vor allem in Fischölen – vor.

Fisch-Fettsäuren aus Pflanzen?

Nun ist der Verzehr fettreicher Fische wie Lachs, Kabeljau, Dorsch oder Schellfisch nicht jedermanns Sache. Wer sich dennoch gesund ernähren möchte, ohne auf Lebertran oder Fischölkapseln ausweichen zu müssen, kann heute spezielle Lebensmittel in seinen Speiseplan aufnehmen, die mit Omega-3-Fettsäuren angereichert sind. Entsprechende Produkte wie beispielsweise Margarine, Joghurt, Käse und Brot sind mittlerweile auf dem Markt. Bei BASF Plant Science geht man jedoch einen bedeutenden Schritt weiter: Ziel ist es, Ölpflanzen gentechnisch so zu modifizieren, dass ihre Fette die von Fischölen bekannten, wertvollen Fettsäuren enthalten. Damit stünden sie preiswert und in ausreichender Menge zur Verfügung.

Um dieses Projekt erfolgreich angehen zu können, muss man wissen, wie die gesunden Fettsäuren überhaupt in den Fisch kommen. Hierzu Cirpus: „Wir Menschen können die mehrfach ungesättigten langkettigen Verbindungen nur unzureichend selbst synthetisieren. Das Gleiche gilt für Fische. Vielmehr ist es so, dass sie diese Fettsäuren mit der Nahrung zu sich nehmen.“ Es sind bestimmte Meeresalgen aus der Tiefsee, die ganz am Anfang der Nahrungskette stehen und die die wertvollen Substanzen produzieren. „Natürlich könnte man diese Algen auch im Fermenter züchten und auf diese Weise an die begehrten Fettsäuren herankommen“, führt Cirpus weiter aus. „Doch dies wäre ein relativ teures Verfahren.“ Stattdessen ging man bei der BASF den in der grünen Gentechnik mittlerweile etablierten Weg: Mit Hilfe des Bodenbakteriums *Agrobacterium tumefaciens* wurden die erforderlichen Algen-Gene in das Erbgut von Raps und Lein eingeschleust. Es handelte sich dabei um diejenigen Gene, die für die jeweiligen, bei der Fettsäurebiosynthese erforderlichen Enzyme codieren.

Der Autor

Jürgen Wagner ist Diplom-Ingenieur Lebensmitteltechnologie. Nach einer Tätigkeit in der Industrie arbeitete er als Redakteur im Vogel-Verlag bei den Zeitschriften *BioTec* und *LaborPraxis* bis 1995. Anschließend war er Chefredakteur der CLB. Seit 2001 arbeitet er als freiberuflicher Wissenschaftsjournalist.





Das Erbgut dieser Lein-Pflanzen soll so verändert werden, dass sie ein für die Ernährung optimales Spektrum an Fettsäuren bilden, unter anderem auch die von Fischölen bekannten Omega-3-Fettsäuren (Foto: BASF).

Tatsächlich ist es den Ludwigshafenern auf diese Weise gelungen, die oben genannten gesundheitsfördernden Stoffe von den Pflanzen synthetisieren zu lassen. So konnte der Anteil von Arachidon- und Eicosapentaensäure von Null auf mehr als zehn Prozent gesteigert werden. Bei Docosahexaensäure sieht es mit 0,5 Prozent momentan weniger gut aus, man arbeitet jedoch daran, diesen Wert deutlich zu verbessern. Nach Aussage von Dr. Cirpus sollen die neuen Ölpflanzen in etwa fünf bis sieben Jahren die Marktreife erlangen. Erste Feldversuche mit Lein wurden dieses Jahr bereits durchgeführt, und zwar in Schweden.

Individualisierte Ernährung

In der Medizin zeichnet sich derzeit ein neuer Trend ab: die Pharmakogenomik. Sie basiert auf der Tatsache, dass Individuen auf ein und dasselbe Medikament verschieden ansprechen, unter anderem aufgrund winziger Unterschiede im Genom (Polymorphismen). Diese führen dazu, dass Patienten den medizinisch wirksamen Stoff unterschiedlich schnell verstoffwechseln. So kommt es, dass das Medikament bei der einen Person hervorragend wirkt, bei der anderen weniger gut und bei einer dritten vielleicht überhaupt nicht. Auch die meist in Kauf zu nehmenden Nebenwirkungen sind unterschiedlich stark ausgeprägt. Ziel der Pharmakogenomik ist es nun, anhand des Erbgutes eines Patienten vorherzusagen, wie er auf einen pharmazeutischen Wirkstoff reagieren wird. Auf diese Weise soll der behandelnde Arzt in die Lage versetzt werden, nicht nur das wirksamste Medikament mit den geringsten Nebenwirkungen, sondern auch die optimale Dosis zu ordnen zu können. Dem



Dr. Martin Jager, BASF-Unternehmensbereich Feinchemie: „Empfehlungen für eine optimale Nährstoffzufuhr dürften individuell unterschiedlich ausfallen.“ (Foto: Wagner).

Patienten bliebe so das „Herumprobieren“ mit verschiedenen Medikamenten und Dosierungen erspart. Erste Ansätze hierzu sind bereits erfolgt. So bietet das Unternehmen Roche einen Biochip an, mit dem sich der erforderliche Gentest zur optimalen Therapie spezieller Erkrankungen durchführen lässt.

Was auf Medikamente zutrifft, gilt analog dazu auch für die Inhaltsstoffe unserer Nahrung. Nicht jeder reagiert auf sie in gleicher Weise, was ebenfalls mit der genetischen Disposition jedes einzelnen zusammenhängt. Anders ausgedrückt: Dem einen schadet Cholesterin in der Nahrung weniger, dem anderen mehr, der Bedarf an bestimmten essentiellen Nährstoffen ist bei der einen Person hoch, bei der anderen niedrig, der eine neigt zur Fettleibigkeit, der andere bleibt auch bei hoher Kalorienzufuhr schlank. Und so weiter. Gemäß den Ausführungen von Dr. Martin Jager, strategisches Marketing Humanernährung der BASF, hat man in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von inter-individuellen Unterschieden in den Genen entdeckt, die auf verschiedene Bedürfnisse in der Ernährung schließen lassen. „Dies bedeutet, dass Empfehlungen für eine optimale Nährstoffzufuhr vermutlich individuell unterschiedlich ausfallen sollten“, prognostizierte Jager. Der Marketing-Manager wies auch auf ein aktuelles Forschungsprojekt hin, an dem die BASF gemeinsam mit der neuseeländischen Firma Fonterra arbeitet. Es nennt sich POSIFood – die Kurzform für „Point of Sale Individualized Food“ – und Jager sieht darin einen ersten Schritt in Richtung eines individualisierten funktionellen Lebensmittels. Es handelt sich dabei um einen Milchshake, dessen Zutaten je nach Verbrauchertyp variieren. Produziert werden soll er von einem Getränkeautomaten, dem der Kunde zunächst Informationen über sein Alter, Geschlecht, Beruf etc. zur Verfügung stellt. Die Kommunikation mit dem Gerät erfolgt ähnlich wie bei einem modernen Fahrkartenautomaten über ein Display. So kann das POSIFood-System den Kunden anhand der eingegebenen Daten zumindest einer bestimmten Zielgruppe zuordnen und dann den entsprechenden Milchshake mit den erforderlichen Zutaten wie sekundären Pflanzenstoffen, Vitaminen, Spurenelementen, Fettsäuren etc. zubereiten. Dabei werden die unterschiedlichen Ernährungserfordernisse von Senioren, Sportlern oder gestresster Manager berücksichtigt. Zudem können die funktionellen Inhaltsstoffe des Getränkes auf Gesundheitsthemen wie beispielsweise Herz-Kreislauf, Knochendichte, Immunsystem oder Verdauung abgestimmt werden. Damit der Verbraucher nicht jedesmal den Fragenkatalog des Automaten durcharbeiten muss, lässt sich die beim letzten „Einkauf“ ermittelte Rezeptur auf einer Chipkarte abspeichern, die das Gerät dann nur noch auszulesen braucht.

Ein Prototyp des beschriebenen Milchshake-Automaten existiert seit Juni dieses Jahres; mit der Vermarktung will man in etwa drei Jahren beginnen. Allerdings, so erfuhr CLB im Gespräch mit Dr. Jager, werden es asiatische Kunden sein, die als erste in den Genuss von POSIFood kommen.

CLB – Memory

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

September 2005

Photometrie in der Praxis (Teil 2)

Chrom, Cobalt und Eisen

Stark gefärbte Substanzen sind häufig einfach mit einem Photometer zu quantifizieren. Chrom beispielsweise bildet farbige Ionen, die sich photometrisch direkt bestimmen lassen; Cobalt zeigt in Komplexen intensive Blaufärbungen und Eisen bildet etliche farbige Chelate.

Schillerndes Chrom

Chrom Cr bildet gefärbte Ionen und ist deshalb ohne zusätzliche Indikatoren bestimmbar. Das in saurer Lösung vorliegende Dichromat-Ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ besitzt Absorptionsmaxima bei Wellenlängen λ von 440, 350 und 258 Nanometer [nm]. Allerdings sind die zugehörigen Extinktionskoeffizienten ϵ relativ niedrig (370, 2100 und 2130 Liter pro Mol und Zentimeter [$\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$]): Das Verfahren ist deshalb wenig empfindlich. Man setzt es trotzdem häufig ein; denn es ist besonders einfach und unterliegt verhältnismäßig wenigen Störungen. Man misst normalerweise bei 440 nm. Die anderen beiden – intensiveren – Absorptionsbanden sind stark von denen anderer farbiger Ionen wie denen des Eisen-Ions Fe^{3+} überlagert. In dessen Abwesenheit kann man aber auch diese empfindlicheren Maxima verwenden.

Intensiver sind die Banden des Chromat-Ions CrO_4^{2-} : Bei 370 nm beträgt der Extinktionskoeffizient 4800 und bei 274 nm $3470 \text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$. Will man Chrom als Chromat bestimmen, muss der pH-Wert

der Messlösung über neun liegen – also weit im alkalischen Bereich; außerdem dürfen keine Hydroxidbildner anwesend sein.

Unter den Oxidationsbedingungen für Cr(III) oxidiert gleichzeitig Mn(II) zu MnO_4^- . Damit ist Mangan einerseits die wichtigste Störung bei der Chrom-Bestimmung. Andererseits ist es aber auch möglich Cr und Mn simultan zu bestimmen: Man misst bei zwei Wellenlängen (440 und 545 nm) und stellt zwei Kalibrierkurven auf: Die Cr-Lösungen dürfen kein Mn enthalten und die Mn-Lösungen kein Chrom. Bei Messung von je vier Chrom- und Mangan-Konzentrationen bei beiden Wellenlängen erhält man vier Kalibrierfaktoren (siehe Abbildung 1). Damit lassen sich die Konzentrationen an Cr und Mn in einer unbekanntem Lösung berechnen.

Mit der Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie lassen sich schnell und zerstörungsfrei Metalle, Metalloxide, Pulver und Flüssigkeiten untersuchen. Sechswertiges Chrom wird dabei als elementares Chrom nachgewiesen. Man verwendet im Laboralltag aber auch die einfachere UV-Vis-Spektrometrie zur Bestimmung des sechswertigen Chroms. Häufig nutzt man dabei eine Farbreaktion mit Diphenylcarbazid, das mit Cr(VI) einen rotviolett gefärbten Komplex bildet.

Schließlich ist auch die Atomabsorptionsspektrometrie zur Bestimmung von Chrom geeignet. Dann ist allerdings nur das Element, nicht aber seine Oxidationsstufe

nachzuweisen. Diese Methode verwendet man zum Beispiel, um den Chrom-Gehalt von Elektronikschrott zu bestimmen – also wenn Chrom als Metall vorliegt.

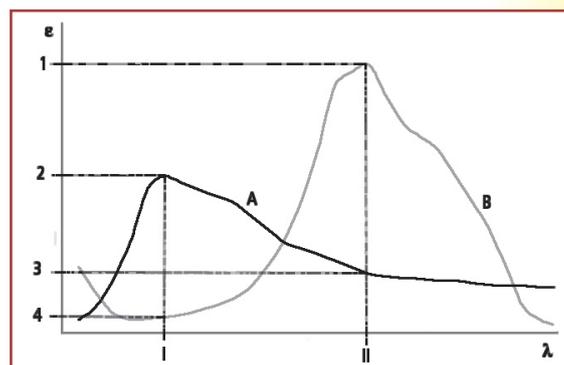
Cobalt im Stahl

Für Cobalt Co ist die Atomabsorptionsspektroskopie eine typische Analysenmethode. Will man es photometrisch bestimmen, kann man den blauen Komplex von Thio-cyanat mit Cobalt nutzen.

Neben der traditionellen Verwendung zur Blaufärbung von Gläsern hat Cobalt heute vor allem als Legierungsbestandteil eine große Bedeutung. Cobalt dient zur Herstellung von äußerst temperaturbeständigen oder magnetischen Stählen. Außerdem wird es in Keramiken und Katalysatoren verarbeitet.

In der Stahlanalyse verwendet man häufig Nitroso-R-Salz, das Hydrat von 1-Nitroso-2-naphthol-3,6-disulfonsäure-dinatriumsalz $\text{C}_{10}\text{H}_5\text{NNa}_2\text{O}_6\text{S}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$. Dreiwertiges Cobalt bildet damit Chelate im pH-Bereich von 2,5 bis 8,0. Nach ihrer Entstehung sind sie auch

Abbildung 1:
Photometrische
Simultanbestimmung von zwei
Stoffen.
A: Spektrum des
Stoffes A
B: Spektrum des
Stoffes B
I: λ_1
II: λ_2
1: ϵ_{B,λ_2}
2: ϵ_{A,λ_1}
3: ϵ_{B,λ_1}
4: ϵ_{A,λ_2}



noch in heißer verdünnter Säure beständig. So kann man eventuell gleichzeitig gebildete Chelate anderer Metalle – wie Kupfer oder Nickel – wieder zerstören. Die Reaktion wird für Cobalt damit spezifischer. Das Absorptionsmaximum des Chelates liegt bei etwa 420 nm. Man misst aber bei höheren Wellenlängen, da dann die Absorption des Reagenzes selbst weit geringer ist. Bei größeren Wellenlängen stört auch die Eigenfärbung von Nickel, Chrom- oder Eisensalzen weniger. Bei Stahlanalysen empfiehlt es sich aber auf jeden Fall, der Blindprobe und den Kalibrierproben jeweils eine „Eisenblindlösung“ zuzusetzen.

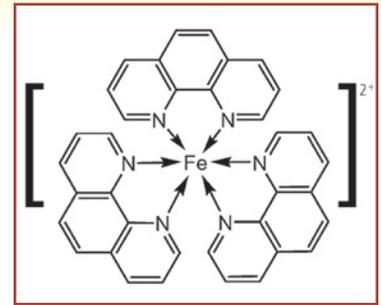
Eisen und die „Ferroin-Struktur“

Ein bekannter Nachweis von Eisen ist die Bildung des roten Thiocyanats: Versetzt man eine Fe^{3+} -haltige Lösung mit KSCN , so fällt ein blutroter Niederschlag aus:



Zur photometrischen Bestimmung ist diese Reaktion aber wenig geeignet, da im Reaktionsgleichgewicht auch Ionen wie FeSCN^{2+} , $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ oder $\text{Fe}(\text{SCN})_4^-$ vorliegen: Die Absorption hängt stark von den Reaktionsbedingungen ab. Außerdem ist der Komplex sehr lichtempfindlich und die Messungen sind somit zeitlich instabil.

Die photometrische Bestimmung von Eisen erfolgt deshalb häufig nach Ginsberg mittels Hydroxylammoniumchlorid und Phenanthrolin. Eisen(II) bildet mit 1,10-Phenanthrolin einen orangefarbenen Chelat-Komplex, der im pH-Bereich von 2,5 bis 9,0 stabil ist. Die photometrische Bestimmung der Extinktion erfolgt bei einer Wellenlänge 513 nm. Dreiwertiges Eisen wird vorher in salzsaurer Lösung mit Hydroxylammoniumchlorid reduziert. Störungen durch Kupfer, Nickel und Zink werden durch Zugabe eines Überschusses



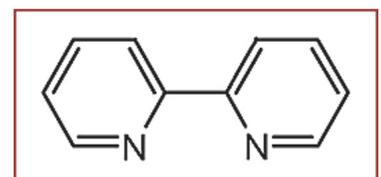
Ferroin ist ein intensiv roter Chelat-Komplex von einem $\text{Fe}(\text{II})$ - mit drei Phenanthrolin-Molekülen.

an Phenanthrolin vermieden, da diese Metalle ungefärbte lösliche Komplexe mit Phenanthrolin bilden. Die mit Eisen gebildeten Chelate haben die Zusammensetzung Reagens zu Eisen wie 3 : 1. Die Chelate mit $\text{Fe}(\text{II})$ sind intensiv rot, diejenigen mit $\text{Fe}(\text{III})$ blaßblau.

Unter „Ferroin“-Lösung versteht man eine 1,10-Phenanthrolineisen(II)-salzlösung, wobei zur Herstellung in der Regel Eisen(II)-sulfat verwendet wird. Strenggenommen bezeichnet man als „Ferroin“ das Tri-1,10-phenanthrolineisen(II)-Ion. Die oxidierte Form mit $\text{Fe}(\text{III})$ heißt Ferriin. Ferroin-Lösung dient als typischer Redoxindikator. Der Farbumschlag ist reversibel (umkehrbar) und erfolgt von Rot nach Hellblau bei einem Redoxpotential von +1,1 Volt. Die Farbänderung lässt sich mit dem Übergang (Oxidation) des Eisen(II)-hexammin-Komplexes in einen Eisen(III)-hexamminkomplex erklären.

Eine andere Verbindung, die die Ferroin-Struktur aufweist, ist das $\text{Fe}(\text{II})$ -Chelat des Dipyridils. Es ist zur Photometrie weniger geeignet, da der Extinktionskoeffizient wesentlich kleiner ist. Da alle Liganden des Ferroin-Typs ungeladen sind, tragen die Chelate die jeweilige Ladung des Metallions.

Typisch für die Grundlage zur „Ferroin-Struktur“ sind die Stickstoffatome im organischen Ring, wie hier im Dipyridil.



Die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion

Ferroin ist auch ein Reaktionspartner in der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion (BZR), einem klassischen Beispiel für einen homogenen chemischen Oszillator. Die BZR dient häufig zur Veranschaulichung chaotischer Systeme: Mehrere chemische Reaktionen zeigen eine zeitliche Oszillation. Anfangs hielt man die Reaktion für einen Messfehler, da der zweite Hauptsatz der Thermodynamik einen solchen Vorgang zu verbieten schien. Dieser Satz besagt, dass sich aus einem ungeordneten Zustand – ohne Zufuhr von Energie – kein geordneter Zustand bilden kann. Allerdings gilt er nur für geschlossene Systeme, die sich nahe dem Gleichgewicht befinden. Die BZR widerspricht dem zweiten Hauptsatz nicht. Um 1950 entdeckte Boris Pawlowitsch Belousov die Reaktion eher zufällig. Er konnte bei

der Oxidation von Zitronensäure mit schwefelsaurer Bromatlösung und Cer-Ionen als Katalysator einen periodisch auftretenden Wechsel der Farbe der Lösung zwischen gelb und farblos beobachten. Da diese Beobachtung als zu unwahrscheinlich erschien, gelang es Belousov erst 1959, einen kurzen Artikel darüber zu veröffentlichen. S. E. Schnoll erkannte die Bedeutung dieser Reaktion und beauftragte Anatol Zhabotinsky mit der Untersuchung des Phänomens.

Zur Demonstration kann man folgende Reagenzien verwenden: 0,5 M Natriumbromatlösung, 1,5 M Malonsäure-Lösung (Mal), 5 M Schwefelsäure, 0,3 M Natriumbromid-Lösung, 0,01 M Ferroin-Lösung. Die Funktionsweise der Reaktion zeigen die Reaktionsgleichungen:



Das System pendelt zwischen einem reduzierenden und einem oxidierenden Milieu. Die Färbung der Lösung ergibt sich aus der jeweiligen Lage des Reaktionsgleichgewichtes. In den Reaktionsgleichungen wurde das System für den Redoxindikator Ferroin notiert, der in

seiner reduzierten Form rot und in seiner oxidierten Form blau ist. Man kann aber auch Cer- oder Mangan-Ionen als Indikator/Elektronenüberträgersystem benutzen, wobei sich dann ein Wechsel zwischen gelb und farblos, beziehungsweise rosa und farblos ergibt.

Radioaktive Präparate für die Strahlenschutz-Ausbildung „Atomalarm in Oer-Erkenschwick“

Josef König,
Ruhr-Universität Bochum

Vom „Atomalarm in Oer-Erkenschwick“ und ähnlichem war die Rede, als in der vergangenen Woche einige radioaktive Präparate, die aus einer Schule stammten, fälschlicherweise in einem Bauhof in Oer-Erkenschwick entsorgt worden waren. Nun hat die Ruhr-Universität Bochum (RUB) die Proben übernommen, um sie für die Ausbildung im Strahlenschutz einzusetzen. Unter Beachtung der Transportvorschriften für radioaktives Material holten Mitarbeiter der RUB die Präparate in Oer-Erkenschwick ab.

Aufregung in Oer-Erkenschwick

Der radioaktive „Müll“ hatte in Oer-Erkenschwick für helle Aufruhr gesorgt: Die alarmierte Feuerwehr riegelte das Gebiet weiträumig ab. Erst das Staatliche Amt für Arbeitsschutz Recklinghausen erkannte, dass von den Proben keine unmittelbare Gefahr ausging. Bei den gefundenen radioaktiven Präparaten handelte es sich um eine Thorium-, eine Radium- und eine Uranylinitrat-Probe mit geringfügiger Aktivität.

Lagerung im Rubion

„Für uns ist dieses Material ein schönes Beispiel“, sagt Bodo Schalwat, Strahlenschutzbevollmächtigter der RUB. „Die Feuerwehr anzurufen war richtig, das Risiko der ionisierenden Strahlung kann man nicht mit einfachen Mitteln bewerten. Bereits von sehr geringen Mengen radioaktiven Materials könnte eine große Gefahr ausgehen.“ Die Ruhr-Universität lagert die Proben nun in der zentralen Einrichtung für Ionenstrahlen und Radionuklide (RUBION) und setzt sie in der Ausbildung ein.

Ausgebildet für den Notfall

Das Rubion bietet Fachkurse im Strahlenschutz an und wird an diesem aktuellen Beispiel zeigen, wie und in welcher Form man handeln sollte, wenn radioaktives Material gefunden wird. Auch spezielle Kurse für die Feuerwehr sind bereits in Planung, damit Feuerwehrleute die Gefahrenpotenziale radioaktiver Stoffe sicher bewerten können, um in solchen Fällen richtig zu reagieren. „Strahlenschutz und der sachgerechte Umgang mit radioaktivem Material sind sehr komplex. Zum Glück sind Unfälle selten, dennoch sollte man für den Notfall ausgebildet sein“, sagt Dr. Jan Meijer, Geschäftsführer des Rubion.



Radioaktives Material aus Oer-Erkenschwick. Uranylinitrat $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ist ein Zwischenprodukt bei der Urangewinnung. Es ist auch ein Endprodukt der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstäben und ein Vorprodukt des durch Konversion zu gewinnenden UF_6 , das wiederum nach Anreicherung und Überführung in UO_2 als Kernbrennstoff in Brennelementen eingesetzt wird (Foto: Bodo Schalwat, RUB).

Wissenswertes über Uran, Radium und Thorium

1789 hat Martin Heinrich Klaproth beim Analysieren von Pechblende **Uran** entdeckt. Er behandelte das Erz mit Säure und erwärmte es stark. Das Ergebnis bestand aus einem schwarzen Pulver, das er „Uran“ nannte. Er hatte allerdings nicht das Element Uran, sondern ein Oxid entdeckt. Erst fünfzig Jahre später gelang es Eugène Peligot, reines Uranmetall zu gewinnen. Uranverbindungen wurden bis Mitte des 20. Jahrhunderts in der Glasherstellung eingesetzt, um dem Glas eine gelbgrüne Farbe (Annagrün) zu geben. Keramische uranhaltige Glasuren von Orange bis leuchtend Rot wurden für Geschirr bis hin zum architektonischen Beiwerk verwendet. Dass Uran radioaktiv ist, stellte 1896 Henri Becquerel fest, der die volle Tragweite seiner Entdeckung jedoch nicht erkannte. Eine seiner Schülerinnen interpretierte seine Ergebnisse jedoch richtig und gab dem neuen Phänomen den Namen „Radioaktivität“. Die Schülerin hieß Marie Curie. Zusammen mit ihrem Mann Pierre Curie entdeckte sie 1898 zwei weitere neue Elemente, das Radium und das Polonium.

Die Massenzahlen der Isotope von **Radium** reichen von 213 bis 230, ihre Halbwertszeiten streuen zwischen etwa einer Millisekunde für

Ra-219 und 1602 Jahren für Ra-226. Radium ist eines der seltensten natürlichen Elemente, sein Anteil an der Erdkruste beträgt etwa $7 \cdot 10^{-12}$ Prozent. Es galt zunächst als ungefährlich und wurde als Medikament genutzt oder in Produkten verarbeitet, die im Dunkeln leuchteten. Man bemerkte den gesundheitsschädlichen Effekt zuerst bei Zifferblattmalerrinnen. Um die Pinselspitze fein zu bekommen, befeuchteten sie diese mit der Zunge, wodurch das Radium in den Körper gelangte. 1924 beschrieb der Zahnarzt Theodore Blum erstmals eine schwere Kiefererkrankung bei Personen aus dieser Berufsgruppe•.

Reines **Thorium** ist ein silberweißes, an der Luft stabiles Metall. Ist es mit seinem Oxid verschmutzt, läuft es langsam an der Luft an und wird grau und schließlich schwarz. Thoriumoxid hat mit 3300 Grad Celsius von allen Metalloxiden den höchsten Schmelzpunkt. Nur einige wenige Metalle, wie Wolfram, und einige Verbindungen, wie Tantalcarbid, besitzen höhere Schmelzpunkte. Von Wasser wird Thorium langsam angegriffen, aber es löst sich in den meisten Säuren außer Salzsäure kaum auf. Thorium ist wie Uran schwach radioaktiv und gilt als weniger giftig, da weniger Folgeprodukte entstehen.

Wissenschaft und Technik im Fernsehen

Abenteuer, Weltraum und Alltägliches

Die „Sendung mit der Maus“, die zum Beispiel den Weg vom Baum zum Bleistift kindgerecht erklärt, hatte schnell begeisterte Zuschauer auch unter den Eltern gefunden. Inzwischen wenden sich etli-

che Wissenschaftssendungen speziell an Erwachsene: Alltagsphänomene enthüllen ihre Geheimnisse aus Chemie, Physik oder Astronomie. Mit Reportagen, Diskussionen, Experimenten und Spielschows

zeigen Fernsehmacher – mal amüsant, mal anspruchsvoll – wie unsere Welt funktioniert. Die Tabelle unten gibt einen kleinen alphabetischen Überblick, wann was wo zu sehen ist.

Sendung	Sender	Termin	Themen
Abenteuer Leben	Kabel	Di 22 ¹⁵	Christian Mürau moderiert filmische Beiträge von einem „Ameisenumzug“ über „Kometen und Meteoriten“ bis zu „Zucker“.
Abenteuer Wissen	ZDF	Mi 22 ¹⁵	Über Technik und Natur, Psychologie und Geschichte berichtet Wolf von Lojewski jede Woche 30 Minuten lang.
alpha Centauri	BR alpha	Mi 22 ⁴⁵ , Wiederholungen Do 9 ³⁰ , So 20 ⁰⁰ , So und Di in der Space night auf BR3	Eine viertel Stunde alle 14 Tage spricht Harald Lesch über Fragen wie „Wie entstehen Magnetfelder?“, „Woher kommt die kosmische Strahlung?“ oder „Was sind irreguläre Galaxien?“.
BBC Germany	Diverse	Diverse	BBC Germany sendet auf VOX samstags um 19 ¹⁰ , sonntags um 9 ⁴⁵ und donnerstags um 23 ¹⁰ sowie auf XXP Freitags um 21 ⁰⁰ , sonntags um 20 ¹⁵ und mittwochs um 20 ¹⁵ die Wissenschaftsreportagen BBC Exklusiv.
Clever!	Sat 1	Mo 20 ¹⁵	Wie öffnet man eine Weinflasche ohne Korkenzieher? Warum fällt das Butterbrot eigentlich grundsätzlich auf die beschmierte Seite? Oder: Wie lässt sich ein Ei in der Mikrowelle kochen, ohne dass es platzt? Barbara Eligmann und ihr „wissenschaftlicher Experte“ Wigald Boning gehen diesen und anderen Fragen des Alltags nach.
delta	3sat	Do 21 ⁰⁰ , Wiederholungen Fr 14 ⁰⁰ und 1 ³⁵	60 Minuten lang befasst sich Gert Scobel mit Themen aus Naturwissenschaft und Technik, Gesellschaftspolitik und Alltagsleben, Kultur- und Geisteswissenschaften. Das jeweilige Thema der Sendung wird sowohl filmisch umgesetzt, vor allem aber auch in einer jeweils zum Thema interdisziplinär besetzten Gesprächsrunde vertieft.
Die Sendung mit der Maus	Diverse	Diverse	Lach- und Sachgeschichten gibt es sonntags um 9 ²⁵ auf ARD und um 11 ³⁰ im KiKa. Wiederholungen laufen montags um 12 ²⁵ im KiKa, dienstags um 13 ³⁰ im WDR Fernsehen, donnerstags um 6 ⁴⁵ im HR und samstags um 7 ³⁰ im NDR, um 6 ³⁰ im RBB, um 9 ³⁰ in BR-alpha und um 18 ⁴⁵ im SR.
Einfach genial	MDR	Sa 11 ²⁰ , Wiederholungen Di 19 ⁵⁰ und Mi 11 ³⁵	Ulrike Nitzschke moderiert das „Erfindermagazin“, das wöchentlich unter einem anderen Motto steht: beispielsweise „Erfindungen fürs Renovieren“, „Erfindungen rund ums Wasser“ und „Erfindungen, mit denen man besser fährt“.
Galileo	Pro 7	Mo – Fr 19 ²⁵	Im Magazin moderiert Aiman Abdallah Themen wie „Eine Achterbahn zieht um“, „Brunftzeit bei Frauen“, „Wie Ekel entsteht“ oder „Kirschmarmelade“.
Kopfball	ARD	So 1 ⁰³	Helge Haas moderiert seit 1990 Kopfball. Dabei treten in jeder Woche zwei Zweier-Teams im Studio gegeneinander an: Das können Familienmitglieder, Verwandte, Freunde oder Kollegen sein. Sie messen sich bei Fragen aus Naturwissenschaft, Technik, im logischem Denken und Kombinieren.
Lexi TV	MDR	Di – Fr 14 ³⁰	Themen aus Mensch, Gesellschaft, Natur und Technik stellt Victoria Herrmann wie aus einem Lexikon vor. Schlagwörter für Oktober sind beispielsweise: Mauerfall, Hawaii, Erbkrankheiten, Raketen, Tee ...

Löwenzahn	ZDF		Peter Lustig beantwortet Fragen aus Natur, Umwelt und Technik, zum Beispiel, warum der Himmel blau ist und ein Magnet magnetisch.
mareTV	NDR3	jeden ersten Do im Monat 20 ¹⁵	Die Sendung ist eine Koproduktion mit der Zeitschrift mare. Sie erzählt im September beispielsweise pittoreske, bizarre und unglaubliche Geschichten rund um höhere Wesen in tieferen Gewässern. Im Oktober geht es um Neufundland.
N24 Wissen	N24	Mo – Sa 21 ¹⁵ ; Wiederholungen am darauf folgenden Tag 18 ³⁰ , Mi 13 ³⁰ , So 12 ¹⁵	Das Magazin veranschaulicht Zusammenhänge und Funktionen aus Natur, Wissenschaft und Technik und macht auch Phänomene des Alltags verständlich. Wie wird eine Hochspannungsleitung gewartet? Warum bekommen Vögel keinen Stromschlag? Wie könnte man allein im Wald überleben?
nano	3sat	Mo – Fr 18 ³⁰ ; Wiederholung auf 3sat: 0 ⁰⁰ , 7 ⁰⁰ und 9 ⁴⁵ ; auf RBB 7 ⁰⁰ , SWR 8 ⁵⁵ , SFDRS 1 10 ³⁰ , WDR 10 ⁴⁵ , MDR 11 ³⁰ , BR-alpha 14 ³⁰	Die Themen der Sendung aus Wissenschaft und Technik lauten beispielsweise Abfallverordnung, Digitale Fotografie, Krebsmedikamente oder Robotik. Über das Atacama Pathfinder Experiment, das Signale aus intergalaktischen Molekül- und Staubwolken auffängt, wird ebenso berichtet wie über eine Studie zu Botox als Kosmetikum.
Planet Wissen	SWR WDR BR-alpha	SWR 14 ⁰⁰ , WDR 15 ⁰⁰ , BR-alpha 16 ¹⁵ Wiederholungen WDR 7 ³⁰ , BR-alpha 6 ¹⁵ , RBB 14 ⁰⁰	In Filmen, Gesprächen und Studioaktionen gibt es spannende Geschichten, persönliche Erlebnisse und interessante Einblicke in verschiedene Themen wie Andalusien, Orang Utans, Wein, das Moor oder Osteoporose.
Planetopia	Sat 1	So 22 ⁴⁵	Das Wissensmagazin mit Elke Rosenfeldt präsentiert Fakten aus Forschung und Technik und zeigt die Beweggründe hinter den Schlagzeilen. Themen sind „Dicke Kinder – Wege aus der Fettsucht“, „Billigflieger – Was sind Schnäppchentickets wirklich wert?“, „Web-Dialer – Abzocke im Internet“ oder „Heiter bis stürmisch – Die Kapriolen der Wetterfrösche“.
Q21	WDR	Di 21 ⁰⁰ 14-tägig	Q21 steht für Fragen des 21. Jahrhunderts und nimmt die gesellschaftlichen Auswirkungen des wissenschaftlichen Fortschritts unter die Lupe.
Quarks & Co	WDR	Di 21 ⁰⁰ 14-tägig	Das Wissenschaftsmagazin mit Ranga Yogeshwar konzentriert sich jeweils auf ein naturwissenschaftliches Thema, das aus den verschiedensten Blickwinkeln beleuchtet wird. Ihr besonderes Augenmerk legen die Macher darauf, Wissenschaft unkompliziert zu vermitteln. Die Themen lehnen sich oft an Geschehnisse des Tages an.
Space night	BR3	nachts	Satellitenaufnahmen mit Musik; Wiederholungen von „alpha Centauri“; Space art, Space Cowboys ...
Welt der Wunder	RTL II	So 19 ⁰⁰	Die Wissens-Sendung berichtet aus Natur und Technik und über Menschen und Tiere, zum Beispiel über Archimedes, eine Goldmine in Südafrika und alles über die Karriere der Kartoffel.
Wunderwelt Wissen	Pro 7	So 18 ⁰⁰	Robert Biegert präsentiert Wissenswertes über Wasser, Peperoni oder Stuntmen-Tricks.
ZDF Expedition	ZDF	So 19 ³⁰	Die Sendung konzentriert sich in mehreren Folgen jeweils auf ein Thema wie Schliemanns Gold, die Entstehung des Kontinents Europa oder das Rätsel der Geschichten in der Bibel.

„Das Fernsehen wurde erfunden, um den Analphabeten einen guten Grund zum Brillentragen zu geben.“

Gabriel Laub
polnischer Schriftsteller und Satiriker (1928 - 1998)

Lösungen zu Seite M64 (CLB 08/2005):

1 D, E; 2 C; 3 B; 4 B, C; 5 E; 6 A; 7 A, B, C, D; 8 B; 9 A, C, E; 10 B, C; 11 D; 12 C, D; 13 A, E; 14 E; 15 C; 16 E.

(Alle Lösungen zu Seite M72 finden Sie in CLB 10/2005 sowie auf www.clb.de)

Als Student ins Ausland, als Bachelor zurück:

„Brain Traffic“ – wenn Wissenschaftler wandern

Die Zahl deutscher Studierender im Ausland hat einen neuen Rekordstand erreicht. Aber der Wissenschaftsstandort Deutschland ist vielleicht doch besser als sein Ruf: Der Flucht von Forschern und Studierenden ins Ausland steht eine gar nicht geringe Zahl an Rückkehrern und Rückkehrwilligen gegenüber.

Mit welchen Schwierigkeiten Rückkehrer rechnen müssen, berichtet „Wirtschaft & Wissenschaft“, die Zeitschrift des Stifterverbandes, in ihrer Ausgabe 2/2005. Neben dem Titelthema zum weltweiten „Brain Traffic“ ist ein Porträt der Initiative „More“ – Mobility for Young Researchers

from Central and Eastern Europe – zu lesen. Die Initiative hilft Wissenschaftlern, sich im Dickicht der europäischen Förderprogramme zurecht zu finden. Die Zeitschrift liegt als PDF-Datei auf den Internetseiten des Stifterverbandes (www.stifterverband.de) vor.

Studierende im Ausland

Nach Daten des Statistischen Bundesamtes stieg die Zahl der deutschen Studierenden im Ausland 2003 um 7,1 Prozent auf 62 200. Bundesbildungsministerin Edelgard Bulmahn führte dies auch auf die verbesserte BAföG-Förderung zurück. Seit der großen BAföG-Reform 2001 sei es möglich, nach

einem Studienjahr an einer deutschen Hochschule die Förderung in einen Mitgliedstaat der EU bis zum Studienabschluss mitzunehmen. Das Statistische Bundesamt ermittelte die Daten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung bei den statistischen Ämtern der Gastländer, der UNESCO, der OECD und Eurostat. Demnach zieht es die deutschen Studierenden vor allem in englischsprachige Länder (Großbritannien 17,3 Prozent, USA 14,1 Prozent). Es folgen die Schweiz, Frankreich, Österreich, die Niederlande und Spanien.

Die Rückkehr der Bachelor

„Die Bachelor kommen zurück“, sagt Stefan Baldi, Dekan der Munich Business School, die sich auf den Studiengang Internationale Betriebswirtschaft spezialisiert hat. Für die Master-Ausbildung an der privaten Hochschule haben sich in diesem Jahr auch viele deutsche Studenten beworben, die nach ihrem Bachelor-Abschluss im Ausland nun in Deutschland weiterstudieren wollen. Ob die Rückkehr an heimatliche Hochschulen einen Trend darstellt, wird sich zeigen müssen.

Nach Stefan Baldis Ansicht spricht jedoch einiges dafür, dass die Rückkehr deutscher Studenten aus dem Ausland anhalten könnte. Damit die Talente den deutschen Unternehmen auch dauerhaft zur Verfügung ständen, bedürfe es parallel zu den Veränderungen in der Hochschullandschaft auch einer neuen Sichtweise in der Wirtschaft. Denn nur, wenn die Personalabteilungen in Deutschland ihre Diplom-Orientierung endgültig aufgaben und sich die Akzeptanz der Bachelor- und Master-Abschlüsse weiter verbessere, könnten die deutschen Absolventen mit ihren international vergleichbaren Abschlüssen auch in Deutschland etwas anfangen.

Die besten Universitäten der Welt

nach einer Studie der Jiao Tong Universität in Shanghai, die mehr als 2000 Universitäten untersucht hat; neben der Platzierung in der Welt findet sich auch eine eher regionale Platzierung.

1	Harvard Univ / Amerika 1	46	Uni Paris 06 / Europa 8
2	Uni Cambridge / Europa 1	47	Uni California – Irvine / Amerika 37 Uni Edinburgh / Europa 9 Uni Maryland – Coll Park / Amerika 37
3	Stanford Uni / Amerika 2	50	Uni Southern California / Amerika 39
4	Uni California – Berkeley / Amerika 3	51	Uni München / Europa 10
5	Massachusetts Inst Tech (MIT) / Amerika 4	52	Tech Uni München / Europa 11
6	California Inst Tech / Amerika 5	53	Uni Manchester / Europa 12
7	Columbia Uni / Amerika 6	54-55	Amerika 40-41
8	Princeton Uni / Amerika 7	56	Australian Natl Uni / Asiatisch-Pazifischer Raum 3
9	Uni Chicago / Amerika 8	57	Uni Copenhagen / Europa 13 Uni Florida / Amerika 42 Uni Zürich / Europa 13
10	Uni Oxford / Europa 2	60	Uppsala Uni / Europa 15
11-19	Amerika 9-17	61	Uni Paris 11 / Europa 16
20	Tokyo Uni / Asiatisch-Pazifischer Raum 1	62	Osaka Uni / Asiatisch-Pazifischer Raum 4
21	Uni Michigan – Ann Arbor / Amerika 18	63	Ohio State Uni – Columbus / Amerika 43
22	Kyoto Uni / Asiatisch-Pazifischer Raum 2	64	Uni Bristol / Europa 17
23	Imperial Coll London / Europa 3	65	Uni Rochester / Amerika 44 Uni Sheffield / Europa 18
24	Uni Toronto / Amerika 19	67	McGill Uni / Amerika 45 Moscow State Uni / Europa 19
25	Uni Illinois – Urbana Champaign / Amerika 20	69	Case Western Reserve Uni / Amerika 46 Uni Oslo / Europa 20
26	Uni Coll London / Europa 4	71	Uni Heidelberg / Europa 21
27	Swiss Fed Inst Tech – Zürich / Europa 5		
28-40	Amerika 21-33		
41	Uni California – Davis / Amerika 34 Uni Utrecht / Europa 6		
43-44	Amerika 35-36		
45	Karolinska Inst Stockholm / Europa 7		

Umfrage unter Spitzenforschern Deutschlands Biotechnik-Elite

Die besten Forscherstandorte in Deutschland hat das Meinungsforschungsinstitut TNS Emnid von Spitzenforschern aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften im Auftrag der Initiative „Partner für Innovationen“ erfragt. Erfreulich für die Ruprecht-Karls-Universität in Heidelberg: Die 200 Wissenschaftler haben ihre Biotechnik an die Spitze gesetzt.

Die Umfrage ist in dem Magazin Wirtschaftswoche erschienen. In der erstmals vorgelegten Rangliste für Deutschland verrieten die Forscher zugleich, „in welchen Feldern Deutschland nach ihrer

Einschätzung vorne liegt – und was auf dem Weg zu mehr Exzellenz geändert werden muss“. Tenor: Regulierungswut und fehlende Leistungsanreize „ersticken das vorhandene Potenzial und drohen Deutschland auf die Verliererstraße zu bringen“.

Nur wenige Universitäten tauchen überhaupt in der Rangliste auf, oft erhalten Max-Planck- oder Fraunhofer-Institute die besten Noten. Die Universität Heidelberg platziert sich mit der Biotechnik in dem erlauchten Kreis der „Top-Wissenschaftseinrichtungen in den wichtigsten technologischen Zukunftsfeldern“.

Revidierte Norm für akkreditierte Laboratorien Kommunikation und Kompetenz

Bis Mai 2007 müssen Labore die neuen beziehungsweise ergänzenden Anforderungen der revidierten DIN EN ISO/IEC 17025 umsetzen. Es handelt sich um „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“. Die entsprechende Norm ist seit August beim Beuth-Verlag erhältlich.

Die Überprüfung der Umsetzung erfolgt bei akkreditierten Laboratorien im Allgemeinen im Rahmen der regulären Überwachungsbegutachtungen. Sie können anhand eines Fragebogens vorab eine Selbstbewertung vornehmen. Sollten die neuen Anforderungen zum Zeitpunkt der Begutachtung noch nicht erfüllt werden, hat das bis zum Ablauf der Übergangszeit keinen Einfluss auf die Akkreditierung. Die entsprechenden Korrekturmaßnahmen sind dann bis spätestens Mai 2007 umzusetzen. Um die Laboratorien umfassend über die revidierte Norm zu in-

formieren, führt die Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie GmbH (DACH) Informationsveranstaltungen durch. Die nächste findet am 24. Januar 2006 in Frankfurt am Main statt.

Einige Ergänzungen und Änderungen betreffen die Kommunikation und die Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen:

- Eine Kommunikation über die Wirksamkeit des Managementsystems muss stattfinden.
- Der Informationsrückfluss vom Kunden muss für Verbesserungen genutzt werden.
- Die Wirksamkeit des Managementsystems ist ständig zu verbessern. Die Wirksamkeit der ständigen Verbesserung ist nachzuweisen.
- Ergebnisse der internen und externen Qualitätskontrolle sind zu analysieren. Maßnahmen sind zu ergreifen, wenn die Daten / Ergebnisse außerhalb von definierten Kriterien liegen.

Aus der Bildungslandschaft

- Die **englischsprachige Fernuniversität** Open University (OU) hat rund 1300 Studierende in Deutschland, die in der Regel berufstätig sind. Traditionelle Unterrichtsmaterialien wechseln sich ab mit Internet und audio-visuellen Lehrendungen. Das Studium ist kostenpflichtig. Ein bestimmter Schulabschluss wie das Abitur wird nicht verlangt (www.open.ac.uk).
- Es gibt noch freie Studienplätze für den Bachelor-Studiengang **Chemie mit Materialwissenschaften** und den internationalen Studiengang **Biology** der Fachhochschule (FH) Bonn-Rhein-Sieg am Campus Rheinbach. Noch bis zum 31. Oktober 2005 läuft das Bewerbungsverfahren. Studieninteressierte, die mindestens die Fachhochschulreife besitzen, sollten sich telefonisch im Studierendensekretariat melden (02241/865-626, -132, -644), um direkt einen Termin für die Einschreibung zu vereinbaren.
- Ein **Postgradualstudium zum zertifizierten Fachökotoxikologen** findet unter dem Dach der beiden Fachgesellschaften, der Society of Environmental Toxicology & Chemistry Europe, German-Language Branch (SETAC-GLB) und der Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“ der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) statt. Das Umweltbundesamt beteiligt sich an der Ausbildung mit einem Block „Regulatorische Ökotoxikologie“. Im Mittelpunkt steht hier die Bewertung des Umweltrisikos von Stoffen.
- Die Technische Fachhochschule Berlin bietet den postgradualen **Master of Business Administration (MBA) im Abendstudium** an. Berufsbegleitend ist dieser fünfsemestrige wirtschaftswissenschaftliche Studiengang für ingenieurwissenschaftlich und technisch-naturwissenschaftlich ausgebildete Hochschulabsolventen gedacht, die sich an drei Abenden in der Woche weiter qualifizieren möchten.
- Noch-Bundesumweltminister Jürgen Trittin fördert den bundesweit einzigartigen **Master-Studiengang Nachwachsende Rohstoffe und Erneuerbare Energien**, den die HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen in Kooperation mit der Fachhochschule Hannover zu diesem Wintersemester voll ausgelastet startet.
- Zum Wintersemester bietet die Universität Hannover zusammen mit der polnischen August Cieszkowski Agricultural University Poznan den **Doppeldiplomstudiengang Umwelttechnik und Umweltschutz** an. Innerhalb dieser Ausbildung können Studierende sowohl ein Diplom als auch den Titel Master of Science erwerben.
- Universitäten in Argentinien, Chile, Mexiko und Peru sowie Niederlande, Schweden und Deutschland wollen ein internationales Master-Studienprogramm **„Sustainable Development and Management“** entwickeln, das gleichzeitig bei allen beteiligten Partneruniversitäten angeboten werden soll.

Berühmte Namen und Namensreaktionen

Es kann mehr als eine Antwort richtig sein

1 Wer beschrieb – unseres Wissens nach erstmals – die Trennung von Gold und Silber durch „Scheidewasser“?

- A** Friedrich Bergius
- B** Albertus Magnus
- C** Isaac Hollandus
- D** Theophrastus Paracelsus
- E** Thomas von Aquin

2 Die 1884 entwickelte Anschütz-Reaktion ist eine

- A** enzymatische Reaktion
- B** Synthese von Monoalkylphosphorsäureestern
- C** Anthracensynthese
- D** Camphersynthese
- E** Propensynthese

3 Wer entdeckte die Restriktionsenzyme?

- A** Werner Arber
- B** Adolf Baeyer
- C** Edward Bancroft
- D** Fritz Feigl
- E** Lars Frederik Nilson

4 Wer war Lehrer von Justus Freiherr von Liebig?

- A** Joseph-Louis Gay-Lussac
- B** Alexander von Humboldt
- C** Friedrich Wöhler
- D** Walther Hermann Nernst
- E** Kekulé von Stradonitz

5 Wer war Schüler von Liebig?

- A** Sir Robert Boyle
- B** Hermann von Fehling
- C** Francois-Marie Raoult
- D** Emil Erlenmeyer
- E** Heinrich Emanuel Merck

6 Welchen Beruf hatte Carl von Linde?

- A** Betriebsleiter in einer Lokomotivenfabrik
- B** Hilfsarbeiter in einer Eismaschinenfabrik
- C** Professor für theoretische Maschinenlehre
- D** Apotheker
- E** Professor für mechanische Technologie

7 Welchen Ausgangsstoff kann man für die Hantsche Pyridin-Synthese verwenden?

- A** Aldehyde
- B** Ammoniak
- C** Chlorketone
- D** Ketocarbonsäureester
- E** Salpetersäure

8 Welche Verbindung kann ein Produkt der Wittig-Reaktion sein?

- A** Ylid
- B** Aldehyd
- C** Alken
- D** Keton
- E** Carbonsäure

9 Bei der Cannizzaro-Reaktion handelt es sich um eine

- A** Alkylierung
- B** Hydrierung
- C** Dehydrierung
- D** Disproportionierung
- E** Hydratisierung

10 Die Dieckmann-Kondensation kann man auffassen als die intramolekulare Version der

- A** Guareschi-Thorpe-Kondensation
- B** Doebner-Reaktion
- C** Hayashi-Umlagerung
- D** Claisen-Kondensation
- E** Knoevenagel-Kondensation

11 Egon Wiberg

- A** entdeckte 1939 das Aluminiumhydrid
- B** überarbeitete 1943 das Lehrbuch der anorganischen Chemie von Hollemann
- C** entwickelte 1941 Polyester
- D** entdeckte 1938 kupferhaltige Enzyme
- E** erhielt 1945 den Nobelpreis

12 Bringen Sie wichtige Stationen der Chemiegeschichte in die richtige Reihenfolge:

- 1.** Dimitri Iwanowitsch Mendelejew und Julius Lothar Meyer stellten unabhängig voneinander das Periodensystem der Elemente auf.
- 2.** Carl Wilhelm Scheele und Joseph Priestley entdeckten unabh. voneinander den Sauerstoff.

3. Johann Baptist van Helmont entdeckt das Kohlendioxid.

4. Neil Bartlett synthetisiert die erste Edelgasverbindung.

5. Georg Ernst Stahl publiziert erstmals die Phlogiston-Theorie.

- A** 1. 2. 3. 4. 5.
- B** 5. 3. 2. 1. 4.
- C** 3. 5. 2. 1. 4.
- D** 3. 5. 1. 2. 4.
- E** 5. 2. 1. 3. 4.

13 Ein wichtiger Reaktionsschritt bei der Kolbe-Schmitt-Synthese zur Darstellung von Hydroxybenzoesäure ist eine

- A** elektrophile Substitution
- B** Protonierung
- C** Decarboxylierung
- D** reduktive Eliminierung
- E** nukleophile Addition

14 Welcher Wissenschaftler war / ist Nobelpreisträger für Chemie?

- A** Henri Becquerel
- B** Paul Ehrlich
- C** Otto Hahn
- D** Robert Sanderson Mulliken
- E** Chandrasekhara Venkata Raman

15 Welchen Nobelpreis erhielt Linus Carl Pauling?

- A** Chemie
- B** Physik
- C** Medizin
- D** Biologie
- E** Frieden

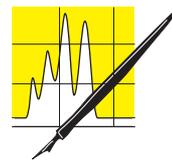
16 Wer entdeckte zuerst, dass das antike Atom-Modell (atomos = unteilbar) nicht korrekt ist?

- A** Philipp Lennard
- B** John Dalton
- C** Joseph J. Thomson
- D** Ernest Rutherford
- E** Niels Bohr

17 Die Karl-Fischer-Titration dient zur Bestimmung von

- A** Proteinen
- B** Säuren
- C** Oxidationsmitteln
- D** Wasser
- E** Metallen

Handelt es sich um eine Supermethode?



AUFsätze

Veronika R. Meyer, St. Gallen

Die Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC; High Performance Liquid Chromatography) ist vor etwa 30 Jahren von einigen Bastlern und Tüftlern der analytischen Fachwelt geschenkt worden [1,2]. Sie hat darauf einen phänomenalen Siegeszug durch die Laboratorien angetreten, emsig gefördert durch die Hersteller von HPLC-Geräten und -Trennmaterialien und durch das Erschließen von immer neuen Anwendungsgebieten. Für viele Laborantinnen und Laboranten ist HPLC die werktägliche Beschäftigung schlechthin, und für grundsätzliche Überlegungen bleibt bei der üblichen Hektik kaum Zeit. Doch schauen wir uns die Sache einmal genauer an: Hat HPLC mehr Vorteile oder mehr Nachteile? Hätten wir noch Wünsche?

Vorteile der HPLC

1. HPLC ist, im Prinzip mit der identischen Ausrüstung, für qualitative und quantitative Analyse einsetzbar. Der Retentionsfaktor eines Peaks liefert eine Aussage über seine Identität, die Fläche oder Höhe ist proportional zur injizierten Menge.
2. HPLC kann für alle Analyten verwendet werden, die in irgend einer Flüssigkeit löslich sind. Ein bedeutender Teil aller Analysenprobleme ließe sich demnach mit HPLC lösen, auch wenn das längst nicht immer sinnvoll ist.
3. HPLC kann sehr selektiv sein, wenn das passende Trenn- und Detektionssystem gewählt wird. Wenn man weiss, wie man es anstellen muss, ist beispielsweise die quantitative Bestimmung der Catecholamine (Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin) in Plasma oder Urin im Nu durchgeführt. Damit hat man in der Klinik eine wertvolle Aussage über den hormonellen Status eines Patienten oder einer Patientin gewonnen.
4. Es existiert eine große Vielfalt an Phasensystemen. Kaum jemand hat mehr die Übersicht über die kommerziell angebotenen stationären Phasen. Kommt dazu, dass diese sich weit fantasievoller einsetzen ließen als bloß mit Acetonitril/Wasser.
5. HPLC ist automatisierbar.
6. In einem Lauf lassen sich mehrere (oder sogar viele) Analyten erfassen, wie bereits erwähnt qualitativ oder quantitativ.
7. On-line-Strukturaufklärung ist möglich, wenn man die passenden spektroskopischen Techniken mit HPLC koppelt. Je nach Problem sind das UV (Diodenarray), MS und/oder NMR [3].
8. Der lineare Bereich des Detektors kann sehr groß sein. Das Paradebeispiel dafür ist der UV-Detektor. Die praktische Durchführung von quantitativen Analysen wird damit erleichtert.

9. HPLC ist auch präparativ möglich, am einfachsten durch die Injektion einer viel größeren Probenmenge als üblich und manuelles Auffangen des interessierenden Peaks. Das kann bereits für weitere Tests oder für die off-line-Strukturaufklärung genügen. Für industrielle Zwecke sind Produktionsanlagen mit meterdicken Säulen im Einsatz.

Das sind neun Vorteile. Wie steht es mit den Nachteilen?

Nachteile der HPLC

1. HPLC benötigt Zeit. Für die Zeit t , die bis zur Vervollendung der Trennung verstreicht, gelten die Beziehungen:

$$t = \frac{L_c \cdot d_c^2 \cdot \pi \cdot \epsilon}{4 \cdot F} (1 + k_{last}) \quad t = \frac{L_c \cdot d_p}{v \cdot D_m} (1 + k_{last})$$

L_c : Säulenlänge, d_c : Säulendurchmesser, ϵ : Porosität der Säulenpackung, F : Volumenstrom der mobilen Phase, k_{last} : Retentionsfaktor des letzten Peaks, d_p : Korndurchmesser der stationären Phase, v : reduzierte Fließgeschwindigkeit, D_m : Diffusionskoeffizient des Analyten in der mobilen Phase.

- Die erste Gleichung lässt vermuten, dass man die Analysenzeit durch Erhöhen des Volumenstroms verkürzen könnte, doch leider setzt dem die Van-Deemter-Gleichung gewisse Grenzen. Die zweite Gleichung zeigt deutlich, dass kleine Korngröße von Vorteil ist: t ist proportional zu d_p .
- Allerdings hat letztere Aussage ihren Preis: HPLC benötigt Druck, und zwar umgekehrt proportional zum Quadrat des Korndurchmessers, wenn man es vereinfacht ausdrückt. Die verwickelten Zusammenhänge zwischen Druck, Säulenlänge, Trennstufenzahl, Korngröße, Totzeit und optimaler Fließgeschwindigkeit der mobilen Phase wurden von Halász und Görlitz in anschaulicher Form grafisch dargestellt (Abbildung 1) [4]. Druck aber ist nicht möglich ohne instrumentellen Aufwand.
- Die Trennstufenzahl und damit die Peakkapazität (die theoretisch mögliche Anzahl Peaks, die in einem Chromatogramm nebeneinander Platz hätten) ist auch bei der besten HPLC beschränkt. Bei isokratischer Trennung gilt für die Peakkapazität n :

$$n = 1 + 1/4 \cdot \sqrt{N} \cdot \ln(k_{last})$$

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.



Das gibt für HPLC etwa $n = 50-70$, je nachdem wie lange man warten will. Dagegen können die Kapillarelektrophorese mit $n = 500-5000$ und die GC mit $n = 2000-5000$ auftrumpfen (letztere Werte mit Temperaturprogramm) [5].

4. Wegen der geringen Peakkapazität ist die statistische Auflösungswahrscheinlichkeit der HPLC schlecht. Die Wahrscheinlichkeit P , dass ein bestimmter Analytpeak im Chromatogramm aufgelöst und nicht von anderen Peaks überlappt ist, beträgt:

$$P \approx e^{-2m/n}$$

m : Anzahl detektierbare Analyten in der Probe, n : die oben erwähnte Peakkapazität. Wenn also beispielsweise 15 Analyten vorliegen und die Peakkapazität den Wert 60 erreicht, so beträgt die Chance, dass der gewünschte Peak aufgelöst ist, nur 60%.

5. Um diese leidige Angelegenheit in den Griff zu bekommen, ist entweder Köpfchen gefragt (Verbesserung der Selektivität) oder Gradiententrennung. Mit Gradient erhöht sich die Peakkapazität der HPLC auf 200-500 [5]. Um aber Gradientenläufe durchführen zu können, ist erheblicher apparativer und intellektueller Aufwand nötig.
6. Die Methodenentwicklung kann in der HPLC schwierig sein. Wenn es nicht auf Anhieb klappt, stellt sich die Frage: Verbessere ich die Trennung via Selektivität oder via Trennstufenzahl? Ersteres benötigt gute Kenntnisse, Letzteres instrumentellen Aufwand (längere Säule / Gradient). Oft ist auch die Kombination von beidem nötig.
7. Der Methodentransfer von Labor zu Labor kann schwierig sein [6]. Es sind viele Details zu beachten. Allgemein

bekannt ist, dass C_{18} der Marke X nicht gleich C_{18} der Marke Y ist, aber wie steht es mit Puffer, Ionenstärke, Temperatur und vielen weiteren Details? Es ist eine leidige Tatsache, dass die Inter-Labor-Vergleichspräzision s_R auch bei einfachen Analysen durchaus 7% betragen kann.

8. Die quantitative chromatographische Analyse benötigt Kalibration. Mit dem Integrieren eines einzelnen Chromatogramms ist noch gar nichts getan. Mindestens bei der Validierung muss die Kalibrierfunktion mit mehreren Punkten ermittelt werden. Mehrpunktkalibration kann durchaus auch in der Routineanalytik notwendig sein, was erheblichen Mehraufwand bedeutet; regelmäßige Einpunktkalibration ist das Mindeste.

9. Die HPLC-Apparatur besteht aus zahlreichen mechanischen und elektronischen Einzelteilen, die alle pfleglich behandelt werden müssen. Jedes Teil kann den Dienst versagen. Wer sein Instrument nicht versteht und wer nicht sorgsam damit umgeht, wird an der HPLC keine Freude haben.

10. Im Gegensatz zur GC ist die mobile Phase in der HPLC eine Wissenschaft für sich. Es werden hohe Anforderungen an Reinheit, Zusammensetzung und Entgasen gestellt. Zuweilen ist sie nicht einmal nach rationalen Gesichtspunkten komponiert, sondern nach dem Motto: „Ich habe die Vorschrift für die Analyse von Produkt X abgeändert, bis sie für Y passte“. Nach der Analytik folgt zuletzt noch die Entsorgung des Eluenten, was nicht gratis möglich ist.

11. Die Herstellung von HPLC-Phasen und -Säulen mit hoher Trennleistung und günstiger Van-Deemter-Kurve ist eine hohe Kunst. Zum Glück belagert uns das in den allermeisten Fällen nur via Geldbeutel und nicht in der praktischen Durchführung (das Budget für Verbrauchsmaterialien lässt grüßen...).

12. Die teuren HPLC-Säulen werden durch die Proben verschmutzt und/oder durch die mobile Phase beschädigt. Das ist auch dann der Fall, wenn man einschlägige Vorsichtsmaßnahmen trifft. Sonst wäre es möglich, eine Säule jahrelang und für Tausende von Analysen zu verwenden.

13. Es gibt keinen universellen HPLC-Detektor, jeder muss von seinem Messprinzip her ganze Stoffklassen ausschließen. Im Gegensatz dazu kann man beim Flammenionisations-Detektor der GC an zwei Händen aufzählen, welche Analyten er nicht erkennt.

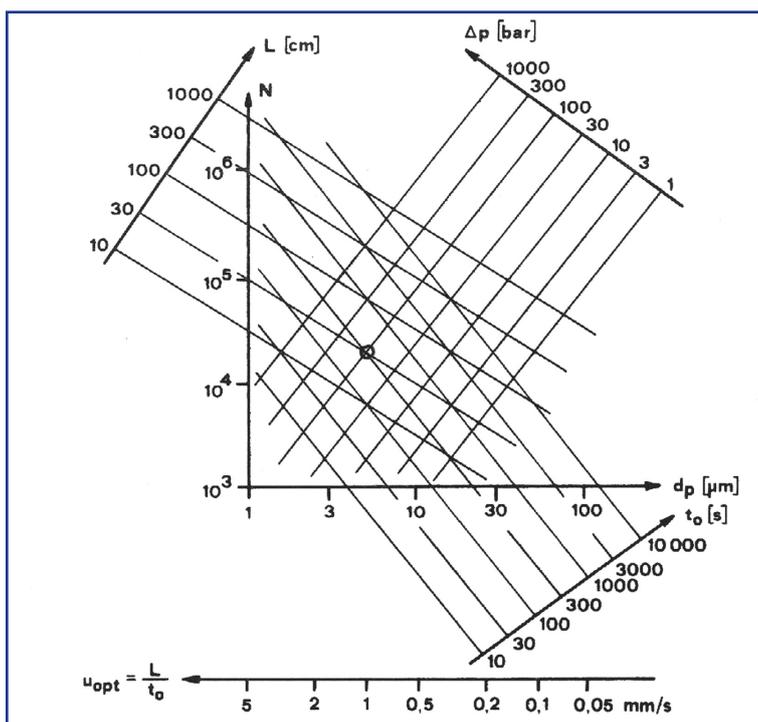
14. Ein Chromatogramm erzählt vieles, aber nicht alles. Ist der uns interessierende Peak wirklich aufgelöst und rein? Repräsentiert er tatsächlich den gesuchten Analyten? Sind wirklich alle Analyten vorhanden, die wir bestimmen müssen? (Die Lösung für dieses Problem heißt natürlich korrekte Validierung.)

Fazit: 14 Nachteile stehen neun Vorteilen gegenüber.

Die utopische HPLC

1. Hochselektiv, wenn möglich ohne tiefgründige Kenntnisse des Personals.

Abbildung 1: Kenndaten von HPLC-Säulen, die im Optimum ihrer van Deemter-Kurve betrieben werden. Die Viskosität der mobilen Phase beträgt 1,2 mPa s, zum Beispiel Wasser/Methanol 30:70. Der markierte Punkt zeigt, dass eine 30-cm-Säule mit 5- μ m-Packung mit einer Totzeit von 5 min betrieben werden sollte (für maximale Trennleistung). Der Druck beträgt 100 bar, und es werden etwa 20 000 Trennstufen erreicht.



2. Schnell, auch wenn viele Analyten bestimmt werden müssen.
3. Die Wiederholbarkeit soll auch ohne besonderen Aufwand weniger als 1% betragen, die Inter-Labor-Vergleichspräzision (s_R) weniger als 2%.
4. Billig in Investition und Unterhalt, klein, robust.
5. Ein einziger Detektor für alles; allenfalls je ein universeller und ein selektiver Detektor. Großer linearer Bereich und tiefe Nachweisgrenze werden dabei vorausgesetzt.
6. Bei Bedarf ist die Strukturaufklärung in jedem Fall online möglich.
7. Keine Probleme mit Herstellung und Gebrauch der mobilen Phase.
8. Eine universelle Säule für jedes Problem. Falls das etwas zuviel verlangt ist, so möchte man doch gerne eindeutig wissen, welche Säule bei einem gegebenen Problem zu wählen ist.
9. Säulen von höchster Lebensdauer bei gleich bleibender Qualität.
10. Bei Bedarf tiefstmögliche Nachweisgrenze: Ein Molekül.
11. Keine Probenvorbereitung. Wenn das doch nicht zu umgehen wäre, so sollte die Wiederfindung 100% mit einer Wiederholbarkeit von höchstens 1% betragen (andernfalls würde ja ein Konflikt mit Punkt 3 entstehen). Es ist unerwünscht, aber heute oft Tatsache, dass die Messunsicherheit des Verfahrens durch die Probenvorbereitung dominiert wird [7].

Einige mögliche Lösungen

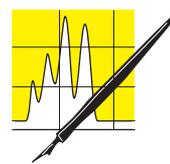
1. Der Lichtstreuungsdetektor ist ein universeller Detektor, wenn man von flüchtigen Analyten absieht. Doch wozu soll man flüchtige Analyten durch die HPLC quälen, wenn es doch die GC gibt?
2. Monolithische Phasen schlagen dem Druckproblem ein Schnippchen. Sie besitzen eine weit höhere Permeabilität als Säulen mit körnigen Packungen.
3. Es gibt jetzt HPLC-Pumpen, die bis 1000 bar Druck erzeugen können. Dies ist ein möglicher Ansatz zur Lösung der Probleme von Trennstufenzahl und Peakkapazität.
4. Das Neueste, vorläufig erst in den Labors der Prüfler anzutreffen, ist die „comprehensive“ zweidimensionale HPLC [8]. Comprehensive heißt vollständig; Jede eluierte Fraktion wird automatisch auf eine zweite Säule mit anderer Selektivität geleitet und dort nochmals chromatographiert. In der ersten Dimension überlappte Peaks können auf diese Weise (eventuell) getrennt werden. Die Peakkapazität des Systems erweitert sich beträchtlich (wenn auch nicht gerade auf n^2).

Wann sind Sie selber schuld?

1. Verwenden Sie nicht zu dicke Säulen. Warum immer noch mit 4,6 mm Innendurchmesser arbeiten? Der Lösungsmittelverbrauch ist proportional zum Quadrat des Durchmessers, die Peakhöhe ist umgekehrt proportional zu diesem Quadrat. Falls Sie mit der 4,6-mm-Säule pro

Analyse 30 ml Eluent benötigen, so sind es mit der 3-mm-Säule noch 13 ml und die Peaks werden bei gleichem Injektionsvolumen etwa doppelt so hoch sein. Aber so richtig Vergnügen hat man erst mit der 2-mm-Säule.

2. Passt die Säulenlänge zu Ihren Trennproblemen? Vielleicht würde eine kürzere Säule die Anforderungen ebenso gut erfüllen. Sie sparen Zeit und Lösungsmittel.
3. Peaküberlappung ist zu vermeiden, sie kann fehlerhafte Quantifizierung zur Folge haben [9, 10].
4. Es ist schlechte Praxis, die Chromatogramme nicht anzuschauen, sondern nur elektronisch abzulegen.
5. Pflegen Sie Ihre Apparatur. (Sie wissen ja schon wie...) Regelmäßiger Service durch eine externe Firma ist kein Luxus, es sei denn, sie hätten Ihr Vergnügen daran, ihn gewissenhaft selber zu machen.
6. Wie halten es Ihre Trennungen mit der Temperatur? Lesen Sie wieder einmal etwas zu diesem Thema [11].
7. Es gibt noch ein Leben neben der HPLC. Denken Sie an Dünnschicht- und Gaschromatographie, Titration, NIR-Spektroskopie und die vielen weiteren Methoden, mit denen sich manche Probleme elegant lösen lassen. Und wenn es schon HPLC sein muss: Es gibt beispielsweise auch noch Normalphasen- und Ausschluss-Chromatographie...



AUFSÄTZE

Literatur

- [1] L.R. Snyder, HPLC – Past and present. *Anal. Chem.* 72 (2000) 412 A.
- [2] V.R. Meyer, Liquid chromatography – Historical development. *Encyclopedia of Separation Science*, I.D. Wilson et al., eds., Academic Press, London (2000), 663.
- [3] J.L. Wolfender, K. Ndjoko, K. Hostettmann, Liquid chromatography with ultraviolet absorbance - mass spectrometric detection and with nuclear magnetic resonance spectrometry: a powerful combination for the on-line structural investigation of plant metabolites. *J. Chromatogr. A* 1000 (2003) 437.
- [4] I. Halász, G. Görlitz, Optimale Parameter in der schnellen Flüssigkeitschromatographie. *Angew. Chem.* 94 (1982) 50.
- [5] M. Martin, On the potential of 2-dimensional and multidimensional separation systems. *Fresenius J. Anal. Chem.* 352 (1995) 625.
- [6] J.J. Kirschbaum, Inter-laboratory transfer of HPLC methods: problems and solutions. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 7 (1989) 813.
- [7] V.R. Meyer, Minimizing the effect of sample preparation on measurement uncertainty. *LC GC North Am.* 20 (2002) 106.
- [8] T. Murahashi, Comprehensive two-dimensional HPLC for the separation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Analyst* 128 (2003) 611.
- [9] V.R. Meyer, Errors in the area determination of incompletely resolved chromatographic peaks. *J. Chromatogr. Sci.* 33 (1995) 26.
- [10] V.R. Meyer, Peakhöhen- und Peakflächenmessung zur quantitativen Analyse. *Praxis der Hochleistungs-Flüssigchromatographie*, Wiley-VCH, Weinheim, 9. Aufl. (2004), Abschnitt 19.5, 269.
- [11] C. Zhu, D.M. Goodall, S.A.C. Wren, Elevated temperature HPLC: Principles and applications to small molecules and biomolecules. *LC GC Eur.* 17 (2004) 530.

Haltet die Evolution an!

Mechthild Kässer

Das Auftauchen resistenter Keime, die nur auf wenige oder auf keine Antibiotika mehr ansprechen, stellt weltweit eine ernste Gefahr für die Menschen dar. An jedem neu entwickelten Medikament beweisen Bakterien regelmäßig ihr Talent, in kurzer Zeit erfolgreiche Abwehrstrategien zu ihrem Schutz zu erfinden. Die dabei neu erworbenen Fähigkeiten beruhen auf Mutationen, spontanen, zufälligen und offenbar unvermeidlichen Ereignissen bei der Zellteilung, die keinerlei Ansatzpunkt zum Eingreifen bieten. Dass dies nur die halbe Wahrheit ist, darauf weisen amerikanische Wissenschaftler hin. Sie fanden einen Weg, die Mutationsrate in Bakterien gezielt zu senken.

Mit der Entdeckung des Penicillins schien Mitte des letzten Jahrhunderts ein goldenes Zeitalter anzubrechen. Plötzlich besaß man eine einfache und starke Waffe gegen Diphtherie, Tuberkulose und die vielen anderen Infektionskrankheiten, die durch Bakterien ausgelöst werden. Doch schon A. Fleming, der Entdecker der Wunderdroge, beobachtete, dass sich die Wirkung des Penicillins mit der Zeit zu erschöpfen schien: Manche Bakterienstämme lernten bald, auch in Gegenwart des Gifts zu überleben, sie wurden resistent. Ein Wettlauf begann. Neue Antibiotika wurden entwickelt, und auf jeden neuen Wirkstoff antworteten die Bakterien mit neuen Resistenzen. Durch jahrelangen übertrieben breiten Einsatz und falsche Dosierung haben sich weltweit zahlreiche multiresistente Keime herausgebildet, denen besonders Krankenhauspatienten oft hilflos ausgeliefert sind. Der medizinische Fortschritt von Jahrzehnten droht verloren zu gehen.

Mögliche Auswege sind die Suche nach immer neuen Arten von Antibiotika, synthetischen oder natürlichen zum Beispiel aus dem Insektenreich [1] oder andere empfohlene Maßnahmen wie die vorbeugende Impfung der Menschen und Stärkung ihres Immunsystems, Verbot der Behandlung gesunder Tiere mit Antibiotika, statt dessen mehr Tierhygiene [2], und anstelle ständiger geringer Antibiotikagaben im Tierfutter andere Leistungsförderer wie etwa Gewürze [3].

Einen grundsätzlicheren Ansatz verfolgen Forscher des Scripps Research Institute und der Universität von Wisconsin: Sie setzen bei der Anpassungs- und Wand-

lungsfähigkeit der Bakterien an und versuchen, deren natürliche Begabung zur Evolution zu treffen [4].

Bisher wurden Bakterien noch mit jedem Antibiotikum fertig, ob sie es sofort wieder aus der Zelle schleusen, durch Abwandlung entschärfen oder ganz zerstören, oder ob sie sich selbst so verändern, dass sie keinen Angriffspunkt mehr bieten. Im Lauf der Zeit finden sie einen Ausweg und überleben. Ihre neuen Fähigkeiten verdanken sie Mutationen, die spontan durch Fehler beim Ablesen der Erbinformation entstehen und auch den zelleigenen Mechanismen für Reparatur und Qualitätsprüfung entgehen. Durch solche Unfälle tauchen neben harmlosen und schädlichen bis tödlichen Mutationen immer auch vorteilhafte Veränderungen des Erbguts auf wie zum Beispiel solche, die ein Leben trotz Antibiotika ermöglichen. So treiben die zufälligen Mutationen die Gen-Entwicklung voran und bringen neue Stämme und Arten hervor, eine Entwicklung, die als Evolution bekannt ist. Eine weithin anerkannte Sicht der Dinge.

Anders sehen es Romesberg et al. [4]. Sie haben Hinweise dafür gefunden, dass Zellen nicht nur passive Opfer unvermeidlicher Genänderungen sind. In Bedrängnis, etwa unter dem Einfluss todbringender Antibiotika, steigern sie vielmehr die Mutationsrate und wandeln ihr Erbgut selbst um. Das heißt, in diesem umgekehrten Fall führen die Gene Mutationen herbei und treiben die Evolution voran. Durch Aufklärung dieses in der Notlage eingeschlagenen Weges sollte es dann auch möglich sein, ihn gezielt zu blockieren und Resistenzen zu verhindern.

Die Forscher untersuchten verschiedene Bakterienstämme der Art *E. coli* in Gegenwart der Antibiotika Ciprofloxacin bzw. Rifampicin (siehe Kasten). Beide führen zu Schäden am Bakterien-Erbgut. Die Zelle antwortet sofort mit einer Not-Reparatur der DNS über den SOS-Weg. Dabei werden durch Spaltung des hemmenden Eiweißes LexA etwa 30 Gene aktiv, um den Schaden zu beheben. Einige dieser Genprodukte, vor allem die drei Reserve-Polymerasen Pol II, Pol IV und Pol V veranlassen aber, wie ebenfalls gezeigt wird, auch Mutationen. Die Mutationsrate steigt deutlich über das übliche Maß hinaus, Resistenzen können schnell entstehen. Nachgewiesen wurden beispielsweise Veränderungen im Bau der Topoisomerasen (siehe Kasten), und zwar an Stellen, die das Antibiotikum binden. Bei einer solchen Mutation findet das Bakteriengift keinen Ansatzpunkt mehr.

Dass die LexA-Spaltung tatsächlich ein Schlüssel für die Resistenzbildung ist, beweisen die Forscher mit *E. coli* - Stämmen, bei denen diese Spaltung gene-



Die Autorin:

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

tisch unmöglich gemacht wurde: In-vitro und in einem Mausmodell liegt die Mutationsrate in Gegenwart von Ciprofloxacin um den Faktor 100 niedriger als bei dem Kontrollstamm. Die Bakterien sind praktisch unfähig, Resistenzen zu entwickeln.

Die Forscher sind daher sicher, dass man mit Wirkstoffen, die eine Spaltung von LexA oder den DNS-Reparaturweg allgemein blockieren, die Wirksamkeit der heutigen Antibiotika für die Zukunft erhalten könnte.

Literatur:

- [1] Ärzte Zeitung, 17.06.2005, Antibiotika aus Mistbienen
- [2] BfR Pressedienst vom 12.11.2004, Weniger Antibiotika, mehr Hygiene
- [3] Informationsdienst Wissenschaft idw 19.11.2004, Kakao macht Masthähnchen Appetit
- [4] R. T. Cirz, J. K. Chin, D. R. Andes, V. de Cri-Lagard, W. A. Craig, F. E. Romesberg; PloS Biology 3 (2005), Inhibition of Mutation and Combating the Evolution of Antibiotic Resistance
- [5] <http://idw-online.de/pages/de/news90204>, Erste Erfolge im Kampf gegen resistente Erreger
- [6] Nature Medicine 10 (2004), doi:10.1038/nm0104-6b, Antibiotic resistance soars in Europe

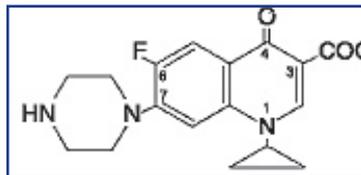
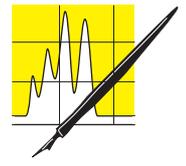


Abbildung 1:
Formel von
Ciprofloxacin.



AUFsätze

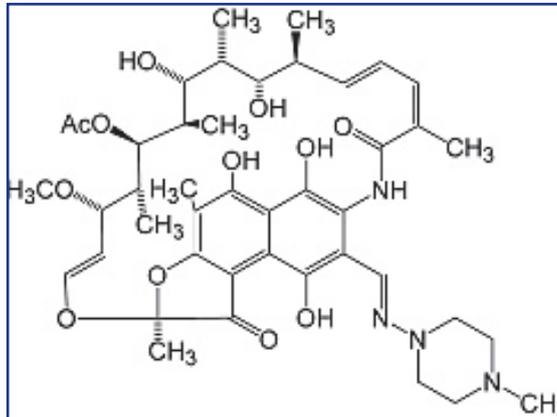


Abbildung 2: Formel von Rifampicin.

Ciprofloxacin ist ein relativ neues, künstliches Antibiotikum aus der Familie der Chinolone, eine der heute wichtigsten Gruppen. Es blockiert die Tätigkeit der Topoisomerasen (bei *E. coli* Gyrase und Topoisomerase IV) und verursacht so DNS-Schäden bei Replikation und Zellteilung.

Rifampicin aus der Familie der Rifamycine ist ebenfalls eines der neueren Antibiotika, wird unter anderem bei Tuberkulose aller Stadien eingesetzt und gilt als Reservemittel für Staphylokokken.

DNS-Topoisomerasen sind Enzyme, welche die räumliche Anordnung der DNS regulieren. Die schon in sich gewundene Doppelhelix liegt in der Zelle weiter stark verdrillt vor. Erst diese Übersprialisierung verdichtet und kürzt das Bakterienchromosom so, dass es in der Zelle Platz findet. Zum Ablesen der Erbinformation bei Replikation, Transkription, Rekombination und Chromatin-Umgestaltung müssen andererseits die interessierenden Chromosomenabschnitte zugänglich sein. Die übermäßige Verdrillung muss also in diesen Abschnitten wieder entspannt werden. Dazu trennen Topoisomerasen einen DNS-Strang (Topoisomerasen des Typs I) beziehungsweise beide Stränge (Topoisomerasen des Typs II, zum Beispiel Gyrase), so dass sich die Überdrehung durch Rotation lösen kann, und verkleben sie wieder. Hier greift beispielsweise Ciprofloxacin ein. Es verhindert, dass die Gyrase die freien Enden wieder verknüpfen kann. Als Antwort auf freiliegende DNS-Enden leitet die Zelle unter anderem das Selbstmordprogramm Apoptose ein. Topoisomerasen katalysieren umgekehrt auch die Aufwindung der DNS.

In Deutschland ist die Forschung zur Resistenzentwicklung im Kompetenznetzwerk „Resistenzentwicklung humanpathogener Erreger“ gebündelt. Die beteiligten Forschergruppen der Universitäten Heidelberg, Ulm, Tübingen und Freiburg werden seit 2002 von der Landesstiftung Baden-Württemberg für drei Jahre mit etwa 3,5 Millionen Euro gefördert. Auf ihrer Tagung am 12.-14. November 2004 in Heidelberg stellten sie erste Ergebnisse vor, darunter neue Schnelltests auf resistente Aids-Erreger, Studien, die zeigen, dass vielfach resistente Staphylokokken-Stämme in der Bevölkerung noch wenig verbreitet sind, und neue Ansatzpunkte, wie gefährliche Biofilme auf Kunststoff-Implantaten zerstört werden können. [5]

Auch die EU hat letztes Jahr zwei neue Projekte angekündigt, die das Entstehen von Resistenzen erforschen sollen, und stellt rund 13 Millionen Euro zu Verfügung. [6]

Chemische Elemente im Alltag, Teil 7 Schwefel

Vom Sulfat bis zum Thioharnstoff

Georg Schwedt

Schwefel kommt wegen seiner zahlreichen Oxidationsstufen, von -2 bis $+6$, in den verschiedensten Verbindungen vor allem mit Sauerstoff vor. Er war schon im Altertum mit seinen Eigenschaften (sublimier- und brennbar) bekannt. In der Natur kommt Schwefel elementar und gebunden an Metalle (Sulfide) und in Sulfaten vor. Sein Anteil an der Erdkruste beträgt $0,05$ - $0,06$ % (geschätzt) auf Rang 15 in der Häufigkeitsliste.

Sulfate nicht nur im Bitterwasser

Mineralwässer werden als *Bitterwässer* bezeichnet, wenn sie wesentliche Anteile an Magnesiumsulfat (Bittersalz), daneben aber oft auch Natriumsulfat enthalten. Ihre Wirkung ist eine abführende. Natriumsulfat, auch heute noch nach Johann Rudolf Glauber (1604-1670) als *Glaubersalz* bezeichnet, wird oft zugesetzt. So enthält das „Bad Pyrmont Bitterwasser“ (Heilwasser) die Hinweise „mit Zusatz von Natriumsulfat und Magnesiumsulfat“ und „zur kurzfristigen Einnahme bei Stuhlverstopfung (Obstipation)“ – bei einem Sulfatgehalt von $12,851$ g/kg (Mg: $1,780$ und Na: $2,240$ g/kg). Sulfate sind auch als Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen und haben folgende E-Nummern: E 514 Natriumsulfat und Natriumhydrogensulfat, E 515 Kaliumsulfat und -hydrogensulfat, E 516 Calciumsulfat. Natriumsulfat ist häufig auch ein Begleit(Füll)stoff in Kosmetika. Calciumsulfat wird im Baumarkt als Gips angeboten – als Halbhydrat $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ (Verwendung als Modell-, Stuck- oder Putzgips). Als bei über 190°C „totgebrannter“ Gips ist Calciumsulfat in Zement enthalten.

„Derivate“ der Schwefelsäure

Natriumhydrogensulfat mit seinen sauren Eigenschaften wird in WC-Reinigern (in fester Form) neben anionischen Tensiden, Parfümölen und anderen Salzen eingesetzt. Ein Derivat der Schwefelsäure ist die *Amidoschwefelsäure*, die im Vergleich zur Muttersubstanz anstelle einer OH-Gruppe eine $-\text{NH}_2$ -Gruppe aufweist: $\text{HO-SO}_2\text{-NH}_2$ (die $-\text{SO}_2\text{-NH}_2$ -Gruppe wird als Sulfamoylgruppe bezeichnet). Auf Alltagsprodukten wie Schnell-Entkalkern, WC-Reinigern (als z. B. Nachfüllsteinen), auch Spezialreinigern für Zahnsplangen findet man für diese Säure auch die Bezeichnungen Sulfamin(d)säure (richtiger Sulfamidsäure – nach der IUPAC-Regel 5.34 eine zulässige Bezeichnung für die Amidoschwefelsäure) oder engl. Sulfamic Acid. Die Salze heißen

Sulfamate oder Amidosulfate. Die Amidoschwefelsäure bildet farblose, unbrennbare und nicht hygroskopische Kristalle. Sie ist in Wasser gut löslich mit stark saurer Reaktion ähnlich wie die Mineralsäuren und eignet sich somit anstelle der Schwefelsäure zur Entfernung von Kalkablagerungen – auch als Zusatz zu „sprudelnden“ Badesalzen, in Feuerlöschmitteln zur Freisetzung von Kohlenstoffdioxid aus Carbonaten u.ä. mehr. Calciumsulfamat hat auch noch den Vorteil der besseren Löslichkeit in Wasser als Calciumsulfat.

Ein weiteres „Derivat“ der Schwefelsäure in Alltagsprodukten ist das *Persulfat*, genauer Salze der *Peroxo-monoschwefelsäure* (auch Carosche Säure genannt). In Reinigungstabletten (für die dritten Zähne) wird sie z.B. mit der Angabe *Pentapotassiumbis(peroximonosulfate)-bis(sulfate)* verwendet. Es handelt sich hierbei um ein Tripelsalz der Zusammensetzung $2\text{KHSO}_5 \cdot \text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$. Das Peroxomonosulfat wirkt als oxidatives Bleichmittel.

„Geschwefelte“ Lebensmittel

Bereits Homer erwähnt in seiner bekannten „Odyssee“ (XXII, 481 – entstanden um 950 v. Chr.) die Verbrennung von Schwefel zum Zwecke der Desinfektion. Der römische Schriftsteller Gajus P. Secundus Plinius (23-79 n. Chr.) schrieb in seinem Werk „Naturalis historia“ (XIV, 129) über den „Dunst des Schwefels“ als Schönungsmittel für Wein. Der allgemeine Gebrauch von Schwefeldioxid zum Schwefeln (Desinfizieren) von Weinfässern ist aber wahrscheinlich erst im Mittelalter üblich geworden. [1] Heute zählen Sulfite zu den Konservierungsstoffen, die als Lebensmittel-Zusatzstoffe zugelassen sind: E 220 Schwefeldioxid, E 221 Natriumsulfit, E 222: Natriumhydrogensulfit, E 223 Natriumdisulfit, E 224 Kaliumdisulfit, E 226 Calciumdisulfit, E 227 Calciumhydrogensulfit, E 228 Kaliumhydrogensulfit. Die schwefelige Säure bildet drei Reihen von Salzen: Sulfite, Hydrogensulfite und durch Erhitzen oder durch Eindampfen einer konzentrierten Lösung der Hydrogensulfite entstehen Disulfite (Pyrosulfite) wie Natriumdisulfit $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ($2 \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$).

Im Essig (als Tafelessig) werden vor allem Schwefeldioxid (E 220) bzw. auch Natriumdisulfit (E 223) in der Zutatenliste als Antioxidationsmittel aufgeführt. Die Höchstmengen an Sulfiten (als SO_2 berechnet) liegen für eine eingeschränkte Anzahl an Lebensmitteln zwischen 20 mg/kg (Bier), 50 für Knabbererzeugnisse, 100 für Gemüse in Essig oder Öl, 400 für Kartoff-

feltrockenerzeugnisse, 500 für Dijon-Senf und 2000 für Trockenfrüchte wie Aprikosen.

Reduzierende Bleichmittel

Sowohl Schwefeldioxid als auch besonders *Dithionite*, die Salze der nicht bekannten Dithionigen Säure $H_2S_2O_4$, wirken als Bleichmittel. Dithionit ist ein besonders starkes reduktives Bleichmittel, das in kommerziellen Entfärbem enthalten ist. Dithionit als Feststoff zerfällt langsam in Anwesenheit von Sauerstoff, wobei Disulfit (s.o.) und Thiosulfat als Nebenprodukte entstehen: $2 Na_2S_2O_4 \rightarrow Na_2S_2O_5 + Na_2S_2O_3$. Hauptzerfallsprodukte von Dithionit (in Bleichmitteln zusammen mit Soda) sind Sulfit und Sulfat. Um Dithionit zu stabilisieren, wird es häufig mit Methanal (Formaldehyd) in wässriger Lösung zu Hydroxymethansulfinat und Hydroxymethansulfonat umgewandelt, von denen das Sulfinat reduzierend wirkt. Kalt- und Heißentfärber unterscheiden sich offensichtlich dadurch, dass in Kaltentfärbem Dithionit in nicht stablierter Form und in Heißentfärbem das Dithionit aus dem Sulfinat erst bei höherer Temperatur freigesetzt bzw. wirksam wird – s. [2].

Thioharnstoff

Silber-Gold-Bäder enthalten Thioharnstoff (Thiocarbamid $H_2N-CS-NH_2$ – zu *Thio-* s.u.) in einer alkoholischen Lösung. Zusammen mit Salzsäure (hier mit zusätzlich Tensiden) bildet der Thioharnstoff in der Form $^-S-C(=^+NH_2, NH_2)$ (= Isothioharnstoff) Salze, die mit Schwermetall-Ionen in saurer Lösung Metallkomplexe, in basischer Lösung Sulfide bilden. [3] Die Reaktionen lassen sich aus dem Tautomerengleichgewicht mit dem Isothioharnstoff erklären. Darüber hinaus wirkt Thioharnstoff auch als Reduktionsmittel. Der Reinigungseffekt von Gold- und Silberoberflächen kann auf beide Funktionen zurückgeführt werden – je nachdem welche Ablagerungen sich gebildet haben. Die Tenside unterstützen die Entfernung von Partikeln bzw. Fett.

„Thio“ und „Sulfur“ in Kosmetika

Die Griechen nannten den elementaren Schwefel *theion*, die Römer *sulfur*. Der lateinische Name hat diesem Element auch das chemische Symbol S gegeben. Beide Bezeichnungen sind in verschiedene Sprachen (bzw. Nomenklaturen) eingegangen – so *thio* – für das zweiwertige Schwefelatom

in systematischen Namen von anorganischen (auch organischen Substanzen wie Thioharnstoff u.a.) Verbindungen, sofern es ein Sauerstoffatom ersetzt (Thiosulfat u.a.), *sulfur* als amerikanische und lateinische Bezeichnung für Schwefel bzw. *sulfo* als Präfix für die Atomgruppierung $-SO_3H$ in systematischen Namen organischer Verbindungen (Sulfonsäuren). Schwefel (*sulfur*) hat in Haarpflegemitteln die Funktion eines Antischuppenwirkstoffes bzw. auch eines Antistatikums (verringert die elektrostatische Aufladung der Haaroberfläche). Mit Hilfe von Schwefelsäure werden spezielle in Kosmetika eingesetzte Proteine hydrolysiert – so z.B. als *sulfurized hydrolyzed corn protein* als Zusatzstoff allgemein oder als *sulfurized jojoba oil* (Jojoba vom Strauch *Simmondsia chinensis* der Familie *Buxaceae*, aus den Küstengebieten Südkaliforniens und Mexikos) als Emollens mit der Aufgabe, die Haut geschmeidig zu machen und zu glätten. Organische Schwefelverbindungen mit dem Präfix *thio* sind z.B. *thioglycerin* und *thioglycolic acid* als Enthaarungsmittel und Reduktionsmittel. Thiomilchsäure und Thiosalicylsäure werden in Kosmetika auch als Antioxidationsmittel verwendet.

Literatur

- [1] Schwedt, G.: Lebensmittel- und Umweltanalytik mit Teststäbchen (Kap. 7. Schwefel als Sulfid, Sulfit und Sulfat), Aulis Verlag Deubner, Köln 1997
- [2] Schwedt, G. u. L. M. de Carvalho, CLB 52, 57-59 (2001)
- [3] Schwedt, G.: Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten. Das Periodensystem als Wegweiser, Wiley-VCH, Weinheim 2003

Schwefel ist neben 75 % Kaliumnitrat und 15 % Holzkohle der dritte Bestandteil von Schwarzpulver. Es wird heute noch für die Treibsätze von Feuerwerksraketen verwendet, die hier die alte Brücke von Heidelberg illuminieren (Foto: RK; siehe dazu auch das Titelbild und Seite 319).



GVC / Dechema-Jahrestagungen in Wiesbaden

„Das Klima für Innovationen stimmt hier nicht“

„Das Klima für Innovationen stimmt in Deutschland nicht“ konstatierte Dr. Alfred Oberholz auf der Pressekonferenz der GVC / Dechema-Jahrestagungen in Wiesbaden. Der Dechema-Vorsitzende blieb nicht beim Lamentieren („Mich stört die Weinerlichkeit hinsichtlich des weltweiten Wettbewerbs sehr“). Vielmehr machte er konkrete Verbesserungsvorschläge, die schon im Ausbildungsbereich beginnen.

So solle man darüber nachdenken, ob 52 Chemiefakultäten in Deutschland nötig seien und gegebenenfalls einige zusammenlegen. Grundsätzlich sei die Forschungsförderung auszubauen. Und: Förderung solle leistungsorientiert geschehen. „Gerechtigkeit bedeutet, dass gute Forscher gefördert werden“, so Oberholz, in seiner Hauptfunktion Mitglied des Vorstands der Degussa AG. Eine Strukturmaßnahme dafür sei der Schritt zu autonomen Universitäten. Dies führe automatisch zur Bildung von Elite-Unis.

Von der negativen Kritikseite her näherte sich Prof. Hans Hasse von der Universität Stuttgart der Aufgabe der Uni-Neuorganisation, mit gleichartiger Aussage: „Eine Verordnungsordnung von oben herab mit dem Ziel, zwölf Eliteuniversitäten zu kürzen, wird nicht zum Erfolg führen“, so der Leiter des Instituts für Tech-

nische Thermodynamik. Er trat für eine weitere Harmonisierung der europäischen Uni-Abschlüsse nach dem Bachelor/Master-System ein. Zudem böten sich den Universitäten neue Chancen durch die Zusammenarbeit mit der Industrie. Beispielsweise habe die BASF jetzt die in über 30 Jahren entwickelte Software „ChemaSim“ zur Open Source erklärt. „Open Chemasim“ dient der Simulation und Optimierung von Chemieanlagen, ihren Stoffströmen und Reaktionen. Damit ist sie auch ein Werkzeug zur ressourcenschonenden Auslegung von Prozessen und ermöglicht die Berechnung der benötigten Mengen an Energie und Rohstoffen. Obwohl es sich um ein bereits ausgereiftes Werkzeug handle, bestehe weiterhin die Notwendigkeit der Ergänzung und Verbesserung, so Hasse. So müssten beispielsweise regelmäßig neue thermodynamische Modelle oder verbesserte Berechnungsmethoden für Stoffeigenschaften integriert werden. Vorgänge wie diese Open Source-Erklärung böten ganz neue Chancen für Hochschulen; Wissen flösse zurück von der Industrie in die Hochschulen.

Dass die Chancen dieser Kooperation auch GVC und Dechema erkannt hätten betonte GVC-Vorsitzender Prof. Norbert Schadler, Geschäftsführer Siemens AG, A&D Solution Process Industries.

So habe man bei den Tagungen Tandemvorträge eingeführt. Ein bestimmtes Thema werde sowohl von Hochschul- wie von Industrievertretern behandelt.

Ernst Schwanhold, Leiter des Kompetenzzentrums Umwelt, Sicherheit und Energie der BASF AG, die Geschwindigkeit, mit der aus Forschung und Entwicklung Produkte entstünden, müsse gesteigert werden. Dazu könne die Einräumung von mehr Eigenverantwortung dienen; so entstünden schneller Innovationen.

Degussa-Vorstand Dr. Alfred Oberholz räumte ein, dass auch die Industrie noch ein Aufgabenheft abarbeiten müsse. Dazu gehöre das Ziel, mitzuhelfen, bis 2010 drei Prozent des Bruttoinlandproduktes für Forschung und Entwicklung aufzuwenden. „Bundesweit wird das Lissabon-Ziel wohl nicht erreicht. Die Degussa leistet zur Zeit 3,1 Prozent, will bis 2008 bei etwa vier Prozent sein. Das wird aber nur gelingen, wenn die Gesamtbedingungen dies erlauben“, so Oberholz.

Zur Konkurrenz aus China meinte Oberholz, die Quantität, aber auch die Qualität der technisch-wissenschaftlichen Veröffentlichungen in China steige dramatisch, Beispiel Nanotechnik: Hier belege Deutschland jetzt nach USA, Japan und China nur noch den vierten Platz. „An der Spitze können wir mithalten, in der Breite nicht“, so sein Fazit. Erschwerend kämen Probleme des Patentrechtes hinzu. Es gebe jetzt zwar eine Tendenz zur Sicherung geistigen Eigentums, aber chinesische Unternehmen meldeten in China Entwicklungen ohne Neuigkeitswert zum Patent an. Es folge daraufhin eine fünfjährige Prüfung, während der nicht produziert werden dürfe. Als Konsequenz schicke jetzt Degussa Patentanwälte nach China: „Die patentieren auf Teufel komm raus“, gibt sich der Degussa-Vorstand kämpferisch. *RK*

„Bildung nicht kaputt zu sparen“ mahnten (v.l.) Dr. Christina Hirche, Prof. Dr. Hans Hasse, Dr. Alfred Oberholz, Prof. Dr. Norbert Schadler und Ernst Schwanhold an (Foto: Kickuth).



12. Stuttgarter Chemietage

Chemie verständlich in Zusammenhänge gebracht

Chemie verständlich in Zusammenhängen erläutert haben die Vorträge der 12. Stuttgarter Chemietage, die am 28. September starteten.

Nahe bei der Thematik funktionaler Nahrung, die in dieser CLB (ab S. 309) angesprochen wurde, liegen Nahrungsergänzungsmittel wie Mineralstoff- und Vitaminpräparate. Hier sorgte CLB-Mitherausgeber Prof. Georg Schwedt vor vollem Hause des großen Hörsaals des Instituts Dr. Flad, dem Initiator der Stuttgarter Chemietage, für Durchblick, wie gewohnt in Kombination mit einfach nachvollziehbaren, ungefährlichen Experimenten. „Die Bioverfügbarkeit von Elementen für den Körper ändert sich mit dem chemischen Umfeld der Elemente. Das zeigt uns die Speziesanalytik“, so Schwedt. So seien Eisenpräparate wirkungslos, würden sie in Zusammenhang mit schwarzem Tee eingenommen. Die Tanninstoffe des Tees bildeten nicht resorbierbare Eisen(III)-Gallotannine, eine typische „schwarze Tinte“. Trinke man den Tee jedoch mit Zitrone, würde das darin enthaltene Vitamin C die weitergehende Oxidation des Eisens verhindern und es als Eisen(II)-Verbindung für den Körper verfügbar halten.

Fehlt dem Körper Selen, kann dies zu Gelenk- und Herzerkrankungen führen. Ein Zuviel an Selen wirkt je-

Der Chemietage-Initiator Wolfgang Flad (rechts) dankte Prof. Viktor Obendrauf für den fesselnden Vortrag. Der Grazer erhielt in diesem Jahr auch schon den „Manfred und Wolfgang Flad-Preis“, seit 1987 verliehen für besondere Leistungen der Chemiedidaktik.



doch toxisch. Selenhaltige Nahrungsergänzungsmittel seien nur teilweise geeignet, um Selenmangel vorzubeugen, so der Experte. Zusammen mit der Magensäure könne sich Selenwasserstoff bilden, zum Teil sogar durch knoblauchartigen Mundgeruch zu erkennen. „Wenn dann noch Vitamin C ins Spiel kommt, etwa weil man Fruchtsaft getrunken hat, wird die Selenverbindung zu elementarem, nicht resorbierbaren Selen reduziert.“ Am ehesten geeignet für die Ergänzung seien Selenhefen, von denen aber typischerweise auch nur 30 Prozent resorbiert würden. Auch ballaststoffreiche Nahrung zeigte Schwedt in neuem Licht: „Nimmt man Calcium-Zusatzstoffe zusammen etwa mit Knäckebrot, ohne Saft zu trinken, bindet sich das Calcium an die Ballaststoffe.“ Man muss wohl Lebensmittelchemie studieren, um sich gut zu ernähren...

Eine fulminante Experimental-Fortsetzung erfuhren die Stuttgarter Chemietage dann an der Universität Stuttgart, die sich zusammen mit der Universität Hohenheim seit einigen Jahren an der Veranstaltung beteiligt. Prof. Dr. Viktor Obendrauf von der Universität Graz brannte – auch im Wortsinn – zwei Stunden lang ein Feuerwerk an Versuchen ab. Sein Thema war die Chemiedidaktik. Experimente seien dann „schön“, wenn sie einfach, billig, klein und Zeit sparend durchgeführt werden könnten. Dafür lieferte er einige verblüffende Versuchsanordnungen. So entfremdete er einen Gasdruck-Korkenzieher zu einem handlichen Lachgasspender und führte damit Liebig's „Bellenden Hund“ vor. In Ergänzung der Schönheitsphilosophie für Experimente ersetzte Obendrauf die Reaktionskomponente Schwefelkohlenstoff durch harmlosen Alkoholdampf – nachdem er zuvor mit Mini-Methanwicklern Versuche zu Zündgrenzen von Methan gemacht hatte. So stellte er alles in einen thematischen Zusammenhang, fesselnd mit experimentellen Höhepunkten. RK



Oben: Auf das Fenster optimaler Versorgung mit Spurenelementen machte Prof. Georg Schwedt anhand von Selenkonzentrationen aufmerksam. Unten: Bei allen „Versuchs-Schönheitsidealen“: Manchmal galt bei Prof. Viktor Obendrauf die Devise: Augen zu und durch – so etwa beim Abbrand von Schwarzpulver auf einem „Hörsaalspatel“ genannten Schuhanzieher. Und er schreckte auch nicht davor zurück, den Zuhörern dann mit der gezeigten Kanone den Unterschied zu einer verdämmten Schwarzpulver-Entzündung deutlich vor Augen und Ohren zu führen... (Fotos: Kickuth).



Trendbarometer Förderungen

- Die TU Darmstadt erhält bundesweit den ersten Unesco-Lehrstuhl für Chemie, den „**Unesco Chair for Macromolecular Characterization**“. Er wird durch den Polymere-Spezialisten Harald Pasch vertreten. Durch den Lehrstuhl soll das **Kunststofftechnologie-Zentrum** in Lehre, Ausbildung und Forschung gestärkt werden. Seit 1993 hat die Unesco in Deutschland sieben Lehrstühle etabliert.

- **Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** fördert die Forschung für die biologische **Sicherheit gentechnisch veränderter Pflanzen** drei Jahre mit 10 Millionen Euro. In 24 Projekten soll untersucht werden, wie sich die bei den Pflanzen gentechnisch erzeugte Widerstandsfähigkeit gegen Antibiotika und Herbizide auswirkt.

- Die Tumorforschungs GmbH an der Freiburger Klinik für Tumorbiologie, die Universität Tübingen und die MorphoSys aus München, forschen gemeinsam an der Analyse aller menschlichen Proteinkinasen, des **Kinoms**. Ziel ist es, einen adenoviralen siRNA-Kinom-Chip (ASK) zu entwickeln, der die parallele Inhibition aller Proteinkinasen ermöglichen soll. Derzeit sind mehr als 500 Proteinkinasen bekannt. Das Projekt wird im Rahmen des BioChancePLUS Programms des **Bundesforschungsministeriums (BMBF)** mit einer Fördersumme von rund zwei Millionen Euro in den kommenden drei Jahren unterstützt.

- Zwei Schwerpunktprogramme sind von der **Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)** an der Universität Erlangen-Nürnberg neu eingerichtet worden: „**Grundlagenwissen über ionische Flüssigkeiten**, flüssige Salze mit faszinierenden Eigenschaften“ und „**Komplexe Prozesse optimal gestalten und steuern**“. Die Optimierung von Prozessen, die durch partielle Differentialgleichungen modelliert werden, ist eine große Herausforderung in Industrie, Wirtschaft und Medizin. Die mittelständische Firma Ionic Liquid Technologies (IoLiTec) aus Denzlingen bei Freiburg nutzt ionische Flüssigkeiten, um mit **neuen Solaranlagen** mehr Sonnenenergie zu produzieren. Die **Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)** fördert das Pilotprojekt mit 120 000 Euro. Die CLB berichtete über ionische Flüssigkeiten in Heft 12-2001, ab Seite 457.

- Eine neue Technik, um **monoklonale Antikörper** aus menschlichen Zellen schnell und günstig herzustellen, entwickeln jetzt Wissenschaftler aus Göttingen, Heidelberg, Paris und Prag im Rahmen eines **EU-Gemeinschaftsprojektes** innerhalb des 6. EU-Forschungsförderungsprogramms (FP6). Die neuen monoklonalen Antikörper werden vom Körper nicht mehr abgestoßen. Das Projekt wird im Förderprogramm NEST (New and Emerging Science and Technologie) der Europäischen Kommission mit knapp zwei Millionen Euro über einen Zeitraum von vier Jahren gefördert.

Universität Heidelberg Spitzenplatz verteidigt

Die über 600 Jahre alte Heidelberger Ruprecht-Karls-Universität erreichte Spitzenplätze in einem deutschen Hochschul-Ranking der Zeitschrift Focus – und auch international (siehe Seite M 70).

Besonders deutlich wird dies im Bereich der Lebenswissenschaften. Wie schon im Vorjahr konnte die Heidelberger Universität ihren Spitzenplatz in Biologie mit 87 von 100 zu erreichenden Punkten halten und teilweise weiter ausbauen. So gelang es, den von Thomson Scientific ermittelten „ISI-Zitationsindex“ zu steigern, der angibt, wie oft eine wissenschaftliche Publikation eines Fachgebiets einer Universität international zitiert wurde. Daneben konnte auch die Drittmittelquote erhöht werden. Auch der zweite Platz in Medizin mit 70 von 100 Punkten beweist, dass die Universität mit unverändert hoher Reputation auf dem richtigen Kurs ist.

Die Chemiker der Uni Heidelberg erreichten mit 71 von 100 Punkten sogar den zweiten Platz unter den 86 untersuchten Universitäten, nur knapp geschlagen von der TU München.

Kein Wunder, dass sich auch die Industrie für die Forschung in Heidelberg interessiert. So wurde Anfang September dort das zweite Nikon Imaging Center weltweit eingeweiht – nach dem Vorbild des Nikon Imaging Center an der Harvard Medical School. Neben Nikon sind weitere „Corporate Contributors“ des rund eine Million Euro wertvollen Centers Perkin Elmer Life Sciences GmbH, Laboratory Imaging s.r.o., Hamamatsu Deutschland GmbH sowie Hewlett Packard. Untergebracht ist das Nikon Imaging Center im Institut für Zoologie, angegliedert an die Arbeitsgruppe für Molekulare Evolution und Genomik. 2006 zieht es in das neu entstehende Institut für Quantitative Biologie (Bioquant) um. *RK*

Rechts: Der Präsident der Nikon Instruments Corporation, Hidetoshi Mori, ließ es sich nicht nehmen, das neue Center zusammen mit dem Rektor der Uni Heidelberg, Prof. Dr. Peter Hommelhoff, einzuweihen.



Unten: Direktorin des Centers ist Dr. Ulrike Engel. Sie kommt von der Harvard Medical School (Boston, MA) und freut sich, ein Konzept wie dort schon erprobt in Heidelberg verwirklichen zu können (Fotos: Kickuth).



Verteiltes Rechnen erleichtert und beschleunigt die Forschung Auf der Suche nach dem optimalen Medikament

Eine Infrastruktur für wissenschaftliches Rechnen soll mit Geldern der Europäischen Kommission entstehen. Auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Entwicklung einer Grid-Infrastruktur. Schon heute kann das verteilte Rechnen die Entwicklungszeit neuer Medikamente verkürzen.

Der Begriff „grid“ stammt aus dem Englischen und bedeutet wörtlich übersetzt Gitter. Zum Grid-Computing gehören alle Methoden, die Rechenleistung vieler Computer innerhalb eines Netzwerks so zusammenfassen, dass über den reinen Datenaustausch hinaus die Lösung von rechenintensiven Problemen möglich ist; man spricht auch von verteiltem Rechnen. Jeder Computer in dem „Gitter“ ist eine den anderen Computern gleichgestellte Einheit. Eine Vision des Grid-Computings ist das computing grid. Es ist vergleichbar mit dem power grid, also dem Stromnetz: Der Verbraucher von Rechenleistung stellt eine Verbindung zum Rechnetz her, ähnlich wie der Stromverbraucher zum Stromversorgungsnetz. Alles, was hinter der Steckdose passiert, ist für den Konsumenten verborgen, er nutzt einfach die angebotene Leistung.

Die typischen Probleme, bei denen sich Grid-Computing als Strategie anbietet, sind solche, die die Leistung einzelner Computer überfordern. Dazu gehören beispielsweise die Auswertung und Darstellung von sehr großen Datenmengen aus der medizinischen oder der meteorologischen Forschung. In Kassel trafen sich kürzlich die Koordinatoren aus sechs Forschungsverbänden und tauschten ihre Konzepte für die Zusammenarbeit von Grid-Projekten aus. Sie wollen in drei Jahren die Basis schaffen für eine deutsche Grid-Infrastruktur. Beteiligt sind

Wissenschaftler aus über 60 Forschungseinrichtungen.

Beispiele für jetzt vom BMBF geförderte Forschungs-Grids sind

- das C3-Grid zur Analyse von Erdsystemmodell- und -beobachtungsdaten für die deutsche Erdsystemforschung;
- das HEP-Grid zur Datenauswertung in der Hochenergiephysik;
- das IN-Grid für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen und die Zusammenführung von Modellierungs-, Simulations- und Optimierungskompetenz und
- das Medi-Grid zur Verbesserung der interdisziplinären Zusammenarbeit in der medizinischen Forschung.

Grid-Computing gegen Malaria

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI) zeigten kürzlich in einem Experiment, dass Grid-Computing die Entwicklung neuer Wirkstoffe im Kampf gegen Krankheiten drastisch beschleunigt. In nur 40 Tagen berechneten 1000 Computer in 15 Ländern simultan 46 Millionen Wirkstoffkombinationen. Die Ergebnisse weisen auf ein Medikament gegen Malaria hin.

Im Projekt EGEE (Enabling Grids for E-science), das die Europäische Kommission mit 32 Millionen Euro fördert, entsteht die Infrastruktur für das Wissenschaftliche Rechnen der Zukunft. Ursprünglich zur Auswertung der gigantischen Datenmassen gedacht, die bei

Mit Grid-Computing liefern Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI) Hinweise zur Entwicklung eines neuen Malaria-Medikaments (Abbildung: SCAI).

Number	SMILES	name	scenario1	scenario2	scenario3	scenario4	scenario5	scenario6	scenario7	scenario8	scenario9	scenario10
25	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	ZINC00603011	-28.92	-29.88	-28.66	-28.08	-27.14	-28.66	-28.08	-28.91	-28.92	-29.88
26	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	ZINC00605829	-19.20	-17.29	-19.49	-24.32	-20.74	-19.49	-24.32	-19.20	-18.66	-17.29
27	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	ZINC00606383	-9.60	-8.35	-10.59	-12.48	-10.59	-10.45	-12.19	-10.45	-10.45	-8.35
28	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	ZINC00607811	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01	+00.01
398	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	1abe_ara	-13.80	-13.64	-13.55	-14.66	-13.55	-13.55	-14.63	-13.80	-13.80	-13.64
399	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	2cpp_min	-6.48	-6.55	-6.27	-6.55	-7.04	-7.04	-6.34	-7.04	-7.04	-6.51
400	<chem>C1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2C3=CC=CC=C3</chem>	1tmm	-18.78	-18.10	-17.50	-19.67	-16.91	-16.91	-19.67	-19.34	-20.34	-17.95

Info:
loaded /home/bio/groupshare/dcrep/dcrep_results/param.csv

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- **Das Gen BRIP1**, eng verwandt mit dem bekannten Brustkrebs-Gen BRCA1, spielt offenbar eine wichtige Rolle bei der Krebsabwehr. Wissenschaftler vom Biozentrum der Uni Würzburg haben mit Kollegen aus Düsseldorf und New York an Patienten mit der sehr seltenen Blutkrankheit Fanconi-Anämie entdeckt, dass ein defektes BRIP1 zum Zusammenbruch des blutbildenden Systems im Knochenmark und zu einem erhöhten Krebsrisiko führt. Ein intaktes BRIP1-Gen ist für die Stabilität des Erbguts und für die fehlerfreie Reparatur von DNA-Schäden unverzichtbar.

- **Immuntherapien bei Krebs** haben noch keinen durchschlagenden Erfolg. Unter anderem werden Tumor-spezifische Immunzellen durch inhibitorische Moleküle, beispielsweise das kürzlich identifizierte Programm Death-Ligand 1 (PD-L1), behindert. Forscher am Klinikum der Universität Regensburg fanden PD-L1 häufig auf Tumorerflächen. Durch die Interaktion mit seinem Rezeptor, Programm death receptor-1 (PD-1) wurden tumorspezifische Immunzellen unterdrückt.

- **Krebszellen können T-Zellen des Immunsystems lahm legen** und somit unkontrolliert weiterwachsen. Im Tierversuch konnten Wissenschaftler vom Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in Berlin zeigen, dass das Immunsystem spontan entstandene Tumoren zwar erkennt und auch sehr stark reagiert, unter anderem mit vermehrter T-Zell-Produktion, diese T-Zellen jedoch wirkungslos sind.

- **Ursache von Krebs** sind häufig Störungen von Informationswegen, die die Zellteilung regulieren. Forscher des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg haben den JAK/STAT-Signalweg sowie seine Regulierungskomponenten an der Taufliège *Drosophila* untersucht. JAK steht für „Janus Tyrosin Kinase“, Enzyme, die Transkriptionsfaktoren im Zellkern anschalten, die wiederum die Aktivität von Genen steuern. Der Transkriptionsfaktor STAT (signal transducer and activator of transcription) beeinflusst Gene, die an der Zellteilung oder –differenzierung beteiligt sind.

- **Prostatakrebs** wächst in der Regel langsam. Wissenschaftler aus Freiburg haben ein Enzym identifiziert, unter dessen Einfluss die Zellteilungs-Gene in der Prostata viel häufiger abgelesen werden als normal. Das Enzym LSD1 kann die Packungsdichte bestimmter Gene so verringern, dass sie sich leichter ablesen lassen. In Zellkulturen gelang es den Forschern, das Enzym auszuschalten und so die Zellteilung zu bremsen.

- **Mindestens vier von 16 neu entdeckten Proteinen**, die die Zellteilung anregen und somit Krebs auslösen könnten, spielen wahrscheinlich eine Rolle bei der Krebsentstehung. Forscher des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) haben die Zellteilung anregende und hemmende Proteine gefunden. Wenn zu viel oder zu wenig von ihnen vorliegt, kommt das streng kontrollierte Gleichgewicht zwischen absterbenden und neu gebildeten Zellen durcheinander.

Experimenten der Teilchenphysik anfallen, lassen sich die Computer des EGEE-Grids ebenso zu Berechnungen in der Bioinformatik und Biomedizin nutzen. Gemeinsam mit französischen Kollegen am Laboratoire de Physique Corpusculaire (IN2P3) in Clermont-Ferrand entwickelten die Forscher am SCAI eine Anwendung für das virtuelle Screening nach neuen Wirkstoffen, die auf der Infrastruktur des EGEE-Grids lauffähig ist. Das Programm FlexX untersucht die Bindungseigenschaften von Molekülen an Zielproteine und ermittelt so aussichtsreiche Kombinationen für die Wirkstoffforschung in der Pharma-Industrie. Im konkreten

Fall hatten die EGEE-Computer die Bindungseigenschaften von etwa einer Million virtueller Liganden an fünf potenzielle Zielproteine in wiederum fünf verschiedenen Varianten zu berechnen. Ein einzelner PC hätte dazu 80 Jahre benötigt, das Grid brauchte 40 Tage.

Die Ergebnisse der Berechnungen bereiten die Forscher gegenwärtig mit Methoden des Dataminings weiter auf. Sie filtern besonders aussichtsreiche virtuelle Wirkstoffkombinationen heraus, die dann in pharmazeutischen Laboratorien mit realen Methoden überprüft werden. Am Ende könnte ein neues Medikament gegen Malaria stehen. *MB*

Blaue Sterne im Zentrum von Andromeda 1000 Kilometer pro Sekunde

Etwa 200 Sterne haben Astronomen jetzt als Quelle eines mysteriösen blauen Lichts im Zentrum unserer Nachbar-galaxie Andromeda (M31) identifiziert. Sie rasen mit 1000 Kilometern pro Sekunde um ein schwarzes Loch.

Professor Ralf Bender von der Universitäts-Sternwarte der Ludwig-Maximilians-Universität München leitete das internationale Team, dem mit Hilfe des NASA/ESA Hubble Space Telescope diese Beobachtungen gelang. Sie bestätigten auch eine lang gehegte Vermutung: In der Mitte von Andromeda befindet sich ein massives schwarzes Loch. Dank der hohen Auflösung der neuen Bilder können alternative Erklärungen jetzt ausgeschlossen werden.

Das blaue Licht im Zentrum der Andromeda-Galaxie beschäftigt Astronomen seit mehr als einem Jahrzehnt. Wie die Bilder des Hubble Space Teleskops jetzt zeigten, wird es von mehreren Hundert Sternen erzeugt, die sich zu einer Scheibe angeordnet haben. Diese sei in etwa wie ein

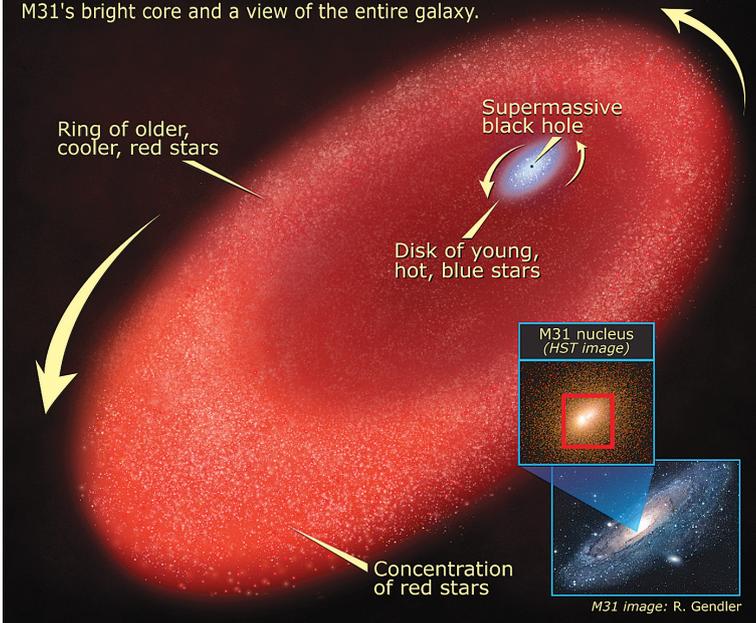
Pfannkuchen geformt, berichten die Wissenschaftler. Die Sterne wurden vor ca. 200 Millionen Jahren gebildet und erscheinen weißlich-blau. Sie bewegen sich um das Zentrum von Andromeda ähnlich wie die Planeten unseres Sonnensystems. Umgeben sind sie von einem Ring älterer und damit kühlerer Sterne.

Die Astronomen konnten auch die Geschwindigkeit der Sterne in der Scheibe bestimmen: Sie bewegen sich mit außerordentlichen 3,6 Millionen Kilometern pro Stunde, also rund 1000 Kilometer pro Sekunde. Diese Geschwindigkeit würde ihnen erlauben, die Erde in 40 Sekunden zu umrunden.

Fraglich ist nun, wie sich die Sternenscheibe überhaupt bilden konnte. Schließlich rotiert sie um ein supermassives schwarzes Loch. Das hat nach den Berechnungen der Astronomen eine Masse von 140 Millionen Sonnen und ist damit dreimal massiver als zuvor vermutet. Ein schwarzes Loch aber sollte die Ansammlung von Materie in seiner Nähe eigentlich verhindern. „Nachdem wir jetzt das schwarze Loch im Zentrum

M31's intriguing nucleus

Hubble telescope observations have yielded insights into the Andromeda Galaxy's (M31's) complex nucleus. New images from Hubble uncovered a disk of young, hot, blue stars swirling around a supermassive black hole. The disk is nested inside an elliptical ring of older, cooler, red stars, seen in previous Hubble observations. The inset images show M31's bright core and a view of the entire galaxy.



Jetzt sicher: Im Zentrum unserer Nachbargalaxis, dem ca. 2,7 Millionen Lichtjahre entfernten und 150 000 Lichtjahre durchmessenden Andromedanebel befindet sich ein schwarzes Loch, so schwer wie 140 Millionen Sonnen. Es wird von ca. 200 heißen, blauen Sternen umkreist, die rund 1000 Kilometer pro Sekunde schnell sind (Abb.: NASA).

der Sternenscheibe nachweisen konnten, ist deren Bildung nur sehr schwer zu erklären“, so Bender. „Gas, das Sterne formen könnte, muss sich um das schwarze Loch so schnell bewegen – und nahe daran noch schneller als weiter davon entfernt –, dass die Sternbildung fast unmöglich

scheint. Aber die Sterne sind eindeutig da...“ Die Forscher hoffen nun, dass diese Ergebnisse auch Erkenntnisse über die Aktivitäten in den Zentren weiter entfernter Galaxien liefern. So ist es sehr wahrscheinlich, dass andere zentrale, dunkle Objekte in Galaxien ebenfalls schwarze Löcher sind.

Moleküle auf bestimmte Quantenpfade gezwungen

Forschern des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg ist es jetzt gelungen, verschiedene Quantenwege, die zum Zerplatzen eines Wasserstoffmoleküls führen, auf einer bisher nicht zugänglichen kurzen Zeitskala zu visualisieren.

Durch die Form der Laserpulse gelang es ihnen außerdem, die Moleküle auf bestimmte Quantenpfade zu zwingen – erste Schritte auf dem Weg zur gezielten Manipulation chemischer Reaktionen komplexer Moleküle. Seit der Entwicklung der Quantenmechanik ist es ein alter

Traum, die Dynamik quantenmechanischer Systeme direkt sichtbar zu machen und zu manipulieren – zum Beispiel bei chemischen Reaktionen, die nichts anderes als quantendynamische Prozesse sind. Bei einer solchen Manipulation wird aus einer Vielzahl quantenmechanischer Wege, die zu einem bestimmten Ziel – dem gewünschten chemischen Bindungszustand – führen, ein bestimmter ausgewählt. Das ist nun bei einer der einfachsten chemischen Reaktionen gelungen: der „Dissoziation“ von Wasserstoffmolekülen in intensiven Laserfeldern.

Proteine, Gene und Hormone

Das Enzym Lp-PLA2 (lipoprotein-assoziierte Phospholipase A2) ist ein unabhängiger Marker für kardiovaskuläre Ereignisse. Eine neue Studie, gefördert von GlaxoSmithKline und dem schwedischen Gesundheitsministerium, bekräftigt entsprechende Hinweise. Hieraus könnten sich wichtige therapeutische Konsequenzen ergeben – zumal sich ein Lp-PLA2-Inhibitor bereits in der Prüfung befindet.

Eine HIV-Infektion ist immer noch nicht heilbar und das Virus entwickelt schnell Resistenzen gegen die eingesetzten Mittel. Wissenschaftler des Universitätsklinikums Heidelberg entdeckten einen neuen Angriffspunkt für potenzielle Medikamente. Durch die Bindung des Peptids „capsid assembly inhibitor“ (CAI) an die Eiweißhülle der unreifen Viruspartikel in der Zelle wird deren Aufbau und Reifung gestört.

Exakt aufeinander abgestimmte Protonenströme sind essenziell für die präzise Regulation von Prozessen in lebenden Zellen. Forscher der Biophysik an der Ruhr-Universität Bochum zeigten am Beispiel des Bakteriorhodopsins, dass Proteine durch Anwendung der grundlegenden Prinzipien des Protonentransports in Wasser einen schnellen und gezielten Protonentransport in Zellen ermöglichen. Dabei wird eine Aminosäure, Arg 82, in einem ganz bestimmten Arbeitsschritt bewegt.

Die gezielte Differenzierung embryonaler Stammzellen zu verschiedenen Zelltypen ist noch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Forscher des Berliner Max-Planck-Instituts für molekulare Genetik, der Universität Leeds in Großbritannien und der Cornell-Universität in New York haben jetzt die ersten Gene identifiziert, welche die Steuerung der ersten unterschiedlichen Gewebearten beim Menschen übernehmen. Die Gene OCT4, NANOG und CDX2 sind für Entstehung und Erhalt von innerer Zellmasse und Trophoderm der Blastozyste verantwortlich.

Ein Gen namens „hangover“ im Genom von Fruchtfliegen trägt zur Alkoholtoleranz bei. Ist das Gen defekt, reagieren die Fruchtfliegen deutlich empfindlicher auf Hitze, Gifte und Alkohol. Außerdem gewöhnen sie sich nicht so leicht an steigende Alkoholmengen wie ihre genetisch unversehrten Artgenossen. Die Alkoholtoleranz gilt als Schlüsselfaktor für die Entstehung einer Suchtkrankheit.

Eine Landkarte des menschlichen Protein-Netzwerks wurde von Wissenschaftlern des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch erstellt, mit 3186 Protein-Wechselwirkungen zwischen 1705 Proteinen. Darunter befinden sich auch bislang unbekannte Interaktionspartner von 195 krankheitsassoziierten Proteinen. Das international einmalige Projekt konnten die Forscher mithilfe des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) realisieren. Die Forscher hoffen, mithilfe der erstellten Karte auch Krankheiten zukünftig besser zu verstehen.

Die neue Gefahrstoffverordnung

Walter Adebahr, Thomas Klindt (Herausgeber): Die neue Gefahrstoffverordnung 2005. Eine praxisnahe Arbeitshilfe für Betriebe und Behörden; 254 Seiten, Beuth Verlag GmbH Berlin 2005; ISBN 3-410-15998-3; 38,- Euro.



Nach der Arbeitsstättenverordnung, der Biostoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung wurde mit der novellierten Gefahrstoffverordnung eine weitere Vorschrift in die Systematik des europäischen Arbeitsschutzes eingepasst.

Während die Regelungen für das Inverkehrbringen nahezu unverändert geblieben sind, wurden die Vorschriften für den Umgang mit chemischen Arbeitsstoffen überarbeitet.

In drei Teile gegliedert (erläuternde Darstellung, Arbeitshilfen und Textsammlung), liefert das Werk einen sehr guten Überblick. Es geht um Themen aus dem europäischen und dem nationalen Recht, um das Gefahrstoffrecht, die Struktur der Gefahrstoffverordnung, ihrem Anwendungsbereich und Weiteres. Die wichtigsten Änderungen werden detailliert beschrieben. Ein Abkürzungs- und ein Stichwortverzeichnis runden den Inhalt des Buches ab.

Die vom Arbeitgeber zu treffenden Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind zukünftig nach den Erkenntnissen einer zwingend durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

Das Buch stellt einen Einstieg in die Materie dar und leistet große Unterstützung bei der korrekten Umsetzung der Gesetzesvorgaben. Wer sich allerdings genauer mit der neuen Gefahrstoffverordnung befassen muss, dem kann die Original-Lektüre dieser Rechtsvorschriften nicht erspart werden. CS

Hilfe bei der Methodenauswahl

DIN Deutsches Institut für Normung (Herausgeber): Statistik. Probenahme und Annahmestichprobenprüfung; 448 Seiten, Beuth Verlag GmbH Berlin 2005; ISBN 3-410-16053-1; 86,70 Euro.

Dieses DIN-Taschenbuch, in dritter Auflage, enthält Normen über Probenahme und Annahmestichprobenprüfung. Die Dokumente stellen eine Auswahl von

Verfahren bereit und helfen bei der Auswahl der richtigen Methode. Das ist besonders bei der Anwendung von Auswertungssoftware von Bedeutung, da die Wahl von bestimmten Parametern, zum Beispiel eines Signifikanzniveaus, unter Umständen die

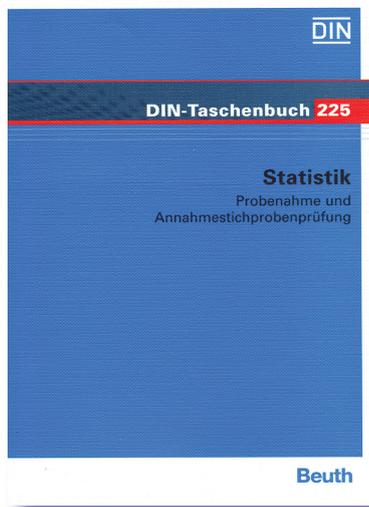
aus der Auswertung zu ziehenden Schlussfolgerungen erheblich beeinflussen kann.

Die vier Teile der DIN 53803 behandeln das Gebiet Probenahme. Sie spezifizieren die statistischen Grundlagen bei einfacher Aufteilung sowie bei zweifacher Aufteilung nach zwei gleichberechtigten beziehungsweise nach zwei einander nachgeordneten Gesichtspunkten. Weiterhin werden die zu beachtenden Details bei der Durchführung der Probenahme beschrieben.

Zum Bereich Annahmestichprobenprüfung liefert das Buch die Normen der Reihe DIN ISO 2859. Sie klären die wesentlichen Aspekte der Attributprüfung. Speziell geht es um die Verfahren für die Prüfung einer Serie von Losen oder einzelner Lose anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler sowie um das Skip-lot-Verfahren.

Ergänzend werden mit DIN ISO 3951 die Fakten über die Variablenprüfung zur Verfügung gestellt: Verfahren und Tabellen für Stichprobenprüfung auf den Anteil fehlerhafter Einheiten in Prozent anhand quantitativer Merkmale.

Die acht DIN- und DIN-ISO-Normen in dieser Sammlung haben branchenunabhängigen Grundnormencharakter und sind prinzipiell auf Daten aus allen menschlichen Aktivitäten und der Natur anwendbar. CS



VSM mit großem Feld- und Temperaturbereich

Als einziges kommerzielles VSM weltweit bietet das von Quantum Design einen Magnetfeldbereich von bis zu +/- 16 Tesla und einen Temperaturbereich von 1,9 bis 1000 K. Das VSM-Messsystem kann auf einfache Weise von seiner Magnetfeld-/Temperaturplattform getrennt und durch andere Messoptionen ersetzt werden. Damit wird es zum „Basisinvestment“ für Institute, die nicht nur magnetische, sondern auch elektrische und thermische Materialeigenschaften als Funktion von Temperatur und Magnetfeld messen wollen.

Das neue VSM von Quantum Design basiert auf dem seit über 10 Jahren eingeführten Physical Property Measurement System (PPMS). Temperatur- (1,9 – 400 K) und Magnetfeldbereich (7 T, 9 T, 14 T, 16 T) sind durch die PPMS-Plattform vorgegeben. Bei der Entwicklung der VSM-Option wurden bekannte Schwachpunkte

gängiger VSM-Modelle weitgehend eliminiert, zum Beispiel durch die Entwicklung eines neuartigen, langhubigen Linearmotors, der die bisher ausschließlich benutzten kurzhubigen Lautsprecherspulen als Probenantrieb ersetzt. Dies erlaubt eine schnelle und vollautomatische Probenzentrung. Ein heizbarer Probenhalter erweitert den Temperaturbereich bis 1000 K. Die Empfindlichkeit ist besser als 10^{-6} emu (10^{-9} Am²) oder 0,5 % bei nur einer Sekunde Messzeit. Für die supraleitenden Magnete und die Temperaturregelung wird flüssiges Helium oder ein Dewar mit integrierter Rückverflüssigung benötigt, was die Betriebskosten oder Anschaffungskosten, verglichen mit konventionellen VSMs, erhöht. Dabei ist jedoch ein wesentlicher Vorteil des Quantum Design VSM zu bedenken: Seine Modularität. Die VSM-spezifischen Komponenten können in wenigen Minuten entfernt werden, und dann ist die PPMS-Plattform bereit für die Aufnahme anderer von Quantum Design angebotener Mess-



optionen oder eigener Messaufbauten für Experimente.

L.O.T.-Oriël GmbH & Co. KG
64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 497
Fax 06151 8806 64
www.LOT-Oriël.com/de

Neue laserbasierte Instrumente analysieren alles in einer Sekunde

Mit den neuen Spektrometersystemen der Firma Ocean Optics kann die elementare Zusammensetzung von Erde, biologischem Gewebe, Keramik, Glas, Edelsteinen, Metallen und sogar von Explosionskörpern sofort analysiert werden. Die laserinduzierten Plasma-Spektrometer (LIBS) sind hochauflösende tragbare Echtzeitinstrumente, die so gut wie jedes bekannte Element in Gas-, Flüssigkeits- oder Festproben mit einer Empfindlichkeit von 1 Milliardstel analysieren können.

Einsatzgebiete für LIBS sind extrem vielfältig und umfassen Umweltproben, forensische Tests, Halbleiteranalysen, archäologische Studien, Krebserkennung, Papierherstellung, Überwachung von Hochöfen, Bauwesen und die Erkennung von Landminen, biologischen Waffen sowie die chemische Kontamination in Feststoffen, Flüssigkeiten oder Gasen.

Eine komplette LIBS-Analyse ist in weniger als einer Sekunde möglich,

wodurch Zeit gespart wird und auch flüchtige Proben analysierbar sind. Da für eine Analyse nur Spurenmengen benötigt werden, können Proben zudem in kürzester Zeit präpariert werden. LIBS-Systeme sind für Labore, im Feld oder an einem anderen Standort, und für jede Probengeometrie geeignet.

Auf den Probenbereich wird ein einziger Impuls aus einem Hochintensitätslaser fokussiert, der die Probe erregt und Plasma erzeugt, in dem eine Spurenmenge ablatiert wurde. Während das Plasma zerfällt, emittieren erregte Elemente im Plasma Licht mit Wellenlängen, die für jedes Element spezifisch sind. Dieses Licht wird von einer Sonde aufgefangen und zur Auswertung an ein hochauflösendes Spektrometersystem gesendet.

Die LIBS-Systeme werden mit intuitiver Betriebssoftware ausgeliefert, die eine automatische Identifizierung aller in der Probe enthaltenen Ele-

mente ermöglicht. Mit anderen Funktionen können Emissionsintensitäten über mehrere Scanvorgänge und die Korrelation der Analyseroutinen verfolgt werden. Außerdem erhältlich sind Hardwareoptionen für Rasterung und Video-Imaging.

Ocean Optics B.V.
Tel: +31 26 319 05 00
Fax: +31 26 319 05 05
rolandk@oceanoptics.com
www.oceanoptics.com





DNA microanalysis of food-borne bacteria

Researchers at the University of Cambridge, UK, are using OGT's tailor-made microarrays to study the gene expression profile and pathogenesis of the microorganism *Campylobacter*

jejuni. An estimated one in every hundred people in the US and UK alone develop *Campylobacter*-related illnesses each year, making it the most common cause of bacterial food-borne disease. However, relatively little is understood about the pathogen and its basic biochemistry and physiology, as Dr Andrew Grant from the University's Department of Veterinary Medicine explained:

"We wanted to look at the gene expression profile of *Campylobacter* under standard laboratory culture conditions as well as after various environmental challenges, to understand more about how it survives and how it colonises hosts and causes disease. The sequenced *Campylobacter* strain that we use has just over 1600 genes and

OGT's technology has a great capacity for printing a large number of oligos on one slide. We tested several sets of arrays to pick the most appropriate probes for *Campylobacter jejuni* and are using these tailored microarrays to understand changes in the bacteria's gene expression over time. We are more than happy with our collaborators at OGT – who have shown areal interest in our project – especially in terms of the quality and quantity of our data."

OGT Services
Yarnton, Oxford, UK
Tel +44 (0) 1865 856352
Fax +44 (0) 1865 842116
services@ogt.co.uk
www.ogt.co.uk



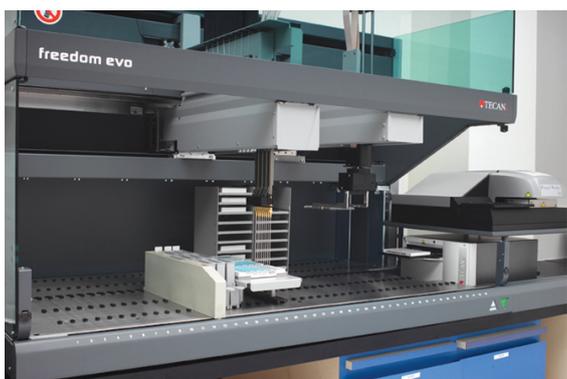
Kalibrierte Reflexionsstandards und Targets

Die Standards und Targets zur diffusen Reflexion sind aus Zenith-PTFE hergestellt, einem gesinterten Teflonmaterial mit hoher Reflektivität über einen weiten Spektralbereich vom UV/VIS bis ins NIR. Für die instrumentelle Analytik sind sie sowohl kalibriert (rückführbar auf NIST) als auch unkalibriert mit Durchmessern von 30 mm und 50 mm lieferbar.

Zum Schutz vor äußeren Einflüssen ist jeder Standard in einem ver-

schraubbaren Gehäuse verpackt. Für spezielle Anwendungen gibt es natürlich auch rechteckige Targets in unterschiedlichen Größen. Herstellung und Kalibrierung erfolgen in Deutschland. Dadurch sind die Lieferzeiten kurz und die Standards kommen mit „frischen“ Zertifikaten.

L.O.T.-Oriel GmbH & Co. KG
64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 497
Fax 06151 8806 64
www.LOT-Oriel.com/de



Detection of BSE-infected brain samples

Tecan has announced that IDEXX Laboratories, Inc. has developed and validated their HerdChek Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) Antigen EIA Test Kit using Tecan's Freedom

EVO 150 liquid handling platform with a Tecan Columbus Pro™ microplate washer and Tecan Sunrise™ absorbance reader.

The IDEXX BSE test is an antigen-capture enzyme immunoassay (EIA) for detection of the abnormal conformation of the prion protein (PrP^{Sc}), which has been associated with incidences of BSE in post-mortem brain tissues from affected bovine. Methods for rapid screening of post-mortem samples are essential to ensure that BSE-tainted products do not enter the market, and IDEXX's HerdChek Test Kit has been designed for rapid identification of samples containing disease-associated PrP^{Sc} with minimal sample handling. Using Tecan's Freedom EVO robotic sample processor with 8-tip liquid handling arm, IDEXX can fully automate the assay for high

throughput applications, making it suitable for use in BSE eradication programs, herd management and abattoir surveillance programs.

Nevena Djuranovic, Marketing Manager at IDEXX, USA, explained, "It is extremely easy to run the IDEXX test with automation. The Tecan platform can run nine plates (828 samples) in five hours, giving BSE laboratories an excellent option for processing BSE samples."

Tecan Switzerland AG
Seestrasse 103
CH-8708 Männedorf
Tel +41 44 922 88 88
Fax +41 44 922 88 89
info@tecan.com
www.tecan.com
www.idexx.com

Melanom- und Brustkrebsforschung

Wissenschaftler des University College Dublin benutzen das TaqMan Low Density Array von Applied Biosystems, um neue therapeutische Zielmoleküle für das Melanom und den Brustkrebs zu finden. Dr William Gallagher und sein Laborteam führen large-scale DNA microarray-Analysen von Tumorproben durch, und benutzen die Low Density Array cards, um Gen-Kandidaten auszuwählen und zu bewerten, deren Expressionslevel sich während der Tumorentwicklung verändert.



„Die TaqMan arrays sind für uns so wertvoll, weil wir mit ihnen die Massen von Gen-Kandidaten schnell durchmüsten können, wobei wir nur eine mini-

male Menge der Probe benötigen,“ sagt Dr Gallagher, Senior Scientist am Conway Institute of Biomolecular and Biomedical Research. „Unterschiede in der Gen-Expression werden sehr gut erkannt. Beispielsweise fanden wir in einer unserer Studien 66 Gene, die sich in unserem Melanom-Modell verändern, wie der DNA microarray screen zeigte. Die Daten des DNA microarray und des TaqMan assay korrelierten sehr gut. Eines der untersuchten Krebsgene wird zur Zeit für eine Gen-Therapie weiterentwickelt. Wir fanden auch viele Gene, die bislang noch nicht mit Krebs in Verbindung gebracht wurden.“

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

Filterkalibrierung mit Glasmikrokugeln



Sonic Filter Tester - for Pore Sizes Down to 25 µm (dry)
Suspension Challenge Test Apparatus - for Pore Sizes Down to 3 µm

Whitehouse Scientific wird auf der Filtech 2005 (11.-13. Oktober, Wiesbaden) seine neue Methode zur Filterprüfung vorführen und eine Auswahl seiner auf NIST-Standards rückführbaren Glasmikrokugelstandards für die Filterkalibrierung zeigen. Das Sortiment wurde kürzlich erweitert und beinhaltet jetzt Standards bis zu einer Größenordnung von 0,5 Mikrometer.

Bei der von Whitehouse verfolgten Methode zur Filterkalibrierung kommen Glasmikrokugeln in Single-shot-Flaschen zum Einsatz, mit denen sich die Porengröße bzw. Durchlassgröße von Filtern messen lässt. Die Standards sind auf NIST- und NPL-Standards zurückführbar. Die Methode erlaubt die Verifizierung der maximalen Porengröße. Sie ist bei den meisten Filtermedien verwendbar, u. a. auch für komplexe und gewobene Medien, die sich auf keine andere Weise kalibrieren lassen.

Die Größenordnung von 1000 bis 25 Mikrometern wird durch 20 Standards mit enger Verteilung abgedeckt. Bei diesen Porengrößen erfolgt die Kalibrierung durch Auswahl eines Standards im Bereich der erwarteten Porengröße. Der Flascheninhalt wird gewogen und die Mikrokugeln anschließend akustisch durch eine 90mm große Scheibe des zu testenden Filters gesiebt. Der Durchlassgröße des Filters wird anhand des Prozentsatzes der durchgelassenen Mikrokugelstandards unter Verwendung eines Kalibrierungsgraphs gemessen.

Für Porengrößen von weniger als 25 Mikrometern wird ein so genannter „Wet Challenge Test“ empfohlen. Bei diesem Verfahren wird die Partikelgrößenverteilung der den Filter durchdringenden Mikrokugeln gemessen.

Graham Rideal
Whitehouse Scientific
Whitchurch Road Waverton
Chester CH3 7PB, UK
Tel +44 (0) 1244 33 26 26
Fax +44 (0) 1244 33 50 98
rideal@whitehousescientific.com
www.whitehousescientific.com

Kein Rückfluss von Flüssigkeiten

Bio-Chem Valve hat nicht-metallische, selbst-abdichtende Inline-Rückstauventile für geringvolumige und langsam fließende Flüssigkeiten entwickelt, die in Europa über Omnifit erhältlich sind. Sie verhindern den unerwünschten Rückfluss von Flüssigkeiten in hochreinen Niederdruck-Anwendungen zum Transport von Flüssigkeiten und zeichnen sich durch ihren geraden Durchflussweg aus, der Komplikationen beim Durchlauf der Flüssigkeit reduziert.

Die Ventile mit dem „zero-maintenance-Konzept“ machen kostspielige Instandhaltungsarbeiten überflüssig und sind als Zuleitungs- oder Ableitungskonfiguration erhältlich. Anwendungsbereiche sind zum Beispiel Pumpsysteme für Spritzen, Vakuumsysteme und andere langsam fließende Prozesse. Im Gegensatz zu einem durch Federkraft betätigten Rückstauventil, das den Durchflussweg behindern oder beschränken kann, sind die Durchlaufwege der Bio-Chek Inline-Rückstauventile weniger kurvenreich und minimieren Scherung und Wirbelströmung. Die Ventile werden an einen handelsüblichen 1/4 - 28-Anschluss mit Gewinde angeschlossen. Die Durchflussmenge der Ventile entspricht einer Öffnung von 0,76 mm, der Abreibdruck beträgt weniger als 0,24 Bar und die Sperrung gegen Rückflussdruck liegt bei 6,89 Bar. Die Ventile werden in verschiedenen Materialien angeboten, zum Beispiel EPDM, Viton und Perfluorelastomer. Als Materialien für das Ventilgehäuse werden PEEK und PPS angeboten.

Omnifit Ltd
Cambridge, CB1 3HD
Tel +44 (0)1223 416642
Fax +44 (0)1223 416787
www.omnifit.com



Neues Zubehör für den Pulverrheometer

Freeman Technology wird auf der Powtech 2005 (11.-13. Oktober 2005, Nürnberg) ein neues Zubehör für den FT4 Pulverrheometer vorstellen. Die voll automatische Kleinvolumen-Scher-



zelle ist ein Modul, das die Schertestmöglichkeiten mit dem FT4 erweitert und jetzt auch das Testen von Materialien ermöglicht, bei denen nur geringe Probenmengen vorliegen. Dazu gehören viele pharmazeutische Wirkstoffe und Materialien wie Medikamentenzubereitungen im frühen Entwicklungsstadium, bei denen an geringen Stoffmengen eine Vielzahl von Tests durchgeführt werden müssen.

Das FT4 ist ein Universal-Pulverrheometer, das zur Durchführung einer Reihe von Tests zur Messung der Fließeigenschaften von Pulvern verwendet wird. Mit diesen Tests werden die Fließeigenschaften der Pulver charakterisiert und mit dem Prozessverhalten der Substanz korreliert. Werden zur Ergänzung der Fließdaten Schertests benötigt, bieten sowohl die neue Kleinvolumen-Scherzelle als auch die derzeitige Standard-Scherzelle erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden. Mit dem FT4 durchgeführte Schertests sind voll automatisiert und die minimale Involvement des Prüfer-

sonals gestattet eine größere Wiederholpräzision und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Die Testdauer beträgt nur rund 40 Minuten. Dank der hohen Empfindlichkeit des Systems können die Messungen bei geringer Materialverdichtung durchgeführt werden, ferner über ein breites Spektrum von Spannungen bis zu 100 kPa, welches die Simulation vieler verschiedener Verdichtungsbedingungen ermöglicht. Eine Materialaufbereitung vor dem Testen gewährleistet Homogenität und ein hohes Maß an Wiederholpräzision.

Freeman Technology
Malvern, Worcestershire, Großbritannien
Tel +44 (0) 1684 310860
Fax +44 (0) 1684 310236
www.freemantech.co.uk

Flexibilität in Raman-Analysen

Ocean Optics hat mit dem QE65000 ein hochempfindliches modulares Spektrometer auf den Markt gebracht, das in der Lage ist, eine Quantumeffizienz (Effizienz, mit der ein Photon in ein Photoelektron umgewandelt wird) von bis zu 90% mit einem hohen Signal-zu-Geräusch-Verhältnis und schneller Signalverarbeitungsgeschwindigkeit zu erreichen. Das QE65000 ist ideal für Raman-Analysen und andere licht-

arme Applikationen wie Fluoreszenz, DNS-Sequenzierung, Dünnschicht-Reflektivität und Astronomie.

Das modulare QE65000 ist mit einem SMA 905-Stecker ausgerüstet und nimmt Licht auf, das über ein Lichtkabel übertragen wird. Durch diese Flexibilität können Benutzer Raman-Werte mit ihrer eigenen Laser- und Probenkonfiguration messen. Ocean Optics bietet 14 Gitter und 7 Eintrittspalte an, mit denen Bereich und Auflösung des Spektrometers optimiert werden können.

Die Betriebsparameter des Spektrometers werden softwareseitig gesteuert. Auf dem Onboard-Modul des QE65000 befinden sich 10 benutzerseitig programmierbare digitale E/A-Leitungen zur Kommunikation mit anderen Geräten und ein Impuls-generator für die Auslösung anderer Geräte. Die Hochgeschwindigkeitselektronik des QE65000 wurde so konzipiert, dass große Flexibilität für den

Anschluss verschiedener Module und externer Schnittstellen über USB 2.0 (abwärtskompatibel mit USB 1.1) oder RS-232 geboten wird.

Neben seinem modularen Spektrometer QE65000 bietet Ocean Optics vollständig integrierte Raman-Systeme an. Das RSL-1 ist ein tragbares Raman-System, das sich ideal für Vor-Ort-Anwendungen wie Materialanalysen eignet. Das R-3000 ist ein integriertes niedrig auflösendes Raman-System für die molekulare Spektralanalyse von wässrigen Lösungen, Pulvern, Oberflächenmaterialien und Gelen.



Ocean Optics B.V.
Tel: +31 26 319 05 00
Fax: +31 26 319 05 05
rolandk@oceanoptics.com
www.oceanoptics.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 1104, 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



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

GUMMI WÖHLEKE GmbH

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

Zirbus technology

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



Martin Christ GmbH

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



Steris GmbH

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

HOHLKATHODENLAMPEN



0 61 51/88 06-0
Fax 0 61 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



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 GmbH & Co KG

Industriestr. 2-10
D-31311 Uetze/Hänigsen
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.com, info@koettermann.de

Wesemann GmbH & Co. KG

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

LABORHILFSMITTEL



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



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>

LOW COST-ANALYTIK

Grund zum Feiern gab es am 12. September im Biochemischen Institut der Universität Gießen: Ein neuer hochmoderner „Spotpicker“ wurde dort in Betrieb genommen. Das Gerät im Wert von über 100 000 Euro ist ein zentraler Baustein im Bereich Proteinanalytik. Die Kosten wurden vom Institut aufgebracht. Das Gerät detektiert auch geringste Proteinmengen und ist in der Lage, stündlich bis zu 600 verschiedene Proteine aus Trenngelen und von Kunststoffmembranen in Form kleiner Punkte („spots“) auszusteichen (zu „picken“) und der weiteren Analytik zuzuführen. Schwerpunkt der Forschung sind parasitäre Erkrankungen. Die Proben kommen aus der ganzen Welt.

Kein Wunder, 100 000 Euro reißen ein großes Loch in jeden Instituts-Etat. Daher kamen die Spezialisten von FuturePhaseLab auf die Idee, kostengünstige Analysengeräte zu entwickeln. Warum nicht einen Specktpicken lassen? Auch in China ist schließlich die Automatisierung zugunsten einer größeren Anzahl an Beschäftigten (noch!) nicht so ausgebildet wie hierzulande.

Und beim Natur-Spotpicker musste es in den FuturePhaseLabs ja nicht bleiben: Warum nicht das Vakuum für ein Massenspektrometer selbst abpumpen? Oder... Viel Spaß!

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

FUTUREPHASELAB



LOW COST ANALYSIS

LASSEN SIE SICH VON UNSEREN NEUEN SPARMASSNAHMEN ÜBERZEUGEN, CHEF!



100 STATT 100.000 EURO: HIER UNSER LOW-COST SPÖTPICKER. MIT ETWAS TRAINING SCHAFFT WOODY 4.000 SPOTS PRO STD. DER TRANSPORT-MECHANISMUS IST AUCH MANUELL.

TOLLA
TOLLA
TOLLA



OH, DIE SICHERHEITSEINRICHTUNG MÜSSEN WIR WOHL NOCH VERBESSERN.



UND HIER UNSER EINSTIEGSMODELL FÜR DIE ATOMABSORPTION. STATT TEURER HOHLKATHODENLAMPEN VERWENDEN WIR DAS LICHT VON STRASSEN LATERNEN.



FREILICH KANN MAN ODER QUECKSILBER SCHON ERGEBNISSE, FRED?

NUR BE-

NATRIUM STIMMEN...



DAS VAKUUM UNSERES BILLIG-MASSENSPEKTROMETERS ERZEUGEN WIR DURCH EINFACHE PARALLELPUMPEN.



NEBENBEI SPAREN WIR SO HEIZKOSTEN.

UND RAUF, UND RUNTER... SCHLAFN NICHT EIN, WIR BRAUCHEN ULTRAHOCH VAKUUM!



DAS SPAR-NMR NUTZT DIE ENERGIE VON BLITZEN FÜR DIE MAGNETFELDERZEUGUNG.

KEINE SORGE, ES SOLL HEUTE NOCH STÜRMEN.

© 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 Geleertes 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 87 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für nur 87 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmenabos nach Staffelpreis; siehe www.clb.de).

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