

# CLB

*Chemie in Labor und Biotechnik*

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Teure Rohstoffe
- Verstärkte Impfstoffe

- Umstrittene Erdgaspipeline
- Lehrreicher Großmarkt



## Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

die weltweite Ölförderung wird wohl bald ihr Maximum erreichen, warnte jetzt erstmals ein Ölmulti, der französische Konzern Total. Bisherige Schätzungen seien „zu optimistisch“, denn die Unternehmen fänden nicht genug neue Vorkommen. Total erwartet, dass sich die tägliche Förderung bei 100 Millionen Barrel stabilisieren werde. Danach werde es kein weiteres Wachstum mehr geben. Und selbst dieses Niveau sei nur schwer zu halten, sagte Konzernchef Christophe de Margerie in der Wirtschaftszeitung „Les Echos“. Als Grund nannte er geopolitische und geologische Probleme. Total bestätigt damit erstmals die Peak-Oil-Theorie. Demnach erreicht die Ölförderung eines Tages – bald – ihr Maximum, danach lässt sich die Produktion auch bei größten Anstrengungen nicht mehr weiter steigern. Die Folge ist eine Verknappung des Ölangebots. Bei steigender Nachfrage insbesondere in Asien bedeutet dies einen entsprechend hohen Anstieg des Ölpreises – und wohl auch Gaspreises. Informationen zum Gas und seinem Transport liefert diesmal Wolfgang Hasenpusch ab Seite 208.



So deutlich wie in diesen Tagen wurde uns das Ausgehen von Ressourcen bislang kaum vor Augen geführt, vor allen Dingen auch nicht so realistisch, betrachtet man die Preise an den Tankstellen (siehe dazu auch CLB-Geschichte links). Das Problem: Auch andere Ressourcen können sich bald dem Ende zuneigen. Ich habe mir dazu für diese Ausgabe einmal die Funktionsmetalle angeschaut, die früher keine Rolle spielten, heute jedoch wegen äußerst spezieller Anforderungen von Elektrotechnik, Elektronik oder Chemie unverzichtbar sind (siehe Artikel ab Seite 222).

Bedauerlicherweise raffen die Politiker die Zusammenhänge nicht – ist ja auch kein Wunder: knapp ein Viertel der Bundestagsabgeordneten sind Juristen, – Verwaltung statt Entwaltung lässt grüßen – 18 Prozent sind Pädagogen, nur vier Prozent Naturwissenschaftler, drei Prozent Ingenieure (siehe Editorial CLB 10/2003: Wieviel Nullen sitzen im Bundestag?)... Da fördert man über das Erneuerbare-Energien-Gesetz die Solarenergie in den nächsten 20 Jahren mit geschätzt 100 Milliarden Euro. In Deutschland werden dadurch 50 Prozent der weltweit produzierten Solarmodule installiert, aber nur 20 Prozent produziert. Zudem spart die deutsche Solartechnik nicht ein Gramm CO<sub>2</sub>: Den

Stromerzeugern steht eine bestimmte Menge an CO<sub>2</sub>-Produktion aus der Stromerzeugung von Kohlekraftwerken zur Verfügung. Benötigen sie diese nicht komplett, weil Solarstrom eingespeist wird, verkaufen sie die nicht benötigten Anteile an ausländische Kohlestrom-Erzeuger. Der Atmosphäre ist es jedoch egal, ob das CO<sub>2</sub> in Deutschland oder in Pusemuckel erzeugt wird. Solch ein Emissionshandel ist fehl am Platz. Zu wenig gefördert wird hingegen die auch bei Privathäusern mögliche Geothermie, die zu einer realen Einsparung von CO<sub>2</sub> führt.

Ich bin zwar auch dafür, die Laufzeit unserer Kernkraftwerke nicht unnötig zu verkürzen. Das wäre Vernichtung von Produktiv-Vermögen, das wir alle über den Strompreis mitbezahlt haben. Nur: Das Gelbe vom Ei ist die Kernfission auch nicht. Die Endlagerung ist noch ungeklärt, und vielleicht wird wieder die Frage nach der Errichtung Schneller Brüter auftauchen, dessen deutscher 7 Milliarden DM-Prototyp nie in Betrieb ging. Der Grund liegt wiederum bei den Rohstoffen. Immer mehr Länder setzen wieder verstärkt auf die Kernkraft. Die Uranförderung stagniert jedoch. Die Prognosen, wie lange die Uranvorräte reichen, differieren zwischen 50 und 500 Jahre, auch abhängig vom Preis.

Leider hat man es in Deutschland verpasst, die wirklich zukunftsfähige Grundlast-Lösung für elektrische Energie, die Kernfusionstechnik, mit ihrem großen Projekt ITER nach Deutschland zu holen. Südfrankreich freut sich. Hätte es nicht auch Greifswald sein können, wo ebenfalls in Sachen Kernfusion anerkannt gut geforscht wird? Ich befürchte, versäumt wird auch etwa anderes: Aufklärung über die intrinsische Sicherheit von Kernfusionskraftwerken zu leisten, damit sie vielleicht doch irgendwann einmal in Deutschland gebaut werden. Diese Brocken – sie werden Experten zufolge 500 bis 1000 Gigawatt elektrischer Leistung liefern, ein Kernfissionskraftwerk ist mit etwa einem Gigawatt dagegen eher klein – müssen ja von der Bevölkerung erst einmal akzeptiert werden. Da kann man ruhig ein paar Jahrzehnte darauf hinarbeiten...

Ihr

# INHALT

## Aufsätze

Erdgas und Glutaraldehyd Der Ostsee-Schock _____	208
Unter den Dächern des Hamburger Großmarktes Schülerlabor, Zusatzstoffmuseum und Pestizidlabor _____	216
Rohstoffe: Die Weltnachfrage nach Funktionsmetallen Vom Verteilen, Verschwinden und Ersetzen _____	222
Formulierungen aus Antigenen und Immunstimulanzien Bioabbaubare Polymer-Mikrosphäre in Impfstoffen verbessern die Immunantwort _____	227

## Rubriken

Editorial _____	201
Impressum _____	203
F & E im Bild _____	203
Unternehmen _____	204
Personalia _____	206
Förderungen / Preise _____	207
Aktuelles Ereignis _____	233
Forschung und Technik _____	235
Umfeld Wissenschaft _____	236
Literatur _____	237
Neue Produkte _____	238
Bezugsquellenverzeichnis _____	239



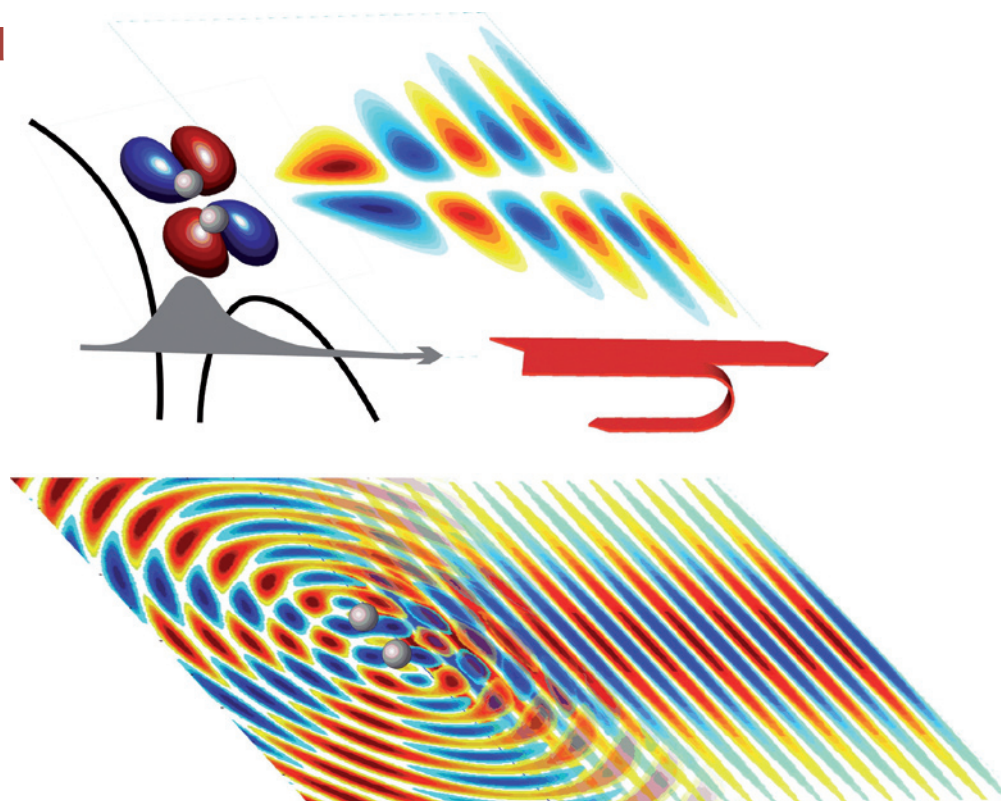
Zum Titelbild  
Proben der Seltenerd-Metalle  
Gadolinium, Holmium, Thulium  
und Ytterbium unter Argon  
(siehe dazu den Artikel ab  
Seite 222; Foto: Kickuth).

## CLB-Memory

Studentenbefragung	
Leben und Studieren in Heidelberg _____	M41
Schülerbefragung	
Psychische Defizite bei Hauptschülern _____	M41
Praxis Spezialgase (Teil 3)	
Akkreditierung als Prüf- und Kalibrierlabor _____	M42
Nützliche Ratgeber 124-130	
Tipps für Schüler, Wissenschaftler und Bürger _____	M44
Forschungsprojekt zu Wissenschaftskarrieren von Chemikerinnen und Chemikern	
Interviewpersonen gesucht _____	M46
Chemie verstehen lernen mit ELAN	
Klassenausflug ins Labor _____	M47
Hertie-Stiftung fördert Migranten	
Horizonte öffnen _____	M47
Chemie und Energie	
Kraftstoffe – Teil 2: Biokraftstoffe _____	M48

# Molekülbau

Eine Art Röntgenbild, das bei einem Molekül gleichzeitig die Elektronenhülle an der Oberfläche (der Haut) und das innere Gerüste aus Atomkernen (dem Skelett) abbildet, ermöglicht eine neue Technik, die Atomphysiker der Universität Frankfurter in Zusammenarbeit mit kanadischen Kollegen entwickelt haben. Mithilfe ultrakurzer Laserpulse und des Frankfurter COLTRIMS-Detektors gelang es, in einer einzigen Messung sowohl Abstand der Kerne, als auch die Struktur der bindenden Elektronen-Orbitale zu bestimmen. Die neuartige Methode arbeitet mit einem ultrakurzen Laserpuls, der die Moleküle ausrichtet. Ein zweiter, wesentlich stärkerer Laserpuls, der anschließend auf das Molekül geschossen wird, hat ein so starkes elektrisches Feld, dass ein Elektron aus dem Molekül herausgezogen wird. Ungefähr die Hälfte der herausgelösten Elektronen fliegt direkt zum Detektor. Die Verteilung dieser direkten Elektronen trägt den Fingerabdruck des ionisierten Molekül-Orbitals. Die andere Hälfte der herausgelösten Elektronen wird im elektrischen Feld des Lasers



auf das Molekül hin zurück beschleunigt und kann dort elastisch streuen. Man erhält ein scharfes Bild des „Molekül-Knochengeriüsts«. Hinzu kommt, dass die Streuung innerhalb einer halben, extrem kurzen Schwingungsperiode des Laserfeldes von wenigen Femtosekunden stattfindet. Damit ist prinzipiell eine Zeitauflösung vom Bruchteil einer Schwingungsperiode möglich. Zum Bild: Ein starkes Laserfeld zieht einen Teil der Elektronenhülle des Sauerstoffmoleküls nach rechts, wo er mit einem COLTRIMS Detektor sichtbar gemacht wird (oben). Ein Teil dieser Elektronen wird vom Laser auf das Molekül zurückgeschleudert und erzeugt ein Beugungsbild des Molekülgerüsts (Abb.: Andre Staudte).

## 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:**  
Prof. Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf  
Prof. Dr. K. Kleinermanns, Düsseldorf  
Prof. Dr. Heinz-Martin Kuß, Duisburg,  
Prof. Dr. J. Schram, Krefeld  
Prof. Dr. Georg Schwedt, Bonn  
Dr. Wolfgang Schulz, Stuttgart  
Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

**Redaktion:**  
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);  
E-Mail: kickuth@clb.de),  
Dr. Christiane Soigné-Stark  
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

**Ständige Mitarbeiter:**  
Dr. Maren Bulmahn, Bensheim;  
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg;  
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;  
Dr. Mechthild Kässer, Diekhofen;  
PD Dr. Röbbbe Wünschiers, Quedlinburg.

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

**Abonenntbetreuung:**  
Natalia Bajramovic  
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 – 10,00  
Euro, im persönlichen Abonnement jäh-  
rlich 98,35 Euro zuzüglich Versandkosten;  
ermäßigter Preis für Schüler, Studenten  
und Auszubildende (nur gegen Vorla-  
ge der Bescheinigung) jährlich 76,45  
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 VBTA, des VCÖ sowie des VDC erhal-  
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

**Anzeigenpreisliste:**  
Nr. 46 vom 01. 12. 2006.

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder  
Störung durch höhere Gewalt besteht kein  
Anspruch auf Lieferung.  
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen  
einzelnen Beiträge und Abbildungen sind  
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwer-  
tung außerhalb der engen Grenzen des  
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustim-  
mung des Verlags unzulässig und straf-  
bar.  
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-  
ter Buchbesprechungsexemplare kann  
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



## NACHRICHTEN & NOTIZEN

**Roche** beabsichtigt, ihre Beteiligung an Chugai Pharmaceutical (Tokio) von heute 50,1% auf 59,9% zu erhöhen. Die Allianz zwischen Roche und Chugai wurde im Oktober 2002 geschlossen und hat bis heute zahlreiche Medikamente hervorgebracht.

**Rentschler Biotechnologie** und **Boehringer Ingelheim** kooperieren. Die Kunden von Rentschler erhalten Zugang zu Boehringers großtechnischen Anlagen zur biopharmazeutischen Produktion in Säugetierzellen in Biberach. Im Gegenzug erhalten Boehringers Kunden die Möglichkeit, Rentschlers Anlagen für Prozess-Entwicklung und Herstellung von klinischen Prüfmustern im mittleren Maßstab zu nutzen.

**Die Sartorius AG** hat den „Excellent Supplier Award 2007“ verliehen bekommen. Das Göttinger Unternehmen hat von PPG Industries, Pittsburgh, Pennsylvania, Bestnoten in Kategorien wie Produktqualität, Liefertreue, Service und Reaktionsfähigkeit erzielt.

**BASF** plant den Bau einer Anlage zur Herstellung von Natriummethylat in Guaratinguetá, Brasilien. Die Anlage mit einer Kapazität von 60 000 Tonnen pro Jahr soll 2010 in Betrieb gehen, um vor allem den regionalen Markt zu versorgen. Natriummethylat ist ein effizienter Katalysator für die Herstellung von Biodiesel.

**Die febit holding GmbH** hat das US-Patent für ihr mikrofluidisches, microarray-basiertes Extraktionsverfahren für DNA und RNA erhalten. Das Verfahren ist Grundlage für eine neue Technologie, die einen breiteren Einsatz von Hochdurchsatzsequenzierern der neuesten Generation ermöglicht.

**Arana Therapeutics Ltd.**, Australien/USA, und **Greenovation Biotech GmbH**, Deutschland, haben einen Kooperationsvertrag zur Entwicklung von bis zu fünf hochwirksamen Antikörpern gegen Krebs beschlossen. Beide Unternehmen teilen sich die Entwicklungskosten und die Erlöse aus der Vermarktung.

**Varian, Inc.** hat Precision Detectors, Inc. übernommen, eine im Privatbesitz befindliche Gesellschaft aus Bellingham, Massachusetts. Precision Detectors stellt Chromatographiedetektoren und -software für GPC und SEC-Systeme her.

**Leica Microsystems** hat Coretech Holdings in St. Louis, Missouri und McCornick Scientific, LLC erworben. Das Unternehmen baut damit seine Position im Bereich der Histopathologie weiter aus. Coretech wird unter dem Namen Leica Biosystems St. Louis, LLC als Business Unit in die Biosystems Division eingebunden.

**Applied Biosystems** und sein Kooperationspartner MDS Analytical Technologies sowie Premier Biosoft International haben eine Vereinbarung zur Vermarktung von Produkten für die Glykobiologie-Forschung unterzeichnet. Den Forschern stehen damit die Massenspektrometer 4800 Plus MALDI TOF/TOF Analyzer, das 4000 Q TRAP System und das QSTAR Elite System zusammen mit der SimGlycan Software von Premier zur Verfügung.

## Bayer in Brasilien

### 100 Millionen Euro Investitionen

**Bayer plant an seinen brasilianischen Standorten Investitionen von rund 100 Millionen Euro bis Ende 2009. Dies gab Bayer-Vorstandsvorsitzender Werner Wenning auf einer Pressekonferenz anlässlich des 50-jährigen Bestehens des Standorts Belford Roxo in der Nähe von Rio de Janeiro bekannt.**

„Brasilien ist unser größter Markt in Lateinamerika. Wir wollen unsere Position in diesem Wachstumsmarkt weiter ausbauen“, so Wenning. In Lateinamerika erzielte Bayer 2007 einen Umsatz von 3,2 Milliarden Euro. Hiervon entfallen rund 1,2 Milliarden Euro – also mehr als ein Drittel – auf Brasilien. Damit zählt das Land für Bayer zu den zehn umsatzstärksten Märkten weltweit.

Im Mittelpunkt der angekündigten Investitionen steht Belford

Roxo: Dort fließen 40 Millionen Euro in die Modernisierung und technische Weiterentwicklung der Produktionsanlagen für Kunststoff-Vorprodukte und Pflanzenschutzmittel sowie in Infrastrukturprojekte. Partnerunternehmen haben darüber hinaus Investitionen in Höhe von weiteren 55 Millionen Euro im Bayer-Industriepark Belford Roxo angekündigt. Durch die Projekte von Bayer und den Partnerfirmen entstehen 800 neue Arbeitsplätze in der Region Belford Roxo – zusätzlich zu den derzeit 2.000 Arbeitsplätzen an diesem Standort. An den anderen brasilianischen Bayer-Standorten sollen weitere rund 60 Millionen Euro investiert werden.

Bayers ist seit 1896 in Brasilien aktiv, zunächst mit einer Handelsvertretung. Heute beschäftigt das Unternehmen 3300 Mitarbeiter im Land.

## Arzneimittelsicherheit

Die blue inspection body GmbH ist als erste Inspektionsstelle für Arzneimittelwirkstoffe in der Europäischen Union mit der höchsten Unabhängigkeitsstufe (Typ A) akkreditiert worden. Der Audit-Dienstleister prüft im Auftrag pharmazeutischer Unternehmen weltweit die Gute Herstellungspraxis von Wirkstofflieferanten für Medikamente. Die Audits gelten als wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Arzneimittelsicherheit. Seit 2006 sind sie Voraussetzung dafür, dass im Ausland hergestellte Wirkstoffe in Europa überhaupt weiterverarbeitet werden dürfen. Schätzungen zufolge stammen fast 80 Prozent aller Ausgangs- und Hilfsstoffe für Arzneimittel in der EU und den USA aus Drittstaaten. Zuvor hat sich blue inspection vom Deutschen Akkreditierungssystem Prüfwesen nach der weltweit gültigen Norm ISO/IEC 17020 akkreditieren lassen.

## 20 Jahre Grabner

Grabner Instruments, eine Tochtergesellschaft der Ametek Inc., feiert 20-jähriges Bestehen. Das Unternehmen begann als Einzelunternehmen mit der Herstellung hochwertiger, tragbarer Dampfdruck-Messgeräte für die Erdölindustrie. Mehrere Generationen von Testern mündeten schließlich im heute verwendeten Minivap und der Mini-Methode ASTM D 5191 zur Messung des Dampfdruckes von petrochemischen Produkten. 1993 erklärte die US-EPA (Environmental Protection Agency) die Grabner Methode Minivap mit der ASTM D 5191 Meßroutine zum Referenzmeßgerät in den USA. Für die Bestimmung des Dampfdruckes von Benzin und Erdöl wurden 1998 zwei neue, von Grabner Instruments entwickelte Methoden zugelassen (ASTM D 6378 und ASTM D 6377). Das Unternehmen ist seit dem Jahre 1993 ISO-9001 zertifiziert.

## Chemieindustrie

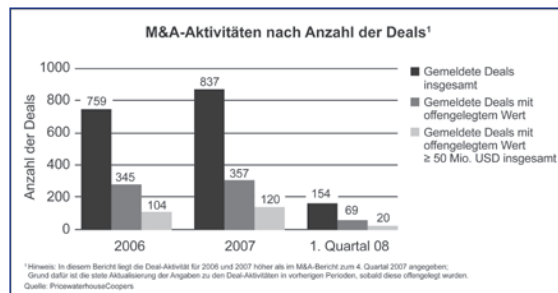
# Kreditkrise bremst Konsolidierung

Die weltweite Kreditkrise hat das Konsolidierungstempo in der Chemieindustrie deutlich gebremst. Im ersten Quartal 2008 sank der Gesamtwert der weltweit angekündigten Zusammenschlüsse und Übernahmen (Mergers and Acquisitions, M&A) auf 11 Milliarden US-Dollar.

Zu diesem Ergebnis kommt die vierteljährlich erscheinende Marktanalyse „Chemical Compounds“ der Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers (PwC). Im Rekordjahr 2007 hatte das M&A-Volumen im Quartalsdurchschnitt 28 Milliarden US-Dollar erreicht.

Von Januar bis März 2008 wurden 154 Deals verzeichnet, in 69 Fällen wurde das Transaktionsvolumen veröffentlicht. Nur 20 Übernahmen hatten ein Volumen von mehr als 50 Millionen US-Dollar. Es wurden vier Mega-Deals mit einem Wert über einer Milliarde US-Dollar abgeschlossen. Zum Vergleich: Im Gesamtjahr 2007 gab es 19 Fusionen und Übernahmen dieser Größenordnung.

Auf Private-Equity-Fonds und andere Finanzinvestoren entfiel im ersten Quartal nur noch rund zehn Prozent des Transaktionsvolumens, während ihr Anteil in den Jahren 2006 und 2007 jeweils deutlich über 20 Prozent lag. Bei



Übernahmen mit vergleichsweise geringen Transaktionsvolumina sind Finanzinvestoren weiterhin stark engagiert. Insgesamt beteiligten sich Private-Equity-Gesellschaften im ersten Quartal an 37 Transaktionen, von denen 20 ein Volumen unter 50 Millionen US-Dollar hatten.

### Industriepreis 2008

Für ihren Wettbewerb suchte die Jury der Initiative Mittelstand aus über 600 Bewerbungen die interessantesten und innovativsten Industrie-Lösungen. Sieger in der Kategorie „Optische Technologien“ wurde die **Fritsch GmbH** mit ihrem **Laser Particle Sizer Analysette 22 NanoTec**, ein Gerät zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung (stufenlose Anpassung des Messbereichs von 10nm bis 2000µm) und Partikelformerkennung.

Bereits 2007 wurde das Unternehmen mit seiner Planetenmühle Pulverisette 7 premium line im Bereich der Nanotechnologie ausgezeichnet.



## CAC baut Erdgas-Untergrundspeicheranlage Gas-Versorgungssicherheit

Die **Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH (CAC)** knüpft an die langjährige Zusammenarbeit mit der **österreichischen Rohölaufsuchungs AG (RAG)** in Wien an und erhält zwei neue Aufträge für die Errichtung von **Erdgas-Untergrundspeichern**.

Es handelt sich dabei zum Einen um den Ausbau des bereits für die RAG errichteten Erdgasspeichers Haidach, welcher im Juli 2007 erfolgreich in Betrieb genommen wurde. Mit dieser zweiten Ausbaustufe wird der Speicher in Haidach über ein Speichervolumen von 2,4 Mrd. Kubikmeter verfügen, was etwa 30% des österreichischen Gesamtjahresbedarfs an Erdgas entspricht. Damit entsteht in Haidach die größte Erdgas-Untergrundspeicheranlage Österreichs und die zweitgrößte Mitteleuropas.

Im Rahmen eines weiteren Auftrages entstehen in einer ersten Phase an zwei Standorten gleichfalls in Österreich neue Erdgas-untergrundspeicher mit einem Speichervolumen von 450 Mio.

Kubikmeter und 705 Mio. Kubikmeter.

Bei diesen Erdgasspeichern werden ausgeförderte Lagerstätten einer neuen Bestimmung zugeführt und so vorhandene natürliche Ressourcen für die Zukunft nutzbar gemacht. Erdgasspeicher dienen zum Ausgleich zwischen gleichbleibendem Gasbezug und schwankendem Verbrauch. Dabei wird das Erdgas in verbrauchs-schwachen Zeiten dem Ferngasleitungsnetz entnommen und mittels Gaskompressoren in den Untergrundspeicher eingespeichert. Bei steigendem Bedarf kann das Erdgas dann aus dem Speicher entnommen und nach Wiederaufbereitung in das Ferngasleitungsnetz zurück geliefert werden.

Die Speicher tragen damit wesentlich zur Versorgungssicherheit bei und leisten einen großen Beitrag zur Strukturierung und Absicherung des steigenden Gasbedarfs in Europa. Die Inbetriebnahmephase aller drei Projekte ist für das I. Quartal 2011 vorgesehen.

**BVL** Der Pharmakologe **Dr. Helmut Tschiersky-Schöneburg** (51) wurde neuer Leiter des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Er tritt die Nachfolge von Dr. Christian Grugel an, der Ende 2007 in das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) wechselte. Helmut Tschiersky-Schöneburg war bislang beim Institut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen des Landes Berlin als Leiter der Arzneimitteluntersuchungsstelle beschäftigt.

**EuPC** Anlässlich der EuPC-Jahrestagung in Athen wurde IK-Präsident **Bernhard Borgardt** zum Präsidenten des Europäischen Verbandes der Kunststoffverarbeiter (European Plastics Converters - EuPC) gewählt. Diplom-Volkswirt Bernhard Borgardt (63) ist seit fast 40 Jahren in der Kunststoffverpackungsindustrie tätig.

**HFSP** Der langjährige DFG-Präsident und amtierende Generalsekretär des European Research Council (ERC), Professor Ernst-Ludwig Winnacker, wird nach Beendigung seiner Amtszeit in Brüssel nach Straßburg wechseln. Am 1. Juli 2009 übernimmt er das Amt des Generalsekretärs der International Human Frontier Science Program Organization (HFSP) als Nachfolger des Nobelpreisträgers Professor Torsten Wiesel, der neun Jahre lang amtierte. Die HFSP wurde 1989 gegründet, um internationale Forschung in den Lebenswissenschaften

**LERU** Die League of European Research Universities (LERU), ein 2002 gegründetes Netzwerk von 20 forschungsstarken europäischen Universitäten, hat LMU-Präsident **Prof. Bernd Huber** zum neuen Vorsitzenden für die kommenden drei Jahre gewählt. Professor Huber möchte den Einfluss von LERU auf die Gestaltung des europäischen Hochschul- und Forschungsraums stärken.



## EHRUNGEN

**Priv.-Doz. Dr. med. Florian M. E. Wagenlehner** ist mit dem diesjährigen **Ignaz-Philipp-Semelweis-Forschungspreis** ausgezeichnet worden. Der Preis wurde auf dem Internationalen Kongress der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (DGKH) in Berlin an den Oberarzt der Klinik für Urologie und Kinderurologie der Justus-Liebig-Universität Gießen verliehen. Der mit 15 000 Euro dotierte Preis wird von der DGKH und der Firma Bode Chemie Hamburg alle zwei Jahre für Leistungen auf dem Gebiet der Infektionskontrolle vergeben. Er wurde in diesem Jahr geteilt, wobei die Vergabe beider Anteile für Arbeiten zur wissenschaftlichen Erforschung und zum Management des MRSA (Methicillin resistenter Staphylokokkus aureus)-Problems in Deutschland erfolgte.

Wissenschaftler vom **Deutschen Krebsforschungszentrum** erhielten gemeinsam mit Kollegen vom **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung** den mit 50 000 Euro dotierten **Wissenschaftspreis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft** e. V. Sie werden für die Entwicklung neuartiger Peptidchips für die Diagnostik ausgezeichnet. Diese werden mit einem wesentlich günstigeren Laserdruck-Verfahren hergestellt.

Die Biologin **Dr. Regina Ebert** vom Orthopädischen Zentrum für Muskuloskeletale Forschung der Universität Würzburg bekam den mit 5000 Euro dotierten **Von-Recklinghausen-Preis** verliehen. Dieser Preis der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie ist für Beiträge über kalziumregulierende Hormone und Knochenstoffwechsel vorgesehen und wird vom Heidelberger Labor Limbach gestiftet. Regina Ebert hat nachgewiesen, dass Bisphosphonate auch den Knochenaufbau fördern, was in der Wissenschaft bislang bezweifelt wurde. In ihrer Arbeit hat sie

sich mit Zoledronsäure beschäftigt, eine Substanz, die erst im September 2007 für die Osteoporose-Therapie zugelassen wurde. Die Arbeit zeigt, dass ein Vertreter einer seit Langem bekannten Arzneimittelgruppe durch die Änderung seiner Anwendungsbedingungen neue Effekte bewirkt.

**Prof. Dr. Burkhard Hinz**, Direktor des Instituts für Toxikologie und Pharmakologie der Universität Rostock, ist zusammen mit dem Erlanger Pharmakologen **Prof. Dr. Kay Brune** mit dem **Sertürner-Preis** der gleichnamigen Gesellschaft ausgezeichnet worden. Der nach dem Entdecker des Morphins benannte und mit 6000 Euro dotierte Preis wird jährlich für Arbeiten auf dem Gebiet der Schmerztherapie vergeben. Prämiert wurde eine Studie über das Schmerz- und Fiebermittel Paracetamol, dessen Wirkweise bis heute nicht hinreichend geklärt ist. Entgegen der weitverbreiteten These, Paracetamol wirke ausschließlich zentral und habe keinen Einfluss auf die periphere Bildung von schmerzverstärkenden Prostaglandinen, verursachte die Gabe des Arzneimittels an Probanden eine Hemmung des Prostaglandin-bildenden Enzyms Cyclooxygenase-2 (COX-2) in peripheren Blutzellen. Die COX-2 gilt als Schlüsselmolekül bei der Entstehung von Entzündungen und Schmerzen.

In Würdigung seines wissenschaftlichen Lebenswerkes ehrte der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin e. V. (VBIO) **Prof. Günter Tembrock** mit der Verleihung der **Treviranus-Medaille**, der höchsten Auszeichnung des Biologenverbandes. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten von Günter Tembrock stand die Biokommunikation. Er prägte den deutschen Begriff der Bioakustik und gilt als Begründer dieses Wissenschaftszweiges. Das durch ihn eingerichtete Tierstimmenarchiv gehört mit mehr als 130.000 Aufnahmen zu den größten der Welt.



## Mehr Förderung für die Energieforschung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) baut die Förderung für die Energieforschung mit 325 Millionen Euro massiv aus: mindestens 125 Millionen Euro für die Projektförderung, rund 200 Millionen Euro für die institutionelle Förderung für die Helmholtz-Gemeinschaft. Bis 2010 soll die Summe für die Projektförderung noch einmal erheblich ansteigen, so lautet das der Förderung zugrunde liegende Konzept „Grundlagenforschung Energie 2020+“. Wissenschaft und Wirtschaft sollen noch besser vernetzt werden. Förderschwerpunkte sind Forschungsarbeiten, deren Ziel effizientes Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Nutzen und Transportieren von Energie ist. Zudem werden Projekte gefördert, bei denen es um Technologien für die nächste Generation der erneuerbaren Energien geht. Ein weiterer Schwerpunkt sind Forschungsarbeiten zum unterirdischen Speichern des Klimagases Kohlendioxid. Außerdem will das BMBF in der Fusionsforschung dazu beitragen, die Chancen für eine erfolgreiche Beteiligung deutscher Firmen und Forschungseinrichtungen an Aufträgen für den Bau des großen internationalen Projektes zur Fusionsforschung ITER in Frankreich zu erhöhen. Schließlich sollen Arbeiten zur Strahlenforschung und zur nuklearen Sicherheitsforschung dafür sorgen, dass die Kompetenz im Bereich nukleare Sicherheit in Deutschland erhalten bleibt.

## Wissenschaftsjournalismus Mathematik

Um die Bedeutung wissenschaftlicher Lösungen für den Alltag bewusst zu machen, schreibt der Informationsdienst Wissenschaft erstmals den mit 3000 Euro dotierten idw-Preis für Wissenschaftsjournalismus aus. Im „Jahr der Mathematik“ würdigt der Preis journalistische Beiträge in Hörfunk

Weitere Informationen sind unter [www.bmbf.de/pub/grundlagenforschung\\_energie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/grundlagenforschung_energie.pdf) zu finden.

Um allen Interessierten einen einfachen und schnellen Zugang zu Informationen zur Energieforschung zu ermöglichen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine neue Website gestartet: Unter [www.energieforschung-bmbf.de](http://www.energieforschung-bmbf.de) gibt es einen Überblick über die vom BMBF geförderte Energieforschung. Außerdem Informationen über energierelevante Forschungsaktivitäten verschiedener Fachabteilungen des Ministeriums sowie verschiedene Links zur Energieforschungsförderung anderer Bundesministerien.

## Herzforschung

Die Deutsche Stiftung für Herzforschung vergibt auch 2008 den August Wilhelm und Lieselotte Becht-Forschungspreis. Ausgezeichnet wird eine Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Herz-Kreislauf-Krankheiten. Teilnahmeberechtigt sind in Deutschland tätige Wissenschaftler, die das 40. Lebensjahr noch nicht überschritten haben. Der Preis ist mit 15 000 Euro dotiert. Die Bewerbungsunterlagen sind bis zum **12. Juli 2008** an die Deutsche Stiftung für Herzforschung, Vogtstraße 50, 60322 Frankfurt am Main, einzusenden. Weitere Informationen unter [www.herzstiftung.de](http://www.herzstiftung.de).

und Fernsehen zum Thema Mathematik. Die Ausschreibung ist unter <http://idw-online.de/pages/de/idward> zu finden. Beteiligen können sich Nachwuchsjournalisten, Volontäre und Studenten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Einsendeschluss ist der **31.8.2008**.

## Nierenerkrankungen bei Kindern

In diesem Jahr verleiht die Gesellschaft für pädiatrische Nephrologie (GPN) erstmals den von der Firma Novo Nordisk gestifteten, mit 8000 Euro dotierten Johannes-Brodehl-Preis. Der Preis dient der Anerkennung von Kinderneurologen, die auf dem Gebiet der pädiatrischen Nephrologie arbeiten. Preisgekrönt werden der Initiator und Motor einer prospektiven, multizentrischen klinischen Studie (GPN-, GPN-gestützte- oder GPN-Mitgliedsstudie). Bewerbungen können bis zum **31. Juli 2008** beim Vorstand der GPN eingereicht werden: Prof. Dr. med. Dirk E. Müller-Wiefel, Pädiatrische Nephrologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Martinstraße 52, 20246 Hamburg, Tel 040 42803 27 02, [mullerw@uke.uni-hamburg.de](mailto:mullerw@uke.uni-hamburg.de).

### Lösung und Gewinner zum Preisrätsel aus CLB 04-2008: Meteoriten

Zu Frage 1: 3N5 bezeichnet die Reinheit des Materials und bedeutet in diesem Fall, das Wolfram ist zu 99,95 % rein. Das lässt sich auch als 0,9995 darstellen, also hinter dem Komma drei Neunen und dann noch eine 5.

Zu Frage 2: Das Wolfram weist keine Widmanstättenstrukturen auf. Vielmehr handelt es sich um Kristallstrukturen, die bei unterschiedlichen Temperaturen während eines Erstarrungsprozesses entstanden sind.

Frage 1 hatten alle Einsender richtig, bei Frage 2 gab es doch einige Unsicherheiten...

Das Sikhote-Alin-Meteoritenstück gewinnt **Dr. Heike Gertel-Kloos**, Haltermann Products, Hamburg.

Das NWA 869-Meteoritenstück gewinnt **Dipl.-Ing. (FH) Knut Berlin**, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit.

Herzlichen Glückwunsch!

# Der Ostsee-Schock

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Bis zum Jahre 2012 soll Deutschland durch eine weitere Rohrleitung mit Erdgas versorgt werden. Erdgas ist eines der saubersten Energiequellen. Seine weltweiten Vorkommen sollen noch an die 70 Jahre reichen, wie Experten abschätzen. Dass die Rohrleitungen vor ihrem Einsatz noch einmal mit einem Desinfektionsmittel gespült werden müssen, ist gewohnte Praxis. Aber wohin mit dem belasteten Spülwasser? Ungeklärt in die Ostsee?

## Erdgas-Versorgung für Deutschland

Die Versorgung mit dem schwefelarmen Erdgas, das fast ausschließlich aus Methan besteht, hat in den letzten Jahren in unserem Land in erheblichem Maße kontinuierlich zugenommen. Waren es 1970 noch fast 20 Millionen Tonnen Steinkohlen-Vergleichswerte, so steigerte sich der Bezug im Jahre 2005 auf über 110 Millionen Tonnen. Damit stieg der Anteil des Erdgases am Primärenergiemix auf etwa 25%.

Zwar konnte auf diese Weise die weitgehende Abhängigkeit vom Erdöl und seinen Lieferländern reduziert werden, jedoch rechnen Energie-Experten, dass die Reichweite beider Energieträger nur noch wenige Jahrzehnte den steigenden Bedarf decken kann (Abbildung 1).

Aber auch beim Erdgas besteht in Deutschland eine deutliche Importabhängigkeit, denn 2005 konnte nur 15% des Bedarfs aus eigenen Quellen gedeckt werden [1].

Dabei stützt sich Deutschland auf Lieferverträge mit mehreren Ländern. 34% Erdgas, wie auch der gleiche Anteil an Erdöl, kommen aus Russland (Abbildung 2).

Die Erdgasimporte nach Deutschland insgesamt stiegen in den letzten Jahrzehnten deutlich an (Abbildung 3). Der Grund ist einmal in der geringeren Abhängigkeit vom Erdöl sowie in der saubereren Verbrennung des nahezu schwefelfreien Erdgases zu sehen.

### Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.

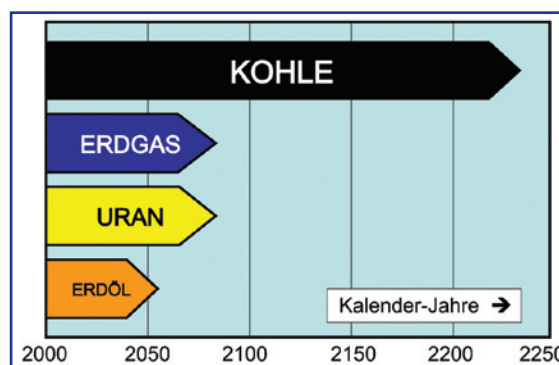


Abbildung 1: Reichweite der Energie-Ressourcen bei gleichbleibender Förderung.

Die Verlässlichkeit einer gleichbleibenden Lieferung mit Erdgas ist eine wichtige Voraussetzung für Industrie, Gewerbe und Haushalte. Allein 53% der privaten Haushalte nutzen das Erdgas zum Kochen und zur Raumbeheizung.

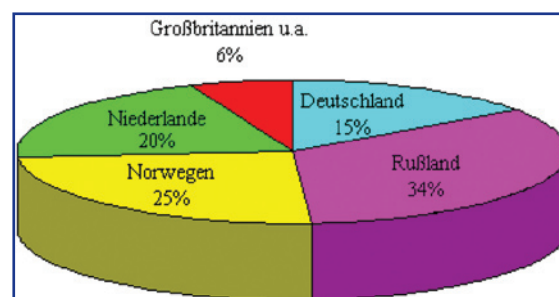
Um vor kurzfristigen Lieferengpässen, besonders im Winter, gewappnet zu sein, lagern in Deutschland fast 20 Milliarden Kubikmeter Erdgas in Untergrundspeichern.

Weltweit befinden sich die Erdgas-Vorkommen schwerpunktmäßig auf der Nordhalbkugel der Erde (Abbildung 4).

Im Jahre 2006 stieg der weltweite Bedarf auf 2863 Milliarden Kubikmeter Erdgas an und deckte damit etwa 25% des globalen Energiebedarfs [2].

Mit Abstand die größten Erdgasvorkommen sind in Russland anzutreffen. Entsprechend hoch werden auch noch die Reserven für die kommenden Jahrzehnte geschätzt. Mit etwas mehr als die Hälfte folgt der Iran in der Rangfolge der Erdgasreserven (Tabelle

Abbildung 2: Erdgas-Bezug in Deutschland 2005.



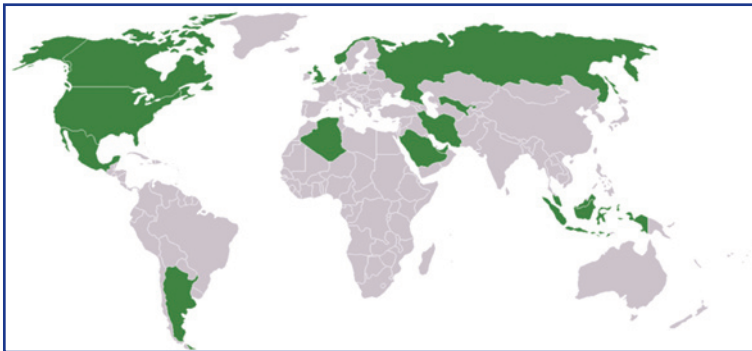


Abbildung 4: Erdgas-Vorkommen auf der Erde.

1). Die zehn Staaten mit den größten Erdgasvorkommen decken bereits Dreiviertel der Weltreserven ab.

Die Instandhaltung des umfangreichen Erdgasnetzes, das durch Wüsten und Kältesteppen verläuft (Abbildung 5) erfordert einen hohen Aufwand an Kontrolle und Instandhaltung. Leider sind durch defekte Leitungen und abgefackeltes Gas auch hohe Verluste an Erdgas zu verzeichnen.

Allein in den englischen Erdgas-Feldern in der Nordsee verbrannten täglich 20 Millionen Kubikmeter nutzlos.

Die Erdgas-Lieferungen nach Deutschland sind jedoch nicht immer dem jeweiligen Verbrauch in Industrie und Haushalten anzupassen, so dass die Speicherung eine wichtige Voraussetzung für eine gesicherte Versorgung ist.

### Erdgasleitungen und -speicher

Erdgasleitungen überbrücken heute von den Orten ihrer Gewinnung bis zum Verbraucher Entfernungen von über 5000 km. Die Rohrleitungen haben Durchmesser bis zu 140 cm, und ihr Druck variierte von den Überlandtrassen mit 100 bar bis zu den auf dem Meeresgrund verlegten Leitungen von bis zu 200 bar. Den gleichen Druck haben auch die Feuerwehr-Einsatzkräfte und die Taucher in ihren Pressluftflaschen auf dem Rücken.

In Deutschland besteht ein Erdgas-Leitungsnetz mit einer Länge von insgesamt 375 000 km. Hinzu kommen Verdichterstationen und unterirdische Erdgasspeicher. Mit Hilfe der Gasspeicher lassen sich die

Abbildung 5: Erdgas-Produktion in Sibirien.



Bedarfsspitzen in den Wintermonaten abdecken.

Verdichterstationen sorgen für die unterschiedlich notwendigen Drücke in den Leitungen:

- Fernleitungen mit 100 bis 200 bar
- National in Deutschland bis zu 84 bar
- Haushaltsanschlüsse ab 20 Millibar.

Zum Ausgleich von Lieferengpässen und Bedarfsspitzen haben sich Untergrund-Erdgasspeicher in Salzstöcken bewährt: durch Herauslösen von Salz in mehreren hundert Metern entstehen Kavernen, in das Erdgas hineingedrückt werden kann. Auf diese Weise verfügt Deutschland über „Kavernen-Erdgasspeicher“ zwischen 40 und 100 Millionen Kubikmeter an Speicherkapazität.

Neben diesen Kavernenspeichern sind auch „Porenspeicher“ im Einsatz, bei denen das Erdgas in porösem Sandstein eingebettet wird und bei Bedarf wieder separiert werden kann.

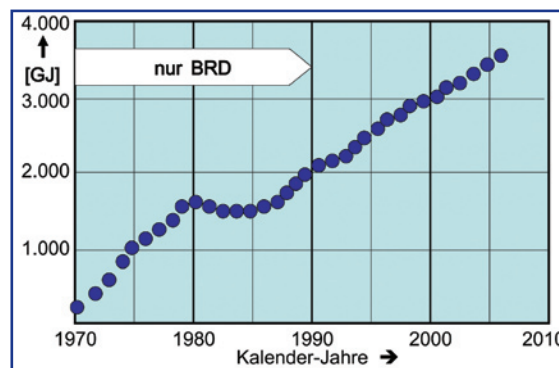


Abbildung 3: Erdgas-Importe nach Deutschland.

Tabelle 1: Erdgas-Reserven der Staaten (2006; [Mrd. m<sup>3</sup>]).

Rang	Land	Reserven	Anteil [%]
1	Russland	47.674	26,3
2	Iran	27.584	15,2
3	Katar	25.785	14,2
4	Saudi-Arabien	7.071	3,9
5	Vereinigte Arabische Emirate	6.072	3,3
6	USA	5.923	3,3
7	Nigeria	5.208	2,9
8	Algerien	4.580	2,5
9	Venezuela	4.315	2,4
10	Kasachstan	3.400	1,9
	Deutschland	233	0,1
	WELT	181.342	76

Parameter	Dimension	Verbund-Erdgas NORD (Norwegen)	Russisches Erdgas
Methan, CH <sub>4</sub>	Vol.-%	90,2	97,25
Ethan, C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Vol.-%	4,80	1,25
Propan, C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Vol.-%	0,74	0,48
Butan, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Vol.-%	0,21	0,09
Kohlendioxid, CO <sub>2</sub>	Vol.-%	1,03	0,06
Stickstoff, N <sub>2</sub>	Vol.-%	3,13	0,85
Brennwert	kWh/ m <sup>3</sup>	11,21	11,18
Heizwert	kWh/ m <sup>3</sup>	10,12	10,08
Norm-Dichte	kg/ m <sup>3</sup>	0,79	0,74
Oberer „WOBBE-Index“	kWh/ m <sup>3</sup>	14,32	14,78
Methanzahl	MZ	82	94

Tabelle 2: Erdgas-Zusammensetzung und Kennwerte (GASAG Berliner Gaswerke AG, 2000).

Abbildung 6 verweist auf das umfangreiche Netz von Erdgas-Pipelines in Deutschland sowie auf den Bezug aus den Nachbarländern. Die Standorte der großen Untergrund-Erdgasspeicher sind ebenfalls aufgeführt.

Eine Alternative zu den Erdgasleitungen sind die Erdgastanker, die verflüssigtes Gas über die Meere transportieren. Das Verflüssigen geschieht in Hafennähe bei -160°C. Das Volumen des Erdgases verdichtet sich dabei von einem Normkubikmeter (=1000 l) auf 1,67 Liter (600:1).

### Preisentwicklung des Erdgases

Sowohl die knapper werdenden Erdgas-Vorräte als auch der steigende weltweite Bedarf führen dazu, dass der Preis deutlich steigt. In den letzten 10 Jahren hat sich der Erdgas-Preis praktisch verdoppelt. Abbildung

Abbildung 7: Heizöl- und Gaspreise je 1l Öl-Äquivalent.

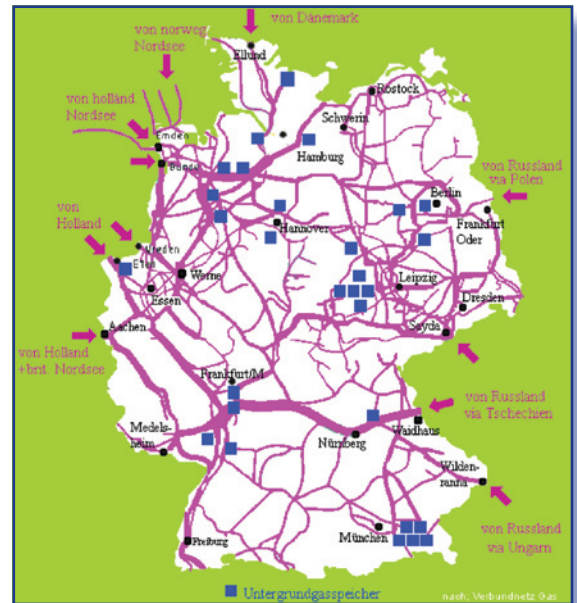
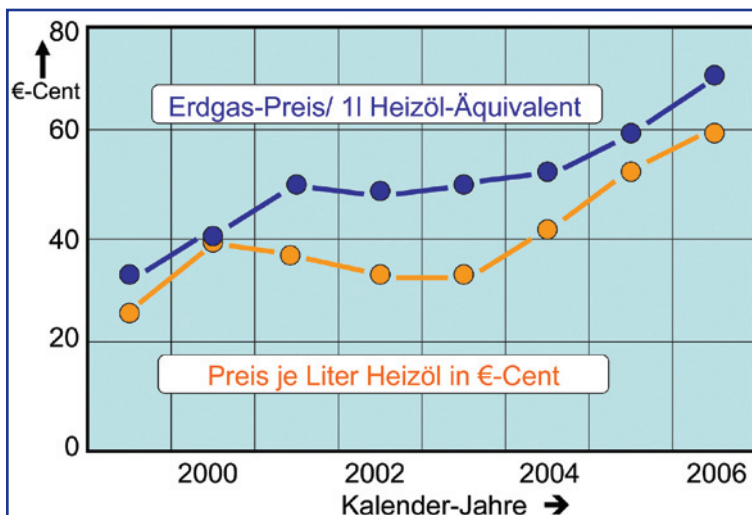


Abbildung 6: Erdgas-Leitungsnetz in Deutschland und Standorte der großen Untergrund-Gasspeicher.

7 macht auch deutlich, wie stark der Erdgas-Preis an den Heizöl-Preis gekoppelt ist.

Bei einem weiteren Anstieg des Erdgaspreises von 3,5 bis 5,5 Eurocent/ kWh lassen sich auch andere Energiequellen wirtschaftlich nutzen, wie Erdölschiefer und Wasserstoff.

Bei Verdoppelung des Erdgaspreises ließe sich auch die Einspeisung von Biogas wirtschaftlich betreiben [3].

### Energieträger Erdgas

Erdgas hat sich zumeist zusammen mit Erdöl im Laufe von Millionen Jahren aus dem abgestorbenen organischen Baum- und Pflanzen-Material der Erde gebildet. Dieser Prozess vollzog sich aus heutiger Sicht einmalig.

Die Zusammensetzung der Erdgas-Qualitäten unterscheiden sich geringfügig nach ihrer Herkunft, bestehen jedoch überwiegend aus Methan.

Tabelle 2 vergleicht die Erdgas-Qualitäten aus Norwegen und aus Russland. Brenn- und Heizwerte liegen in vergleichbarer Größenordnung. Während das Erdgas aus Russland einen sehr hohen Methan-Gehalt ausweist, sind im norwegischen Gas höhere Anteile an Ethan, Propan und Butan enthalten.

Neben den Brenn- und Heizwerten weisen die Gas-Analysenzertifikate auch oft den „WOBBE-Index“ und die Methanzahl aus.

Der Brennwert gibt stets höhere Werte an als der Heizwert, da in ihm noch die Energieanteile der heißen Verbrennungsprodukte stecken. Im Heizwert findet die Energie keine Berücksichtigung, die als heißes Abgas und Wasserdampf durch dem Schornstein entflieht.

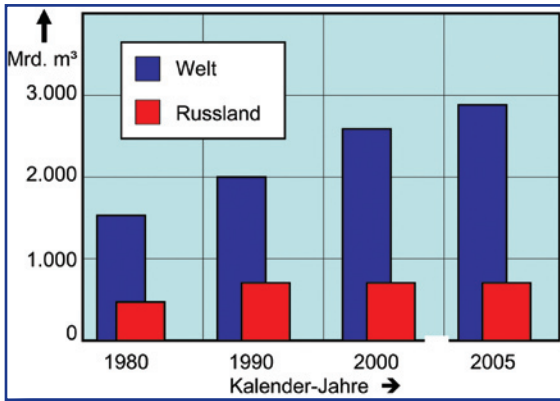


Abbildung 8: Weltweite und russische Erdgas-Förderung.

Der WOBBE-Index stellt einen Indikator für die Austauschbarkeit von Brenngasen, wie Flüssiggas, Stadtgas und Erdgas dar und lässt sich aus dem Heizwert und dem spezifischen Gewicht nach der Formel  $Wobbe-Index = \frac{\text{Heizwert}}{\text{Dichte}^{1/2}}$  berechnen.

Aus der „Methanzahl“ lassen sich die Selbstentzündlichkeit und die Klopffestigkeit der Brenngase für Ottomotore ablesen. Reines Methan hat die Methanzahl = 100, reiner Wasserstoff = 0.

### Erdgasleitung durch die Ostsee

Das ehemalige Kalisalz-Unternehmen Wintershall, gegründet 1894, entdeckte in einem der Kali-Schächte zufällig Erdöl. Ab 1930 wurde das Erdöl gefördert, 20 Jahre später kam auch das Erdgas dazu, denn 1951 entdeckte man in Norddeutschland Erdgas-Vorkommen. 1969 übernimmt die BASF das Unternehmen in Kassel. Es wird zu einem der wichtigsten Standbeine des Chemie-Unternehmens und stellt heute mit etwa 11 Mrd. Euro Umsatz (2006: 10,7 Mrd. €) das größte Erdöl- und Erdgas-Unternehmen in Deutschland dar.

Gegenüber dem Wettbewerb in Europa (E.ON und Eni) konnte sich Wintershall gut durchsetzen und die langjährige Partnerschaft zu dem russischen Erdgas-Lieferanten GAZPROM deutlich ausbauen.

So wird auch die „Nordeuropäische Gaspipeline, NEGP“ mit einer Länge von 1200 km in Kooperation durch die Ostsee erfolgen. Fast zwei Milliarden Euro investiert die BASF-Tochter in dieses Projekt, durch das ab 2012 Erdgas von Russland nach Deutschland fließen soll. BASF und E.ON sind mit jeweils 24,5% daran beteiligt, den Rest von 51% hält der russische Erdgas-Monopolist GAZPROM.

Die großen russischen Erdgasfelder wurden im Vergleich zu denen anderer Gegenden auf dem Globus nur sehr verhalten ausgebaut (Abbildung 8).

Die geplante Nordeuropäische Erdgasleitung verläuft vom russischen Wyborg bis Greifswald an der deutschen Ostseeküste (Abbildung 9).

Der Vertrag wurde am 8. September 2005 im Beisein von dem deutschen Kanzler Gerhard Schröder und dem russischen Präsidenten Wladimir Putin



Abbildung 9: Geplante Erdgasleitung durch die Ostsee.

unterzeichnet. Die Bauarbeiten begannen noch im Winter des gleichen Jahres in Russland, wobei der besonders große Durchmesser der Rohre auffällt (Abbildung 10).

Nach der Unterzeichnung gab es an mehreren Stellen heftige Auseinandersetzungen, sowohl in Deutschland als auch bei den Anrainerstaaten, die sich um die Rolle als Transitländer betrogen sehen. Zwar kostet die Trasse durch die Ostsee etwa 50% mehr als über den Landweg, jedoch spart die Betreibergesellschaft Nord Stream AG, Zug, Schweiz, (Aufsichtsratsvorsitz: Gerhard Schröder) die hohen Transitgebühren [4].

### Ökologische Aspekte und Rohreinigung mit Glutaraldehyd

Vor den ökologischen Gefahren, die eine Erdgastrasse durch die Ostsee mit sich bringt, warnten Umweltschützer von Anfang an: Eine Gaspipeline durch das Meer bringe grundsätzlich unüberschaubare Risiken mit sich. Zudem seien am Meeresboden noch Munition und weitere gefährliche Relikte aus den beiden Weltkriegen zu vermuten. Das Bergen dieser Rückstände, unter denen sich auch Reste von chemischen

Abbildung 10: Erdgasleitungen aus Russland.



	Glutaraldehyd	Glutarsäure
<b>Toxikologie</b>	sehr giftig, sensibilisierend R23, 25,34,42,43,50 LD <sub>50, Ratte, oral</sub> = 134 MAK (alt) = 0,8mg/m <sup>3</sup> = 0,2 ppm	gesundheitsschädlich, ätzend LD <sub>50, Maus, oral</sub> = 6000 keine Angaben
<b>Fischgiftigkeit</b>	keine Angaben	L.macrochirus LC <sub>50</sub> :330mg/l/24h

Tabelle 3: Unterschiede zwischen Glutaraldehyd und Glutarsäure.

Waffen befinden könnten, brächte weitere Umwelt-Beeinträchtigungen mit sich.

Gänzlichst erhitzen sich jedoch die Gemüter, als bekannt wurde, dass üblicherweise vor Inbetriebnahme von Gasleitungen eine Desinfektion mit Glutaraldehyd erfolgt und diese Waschlösung in der Ostsee bei Greifswald entsorgt werden soll.

Immerhin würde es sich um etwa 2,4 Millionen Kubikmeter an Spülwasser mit restlichem Glutaraldehyd handeln.

Als antimikrobielles Mittel wird Glutaraldehyd auch in verbrauchernahen Produkten eingesetzt, beispielsweise in Kosmetika oder als Desinfektionsmittel in der Humanmedizin.

Als antimikrobielles Mittel wird Glutaraldehyd auch in verbrauchernahen Produkten eingesetzt, beispielsweise in Kosmetika oder als Desinfektionsmittel in der Humanmedizin.

Der Vergleich aus den Sicherheitsdatenblättern zeigt den Unterschied zwischen dem Glutaraldehyd und der Glutarsäure auf (Tabelle 3).

Abbildung 12: Laborchemikalien-Staffelpreise für Glutardialdehyd in Euro/Liter (MERCK, 2008).

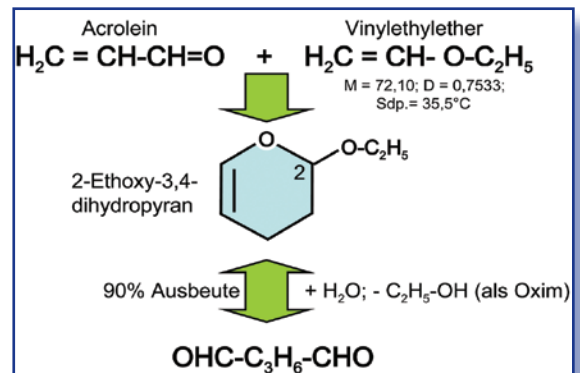
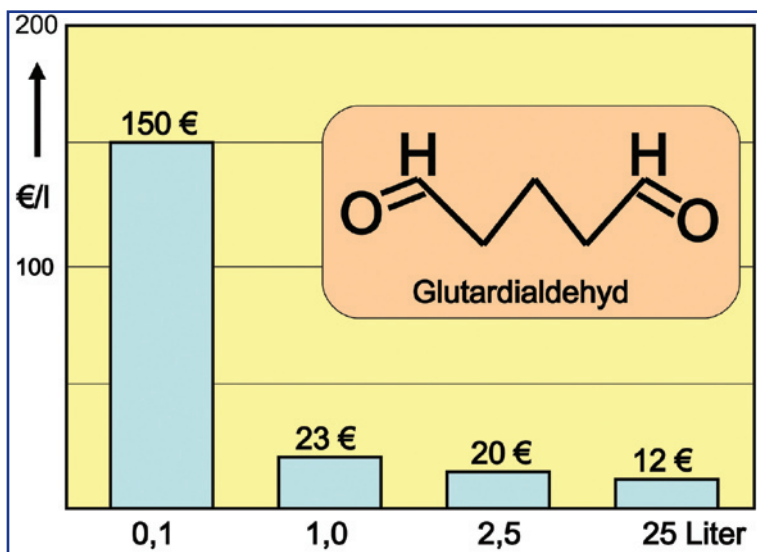


Abbildung 11: Synthese von Glutaraldehyd.

Glutaraldehyd, rational 1,5-Pentandial genannt, ist eine farblose Flüssigkeit mit scharfem, unangenehmem Geruch. Die Dämpfe reizen trotz des hohen Siedepunktes von 188°C Augen, Atemwege und die Haut. Es ist ein starkes Reduktionsmittel, das komplexe Kupferlösungen wie Fehlingsche Lösung (Cu-Tartrat) zum Kupfer reduziert. In hohen Konzentrationen geht es bei Gegenwart von Wasser in polymere, glasige Verbindungen über. Durch Vakuum-Destillation lassen sich die Monomere wieder zurückgewinnen.

Durch die beiden reaktiven endständigen Aldehydgruppen ist Glutaraldehyd eine begehrte Chemikalie für diverse Synthesen: so auch für verschiedene Ringverbindungen und Heterocyclen.

Selbst wird es industriell aus Acrolein und Vinyl-ethylether synthetisiert, wie vereinfacht in Abbildung 11 dargestellt.

Durch die bakterizide Wirkung des Glutaraldehyds findet es zur Konservierung sowie zur Desinfektion von Geräten und Instrumenten in der kosmetischen Industrie seine Anwendung. Seit vielen Jahren ist es auch gegen Korrosion verursachende Bakterien (*Desulfovibrio desulfuricans*) auf den Ölfeldern weltweit im Einsatz.

Ferner findet Glutaraldehyd Einsatz als

- Gewebe-Fixativ in der Mikroskopie
- Härter für Gelatine durch Quervernetzung
- Gerbstoff für weiche, widerstandsfähige Leder
- Hydrophobierungsmittel für Papier, Tapeten und Textilien, da es leicht mit Polyhydroxy-Verbindungen, wie Zellulose, reagiert.

Aufgrund der großen Anwendungsbreite ist das Glutaraldehyd als Industrie-Chemikalie auf dem Markt für ein paar Euro/Liter zu beziehen. Wegen der vielen Mengen- und Kundenrabatte sind Industriepreise nur in großen Schwankungsbreiten erhältlich. Eine Orientierung für den überschaubaren Labor- und Technikumsbereich mögen die aktuellen Laborchemikalien-Preise der Fa. Merck, Darmstadt, in Abhängigkeit von der rabattfreien Mengen-Staffelung dienen. 25 l sind bereits für 12 €/l nach offiziellem Preis zu beziehen (Abbildung 12).

Endständige Mono- und Dialdehyde der aliphatischen Reihen fügen sich in ihren physikalischen Da-

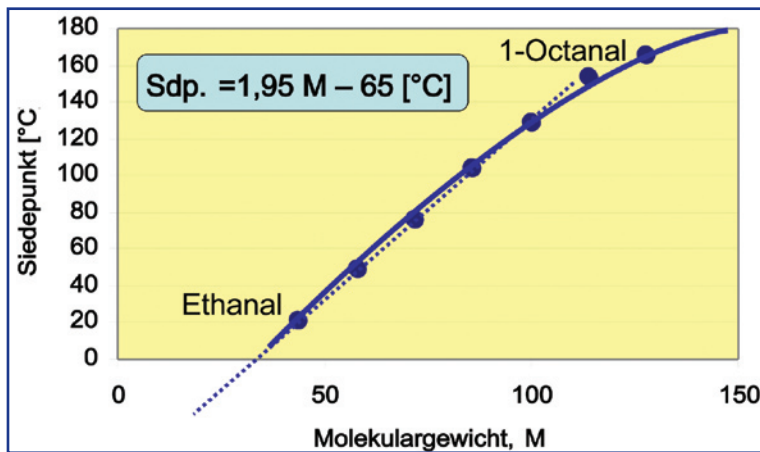


Abbildung 13: Siedepunkte der Aliphatische n-Monoaldehyde in Relation zum Molekulargewicht.

ten harmonischen Kurven und Geraden ein, wodurch auch Interpolationen zu nicht zugänglichen Werten möglich sind. Tabelle 4 gibt einige Parameter der Mono- und Dialdehyde wieder, wobei auch die verfügbaren

alternieren die Spezifischen Gewichte, wobei die Abstände der Parabeln mit geradzahligem und ungeradzahligem Kohlenstoffketten ab dem n-Decanal auf

baren Gefahrstoff-Eigenschaften berücksichtigt wurden.

Aus Tabelle 4 können die einzelnen Beziehung zwischen dem Molekulargewicht und anderen Parametern zusammengestellt werden.

Für die aliphatischen Monoaldehyde steigen die Siedepunkte zunächst vom Acetaldehyd (Ethanal) bis zum Hexanal in Relation zum Molekulargewicht linear nach der Gleichung  $Sdp. = 1,95 M - 65 [^{\circ}C]$  an, um dann abzufachen (Abbildung 13).

Anders stellen sich die Dichten der linearen Monoaldehyde dar: in Relation zu den Molekulargewichten

Aliphatische Monoaldehyde							
Monoaldehyde	Weitere Namen	Formel	M	Sdp. [°C]	D	n	Gefahrstoff-Kennzeichnung
Acetaldehyd	Ethanal	$CH_3-CHO$	44,05	20	0,78	1,33	R 12, 20, 21, 22, 36, 37, 40
Propionaldehyd	1-Propanal	$C_2H_5-CHO$	58,08	49	0,81	1,36	leicht entzündlich, sehr giftig; R 11, 36/38
Butylaldehyd	1-Butanal	$C_3H_7-CHO$	72,11	75	0,8	1,38	leicht entzündlich, gesundheitsschädlich; R 11, 20, 21, 22, 34
Valerianaldehyd	1-Pentanal	$C_4H_9-CHO$	86,14	103	0,82	1,39	leicht entzündlich, gesundheitsschädlich; R 11, 20, 36, 38
Capronaldehyd	1-Hexanal	$C_5H_{11}-CHO$	100,16	128	0,81	1,4	reizt Augen und Atemwege; narkotisierend
Heptanal	1-Heptanal	$C_6H_{13}-CHO$	114,18	152,8	0,82	1,41	entzündlich, reizend; R 10, 36/38
Octanal	1-Octanal	$C_7H_{15}-CHO$	128,22	165	0,82	1,42	entzündlich; R 10, 16, 43
Pelargonaldehyd	1-Nonanal	$C_8H_{17}-CHO$	142,24	191	0,83	1,43	
Aliphatische Dialdehyde							
Oxaldialdehyd, Glyoxal	Ethandial	$OHC-CHO$	58,04	50,4	1,27	1,37	R 36, 37, 38
Malondialdehyd	Propandial	$OHC-CH_2-CHO$	72,07		1,18	1,39	
Succindialdehyd	Butandial	$OHC-C_2H_4-CHO$	86,6		1,12	1,41	
Glutardialdehyd	Pentandial	$OHC-C_3H_6-CHO$	100,12	188	1,06	1,43	sehr giftig; R 23, 25, 34, 42, 43, 50
Adipindialdehyd	Hexandial	$OHC-C_4H_8-CHO$	114,15		1	1,44	
Pimelindialdehyd	Heptandial	$OHC-C_5H_{10}-CHO$	128,18		0,93	1,44	
Suberaldehyd	Octandial	$OHC-C_6H_{12}-CHO$	142,2	235	0,88	1,44	

Tabelle 4: Aliphatische Mono- und Dialdehyde.

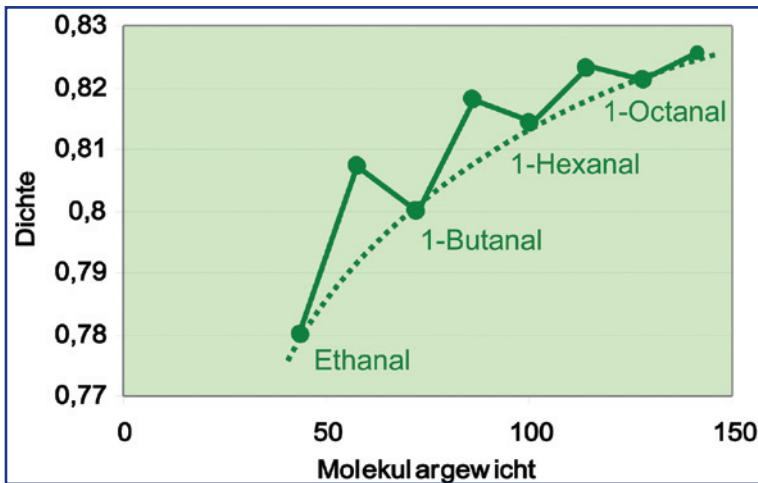


Abbildung 14: alternierende Dichte in Abhängigkeit vom Molekulargewicht der aliphatischen n-Monoaldehyde.

Abbildung 15: Brechungsindex der aliphatischen 1-Aldehyde bis zum Nonanal in Relation zum Molekulargewicht.

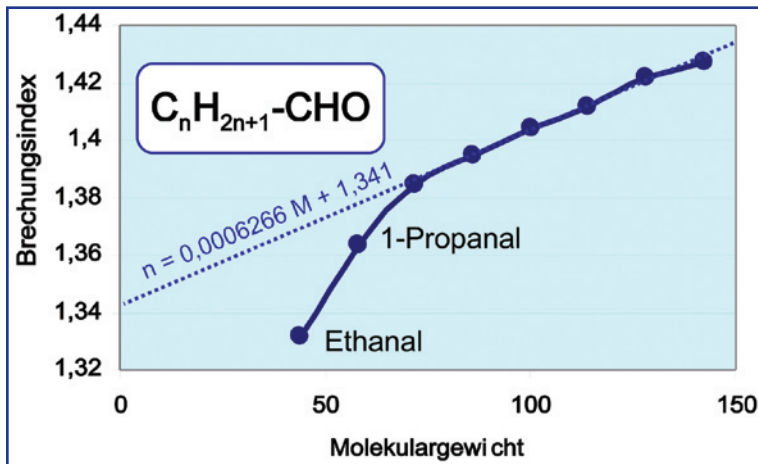
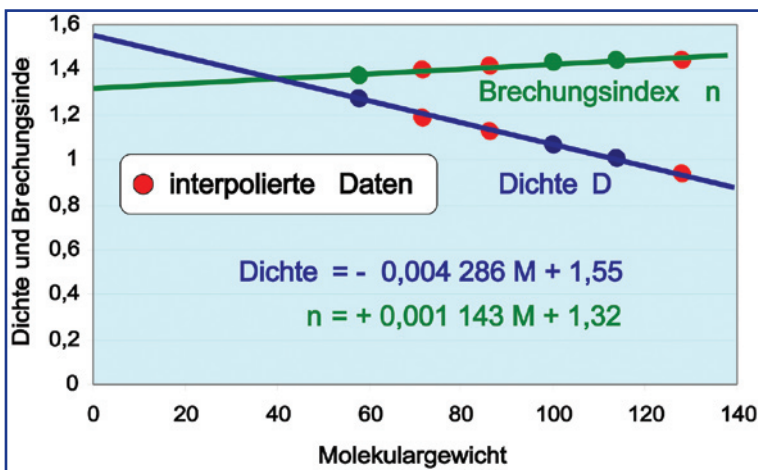


Abbildung 16: Dichte und Brechungsindex in Relation zum Molekulargewicht bei den aliphatische Dialdehyden.



einer gemeinsamen Parabel fortgesetzt werden. Die geradzahigen Kohlenstoffketten, beginnend mit dem Acetaldehyd, weisen besonders bei den kurzen Moleküllängen geringere Dichten auf als die ungeradzahigen Kohlenstoffketten in den Aldehyden (Abbildung 14).

Bei dem Brechungsindex der aliphatischen Monoaldehyde tritt eine geradlinige Relation mit dem Molekulargewicht erst ab dem 1-Butanal ein. Sie folgt der Geradengleichung  $n = 0,0006266 M + 1,341$  (Abbildung 15).

Bei den aliphatischen Dialdehyden stehen die Daten nicht ganz so üppig zur Verfügung, so dass man auf Interpolationen angewiesen ist. Dichten und Brechungsindices stehen nicht so leicht zur Verfügung. Sie scheinen jedoch in Relation zum Molekulargewicht linear zu verlaufen (Abbildung 16).

## Zusammenfassung

Erdgas steht, wie viele andere Ressourcen, nur noch wenige Jahrzehnte als Brennstoff irreversibel zur Verfügung. Eine Gasleitung durch die Ostsee beinhaltet das Risiko einer problematischen Wartung und verstimmte die potentiellen Durchleitungsländer, die an der Leitung wirtschaftlich teilhaben wollen.

Da ist das Spülen mit einer extrem verdünnten Desinfektionslösung, die auch mit einem Molchpaar zu bewerkstelligen wäre, noch das geringste Problem.

Die Wartung der Leitung in 50 m Tiefe kann da schon eine größere Herausforderung darstellen. Aber vielleicht gelingt es, die Trassenführung flacher als 40 m Tiefe zu halten. Dann haben selbst geübte Amateurchtaucher kein Problem, die Rohrleitung zu erreichen. Die Wartung wäre dann wesentlich erleichtert.

Allerdings ist die Ostsee durch eine Reihe von Becken gekennzeichnet, die durch Schwellen getrennt sind: so beispielsweise das Arkona-Becken, westlich von Bornholm, das Bornholm-Becken und das Danziger Tief, das bis 115 m hinabreicht.

Das Leitungs- und Spülproblem werden Techniker in den Griff bekommen. Bedenklicher ist schon der Ausblick in die Zukunft. Was sind schon 70 Jahre für die Reichweite der Erdgasvorkommen?! **CLB**

## Literatur:

- [1] [http://leifi.physik.unimuenchen.de/web\\_ph08\\_g8/umwelt\\_technik/08gasversorgung/gas.htm](http://leifi.physik.unimuenchen.de/web_ph08_g8/umwelt_technik/08gasversorgung/gas.htm) (Info von eon-Ruhrgas)
- [2] [http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgas/Tabellen\\_und\\_Grafiken](http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgas/Tabellen_und_Grafiken)
- [3] Thrän, D.u.a. „Möglichkeiten einer europäischen Biogaseinspeisungsstrategie“, Inst. f. Energetik und Umwelt GmbH, Leipzig, (Jan. 2007)
- [4] [http://de.wikipedia.org/wiki/Nordeurop%C3%A4ische\\_Gasleitung](http://de.wikipedia.org/wiki/Nordeurop%C3%A4ische_Gasleitung)
- [5] Drucksache 16/8041 des Deutschen Bundestages: Antwort auf die Anfrage 16/7935 der GRÜNEN „Reinigung der geplanten Gazprom-Gaspipeline mit Glutaraldehyd, 13.02.2008





Unter den Dächern des Hamburger Großmarktes

## Schülerlabor, Zusatzstoffmuseum und Pestizidlabor

Georg Schwedt, Bonn



Abbildung 1: Blick aus dem Zug auf die charakteristischen Hallen des Hamburger Großmarktes (alle Fotos: Schwedt).

Abbildung 2: Blick aus dem Pestizid-Labor (BFL) auf die Hallen.



### Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, war von 1987 bis zu seiner Emeritierung 2006 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal. Jetzt lebt er in Bonn und widmet sich in vielfacher Weise der Aufgabe, die Naturwissenschaften den Menschen nahe zu bringen.

Innerhalb eines Jahres wurden im Hamburger Großmarkt für Obst und Gemüse ein Pestizid-Labor (Juni 2007), das Schülerlabor Scolab (März 2008) und das Deutsche Zusatzstoffmuseum (Mai 2008) eröffnet. Sie zusammen bilden ein einmaliges Ensemble zur Information von Schülern und interessierten Verbrauchern über lebensmittelchemische Grundlagen – von den natürlichen ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltsstoffen in Obst und Gemüse, über Sinn und Unsinn von Lebensmittelzusatzstoffen bis hin zur Sicherung der Lebensmittelqualität durch eine schnelle Analytik von Pflanzenschutzmittel-Rückständen.

### Aus der Chronik des Hamburger Großmarktes

Die Vorgeschichte des Großmarktes für Obst und Gemüse der Stadt Hamburg beginnt auf dem Hopfenmarkt und am Meßberg. Erst mit der Eröffnung des Deichtormarktes am 1. Oktober 1911 wurden die alten Märkte offiziell aufgehoben. „Die Neugestaltung der Eisenbahnanlagen von 1899 bis 1906 im Zusammenhang mit dem neuen Hauptbahnhof bot die Möglichkeit, einen zentral gelegenen Großmarkt auf dem ehemaligen Gelände des Berliner Bahnhofes anzulegen.“ [1] Die Deichtorhallen wurden ab 1911 bis 1914 erbaut. Schon vor dem Zweiten Weltkrieg erwies sich wegen des schnellen Wachstums der Stadt der Deichtormarkt zunehmend als ungeeignet. 1947 beschloss daher der Senat, den Großmarkt in die Banksstraße im Stadtteil Hammerbrook an der Brandshofer Schleuse zu verlegen. Der Bau der neuen Hallen erfolgte ab 1958. Am 4. Juni 1962 wurde der Großmarkt in Anwesenheit des Ersten Bürgermeisters Paul Nevermann (1902-1979) eröffnet. „Die Großmarkthalle stellt ein architektonisches Meisterwerk dar, das damals und auch heute noch bewundert wird. Bei einer Fahrt mit dem Zug von Süden in Richtung Hauptbahnhof kann man die Größe und Eleganz der Halle am eindrucksvollsten erfahren. Durch die Konstruktion ergibt sich das charakteristische Bild der Halle mit der dreifachen kräftigen Welle der Ost- und Westansicht und der elffachen, über dem Dach des auskragenden Südbaus fortgesetzten schwachen Welle in der Hallenlängsrichtung.“ [1] 1996 wurde die Großmarkthalle



Abbildung 3: Links das HQL-Logistikzentrum.

als bedeutendes Beispiel für Betonschalenkonstruktionen in Hamburg unter Denkmalschutz gestellt. 2004 nahm der Großmarkt ein Biomasse-Heizkraftwerk in Betrieb – als Investition der Großmarkt Hamburg Verwaltungsgenossenschaft e.V. (GHVG), deren Geschäftsräume sich im Erdgeschoss des Brandshofer Schleusenhauses befinden. Am 15. Dezember 2006 wurde auf dem Gelände des Großmarktes nach nur halbjähriger Bauzeit ein neues Logistikzentrum eröffnet. Es handelt sich um eines der modernsten Logistikzentren für temperaturgefährdete Lebensmittel in Europa (HQL). In diesem Zusammenhang entstand auch das „Labor geprüfte Lebensmittelqualität“ (Labor für Rückstandsanalytik / Pestizidlabor – s.u.). Auf 7600 Quadratmetern werden Obst und Gemüse in 23 gigantischen Rollregalen gelagert, in denen bis zu 27 unterschiedliche Klimazonen von 0 bis 15 °C eingestellt werden können. Ent- und Belüftung sorgen für Frischluft, für das Absaugen von mit Kohlenstoffdioxid und Ethylen belasteter Raumluft und für die Luftentkeimung (durch einen Wirkstoff auf der Basis natürlicher Fruchtsäuren). Zur Steuerung der gesamten Anlage wurde ein spezielles Computerprogramm entwickelt.

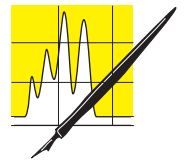
### SCOLAB – das Schülerlabor für Früchte & Gemüse

Am 27. März 2008 wurde in den ehemaligen Räumen des Edeka Fruchtkontors (der Kantine) das Schülerlabor SCOLAB eröffnet – in Form einer Stiftung des Initiators Heinrich Hodorff. Nach dem Vorbild der Schülerlabore Clausthaler SuperLab (im Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal – gefördert vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft) und der Experimentierküche (im Deutschen Museum Bonn – gefördert von der Telekom-Stiftung) wurde am authentischen Ort ein Schülerlabor für den Themenbereich Obst und Gemüse eingerichtet. [2] Es besteht aus einem Experimentierraum mit Küchenzeile (aus der ehemaligen Kantine entwickelt) und einem Vortragsraum. Dieses

spezielle Schülerlabor widmet sich den Schwerpunkten wertgebender Inhaltsstoffe in Obst und Gemüse in Verbindung mit gesunder Ernährung sowie dem allgemeinen Themenkreis Pflanzenchemie. In einfachen, von jedem Schüler etwa ab Klasse 4 durchführbaren Experimenten werden Inhaltsstoffe pflanzlicher Lebensmittel wie Kohlenhydrate, Eiweißstoffe, Fette sowie Vitamine, Mineralstoffe und andere sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe sichtbar gemacht.

Für die Betreuung der Workshops konnten Studenten der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Hamburg, Fakultät Life Science, gewonnen und in die ersten Workshops vom Autor dieses Berichtes eingewiesen werden. Die Themen der ersten, bereits durchgeführten Workshops lauten „Die tolle Knolle – Experimente rund um die Kartoffel“ (im Jahr der Kartoffel 2008) und „Rot wie eine Tomate – Experimente zu den Farben von Obst und Gemüse“. Beim Thema Kartoffel werden Experimente zur Frage „Warum färbt sich die geriebene Kartoffel braun?“, zur Iod-Stärke-Reaktion, zu den Inhaltsstoffen im Kochwasser, die eine Reaktion mit Natriumcarbonat (Soda) ergeben, Nachweise für reduzierende Zucker in der Kartoffel und zu den Eiweißstoffen sowie zur Stärkeverkleisterung durchgeführt. Das Thema „Pflanzenfarbstoffe“ beinhaltet Experimente zur Trennung von Chlorophyllen und Xanthophyllen, von Carotin in der Möhre, der Farbstoffe in der verschiedenen Paprikasorten, zum speziellen (antioxidativ besonders wirksamen) Carotinoid Lycopin in der Tomate, zu den pH-abhängigen Reaktionen der Anthocyane im Rotkohlsaft (und anderem Obst sowie Gemüse) und zum eierfärbenden Farbstoff Quercetin in der Zwiebelschale. [3]

Das Schülerlabor SCOLAB verfolgt insgesamt das Ziel, durch Veranschaulichung im selbst durchgeführten Experiment Lebensmittelinhaltsstoffe und deren Bedeutung verständlich zu machen und dadurch auch ernährungsphysiologisches Grundwissen für eine gesunde Ernährung zu vermitteln.



AUFsätze

Abbildung 4: Tafeln vor dem Eingang (links) zum Scolab Schülerlabor und Zusatzstoffmuseum.





Abbildung 5: Blick in die ehemalige Küche des Edeka Fruchtkontors – im jetzigen Schülerlabor.

### Deutsches Zusatzstoffmuseum

Direkt neben den beschriebenen Räumen des Schülerlabors SCOLAB wurde am 27. Mai 2008 in Anwesenheit der Hamburger Kultursenatorin Prof. Dr. Karin von Welck das Deutsche Zusatzstoffmuseum eröffnet. Diese von der Firma FRoSTA initiierte und ebenfalls als Stiftung geführte Einrichtung (Hamburger Lebensmittelstiftung; Geschäftsführerin Friederike Ahlers) hat sich zur Aufgabe gemacht, in verständlicher, beispielhafter Form darzustellen, warum zahlreiche Zusatzstoffe – mehr als durch die E-Nummer gekennzeichnet – in unsere Lebensmittel gelangen – und auf welche man verzichten kann. Anschließend an den Eingangsbereich ist eine große Zahl der Zusatzstoffe jeweils in der Originalverpackung und in einem kleinen Schauglas ausgestellt. An Bildwänden mit den Fotos von Warengruppen aus dem Supermarkt werden jeweils spezielle Themen wie Aromen, Emulgatoren, Stabilisatoren, Geschmacksverstärker, Farbstoffe, Backmittel u.a. (an Beispielen wie Jo-

Abbildung 6: Im Deutschen Zusatzstoffmuseum – Regal mit Zusatzstoffen in Originalverpackungen.



ghurt, einem Fertiggericht wie Hühnerfrikassee mit Spargel u.a. mehr) erläutert. [3] Vor allem wird auch auf versteckte Zusatzstoffe, z.B. Glutaminsäure im Hefeextrakt oder Backhilfsmittel, hingewiesen. Eine Laborapparatur verdeutlicht, auf wie einfache Weise ein synthetisches Aroma – hier Bananenaroma aus Essigsäure und n-Pentanol – hergestellt werden kann. Die Ausgangsstoffe und das Produkt kann der Besucher auch über eine „Duftmaschine“ riechen. Auch Vergleiche zwischen den Zutaten (bzw. Zusatzstoffen) konventioneller Fertigprodukte und einer Tiefkühlkost nach dem FRoSTA-Reinheitsgebot kann der Besucher selbst anstellen. „Das FRoSTA-Reinheitsgebiet garantiert, dass alle FRoSTA-Produkte 100 % frei sind von Aroma-, Farbstoff- und Geschmacksverstärkerzusätzen, Emulgatoren und Stabilisatoren sowie chemisch modifizierten Stärken.“ ([www.frosta.de](http://www.frosta.de)) An einem Experimentiertisch können Versuche mit einem Emulgator und Speiseöl, einer modifizierten Stärke (Vergleich mit nativer Stärke) und zur wasserbindenden Eigenschaft des Verdickungsmittels Carrageen durchgeführt werden. Ein Film zeigt die Gewinnung von Obstsaften ohne Zusatz(Hilfs)stoffe (Walther's gesunde Obstsaften) und an einem Bildschirm kann der Besucher sein Wissen in einem Quiz z.B. zu den Begriffen Aromen oder Würze testen. [4]

Auf dem Flur vor dem Eingang vermittelt eine Wandtafel einen Überblick zur Geschichte der Lebensmittelzusatzstoffe von der Antike bis zum heute möglichen Einsatz von Nanopartikeln. Der Weg durch das Museum führt schließlich auch in ein Bistro, wo Gerichte ohne Zusatzstoffe angeboten werden. Partner bzw. Sponsoren des Deutschen Zusatzstoffmuseums sind die Schweisfurth-Stiftung in München ([www.schweisfurth.de](http://www.schweisfurth.de)) und das Europäische Institut für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften e.V. in Gemmingen ([www.das-eule.de](http://www.das-eule.de)).

### Labor für schnelle Rückstandsanalysen – ein Pestizidlabor für den Verbraucherschutz

Am 29. Juni 2007 wurde mit Eröffnung des Labors für schnelle Rückstandsanalysen der Bio Fruit Laboratories GmbH (BFL) unter Beteiligung der Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH (GBA) ein Meilenstein für den Verbraucherschutz gesetzt; mittlerweile ist aus BFL die „GBA Fruit Analytic GmbH“ geworden. Die Laborräume befinden sich im Logistikzentrum der Hodorff Qualitätslogistik GmbH (HQL). Das Prüfkonzept sieht vor, dass innerhalb von zwölf Stunden alle eingehende Ware auf Rückstände an Pflanzenschutzmitteln analysiert werden kann – und somit nicht erst durch die amtliche Lebensmittelüberwachung Überschreitungen von Grenzwerten nach dem Verzehr von Obst und Gemüse festgestellt werden. In dem so genannten Hochdurchsatzlabor können mehrere Hundert Einzelstoffe mit Hilfe der hochauflösenden instrumentellen Analytik (GC-MS, LC-MS) analysiert

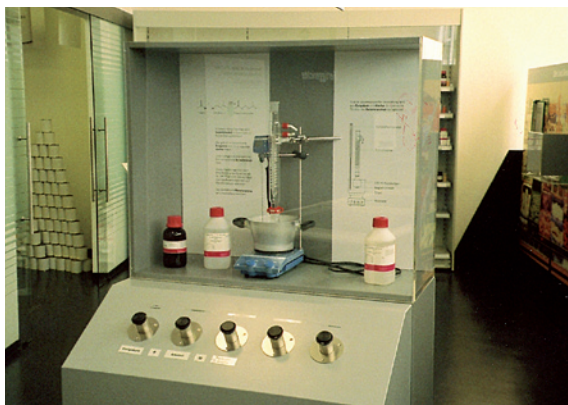
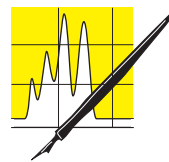


Abbildung 7: Apparatur zur Synthese des Bananenaromas mit Duftstation.

werden, wobei die Probenvorbereitung mit zahlreichen manuell durchzuführenden Einzelschritten – von der Zerkleinerung/Homogenisierung, Extraktion mit Lösemitteln, Extrakt-Reinigung an Festphasen, Aufkonzentrierung bis zur Zugabe von Standards – noch immer die meiste Zeit in Anspruch nimmt (und die größten Fehlerquellen beinhaltet). [5] Die Analysendaten liegen vor, bevor die Ware in den Handel gelangt. Das Besondere dieser Einrichtung besteht auch darin, dass sich das Labor direkt am Ort des Warenumschlags befindet und die Probenahme sowie statistische Absicherung des Probenumfangs von einer externen Gesellschaft durchgeführt werden. Mit diesem schnellen und umfangreichen Prüfkonzept wurde das neu geschaffene Siegel „Laborgeprüfte Lebensmittelqualität“ geschaffen, wodurch dokumentiert wird, dass hiermit ein besonderer Wert auf Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz gelegt wird.

### Zukünftiges Konzept

Alle drei beschriebenen Einrichtungen im Großmarkt Hamburg werden voneinander unabhängig geführt. Ein Ziel wird es sein, ein gemeinsames Konzept und die dafür notwendigen organisatorischen (sowie didaktischen) und finanziellen Voraussetzungen zu schaffen,

Abbildung 8: Die Laboratoriums-Etage des Pestizidlabors der GBA Fruit Analytic GmbH im HQL-Logistikzentrum.



so dass eine Verbindung zwischen ihnen hergestellt werden kann. So könnten beispielsweise Schüler ab der 7. Klasse am außerschulischen Lernort Hamburger Großmarkt sowohl Experimente im Schülerlabor durchführen als auch das informative (direkt daneben befindliche) Zusatzstoffmuseum besuchen – und mittags sich sogar im Bistro gesund ernähren. Noch ältere Schüler (ab 11. Klasse), Fachschüler des Lebensmittel-Einzelhandels, Studenten – oder auch spezielle Verbrauchergruppen – könnten einen Vormittag im Schülerlabor beginnen, dann das Zusatzstoffmuseum besuchen, eine Führung durch das Pestizidlabor mitmachen, wo sie sich ein Bild von den hohen Anforderungen an die spezielle Analytik verschaffen können, und abschließend wieder in das Bistro neben dem Zusatzstoffmuseum zurückkehren. **CLB**

### Literatur

- [1] Schwedt, Georg Philipp: Chronik des Hamburger Großmarktes, Großmarkt Hamburg Verwaltungsgenossenschaft e.G., Hamburg 2008 (ISBN 3-923605-37-4)
  - [2] Schwedt, Georg: Experimente mit Supermarktprodukten – eine chemische Warenkunde, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2008
  - [3] Schwedt, Georg: Chemie für alle Jahreszeiten. Einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen, Wiley-VCH, Weinheim 2007
  - [4] Schwedt, Georg: Was ist wirklich drin? Produkte aus dem Supermarkt, Wiley-VCH, Weinheim 2007
- Schwedt, Georg: Chemie und Supermarkt – Informationen zum Einkauf, Aulis Verlag Deubner, Köln 2006
- [5] Schwedt, Georg: Taschenatlas der Lebensmittelchemie, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2005

Abbildung 9: Proben vor dem Labortisch zur Probenvorbereitung im Pestizidlabor.



CLB-Mitherausgeber und Vielschreiber Prof. Georg Schwedt (Foto: Kickuth anlässlich der Eröffnung des Schülerlabors im Dt. Museum in Bonn 2007) feiert in diesen Tagen seinen 65. Geburtstag. Dazu gratuliert die CLB ganz herzlich und wünscht noch viele gesunde und glückliche Jahre voller Schaffensdrang!

Gerne nahmen wir eine Anregung von Prof. Heinz R. Eschnauer auf, die Schwedt'schen Veröffentlichungen über Wein einmal gesammelt darzustellen, die der Önologe zuvor gleichermaßen mit Mühe und Interesse zusammengetragen hatte. Hier sehen Sie das Ergebnis, zusammen mit einer ebenfalls von Eschnauer erstellten Vita. Ihm einen herzlichen Dank für diese Anregung! *Rolf Kickuth*



### Vita Professor Dr. Georg Schwedt

geboren am 3. Juli 1943 in Hessisch-Lichtenau (heute Hameln-Pyrmont).

#### Zum Studium

- 1964 / 65: Studium der Lebensmittelchemie an der TH Braunschweig
- 1965 Studium der Chemie an der Universität Gießen
- 1965-1968 Studium der Chemie an der TH Braunschweig
- SS 1968 Diplom-Vorprüfung in Chemie an der TH Braunschweig
- 1968 / 69 Studium der Chemie an der Universität Göttingen
- SS 1969 Diplom in Chemie an der Universität Göttingen
- 1971 Promotion zum Dr. rer. nat. an der TU Hannover

#### Zum Berufsweg

- 1969-1972 Wissenschaftlicher Assistent im Chemischen Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover
- 1972-1975 Abteilungsleiter für Umweltschutz und Wasseruntersuchungen im Chemischen Untersuchungsamt der Stadt Hagen
- 1975-1976 Leiter des Chemischen Zentrallabors im Institut für Arbeitsphysiologie der Gesellschaft für Arbeitsphysiologie und Arbeitsschutz e. V. in Dortmund
- 1976-1980 Fachhochschullehrer und Professor für Analytische Chemie an der Universität-Gesamthochschule Siegen
- 1978 Habilitation im Fach Analytische Chemie an der Universität-Gesamthochschule Siegen
- 1980-1985 Professor für Analytische Chemie im Anorganisch-chemischen Institut der Universität Göttingen
- 1983-1987 Professor für Lebensmittelchemie und Direktor des Instituts für Lebensmittelchemie und analytische Chemie der Universität Stuttgart
- seit WS 1987 Professor für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal
- 1989-1995 Gründungs- und Direktoriumsmitglied sowie wissenschaftlicher Leiter der Abteilung Prozess- und Umweltanalytik in der Clausthaler Umwelttechnik (CUTEC-Institut GmbH)
- seit SS 2007 Professor Dr. Georg Schwedt, Emeritus

### Veröffentlichungen über Wein

- G. Schwedt und G. Weber: Trennverfahren für Analytik von Elementbindungsformen in Lebens- und Genussmitteln, Dtsch. Lebensm.-Rundsch., 79 (1983) 213-221
- G. Schwedt und G. Weber: Literaturübersicht zu Speciation, Göttingen, 1983 (Selbstverlag)
- G. Hendrich: Zur Untersuchung der Bindungsformen des Calciums, Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 1987
- G. Schwedt, A. Schweizer und G. Hendrich: Quantifizierende Calcium-species-Analytik im Wein zur Frage der Calciumstabilität, Z. Lebensm. Unters. Forsch., 187 (1988) 229-234
- G. Schwedt: Labor im Blickpunkt – Das Referat Weinchemie / Mikrobiologie der Weinbauschule in Weinsberg –, Labor Praxis (1988) 1206-1207
- G. Schwedt: Chemie vor 200 Jahren – Apotheker Götting und sein Chemisches Probir-Cabinet –, Deutsche Apotheker Zeitung, 130 (1990) 2781-2785
- G. Schwedt: 200 Jahre „Chemisches Probir-Cabinet“ des J.F.A. Götting zu Jena, Labor 2000, (1991) 210-216
- C. Wiese: Zur Analytik der Bindungsformen von Kupfer in Weinen, Dissertation, TU Clausthal, 1996
- C. Wiese und G. Schwedt: Strategy for copper speciation in wine by differential pulse anodic stripping voltammetry, potentiometry with an ion-selective electrode and kinetic photometric determination, Fresenius Z. Anal. Chem., 358 (1997) 718-722
- G. Schwedt, U. Blum und C. Wiese: Methodenvergleich für die Praxis – Teil 7: Kupfer in Wässern, Eluaten und im Wein –, CLB Chemie in Labor und Biotechnik, 48 (10) (1997) 436-439
- G. Schwedt und F. Lassen: Schwermetall-Test für die Weinanalytik, Wein-Wissenschaft, 53 (2) (1998) 95-97
- G. Schwedt: Analytische Basisreaktionen aus einem chemischen Probierkabinett der Goethezeit, Chemkon, Wiley - VCH Verlag, 12 (I) (2005) 15-19
- G. Schwedt: Auch den „Vinum Caroli Magni“ bereitet – Das Institut für Önologie in der Stiegelgasse von Ober-Ingelheim –, CLB Chemie in Labor und Biotechnik, 56 (1) (2005) 8-10
- Hsg. H. R. Eschnauer, S. Görtges, G. Schwedt: Historisches Weinbüchlein, Verlag Erbslöh, Geisenheim, 2006 – nach J. R. Glauber: Gründliche und wahrhaftige Beschreibung wie man aus der Weinhefen einen guten Weinstein in grosser Menge extrahieren soll
- G. Schwedt: Die Blauschönung des Weinchemikers Wilhelm Möslinger (1856-1950), CLB Chemie in Labor und Biotechnik, 57 (12) (2006)
- Hsg. K.-H. Bauer, H. R. Eschnauer, S. Görtges, G. Schwedt: Der Weinchemiker Wilhelm Möslinger (1856 -1950) – Zusammengestellt nach Veröffentlichungen –, Verlag Erbslöh, Geisenheim, 2008

### Der Weinchemiker und Weinhistoriker

Professor Dr. Georg Schwedt macht sich mit seinen sechzehn Veröffentlichungen, darunter zwei Buchveröffentlichungen, einen Namen, wenn sich auch die Anzahl im Vergleich zum Gesamtwerk in Grenzen hält. Dafür werden aber wesentliche Arbeitsrichtungen thematisiert. Er bestimmt mit elektrochemischen Analyseverfahren anorganische Inhaltsstoffe in Wein und sehr früh schon über Speciation ihre Bindungsformen. Mit den weinhistorischen Abhandlungen erschließt er neue Gesichtsfelder. Im wissenschaftlichen Beirat der Wein-Wissenschaft sorgt er für einschlägige Publikationen.

*Heinz R. Eschnauer, Institut für Önologie, Ober-Ingelheim, Stiegelgasse 49*

# CLB – Memory

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

Juni 2008

## Studentenbefragung

### Leben und Studieren in Heidelberg

**Die Studenten in Heidelberg sind überwiegend zufrieden mit ihrem Studienort. Finanziell hängen sie von den Eltern ab, und verdienen oft etwas dazu. Bevorzugte Wohnform ist die Wohngemeinschaft. Studiengebühren werden häufig abgelehnt.**

Der Vertretungsprofessor Ivo Mossig vom Geographischen Institut in Heidelberg stellte die Ergebnisse einer Studie vor, die er gemeinsam mit den Studenten eines Geländepraktikums mit dem Titel „Leben und Studieren in Heidelberg“ durchgeführt hat.

Insgesamt wurden 2374 Studierende in Heidelberg befragt, persönlich und online.

Im Durchschnitt haben die Studierenden pro Monat 564,93 Euro zur Verfügung. Die wichtigste Fi-

nanzierungsquelle sind bei 89,9 % der befragten Personen die Eltern oder Verwandte. Der eigene Verdienst ist für 61,4 % die zweitwichtigste Finanzierungsquelle. Nur wenige Studierende erhalten eine Förderung durch das BAföG (15,0 %) oder ein Stipendium (6,1 %). Frauen haben im Schnitt wegen schlechter bezahlten Jobs weniger Geld pro Monat zur Verfügung als ihre männlichen Kommilitonen.

Die Wohngemeinschaft ist als Wohnform am weitesten verbreitet (32,8 %). Nur 31,7% der Befragten leben derzeit in einer eigenen Wohnung. 17,7 % wohnen bei den Eltern oder Verwandten und 17,0 % im Studentenwohnheim.

Insgesamt wenden die Heidelberger Studenten pro Monat im Schnitt 292,15 Euro für die Warmmiete auf. Das entspricht

47,4 % des monatlich verfügbaren Budgets.

Die überwiegende Mehrheit (59,4 %) sprach sich gegen Studiengebühren aus. Frauen lehnen die Gebühren deutlich häufiger ab als ihre männlichen Kommilitonen. Je höher das verfügbare monatliche Einkommen ist, desto höher auch der Anteil der Zustimmung.

Für die Heidelberger Hochschulen erfreulich ist das Resultat bezüglich der Frage, ob die befragten Personen gerne in Heidelberg studieren. 85,4 % antworteten tendenziell mit ja, davon vergaben 45,9 % die beste Beurteilung „ja, sehr gerne“. 11,0 % äußerten sich unentschieden und nur 3,6 % gaben an, dass sie nicht gerne in Heidelberg studieren ([www.uni-giessen.de/mossig/leben\\_studieren\\_heidelberg.pdf](http://www.uni-giessen.de/mossig/leben_studieren_heidelberg.pdf)).

## Schülerbefragung

### Psychische Defizite bei Hauptschülern

**Hauptschüler sind bei der Befriedigung ihrer psychologischen Grundbedürfnisse deutlich im Nachteil gegenüber Kindern anderer Schularten. Die Ursachen dafür sind unklar, können aber nicht in ihrer intellektuellen Leistungsfähigkeit gesucht werden.**

Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie der Hochschule Niederrhein in Mönchengladbach. Professor Michael Borg-Laufs und die Psychologin Anna Menzel (Fach-

bereich Sozialwesen) haben dazu über 300 Kinder, Jugendliche und ihre Familien befragt. Erfasst wurde, ob die Kinder befriedigende Beziehungen erleben, ob sie genügend selbstwertdienliche Erfahrungen machen, ob sie ihre Umwelt gut einschätzen und beeinflussen können und ob sie genügend schöne, Freude bringende Erlebnisse haben.

Im nächsten Schritt soll untersucht werden, ob sich die Befriedigung der psychologischen

Grundbedürfnisse durch geeignete Hilfen verbessern lässt.

Überraschend war, dass Hauptschüler im Vergleich zu allen anderen Schülern erheblich schlechter dastehen, was die Befriedigung ihrer Grundbedürfnisse angeht. Sie haben häufig viel mehr Probleme als andere Kinder. Borg-Laufs: „Und das hängt nicht mit ihrer Leistungsfähigkeit, also mit ihrer Intelligenz, zusammen. Die Ursachen müssen woanders gesucht werden.“

## Praxis Spezialgase (Teil 3)

# Akkreditierung als Prüf- und Kalibrierlabor

In vielen Branchen sind sie für Messungen schon lange Pflicht, in anderen stark im Kommen: Gasgemische, deren Zusammensetzungen nach akkreditierten Verfahren bestimmt werden. Das Sondergasezentrum der Westfalen AG im westfälischen Hörstel (nahe Osna-brück) verfügt seit 2006 über die Akkreditierung des Deutschen Akkreditierungssystems Prüfwesen (DAP) als Prüflabor.

Im gleichen Jahr erfolgte durch den Deutschen Kalibrierdienst (DKD) die Akkreditierung als Kalibrierlabor. Das Sondergasezentrum erfüllt damit die „Allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Über die bereits in der Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 ff. festgelegten, schriftlich dokumentierten und wiederkehrenden Kontrollen unterliegenden Arbeitsabläufe hinaus, prüfen die akkreditierenden Stellen zusätzlich die grundsätzliche Richtigkeit der Ergebnisse bei Prüfungen und Kalibrierungen.

### Exakt definierte Bezugsgröße sichert Vergleichbarkeit.

Eine übliche Methode zur Herstellung von Gasgemischen ist die Gravimetrie. Das heißt, die einzelnen Gemischkomponenten werden eingewogen. Die dafür verwendeten Gewichtstücke werden regelmäßig vom zuständigen Eichamt kontrolliert und zertifiziert; auch das war Prüfgegenstand bei der Akkreditierung des Sondergasezentrums der Westfalen AG.

Weltweit beziehen sich Labors bei der gravimetrischen Fertigung von Gasgemischen letztlich auf das Urkilogramm (siehe auch CLB 04-08). Maßgeblich für den Herstellungsprozess in den einzelnen Ländern sind indes die durch die jeweiligen metrologischen Institute (zum Beispiel PTB/BAM, NMI,



Abbildung 1: Auf Motorprüfständen werden auch die Abgasemissionen untersucht. Verlässliche Werte lassen sich mit den entsprechend kalibrierten Prüfgasen ermitteln. Die Gase-Bereitstellung erfolgt hier üblicherweise über zentrale Versorgungsstationen.

NPL, NIST, KRIS) definierten und gefertigten Primärnormale. Erst der erfolgreiche Abgleich der Sekundärnormale gegen das geltende Primärnormal ermöglicht den Anschluss des Anwenders an international akzeptierte Maßstäbe. Damit sind Vergleichbarkeit, Rückführbarkeit und Reproduzierbarkeit sichergestellt.

### Wichtiger Qualitätsnachweis für hochwertige Gasgemische.

Durch den in der Akkreditierung nachgewiesenen Anschluss an nationale und internationale Normale wird der in der DIN EN ISO/IEC 17025 geforderte Qualitätsnachweis erbracht. Das sichert den Anwendernutzen.

Die Akkreditierungen umfassen im Einzelnen folgendes Spektrum:

Tabelle 1: Übersicht der Prüfverfahren für Gase und Gasgemische nach DAP-Akkreditierung als Prüflabor.

Zu prüfende Komponenten	Prüfverfahren
NO <sub>x</sub>	Chemilumineszenz
CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , andere schwefelhaltige Gase	IR- und UV-Spektroskopie
CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> -KW	Gaschromatografie
O <sub>2</sub>	Paramagnetismus, Elektrochemische Messzelle
H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Zelle, Taupunktspiegel

### DAP-Akkreditierung als Prüflabor

Das Sondergasezentrum analysiert nach festgelegten Verfahren die Zusammensetzungen von Gasgemischen, also den Anteil bestimmter Komponenten (Tabelle 1). Über das Ergebnis erhält der Kunde ein Zertifikat gemäß den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Darin ist neben den Messwerten und den Analysertoleranzen auch die Prüfmethode angegeben.

### DKD-Akkreditierung als Kalibrierlabor

Die Akkreditierung des Sondergasezentrums als Kalibrierlabor erstreckt sich auf unterschiedliche Bereiche (Tabelle 2). Das Prüfergebn wird im Kalibrierschein (DKD-Zertifikat) ausgewiesen. Darin sind neben den Messergebnissen und den Messunsicherheiten auch das



Kalibrierverfahren, die Messbedingungen sowie das Bezugsnormale aufgeführt. Der Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale. DKD-Kalibrierscheine werden weltweit in zahlreichen Ländern anerkannt, deren akkreditierende Institutionen die multilateralen Übereinkommen der European cooperation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) unterzeichnet haben.

## Anwendungen

Gasgemische, die im Rahmen der Akkreditierungen gefertigt und geprüft werden, bieten insbesondere bei sensiblen Anwendungen eine wichtige Basis für die Verfahrenssicherheit. Einige Anwendungsbeispiele:

- AU-Messung in Kfz-Werkstätten (Abbildung 1): Mit den eingesetzten Prüfgasen erfolgt die Kalibrierung der Abgasprüfgeräte. In diesen werden Kohlenmonoxid-, Kohlendioxid- und Kohlenwasserstoff-Gehalt im Abgas kontrolliert.

Um dabei verlässliche Ergebnisse zu erzielen, ist die regelmäßige Kalibrierung notwendig: Im ersten Analysenlauf, dem Abgleich, wird zunächst ein Standard bekannter Zusammensetzung gemessen.

Bei der eigentlichen Abgasuntersuchung erfolgt dann durch Vergleichsmessung die Identifikation der Komponenten und die Bestimmung der jeweiligen Anteile. In manchen Ländern, zum Beispiel in der Schweiz, ist der Einsatz von Prüfgasen nach akkreditierten Verfahren bereits Pflicht. Jedoch bevorzugen auch immer mehr Anwender aus Staaten ohne entsprechende Vorgaben mittlerweile Gasgemische, deren einwandfreie Qualität ein Kalibrierschein dokumentiert.

- Motorprüfstände in der Automobilindustrie: In den Motorprüfständen der Automobilindustrie kommen fast ausschließlich Prüfgase nach akkreditierten Verfahren zum Einsatz: Beim Testen neuer Motoren werden die Emissionen am Auspuff mithilfe dieser Gase gemessen und abgeglichen.

- Raumluftüberwachung in der Umweltanalytik (Abbildung 2): Ein weiteres Anwendungsfeld für Gasgemische nach akkreditierten Verfahren ist die Umweltanalytik. Diese dienen als Referenzgase, um zum Beispiel Gasproben aus Produktionsstätten der chemischen Industrie zuverlässig auf unerwünschte, möglicherweise sogar gefährliche Bestandteile untersuchen zu können.



Abbildung 2: Raumluftproben werden mithilfe von Prüfgasen am Gaschromatografen untersucht.

Tabelle 2: Prüfgase nach DKD-Akkreditierung als Kalibrierlabor.

Messbereich in Mol/Mol <sup>1)</sup>	Messgröße	Messbedingung /Matrix	Kleinste zertifizierbare Messunsicherheit <sup>2)</sup>
1x10 <sup>-5</sup> bis 5x10 <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische	5
2x10 <sup>-5</sup> bis 1x10 <sup>-2</sup>	SO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische	1
1x10 <sup>-5</sup> bis 2x10 <sup>-1</sup>	CO	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische <sup>3)</sup>	1
1x10 <sup>-5</sup> bis 1,0	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische	1
1x10 <sup>-5</sup> bis 1x10 <sup>-2</sup>	NO	N <sub>2</sub>	1
5x10 <sup>-5</sup> bis 1x10 <sup>-2</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische <sup>3)</sup>	1
5x10 <sup>-4</sup> bis 1,0	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	1
AU-Gasgemische <sup>4)</sup>			
5x10 <sup>-5</sup> bis 1x10 <sup>-2</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		
1x10 <sup>-2</sup> bis 2x10 <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	1
1x10 <sup>-3</sup> bis 1x10 <sup>-1</sup>	CO		
Mehr-Komponenten-Gemische <sup>5)</sup>			
1x10 <sup>-4</sup> bis 1x10 <sup>-1</sup>	CH <sub>4</sub>		
1x10 <sup>-4</sup> bis 1x10 <sup>-1</sup>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		
5x10 <sup>-5</sup> bis 4x10 <sup>-2</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	N <sub>2</sub> ; Methan; O <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> -Gemische <sup>3)</sup>	1
1x10 <sup>-4</sup> bis 1,5x10 <sup>-2</sup>	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>		
1x10 <sup>-4</sup> bis 1x10 <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub>		
Erdgas 6 H und 6 L gemäß PTB-A 7.63	gemäß PTB-A 7.63 Anhang Kalibriergase für Prozesschromatografen		1

<sup>1)</sup> Umrechnungshilfe: 1x10<sup>-6</sup> Mol/Mol = 1 Mol-ppm; 1x10<sup>-2</sup> Mol/Mol = 1 Mol-%.

<sup>2)</sup> Die kleinsten zertifizierbaren Messunsicherheiten wurden entsprechend DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese Angaben sind erweiterte Messunsicherheiten mit einem Vertrauensbereich von 95 Prozent (entspricht Erweiterungsfaktor k = 2). Die angegebenen Unsicherheiten sind auf den Messwert bezogene Relativwerte.

<sup>3)</sup> nur außerhalb der Ex-Bereiche

<sup>4)</sup> AU-Gasgemische sind immer Vier-Komponenten-Gemische, bestehend aus verschiedenen Anteilen von C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, CO<sub>2</sub> und CO innerhalb der jeweils genannten Messbereiche mit N<sub>2</sub> als Matrixgas.

<sup>5)</sup> Mehr-Komponenten-Gemische können innerhalb des jeweils genannten Messbereichs eines oder mehrere der aufgeführten Gase enthalten. Als Matrixgas dienen N<sub>2</sub>, Methan oder O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-Gemische.

## Nützliche Ratgeber 124 – 130

## Tipps für Schüler, Wissenschaftler und Bürger

## Farben und Lacke

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und das Deutsche Lackinstitut in Frankfurt geben gemeinsam die Broschüre „High-Chem hautnah - Aktuelles zur Chemie der Farben und Lacke“ kostenlos an Interessierte ab. Die Broschüre basiert auf dem Internet-Auftritt [www.aktuellewochenschau.de](http://www.aktuellewochenschau.de), mit dem die GDCh seit 2005, in jedem Jahr mit einem anderen thematischen Schwerpunkt, Oberstufenschüler, Lehrer, Studenten, Wissenschaftsjournalisten, Naturwissenschaftler, Ingenieure und Techniker über Aktuelles aus der Chemie informiert. Auf 115 Seiten wird man mit den Grundlagen der Chemie der Lacke und Farben vertraut, sowie mit typischen Anwendungen. Dabei wird auch auf Gesundheits- und Umweltschutzaspekte eingegangen. Wem die gedruckte Version zu kurz geraten ist, der kann auf einer der Broschüre beigelegten CD die Langfassungen der Kapitel mit deutlich mehr Abbildungen einsehen ([pr@gdch.de](mailto:pr@gdch.de)).

## Neue Genomstandards

In den weltweit öffentlich zugänglichen Sequenzdatenbanken wie GenBank und EMBL sind die Genome von mehr als 1000 Einzellern (Bakterien und Archaeen) und 100 Eukaryoten (Pflanzen, Tiere, Algen) gespeichert. Jetzt hat ein internationales Konsortium von Wissenschaftlern neue Regeln publiziert, welchen Qualitätskriterien diese Datensätze genügen sollten und welche Mindestinformationen anzugeben seien. Die neue Richtlinie des Genomics Standard Consortiums (GSC) nennt sich „Minimum Information about a Genome Sequence“ (MIGS) und ist im Internet unter <http://gensc.org/einsehbar>.

## REACH-Info 4: Neustoffe und REACH

Als nationale Auskunftsstelle (Helpdesk) für das neue europaweit geltende Chemikalienrecht unterstützt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Unternehmen bei der Umsetzung der REACH-Verordnung. Mit den kostenlosen Broschüren der Reihe REACH-Info beantwortet die BAuA häufig gestellte Fragen der Wirtschaft. Das vierte REACH-Info geht auf die Anmeldung von Neustoffen ein. Alle bei der BAuA bis zum 31. Mai 2008 nach altem Recht (Richtlinie 67/548/EWG) angemeldeten neuen Stoffe gelten als registriert unter REACH. Gemäß REACH-Verordnung ist die Europäische Chemikalienagentur in Helsinki ab 1. Juni 2008 für die Registrierung von Neustoffen zu-

ständig. REACH-Info 4 informiert deshalb über den Übergang von Neustoffanmeldungen und die sich daraus ergebenden Rechte und Pflichten, insbesondere bei Unternehmen, die erst kürzlich einen Stoff angemeldet haben oder deren Stoffe in letzter Zeit Mengenschwellen überschritten haben. Sie erhalten Erläuterungen, wie von der deutschen Anmeldestelle angeordnete Prüfprogramme unter REACH weitergehen und abgeschlossen werden. Anhand von Beispielen lassen sich die verschiedenen Situationen der Anmeldung gut nachvollziehen. Auszüge aus der REACH-Verordnung, Linklisten und ein umfangreiches Glossar runden das neue REACH-Info ab ([www.reach-helpdesk.de](http://www.reach-helpdesk.de)).

## Pflanzenbelege online

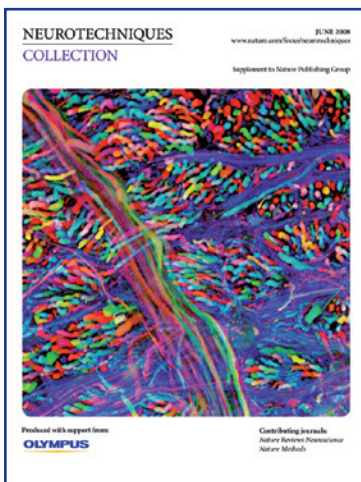
Der Göttinger Botaniker August Grisebach hat im 19. Jahrhundert mehr als 3000 Pflanzenarten erstmals wissenschaftlich beschrieben. Diese wertvollen Typusbelege, die auch zahlreiche bis dahin unbekannte Pflanzen aus Argentinien und Kuba umfassen, sind Bestandteil des Göttinger Universitätsherbariums. Experten der Georg-August-Universität wollen sie nun über das Internet weltweit zugänglich machen ([www.sysbot.uni-goettingen.de/herbarium.html](http://www.sysbot.uni-goettingen.de/herbarium.html)). Über einen Zeitraum von vier Jahren werden mehr als 12 000 solcher Belege, auf denen die Originalbeschreibungen von Pflanzenarten beruhen, erfasst und digitalisiert. Die Andrew W. Mellon Foundation in New York (USA) unterstützt das Projekt mit Sach- und Personalmitteln. Die an der Biologischen Fakultät angesiedelten Arbeiten sind Teil eines internationalen Verbundprojekts.

## Tipps zum Sonnenbaden

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) informiert über die Wirkungen von UV-Strahlen, die verschiedenen Hauttypen und Tipps zum Sonnenschutz. Die Anzahl der Sonnenbrände, die ein Mensch bis zum 18. Lebensjahr erleidet, ist ein entscheidender Faktor für das Risiko, Jahrzehnte später an Hautkrebs zu erkranken. Über die aktuelle Belastung durch UV-Strahlung informiert der UV-Index (UVI). Er beschreibt den am Boden erwarteten Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung. Werden beispielsweise UVI-Werte von 5 bis 7 erwartet, so bedeutet dies eine hohe UV-Belastung. Das BfS veröffentlicht die aktuellen UVI-Messwerte sowie eine Dreitages-Prognose, die unter [www.bfs.de/uv/uv2/uvi](http://www.bfs.de/uv/uv2/uvi) abgerufen werden können. In der Broschüre „Mit heiler Haut durch den Sommer“ sind die Informationen für Kinder leicht verständlich aufbereitet ([www.bfs.de/uv/uv2/Kinderflyer.pdf](http://www.bfs.de/uv/uv2/Kinderflyer.pdf)).

## Olympus: Neurotechnik | Drei neue Chemiestudiengänge in Idstein

Olympus Mikroskopie stellt in Zusammenarbeit mit der Nature Publishing Group die neue Neurotechniques Collection vor. Diese Artikelsammlung fasst Forschungsergebnisse zusammen, die kürzlich in Nature Reviews Neuroscience oder Nature Methods publiziert worden sind. Die Sammlung wird von Olympus gesponsert und ist ab Juni 2008 erhältlich. Zu bestellen über: [http://www.olympus.de/microscopy/4427\\_Neurotechniques\\_Collection.cfm](http://www.olympus.de/microscopy/4427_Neurotechniques_Collection.cfm). Solange der Vorrat reicht...



### Resümee Organisationsentwicklung

Kann man Strategien von Organisationen erkennen und planen? Ergeben sich Strategien einer Organisation aus ihren Strukturen oder aus Strategien einzelner Akteure? Resultieren Strategien von Organisationen aus Intuitionen einzelner Führungspersonen? Diese Fragen, angewendet auf das Hochschulwesen, leiteten das HIS „Forum Organisationsentwicklung 2008“ ein. Neben den Veränderungen in den Studienstrukturen (Bolognaprozess) müssen Hochschulen auf vielfältige, komplexe Anforderungen wie sich ändernde gesetzliche Rahmenbedingungen reagieren. Informationen dazu gibt es auf [www.his.de/publikation/seminar/Forum\\_OE\\_042008](http://www.his.de/publikation/seminar/Forum_OE_042008).

Die Europa Fachhochschule Fresenius (EFF) hat von der Akkreditierungsagentur ASIIN die Akkreditierung für drei neue Chemie-Studiengänge nach dem Bologna-Modell erhalten. Der sechssemestrige Bachelor Wirtschaftskemie mit 180 Creditpoints, der achtsemestrige International Bachelor of Applied Chemistry/Internationaler Bachelor Angewandte Chemie mit 240 Creditpoints und der zweisemestrige Master of Bio- and Pharmaceutical Analysis mit 60 Creditpoints erweitern das Spektrum der privaten Fachhochschule. Es werden die Grundlagen der Chemie und der Nachbarwissenschaften vermittelt, ein hoher Praktikumsanteil bereitet auf das spätere Arbeitsumfeld vor. Das EFF-Kooperationsnetzwerk UNIC (University with Industry in Chemistry) ermöglicht Auslandsaufenthalte. Studienstart für den Bachelor Wirtschaftskemie und den Internationalen Bachelor Angewandte Chemie ist zum WS 2008/2009, der Master-Studiengang startet im Folgejahr im WS 2009/2010 ([www.fh-fresenius.de/chemie-biologie.200.de.html](http://www.fh-fresenius.de/chemie-biologie.200.de.html)).

### Freiversuchsgelände der BAM fertig

Die BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung ist zuständig für Sicherheit in Technik und Chemie. Für Untersuchungen zum sicheren Umgang, Transport und Lagern und zur sicheren Umschließung von gefährlichen chemischen Stoffen hat die BAM ein außergewöhnliches Testgelände geschaffen, nach sechsjähriger Bautätigkeit und einem Investitionsvolumen von rund 24 Mio. Euro. Das Gelände in Horstwalde heißt „BAM-Testgelände Technische Sicherheit“. Es hat eine Fläche von 12 km<sup>2</sup> und liegt etwa 50 km südlich von Berlin. Es bietet Möglichkeiten, um gefährliche chemische Stoffe und deren Verpackungen sicherheitstechnisch zu untersuchen. So verfügt die BAM nun über einen Brandprüfstand für Großversuche, ein Prüffeld zur Untersuchung von Brand- und Explosionsgefahren, einen Sprengplatz mit einer Vielzahl von Versuchseinrichtungen wie Brandwallanlage, Spreng- und Schwadenkammer, sowie eine Fallversuchsanlage. Die Fallversuchsanlage gehört mit 36 Metern Höhe zu den höchsten der Welt und überbietet bei weitem die gesetzlichen Anforderungen an nationale und internationale Fallprüfungen und macht ganz neue Experimente möglich ([www.bam.de/de/kompetenzen/pruefeinrichtungen\\_geraete/horstwalde.htm](http://www.bam.de/de/kompetenzen/pruefeinrichtungen_geraete/horstwalde.htm)).

### Komplexe Systeme: Kooperation MPG und Cornell

Das Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation in Göttingen und die Cornell University in Ithaca, New York wollen enger zusammenarbeiten. Auf dem Forschungsgebiet der komplexen Systeme werden sich beide Einrichtungen in Zukunft gegenseitig unterstützen. Als komplex bezeichnen Wissenschaftler beispielsweise chaotische Systeme, in denen winzige Veränderungen große Auswirkungen haben. Auch das neuronale Netz im Gehirn, einzelne Zellen, die Erdatmosphäre, die Vorgänge beim Herzflimmern und turbulent strömende Flüssigkeiten fallen in diese Kategorie. Forscher des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation und der Fakultäten für Biomedizin, Ingenieurwissenschaften und Physik der Cornell University untersuchen seit Jahren die gemeinsamen Gesetzmäßigkeiten, die den komplexen Systemen aus Biologie, Medizin und Physik zugrunde liegen. Schwerpunkt der Vereinbarung ist ein Austauschprogramm für junge Wissenschaftler und Studenten. Zudem wollen beide Institute gemeinsame Seminare und Symposien anbieten und nach Bedarf wissenschaftliche Geräte an einander ausleihen. Die Vereinbarung gilt für zunächst fünf Jahre.

## Forschungsprojekt zu Wissenschaftskarrieren von Chemikerinnen und Chemikern

### Interviewpersonen gesucht

**I**n Kooperation mit der GDCh und anderen naturwissenschaftlichen Fachgesellschaften wurde vor einigen Jahren unter der Leitung von Prof. Dr. Beate Kraus (TU Darmstadt) die Situation von Akademikerinnen und Akademikern aus den Naturwissenschaften auf dem außeruniversitären Arbeitsmarkt quantifizierend untersucht. In Erweiterung und Vertiefung dieser Studie fördern das BMBF und der Europäische Sozialfonds der Europäischen Union derzeit ein Forschungsprojekt zu Nachwuchskarrieren in der Chemie und der Politikwissenschaft, das von Dr. Heike Kahlert (Universität Rostock) geleitet und u.a. wiederum von der GDCh unterstützt wird.

Im Mittelpunkt der qualitativen Studie steht die Frage, aufgrund welcher Bedingungen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler beider Fächer nach Abschluss der Promotion ihre Wissenschaftskarriere fortsetzen oder stattdessen in andere Bereiche, wie die außeruniversitäre Forschung oder die freie Wirtschaft, wechseln und damit den Universitäten verloren gehen. Anhand von Einzelinterviews sollen die individuellen Karriereorientierungen und -planungen der hoch qualifizierten Fächer

und Geschlechter vergleichend im Spiegel der institutionellen Bedingungen während der Promotionsphase im Wissenschaftsbetrieb analysiert werden, um Vorschläge unterbreiten zu können, wie die Wissenschaftskarrieren ggf. durch professionelle Karriereberatung und die Fachgesellschaften unterstützt werden können.

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden deutschlandweit Chemikerinnen und Chemiker in der Endphase oder nach dem Abschluss ihrer Promotion gesucht, die zwischen Herbst 2008 und Frühjahr 2009 an ihrem Arbeits- oder Wohnort bereit sind, an einem ca. 1,5-stündigen Interview zu ihrer beruflichen Situation und ihren Karriereplänen teilzunehmen. Es

werden Interviewpartnerinnen und -partner mit und ohne Anstellung an Hochschulen, mit Anstellung an außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder in der freien Wirtschaft ebenso solche, die freiberuflich tätig sind oder sich in einer Phase beruflicher Neuorientierung befinden, gesucht. Interessierte melden sich bitte bei:

Dipl.-Psych. Doreen Kruppa  
Universität Rostock  
Institut für Soziologie und Demographie  
Ulmenstraße 69  
D-18057 Rostock  
Tel.: ++49 (0)381 498-4366  
Fax: ++49 (0)381 498-4364  
doreen.kruppa@uni-rostock.de  
<http://www.wiwi.uni-rostock.de/soziologie/wissenschaftskarrieren>

Manche Karrieren – etwa die einer potentiellen Biochemikerin – beginnen durch Demonstrationen wie hier in der Firma Sungene (eine BASF-Tochter) am Tag der Offenen Tür im BGI Biopark Gatersleben (Foto: Kickuth).



## Chemie verstehen lernen mit ELAN

# Klassenausflug ins Labor

**ELAN, das Experimentierlabor Adlershof am Institut für Chemie der Humboldt-Universität zu Berlin, startete das erste Modul seiner „naturwissenschaftlichen Grundbildung“.**

Mit dem Ziel, die vom deutschen PISA-Konsortium im Jahr 2000 definierte „scientific literacy“ zu erhöhen, wird dort experimentiert, beobachtet, protokolliert und diskutiert. Schüler sollen lernen, chemische Problemstellungen eigenständig zu erkennen und zu lösen, um später „Entscheidungen zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betrifft.“

Im Unterschied zu bereits laufenden Schülervorlesungen richtet sich dieses kompakt gebündelte Angebot an komplette Klassen und ist eng mit dem Inhalt der individuellen Schulstunden verknüpft.

Den Schülern sollte das Thema des jeweiligen Moduls in Grundzügen bereits vertraut sein, denn die kostenlosen Blockkurse, die jeweils einen Nachmittag dauern, dienen der Ergänzung und Vertiefung.

Auch die Studierenden am Institut profitieren, da sie vor dem Bachelor normalerweise keinen Schülerkontakt haben. Außerdem ist die für Laien verständliche, korrekte Kommunikation von naturwissenschaftlichen Sachverhalten eine zunehmend gefragte Fähigkeit, die Studierende durch Projekte wie Elan trainieren können.

Modul 1 trägt den Titel „Die Brennstoffzelle - Energielieferant der Zukunft“; Modul 2 bietet „Experimente rund ums Waschmittel - Inhaltsstoffe und ökologische Bedeutung“; und das dritte Modul untersucht „Farbstoffe in Natur und Technik“ ([www.chemie.hu-berlin.de/forschung/fachdidaktik/aktiv/elan](http://www.chemie.hu-berlin.de/forschung/fachdidaktik/aktiv/elan)).

## Hertie-Stiftung fördert Migranten

# Horizonte öffnen

**Die Gemeinnützige Hertie-Stiftung fördert künftig Lehramtsstudierende mit Migrationshintergrund. Am Pilotstandort Universität Frankfurt stellt die Stiftung für das Förderprogramm Horizonte 690 000 Euro für zunächst drei Jahre zur Verfügung.**

Hiermit werden im Schnitt fünf neue Stipendiaten jährlich in das Programm aufgenommen und erhalten eine finanzielle wie ideelle Förderung. Auch ein Lehrernetzwerk befindet sich im Aufbau und soll langfristig auf eine bundesweite Ebene gestellt werden.

Die ersten zehn Studierenden bereiten sich derzeit auf das Lehramt an Haupt- und Realschulen, Gymnasien und beruflichen Schulen vor, sie oder ihre Eltern wurden in Algerien, Italien, Korea, Kroatien,

Rumänien, der Türkei und dem Iran geboren. Die Hertie-Stiftung stellt für ein Studien-Vollstipendium rund 7800 Euro pro Jahr zur Verfügung, Bildungsstipendien für Referendare werden mit bis zu 2000 Euro jährlich veranschlagt. Hinzu kommt eine ideelle Förderung durch Qualifizierungsseminare, Sommerschulen, Projektarbeit und ein Mentoringprogramm.

In Deutschland haben 27 Prozent der heute unter 25-Jährigen einen Migrationshintergrund. Unter den Kindern, die im Jahr 2008 eingeschult werden, beträgt der Anteil ein Drittel. Von den etwa zwei Millionen Studierenden an deutschen Hochschulen haben 12 Prozent einen Migrationshintergrund, unter den Lehramtsstudenten sind es nur zwei Prozent ([www.horizonte.ghst.de](http://www.horizonte.ghst.de)).

## Aus der Bildungslandschaft

- Ab dem kommenden Wintersemester bietet die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) den bundesweit bisher einmaligen Master-Studiengang **„Sport und Ernährung“** an. Voraussetzung für die Zulassung ist der Bachelor-Studiengang Sportwissenschaft oder ein vergleichbarer Studienabschluss ([www.sport.uni-halle.de](http://www.sport.uni-halle.de)).
- Die Hochschule Mannheim bietet ab WS 2008/09 in Kooperation mit der Medizinischen Fakultät Mannheim der Uni Heidelberg den neuen, interdisziplinären Studiengang **„Medizintechnik“** an. Der Studiengang ist auf die Anwendung informationstechnischer und elektronischer Systeme für Diagnostik und Therapie ausgerichtet ([www.it.hs-mannheim.de](http://www.it.hs-mannheim.de)).
- Mit dem WS 2008/2009 bietet die Uni Potsdam erstmals den interdisziplinären Masterstudiengang **Bioinformatik** an. Zulassungsvoraussetzung ist ein Abschluss in Informatik, Biologie oder in einer naturwissenschaftlichen Fachrichtung ([www.bio.uni-potsdam.de/professuren/bioinformatik/lehre/informationen-zum-masterstudiengang](http://www.bio.uni-potsdam.de/professuren/bioinformatik/lehre/informationen-zum-masterstudiengang)).
- Die International University in Germany in Bruchsal erweitert kontinuierlich ihr Angebot. Aufgebaut nach amerikanischem Muster und verbunden mit Englisch als Ausbildungssprache ist Praxisorientierung höchste Priorität. Erstmals 2008 findet eine **Summer Preparatory School** statt, sowie das **Foundation Year**, welches die Schüler auf ein Studium an einer Universität vorbereitet ([www.i-u.de](http://www.i-u.de)).
- Zum WS 2008/09 bietet die Fachhochschule Osnabrück erstmals den Bachelor-Studiengang **„Mechatronik“** an. Mechanik und Elektro-, Informations- und Systemtechnik, sowie Projektmanagement, Englisch oder Betriebswirtschaftslehre stehen auf dem Programm ([www.ecs.fh-osnabrueck.de](http://www.ecs.fh-osnabrueck.de)).
- Das neue **Computational Biology Laboratory** am Fachbereich Biologie der TU Darmstadt ermöglicht es angehenden Biologen, bereits im Studium an komplexen Modellen wie der Genomanalyse zu arbeiten, und so die Lehre an die aktuelle Forschung anzubinden ([www.bio.tu-darmstadt.de/cbl.htm](http://www.bio.tu-darmstadt.de/cbl.htm)).
- Mit dem deutschlandweit einzigen Masterstudiengang **„Informatik für Journalisten“** will die Fakultät für Informatik der TU Chemnitz ab dem WS 2008/09 Journalisten jenes Know-how an die Hand geben, welches sie für die IT-Themen und Prozesse ihres Berufes brauchen ([www.tu-chemnitz.de/studium](http://www.tu-chemnitz.de/studium)).
- Der 5-tägige Zertifikatskurs **„Betriebswirtschaftslehre“** am Zentrum für Weiterbildung und Wissenstransfer (ZWW) der Universität Augsburg richtet sich an Fach- und Führungskräfte mittelständischer und größerer Unternehmen, die praxisnah und fundiert betriebswirtschaftliche Kenntnisse erwerben möchten. Der nächste Zertifikatskurs beginnt am 7. Juli 2008 ([zww.uni-augsburg.de](http://zww.uni-augsburg.de)).

# Chemie und Energie

## Kraftstoffe – Teil 2: Biokraftstoffe

1 Was ist ein entsprechend dem Energiesteuergesetz zu versteuernder Biokraftstoff?

- A Biomethan.
- B Pflanzenöl.
- C BTL-Kraftstoff.
- D Biowasserstoff.
- E CtL-Kraftstoff.

2 Welches Produkt ist zurzeit nicht kommerziell erhältlich?

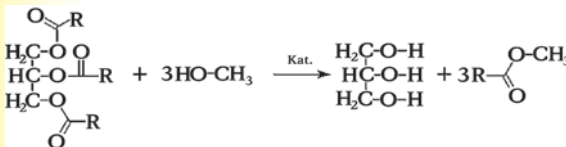
- A Biobutanol.
- B Biodiesel.
- C Biogas.
- D Biobenzol.
- E Bioethanol.

3 Was ist – chemisch gesehen – der Unterschied zwischen Biodiesel und Diesel?

- A Es gibt keinen Unterschied.
- B Diesel ist eine Mischung von Kohlenwasserstoffen, Biodiesel enthält hauptsächlich Alkylester.
- C Biodiesel ist eine Mischung von Pflanzenölen, Diesel enthält hauptsächlich synthetisch gewonnene Kohlenwasserstoffe.
- D Biodiesel enthält eher langkettige, Diesel eher kurzkettige Kohlenwasserstoffe.
- E Diesel enthält nur aromatische, Biodiesel nur nichtaromatische Kohlenwasserstoffe.

4 Wo stehen die Namen der Substanzen in der richtigen Reihenfolge entsprechend der Reaktionsgleichung unten?

- A Triglycerid, Methanol, Glycerin, Fettsäuremethylester.
- B Fettsäuremethylester, Methanol, Triglycerid, Glycerin.
- C Methanol, Glycerin, Fettsäuremethylester, Triglycerid.
- D Glycerin, Methanol, Fettsäuremethylester, Triglycerid.
- E Triglycerid, Glycerin, Methanol, Fettsäuremethylester.



5 Was bedeutet der Begriff „Fame“ im Zusammenhang mit Biokraftstoffen?

- A Er ist ein Name: George Fame meldete 1937 den Biodiesel zum Patent an.
- B Er ist die Kurzform von „Fettsäure alkyl methyl ester“.
- C Er ist die Abkürzung für „fatty acid methyl ester“.
- D Er verweist auf die Produktion von Biodiesel in amerikanischen Farmen.
- E Er ist die Abkürzung für „functionalized advanced materials and engineering“.

6 Was ist in Deutschland typischer Grundstoff für die Zubereitung von Biodiesel?

- A Rapsöl.
- B Sonnenblumenöl.
- C Sojaöl.
- D Erdöl.
- E Kürbiskernöl.

7 Was ist Bestandteil von Rapsöl?

- A Stearinsäure.
- B Ölsäure.
- C Linolensäure.
- D Erucasäure.
- E Linolsäure.

8 Warum wurde früher Rapsöl kaum als Speiseöl verwendet?

- A Es enthält Senfglycoside.
- B Es enthält Erucasäure.
- C Es war als Brennstoff wichtiger.
- D Es war als Salbstoff wichtiger.
- E Es enthält Linoleum.

9 Was unterscheidet reines Pflanzenöl als Kraftstoff von Biodiesel?

- A Pflanzenöl ist um ein Vielfaches viskoser als Biodiesel.
- B Pflanzenöl ist in eine höhere Gefährdungskategorie der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten eingestuft.
- C Pflanzenöl ist im Gegensatz zu Biodiesel ein Ester.
- D Der Flammpunkt von Pflanzenöl

liegt deutlich höher als der von Biodiesel.

E Pflanzenöl erspart gegenüber Biodiesel eine Bearbeitungsstufe.

10 Welche Abkürzung kann für ein Verfahren zur Gewinnung synthetischen Biokraftstoff stehen?

- A AtL.
- B BtL.
- C CtL.
- D GtL.
- E MtG.

11 Was ist die Hauptreaktionsgleichung der FT-Synthese?

- A  $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- B  $n \text{CO} + 2n \text{H}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-)_n + n \text{H}_2\text{O}$
- C  $n \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow (-\text{CH}_2-)_n + n \text{H}_2\text{O}$
- D  $\text{H}_2 + n \text{C} \rightarrow (-\text{CH}_2-)_n$
- E  $2n \text{H}_2\text{O} + 4n \text{C} \rightarrow (-\text{CH}_2-)_n + \text{O}_2$

12 Wie bringt thermochemische Vergasung Biomasse in einen gasförmigen Zustand?

- A Mit stöchiometrischem Sauerstoffüberschuss.
- B Mit Temperaturen über 1000 °C.
- C Anaerob (unter Sauerstoffabschluss).
- D Mit einem stöchiometrischen Unterschuss an Sauerstoff.
- E Mit einem Unterdruckverfahren.

### Lösungen zu Seite M40 (CLB 06/2008):

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

(Alle Lösungen zu Seite M48 finden Sie in CLB 07/2008 sowie auf [www.clb.de](http://www.clb.de))

# CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

## Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn  
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

## Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

## Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 98,35 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 13,60 Euro, Ausland: 24,40 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 98,35 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmenabos nach Staffelpreis; siehe [www.clb.de](http://www.clb.de)).

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

## Vom Verteilen, Verschwinden und Ersetzen

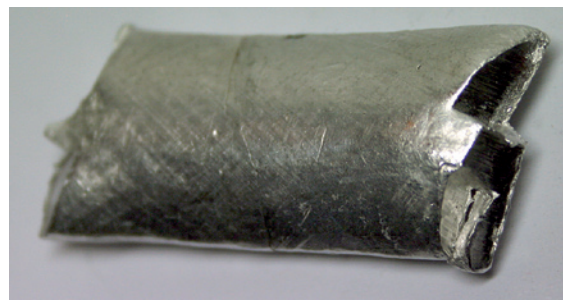
Rolf Kickuth, Gaiberg

Seltene Erden sind gar nicht so selten wie man denkt. Selbst das Seltenste dieser Elementgruppe, Thulium, ist noch etwa doppelt so häufig wie Silber in der oberen Erdkruste zu finden. Bei manchen anderen Elementen ist hinsichtlich ihrer Gewinnung jedoch bald das Ende der Fahnenstange erreicht – ähnlich wie beim Erdöl. Für Indium beispielsweise prognostiziert die United States Geological Survey (USGS) das Ende der Ressourcen schon für 2013. Dieser Artikel beschreibt Ressourcen von Rohstoffen und die Entwicklung ihrer Nachfrage. Insbesondere wird auf Rohstoffe für elektrische und elektronische Technologien eingegangen.

Nebenbei bemerkt: Rohstoffreserven sind das, was bekannt ist und wirtschaftlich gewonnen werden kann. Ressourcen sind die überhaupt vorhandenen Mengen ohne Betrachtung der Wirtschaftlichkeit. Die Indiumgewinnung betrug 2007 rund 476 Tonnen; der Verbrauch jedoch 1138 Tonnen. Es gibt mittlerweile auch ein Indium-Recycling, das 2007 immerhin rund 650 Tonnen erbrachte. Dennoch ergibt sich auch bei Einberechnung der Recycling-Menge ein Defizit von zwölf Tonnen. Die weltweiten Lagerstätten von Indium werden auf nur noch rund 2400 Tonnen geschätzt.

Das schlägt sich natürlich im Preis nieder. 2002 gab es einen Tiefststand von 60 Dollar pro Kilogramm. Nachdem die Informationen über die Ressourcen bekannt wurden stieg der Preis kometenhaft auf über 1000 Dollar pro Kilogramm im Jahre 2005 an. Mittlerweile (Mai 2008) hat er sich auf etwa 700 Dollar pro Kilogramm eingependelt.

Das Problem mit dem Indium: Man findet es nahezu überall, aber nur in geringsten Mengen, die ein Recycling sehr erschweren. Jährlich werden Milliarden Geräte hergestellt, die Indium enthalten. 70 Prozent der jährlichen Indium-Produktion findet man in Flachbildschirmen und Displays. Als Indium-Zinn-Oxid ist es in dünner Schicht als elektrisch leitfähiges, aber dennoch durchsichtiges Material, als Elektrode, aufgetragen (ITO: indium tin oxide). Indium-Zinn-Legierungen findet man auch als Lötmetall oder Gallium-Indium-Zinn-



Ein 18 Gramm-Stück Indium der Reinheit 6N in ca. doppelter linearer Vergrößerung (Foto: RK).

Legierungen für Hochtemperaturthermometer mit Schmelzpunkten unter zehn Grad Celsius. Indium ersetzt in Legierungen häufiger das wegen seines schlechteren Rufes weniger beliebte Blei. Indium fand seine erste bedeutende Anwendung als Indiumbeschichtung von hoch beanspruchten Lagern in Flugzeugtriebwerken etwa in den 40er Jahren. In der Lagerbeschichtung ist Indium auch heute noch gefragt. Auch die Verwendung in Kontrollstäben von Kernreaktoren wurde ab den 50er Jahren mit der zunehmenden Verwendung der Kernenergie wichtig. Indium findet ein immer weiteres Anwendungsspektrum im Hightechbereich vom Dichtmittel zum Beispiel für die Vakuum- bzw. Cryotechnologie bis zum Indium als Kleber.

Indium wurde 1863 von F. Reich und H. Richter in einer Freiburger Zinkblende mit Hilfe der Spektralanalyse entdeckt, als diese nach Thallium suchten, das zwei Jahre vorher entdeckt wurde. Sie gaben dem neuen Metall den Namen Indium nach der indigo-blauen Linie im Spektrum. Indium blieb nebenmetalltypisch über ein halbes Jahrhundert nur von wissenschaftlichen Interesse bis man in den 1930er Jahren in der Lage war Indium in hoher Reinheit herzustellen. Eigenständige Indium-Mineralien sind kaum von Bedeutung. Typischerweise findet man Indium in komplexen sulfidischen Erzen wie Zinkblende oder Kupfersulfiden. Indium wird fast ausschließlich als Nebenprodukt bei der Produktion von Zink oder Blei gewonnen.

### Die Perspektive von Indium

Ganz so dramatisch wie die U.S. Geological Survey (USGS) sieht eine Studie des US-amerikanischen Unternehmens Indium Corporation die Situation jedoch nicht. Zum einen ermöglichte technische Fortschritte wie auch der höhere Preis, statt bisher nur Zink- und Blei-



#### Der Autor

Rolf Kickuth ist Verleger. Schon während seines Chemiestudiums war er etwa für *FAZ*, *Bild der Wissenschaft* und *Chemische Rundschau* wissenschaftsjournalistisch tätig. Später gab er die *AXON* für Anwendungen und Methoden der künstlichen Intelligenz heraus. Er war zudem Chefredakteur des *Informatik Spektrum*, der Zeitschrift der Gesellschaft für Informatik.



Verbindungen mit einem Anteil vom 500 ppm an Indium für dessen Gewinnung heranzuziehen, jetzt solche mit einem Anteil von nur 100 ppm zu nehmen. Ebenso könne man Schlacken der Indiumgewinnung früherer Zeiten aufgrund der neuen Techniken wiederum der Indiumgewinnung hinzufügen. Zudem erschließe man neue Mienen. Bei dem Recycling von ITO von den Flachbildschirmen machen man ebenfalls Fortschritte. Zwar sieht die Studie für das Jahr 2009 einen Fehlbetrag von 33 Tonnen zwischen Herstellungsmenge und Bedarf. Man geht jedoch davon aus, dass Indium auch mittel- und längerfristig für alle Anwendungen in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Preisschwankungen als Folge eines schnellen neuen Bedarfs und erst dafür zu errichtender Gewinnungs- und Produktionsstätten werde es natürlich weiter geben. Ein Beispiel für eine neue Indium-Anwendung ist die Solartechnik. Der relativ aufwendigen Technik der Herstellung von Solarzellen aus Siliciumoxid stehen nun die einfacher herzustellenden Dünnschicht-Solarmodule gegenüber. Eingesetzte Funktionsmaterialien: Kupfer, Selen, Gallium – und natürlich Indium.

### Ausweichmöglichkeiten

Möglicherweise lässt sich Indium in einzelnen Anwendungen auch durch ganz andere Materialien ersetzen. Forscher der Universität Leipzig haben einen transparenten Transistor mit so hervorragenden elektrischen Eigenschaften vorgestellt, dass er weite Anwendung in Displaytechnik und Biotechnologie finden kann. Der von einem Team um Prof. Dr. Marius Grundmann entwickelte Metall-Halbleiter Feldeffekt-Transistor wartet mit einem gleichrichtenden Silberkontakt an der Steuerelektrode auf. Als Material für den Stromfluss wurde der Halbleiter Zinkoxid gewählt; die Strom transportierende Schicht ist nur 20 Nanometer dick. Zinkoxid hat die besondere Eigenschaft, transparent zu sein und gleichzeitig dabei einen Stromfluss zu erlauben. Damit wird der Transistor insgesamt durchsichtig und man kann damit elektrische Schaltungen bauen, die ebenfalls transparent sind, was für transparente Displays und neuartige Anwendungen in der Mikroskopie von großer Bedeutung ist.

Wissenschaftler am Watson-Forschungszentrum von IBM wiederum haben eine neue Methode entwickelt, mit der sich die Leistungsfähigkeit von Graphen-Transistoren aus monomolekularen Kohlenstoff-Schichten erheblich steigern lässt. Das Material könnte wegen seiner exzellenten elektronischen Eigenschaften Silizium ablösen – und eben auch Indium. Graphen ist verwandt mit Graphit, besteht jedoch nur aus einer einzigen atomaren Lage Kohlenstoff. Erst 2004 konnten Graphen-Plättchen hergestellt werden. Da die Ladungsträgerbeweglichkeit extrem hoch ist, könnten Graphen-Transistoren theoretisch bis zu tausendmal schneller sein, als es die heutige Siliziumtechnik erlaubt. Nachteil: Sie weisen gerade wegen der hohen Ladungsträgerbeweglichkeit ein sehr hohes Rauschen

auf. Forscher fanden jetzt: Zwei Graphen-Schichten übereinander angeordnet konnten das Problem überraschenderweise deutlich reduzieren; es ist jedoch noch etliches an Forschungsarbeit zu erbringen. Schon vorher dürfte Graphen einsetzbar sein als extrem gut leitende, transparente Beschichtung für Solarzellen oder als Ersatz für das teure Indiumzinnoxid.

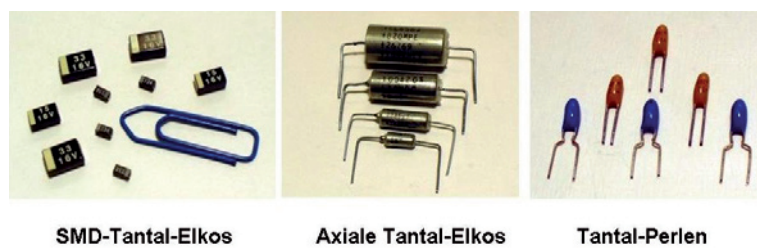
### Tantal als Kriegsgrund

Um den Rohstoff Tantal wurde sogar schon gekämpft. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde Coltan zum Sinnbild für die Rolle der Rohstoffförderung bei bewaffneten Konflikten und für ethische Probleme, die im Zusammenhang mit dem Import von Rohstoffen aus Konfliktregionen stehen. Coltan ist die Bezeichnung für Mineralkonzentrate mit einem hohen Anteil der Elemente Tantal und Niob. Tantal ist ein sehr hitze- und säurebeständiges Schwermetall, aus dem sich u. a. sehr kleine Kondensatoren fertigen lassen, die in Notebooks, Mobiltelefonen und anderen elektronischen Kleinstgeräten verwendet werden. Der Elektronik- und Miniaturisierungsboom der letzten Dekade führte zu einer rasant steigenden Nachfrage nach diesem seltenen Metall, die durch die wichtigsten Herkunftsländer wie Australien und Brasilien nicht mehr gedeckt werden konnte. Seit Beginn der 1990er-Jahre stieg die Nachfrage nach Tantal um jährlich zehn Prozent, um 2002 einen Höchststand zu erreichen. Dieser Angebotsengpass fiel zeitlich mit dem Bürgerkrieg in der Demokratischen Republik Kongo zusammen, in dem von den Nachbarstaaten Ruanda, Burundi und Uganda unterstützte Rebellengruppen zukünftige Abbau- und Eigentumsrechten für Coltanvorkommen verkauften, um 1997 den Sturz der Regierung Mobutu zu finanzieren. Der Bürgerkrieg wurde erst 2003 unter Joseph Kabila, dem Sohn des 2001 ermordeten Rebellenführers Laurent Kabila, beendet und führte 2006 zu demokratischen Präsidentschaftswahlen; dennoch bleibt die politische Lage im Kongo instabil. Insgesamt starben nach Schätzungen fast vier Millionen Menschen in diesem Konflikt.

Die Situation im Kongo hat dazu geführt, dass 2000 ein Expertengremium des UN-Sicherheitsrates eingerichtet wurde, das explizit den Zusammenhang zwischen der Rohstoffsituation und den kriegerischen Auseinandersetzungen untersuchen sollte. Dieser Expertenkreis kam in seinem Abschlussbericht zu dem Schluss, „... dass der Konflikt in der Demokratischen Republik Kongo sich mittlerweile vor allem um Zugang zu sowie Kontrolle und Handel von fünf Mineralien dreht: Coltan,



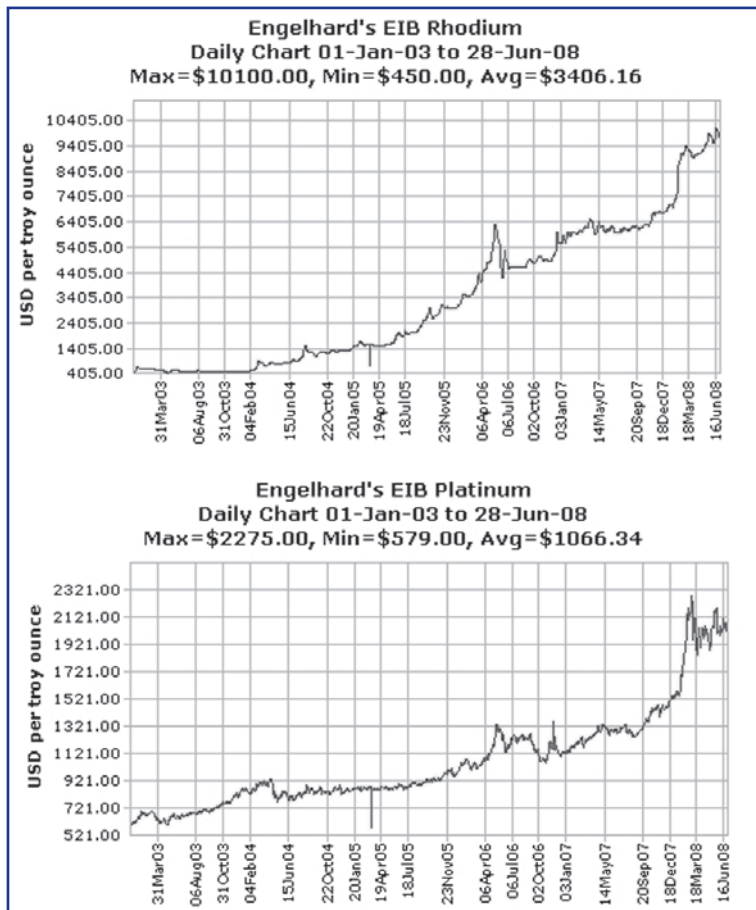
Beispiele von Tantal-Kondensatoren (Foto: Elcap/Jens Both).



Diamanten, Kupfer, Kobalt und Gold.“ Insbesondere der extreme Anstieg des Weltmarktpreises zwischen 1999 und 2000 auf 200 Dollar pro Kilogramm hat dazu geführt, dass beispielsweise die ruandische Armee durch den Verkauf von Coltan schätzungsweise 250 Millionen Dollar innerhalb von 18 Monaten verdienen konnte – ein Betrag, der ausreichend war, um den Krieg zu finanzieren und somit zu verlängern.

Die weltweite Fördermenge von Tantal hat sich in den letzten zehn Jahren vervierfacht, auf rund 1500 Tonnen im Jahr 2005. Die stark ansteigende Nachfrage führte wie o.g. ab dem Jahr 2000 zu Versorgungsengpässen und vorübergehenden Preissteigerungen. So stiegen die Preise 2001 von etwa 75 auf 495 Dollar je Kilogramm. Infolgedessen kam es zu einem deutlichen Anstieg des Angebots, der für einen Rückgang der Preise auf das alte Niveau von 75 Dollar je Kilogramm sorgte. Bereits um das Jahr 1980 kam es zu einem vergleichbaren Anstieg und Abfall der Preise. Die erhöhte Nachfrage nach Tantal ließ damals sinkende Reserven erwarten, was zu einem starken Anstieg der Preise führte. Während der Hochpreisphase kam es zu Substitutionsreaktionen der Verarbeiter, wodurch die Nachfrage abgeschwächt wurde und sich die Preise in Folge steigender Lagerbestände wieder erholten. In Folge der weiter zunehmenden Hochtechnologieanwendungen erwarten Experten bis zum Jahr 2025 eine Verdreifachung des derzeitigen Angebots an Primärtantal. Dies berichten Günter Reuscher,

Die Preisrallye von Rhodium überstieg in den vergangenen fünf Jahren die von Platin, Gold, Silber oder anderen Edelmetallen bei weitem (Abb.: BASF).



Christiane Ploetz, Vera Grimm, Axel Zweck in dem VDI-Band „Innovationen gegen Rohstoffknappheit“.

### Wird Silber knapp?

An Silber gewinnt man zur Zeit etwa 20000 Tonnen pro Jahr; dabei ist seine Konzentration in der Erdkruste mit 0,095 Milligramm pro Kilogramm Kruste geringer als die von Indium (Fördermenge nur ca. 400 t/a (s.o.), Konzentration 0,1 mg/kg). Dabei zeichnet sich ein Szenario für einen bevorstehenden technischen Wandel ab, bei dem Silber eine wichtige Rolle spielen würde, meinen die Autoren der VDI-Schrift. Es geht um den zukünftige Einsatz von RFID-Labels und der damit verbundene Anstieg des Silberbedarfs. RFID-Antennen werden in der Regel mit silberhaltigen Pasten auf ein Trägermaterial gedruckt. Aluminium- und Kupferpasten wären zwar preisgünstiger, können aber wegen ihrer Oxidierbarkeit nicht verdruckt werden.

Würden alle Verpackungen in Deutschland, die den grünen Punkt tragen, mit RFIDs ausgerüstet, dann kämen pro Jahr rund 200 Milliarden RFIDs in den Kreislauf. Allein das Silber für die Antennen würde den deutschen Silberbedarf um 70 Prozent erhöhen und zusätzliche Entsorgungsprobleme schaffen. Eine ansteigende Rohstoffnachfrage führt in der Regel zu steigenden Preisen, da die Anbieter nicht schnell genug mit einer Erhöhung des Angebots reagieren können. Die Folge sind Reaktionen auf der Angebots- und Nachfrageseite, die dazu führen, dass die Preise auf längere Sicht wieder sinken. Dies wurde ja oben beim Tantal schon deutlich.

### Platin und Rhodium

Problematischer stellt sich die Lage beim Platin dar. Es liegt in der Erdkruste nur in einer Konzentration von 0,0052 Milligramm pro Kilogramm vor. Die Weltjahresproduktion dieses Edelmetalls beträgt nur rund 200 Tonnen. Um eine Unze (ca. 30 Gramm) Platin zu gewinnen müssen etwa zehn Tonnen Erz aufbereitet werden. 90 Prozent der Weltjahresproduktion von Platin stammen aus lediglich vier Minen in Südafrika und Russland. Dieses Metall findet jedoch nicht nur in der Schmuckindustrie Verwendung, sondern auch in der chemischen Industrie. Insbesondere jedoch findet man es in Autokatalysatoren, neben Palladium und Rhodium, die allesamt zur Platingruppe gehören. 2005 betrug der Verbrauch von Platin für Katalysatoren (incl. der für die Großchemie) geschätzt 130 Tonnen. Weltweit wurden zwischen 1980 und 2004 knapp 3000 Tonnen Platingruppen-Metalle für Autokats verwendet, davon 1400 Tonnen Palladium, 1250 Tonnen Platin und 280 Tonnen Rhodium. Die Gewinnung dieser Metalle (ohne Recycling) betrug in demselben Zeitraum 7300 Tonnen. In Autokatalysatoren fließ also rund 40 Prozent dieser Metallgruppe.

Das Problem bei Autokatalysatoren ist, dass ein Teil des in ihnen befindlichen Platins ausgestoßen wird. Je nach Geschwindigkeit und Motorenleistung gelangen



Seltenerd-Metalle in der angegebenen Reinheit unter Argon (siehe auch das Titelbild; Foto: RK).

so zwischen 0,065 bis 2,0 Mikrogramm pro gefahrenen Kilometer in äußerst starker Verdünnung in die Umwelt. Auf diese Weise werden jährlich mehrere Tonnen Platin in nanoskopischer Verteilung – und damit unwiederbringlich – allein durch den Verkehr verloren gehen. Eine ähnliche unwiederbringliche Verteilung erfolgt übrigens durch die Pharmazie, da Platin ein wichtiger Wirkstoff mancher Krebsmedikamente ist.

Platin wie auch andere Elemente der Platingruppe sind aber Schlüsselemente in einer Reihe zukunfts-trächtiger Technologien, insbesondere als Katalysator (wieder einmal) in Brennstoffzellen. Auch erste Anwendungen von nanostrukturiertem Platin werden erforscht.

Hinsichtlich der Preisentwicklung besonders interessant ist Rhodium – was kaum wundert: Die Weltjahresproduktion beträgt nur 25 Tonnen. 90 Prozent davon gehen ebenfalls in die Herstellung von Industrie- und Autokatalysatoren. Aufgrund des guten Reflexionsvermögens und seiner chemischen Beständigkeit wird es zum Beschichten (galvanisches Rhodinieren) hochwertiger Spiegel, Teleskope oder OP-Leuchten eingesetzt. Gelegentlich werden auch Uhregehäuse und Füllfederhalter auf diese Art rhodiniert. Ringe aus Weißgold erhalten meistens einen galvanischen Überzug aus Rhodium. Das Edelmetall findet als Funktionsmaterial ebenso Verwendung in Flachbildschirmen. Wegen seines hohen Schmelzpunktes von 2237 Kelvin benötigt man es auch in der Glasherstellung.

Man darf sich ärgern, sich nicht Anfang 2004 mit Rhodium eingedeckt zu haben. Vor vier Jahren hatte der Preis pro Feinunze (31,1034768 Gramm) Rhodium

noch bei 500 US-Dollar gelegen. Am 27. Juni dieses Jahres betrug der Preis 9725 Dollar; das entspricht einer Preissteigerung um das 20-fache! Die eher unbekannteren Metalle Ruthenium, Iridium und Rhodium machen inzwischen etwa 30 bis 40 Prozent des Gesamteinkommens der Platinförderer aus. Der Rhodiummarkt gilt als der engste, aber auch undurchsichtigste der Edelmetallmärkte, da der Handel hier direkt zwischen Produzenten und Abnehmern stattfindet und die Geheimhaltung entsprechend hoch ist.



## Seltene Erden – immer stärker gefragt

Zu den Metallen der Seltene Erden gehören die chemischen Elemente der 3. Gruppe des Periodensystems (mit Ausnahme des Actiniums) und die Lanthanoide. Dies sind die Elemente Scandium (Ordnungszahl 21), Yttrium (39) und Lanthan (57) sowie die 14 auf das Lanthan folgenden Elemente, die Lanthanoide: Cer (58), Praseodym (59), Neodym (60), Promethium (61), Samarium (62), Europium (63), Gadolinium (64), Terbium (65), Dysprosium (66), Holmium (67), Erbium (68), Thulium (69), Ytterbium (70) und Lutetium (71).

Die weltweiten Reserven der Seltene Erden werden heute auf etwa 100 Millionen Tonnen geschätzt. Zieht man von diesen jedoch die unwirtschaftlich abbaubaren sowie einen Risikoabschlag ab, so dürften sich die abbaubaren Nettoreserven auf lediglich sechs bis zehn Millionen Tonnen Seltenerd-Oxide betragen. Die weltweite Produktion von Seltenerd-Oxiden beträgt mittlerweile über 100 000 Tonnen pro Jahr. Von den 2006 geförderten 108 000 Tonnen Seltene-Erden-Metalle kamen 90 Prozent aus China. Das Reich der Mitte ist auch der größte Verarbeiter dieser Stoffe – und der größte Verbraucher: Derzeit benötigt die chinesische Industrie allein rund 55 bis 60 Prozent der weltweiten Produktion.

Insgesamt werden etwa 35 Prozent der Seltene Erden als Katalysatoren eingesetzt, hauptsächlich in der Raffinierung von Rohöl. Etwa 30 Prozent der Seltene Erden werden in der Glas- und Keramikindustrie als Glaspolierer, Entfärber, UV-Absorbierer und in optischen Linsen und Gläsern verwendet. Weitere 30 Prozent werden in der Metallurgie eingesetzt, etwa als Legierung bei Stahl. Stark expandierend ist die Anwendung Seltener Erden in Batterien. Mischmetall (eine Mischung aus Seltene Erden) ist ein Bestandteil von Nickelmetallhydrid-Akkus.

Seltene Erden Anwendungen	Element	Bedarf 2004 (in Tonnen)	Bedarf 2010 (t geschätzt)	Haupt-Wachstumsbereiche
Permanentmagnete	Nd, Pr, Dy, Tb, Sm	13 650	33 650	Hybridfahrzeuge
NiMH-Akkus	La, Ce, Pr, Nd	6 200	27 300	Hybridfahrzeuge
Katalysatoren	Ce, La, Pr, Nd	20 440	25 960	Treibstoffherstellung
Leuchtstoffe	Eu, Y, Tb, La, Dy, Ce, Pr, Gd	3 652	7 512	LCD- und Plasma-Displays
Poliermittel	Ce, La, Pr, Gemische	14 100	23 500	LCD- und Plasma-Displays
Glas-Zusatzstoffe	Ce, La, Nd, Er, Gd, Yb	13 440	13 990	Digitalkameras, Faseroptiken

Tabelle: Anwendungen und Wachstumsfelder für die Seltenerd-Metalle (Quelle: Business Communications Company Inc. (BCC) Research).

1																	2														
3	4											5	6	7	8	9	10														
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne														
11	12											13	14	15	16	17	18														
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar														
19	20	21											22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
K	Ca	Sc											Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
37	38	39											40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb	Sr	Y											Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

Die Elemente der Seltenen Erden im Periodensystem.

Zunehmend setzt man Seltene Erden bei Permanentmagneten ein. Permanentmagnete aus Samarium-Kobalt ( $\text{SmCo}_5$ - $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ ) werden in der Industrie, beim Militär und in der Raumfahrt genutzt. Weniger teure Neodym-Eisen-Bor-Magnete ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ) finden ihre Anwendung in Autoanlassern und Zusatzmotoren, bei medizinischen Magnetresonanz-Geräten, industriellen Motoren, CD-Playern und Stereoanlagen. Weitere industrielle Anwendungen beinhalten: Phosphore in Farbfernsehern und fluoreszierenden Lampen und Sauerstoffsensoren. Außerdem werden Seltene Erden in der Atomindustrie zum Beispiel in Kontrollstäben verwendet.

Im Mai gab es in Wirtschaftskreisen ein verstärktes Interesse an Seltenen Erden: Toyota kündigte an, fast zwei Drittel Milliarden Dollar in die Akkumulator-Produktion zu investieren, sowohl zur Produktionserweiterung bestehender Nickelmetallhydrid-Anlagen wie auch zum Neubau solcher und zum Neubau einer Fabrik für Lithium-Ionen-Akkus, allesamt für den Einsatz in Fahrzeugen. Ende 2010 sollen diese Aktivitäten bereits abgeschlossen sein. Damit entstünde eine Kapazität zum Bau von einer Million NiMH-Fahrzeugakkus und mehreren Zehntausend Li-Ion-Fahrzeugakkus pro Jahr – nur bei Toyota. Auch Honda traf eine ähnliche Entscheidung. Das bedeutet: Ab 2011 gibt es jährlich etwa 1,5 Millionen Hybridautos mit NiMH-Akkus – und damit mit einer Menge Seltener Erden. Man schätzt, dass in jedem Hybridauto zwischen 15 und 40 Kilogramm Seltener Erden stecken (Toyota Prius: 30 Kilogramm), in Magneten der Elektromotoren und in den Akkus. Die Anode eines Nickelmetallhydrid-Akkus besteht aus einer Legierung verschiedener Seltenerdmetalle, die Mischmetall genannt wird. Typisches Mischmetall besteht aus: 50 Prozent Cer, 25 Prozent Lanthan, ,

15 Prozent Neodym, sechs Prozent Praseodym, einem Prozent sonstiger Metalle der seltenen Erden sowie einem dreiprozentigen Anteil von Eisen. Eine typische 50 Kilogramm schwere Nickel-Metallhydrid-Batterie eines Hybridkleinwagens benötigt zwölf Kilogramm Seltenerdmetalle! Dazu kommt das Gewicht der Neodym-Dauermagnete in den Elektromotoren. Solche Magnete bestehen zu einem Drittel aus Neodym.

Kein Wunder, dass die Preise für Seltene Erden mittlerweile hoch sind. Am 17. Juni dieses Jahres kostete ein Kilogramm Ceroxid vier US-Dollar. Für Yttriumoxid waren 15,90 Dollar zu zahlen, und für das des Dysprosiums waren schon 115 Dollar hinzublättern – alles nichts gegen die Oxide von Europium mit 470 Dollar pro Kilo und dem führenden Oxid in der Preisliste, Terbium. Davon kostete ein Kilogramm 720 Dollar.

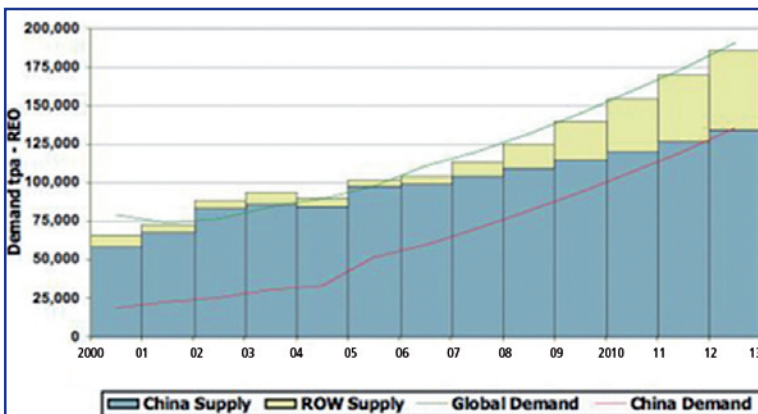
### Wohlstand für Alle?

Die beschriebenen Beispiele zeigen, dass man bei funktionalen Metallen – und natürlich auch beim Öl und sogar beim Wasser – durchaus in Versorgungsnöte kommen kann, auch wenn sich hier und da Ersatzmöglichkeiten anzeigen. Fraglich ist, wieviele Menschen unseren Wohlstand erhalten können. Gegenwärtig wächst die Weltbevölkerung in jeder Minute um annähernd 170 Menschen. Das sind pro Jahr 90 Millionen – so viel wie die Einwohnerzahl Deutschlands und der Schweiz zusammen. Für 2050 erwarten die Vereinten Nationen eine Weltbevölkerung von 9,3 Milliarden. Damit hätte sich die Menschheit binnen eines Menschenlebens – von 1965 bis 2050 – verdreifacht.

Die Schweizer Neue Zürcher Zeitung schrieb im Februar dazu: Wird unterstellt, dass sich bis 2050 der Anteil relativ Wohlhabender an der Weltbevölkerung von heute 18 auf 36 Prozent verdoppelt, weitere 45 Prozent einen etwa halb so hohen Wohlstand genießen und die verbleibenden 19 Prozent mindestens ein Zehntel dessen haben, was die Wohlhabenden ihr eigen nennen – wahrlich keine übermäßig ambitionierten Zielsetzungen, wenn es darum geht, in einer weitestgehend transparenten Welt Ruhe und Frieden zu bewahren –, dann müsste sich das Weltsozialprodukt in den kommenden vier Jahrzehnten annähernd vervierfachen.

Dass dies möglich ist (inclusive unserer Versorgung mit tierischen Proteinen) bezweifelt die NZZ nicht nur hinsichtlich der Rohstoffquellen, sondern auch hinsichtlich der Umweltbelastung durch Ausbeutung dieser Quellen. Man darf gespannt sein... **CLB**

Der jährliche Bedarf an Seltenerd-Metalloxiden in Tonnen; ab 2007 geschätzt. 60 % davon benötigt alleine China schon jetzt (Quelle: Great Western Minerals Group).



# Bioabbaubare Polymer-Mikrosphäre in Impfstoffen verbessern die Immunantwort



AUFsätze

Barbara Brauckmann, Zürich

Ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe „Drug Formulation and Delivery“ des IPW der ETH Zürich befasst sich mit Impfstoff-Formulierungen. Die von den Wissenschaftlern entwickelten bioabbaubaren Partikel können als Adjuvans die Immunantwort in Gang setzen, den Kontakt des freigesetzten Antigens mit dem Körperabwehrsystem verlängern und so möglicherweise auch die Zahl der notwendigen Wiederholungsimpfungen reduzieren. Um zu prüfen, inwieweit sich verbesserte Impfstoffe künftig auch gegen Allergien, Krebs oder degenerative Krankheiten einsetzen lassen, werden derzeit spezifisch zusammengesetzte Mikro- und Nanopartikel getestet.

Noch immer gehören Infektionserkrankungen weltweit zu den häufigsten Krankheitsursachen. Sogar ausgerottet oder unter Kontrolle geglaubte Seuchen wie Pest oder Pocken brechen vereinzelt wieder aus. Allein 4,1 Millionen Todesfälle pro Jahr gehen auf Atemwegsinfektionen zurück, etwa drei Millionen Menschen sterben an Durchfallerkrankungen. Auch in Industrienationen treten Kontaminationen durch gefährliche Salmonellen, Enterohämorrhagische Escherichia coli, Legionellen, Chlamydien oder Helicobacter auf. Infektionen mit Dengue- oder lebensgefährlichen Hanta-Viren nehmen zu, multiresistente Staphylo- oder Enterokokken sind gefürchtete Krankenhauskeime. Erreger wie HI-Viren oder Leishmanien verändern Zellstrukturen so schnell, dass bisherige Arzneimittel zu wenig erfolgreich sind. Auch Mikroorganismen, die in spezifischen Phasen ihres Entwicklungszyklus unterschiedliche Oberflächen ausbilden, lassen sich nur schwer angreifen.

Doch wurden Impfstoff-Forschung und -Entwicklung lange Zeit vernachlässigt und nur wenige Innovationen hervorgebracht. Als es in den letzten Jahrzehnten gelang, die Krankheitsmechanismen vieler Infektionserreger auf molekularer Ebene aufzuklären und die identifizierten immundominanten Antigene wichtiger pathogener Viren, Bakterien und Parasiten biotechnologisch herzustellen, konnten Vakzinologen relevante antigene Strukturen auf Fremd- und Eigenzellen präzise definieren und in großer Menge und verbesserter Reinheit herstellen. Zwar stehen heute Kombinationsimpfstoffe gegen bis zu sechs Krankheiten zur Verfügung, doch sind in vielen Fällen für einen ausreichenden Schutz mehrmalige

Injektionen („booster“) notwendig, was eine lückenlose Compliance voraussetzt. Zudem reagieren viele Personen infolge individuell durchgemachter Infektionen oder Impfungen unterschiedlich sensibel. Um Nebenwirkungen und Mehrfachimpfungen zu vermeiden und in Entwicklungsländern genügende Temperaturstabilität und günstige Kosten der Impfstoffe zu gewährleisten, wird nun vermehrt nach alternativen Wegen der Impfstoffverabreichung geforscht. Durch eine orale oder nasale Applikation über Nase, Lunge, Verdauungstrakt oder Haut könnten Schmerzen an der Einstichstelle vermieden und Krankheitserreger im Körper direkt an der Eintrittspforte inaktiviert werden.

## „Vakzination“ mit der Flüssigkeit einer Kuhpockenpustel

Bei einer Impfung wird eine Infektion gegen einen Erreger nachgeahmt, um den Körper zur Produktion von Abwehrstoffen (Antikörper) zu veranlassen. Dazu wird das Immunsystem angeregt, bei einer zweiten Konfrontation mit dem Erreger diesen mit T- und B-Zellen wirkungsvoll und schnell an einer Ausbreitung zu hindern. Nach einer Aktivierung durch das (Impf)-Antigen wandern B-Zellen in die B-Zell-Follikel, wo sie mit Hilfe von Antigen-spezifischen CD4+-Helfer-T-Zellen ihre Bindungseigenschaften durch Affinitätsreifung optimieren, zunächst IgM- und dann IgG-Immunglobuline (Antikörper) produzieren und zu langlebigen Gedächtnis-B-Zellen und Plasmazellen werden. Die Aktivierung von T-Zellen erfolgt nach Erkennung des Impfantigens auf Antigen-präsentierenden Zellen in den T-Zell-Arealen von Milz

### Die Autorin:

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



und Lymphknoten. Am Ende einer akuten Immunantwort sterben die meisten aktivierten T-Zellen ab. Ein geringer Teil überlebt jedoch und bildet Gedächtnis-T-Zellen, die bei erneutem Kontakt mit dem Erreger wieder aktiviert werden können. Dieser aktive Impfprozess dauert in der Regel mindestens ein bis zwei Wochen und hinterlässt Antikörper, die über Jahre oder sogar lebenslang wirksam sind.

Bereits in der Gebärmutter werden mütterliche Antikörper auf das ungeborene Kind übertragen. Neugeborene sind daher schon vor der Geburt in der Lage, Erreger-spezifische T-Zell-Antworten und T-Zell-abhängige B-Zell-Antworten gegen Proteinantigene zu generieren. Die Fähigkeit, Antikörper gegen T-Zell-unabhängige B-Zell-Antigene zu bilden, entwickelt sich hingegen erst im Verlauf des zweiten Lebensjahrs. Sie ist abhängig von einer bestimmten Population von B-Zellen (Marginal-Zonen-B-Zellen, IgM-Memory-B-Zellen), die in der Milz heranreifen.

Je nach Erregerspektrum werden unterschiedliche Impfstoffarten eingesetzt, die den Erreger wirksam neutralisieren. Vereinfacht beschrieben sind Lebendimpfstoffe mit lebenden, abgeschwächten Mikroorganismen versetzt, Totimpfstoffe mit inaktivierten, kompletten Mikroorganismen und Subunit-Vakzine mit gereinigten Bestandteilen aus Infektionserregern. Lebendimpfstoffe enthalten meist nur wenige, vermehrungsfähige Erreger, die durch verschiedene Verfahren attenuiert (abgeschwächt, nicht mehr krankmachend) wurden. Lebendimpfstoffe werden beispielsweise gegen Masern, Mumps, Röteln und Tuberkulose eingesetzt. Ihr Vorteil besteht darin, dass sie die echte Krankheit zufriedenstellend nachahmen und dadurch eine wirksame, lang anhaltende Immunität aufbauen. Jedoch kann es in seltenen Fällen zu

unangenehmen bis ernsthaften Nebenwirkungen kommen.

Als historisches Datum für die Einführung der Impfung gilt das Jahr 1796, als sich Edward Jenner entschloss, die Pustel einer an Kuhpocken erkrankten Milchmagd zu öffnen und die austretende Flüssigkeit in den Arm eines gesunden Schuljungen zu ritzen. Der englische Landarzt hatte beobachtet, dass Bauern, die mit der Pustel-Lösung kuhpockeninfizierter Kühe (vacca = die Kuh) in Berührung kamen, bei auftretenden Pocken-Epidemien nicht erkrankten. Der Impfschutz war bestätigt, als der Knabe auch nach einer Injektion mit menschlichem Pockenvirus (Variola) gegen den Ausbruch der Krankheit immun blieb.

Derartige Erkenntnisse ließen sich für „passive“ Impfungen ausnutzen, bei der Antikörper gegen spezifische Erreger gespritzt werden, die von zuvor aktiv geimpften Menschen oder Tieren stammen. Solche sofort wirksamen Immunglobuline werden meistens dann verabreicht, wenn sich der Körper bereits mit dem krank machenden Erreger infiziert hat und für eine eigene aktive Immunisierung nicht mehr genügend Zeit bleibt. Allerdings werden die Immunglobuline vom Körper abgebaut, so dass der Impfschutz einer passiven Impfung nur maximal drei Monate andauert.

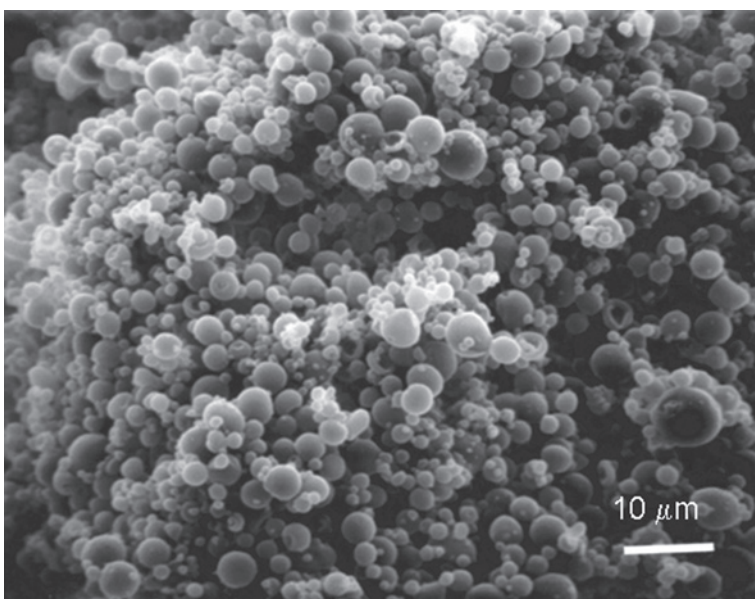
Bei einer Simultanimpfung wird versucht, einen schnell einsetzenden Sofortschutz durch eine passive Impfung und die lang anhaltende Dauerimmunität durch eine aktive Impfung zu erreichen. Boosterimpfungen sind immer dann nötig, wenn der Pool an Gedächtniszellen vergrößert und deren Aktivierungsstatus aufrecht erhalten werden muss.

### Abgetötete Erreger und Bruchstücke als sichere Impfstoffe

Durch Inaktivierungen von Bakterien und Viren gelang es, sicherere Impfstoffe herzustellen. Totimpfstoffe bestehen aus nicht mehr vermehrungsfähigen Erregern, die durch Behandlung mit Chemikalien wie Formalin oder Glutaraldehyd oder aber durch Hitze inaktiviert wurden. Totimpfstoffe kommen bei der Impfung gegen Keuchhusten, Grippe, Hepatitis A, Tollwut oder Zecken-Hirnhautentzündung zum Einsatz.

Oft genügt es bereits, dem Immunsystem nur einen oder wenige charakteristische Bestandteile eines Krankheitserregers (Subunits) zu präsentieren, um die Produktion von Antikörpern anzuregen. Typische Bestandteile sind toxische Stoffwechselprodukte von Bakterien und Oberflächenmoleküle von Viren oder Bakterien. Toxine finden als Impfstoffe Verwendung, wenn nicht der Erreger, sondern sein Gift die Krankheitserscheinungen hervorruft. Dabei handelt es sich um aus Bakterienkulturen gewonnene, chemisch inaktivierte Eiweiße, die als Toxoide in Impfstoffen beispielsweise gegen Diphtherie oder Tetanus,

Abbildung 1: Mikropartikel aus Poly(D,L-Laktid-co-Glykolid); rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (B. Gander/ETH Zürich).



Keuchhusten verwendet werden. Für Impfstoffe geeignete Oberflächenmoleküle bestehen aus Eiweißen oder Mehrfachzuckern.

Bakterielle Kapselpolysaccharide müssen an Trägerproteine gekoppelt werden (Konjugat-Vakzine), da die T-Helferzellen des menschlichen Immunsystems Polysaccharide nur schlecht oder gar nicht erkennen und daher nur eine vorübergehende und unvollständige Immunantwort hervorrufen. Typische Trägermoleküle von Konjugat-Vakzinen sind Diphtherie- oder Tetanus-Toxoide. Schwach immunogene Proteine und Peptide können aber auch in Nano- und Mikropartikel oder Membranvesikel eingebettet werden, um ausreichende Immunreaktionen hervorzurufen.

Ist ein immunologisch wirksames Protein-Antigen von der Oberfläche eines Erregers identifiziert und sein genetischer Bauplan aufgeklärt, so kann die entsprechende DNA biotechnologisch in Hefe- oder Bakterienkulturen kloniert und zum Aufbau des Antigen-Eiweißmoleküls genutzt werden. In bestimmten Fällen werden die Gene auch durch die Ausschaltung oder Modifizierung weiter abgeschwächt. Vorteile solcher rekombinanten Impfstoffe wie gegen Hepatitis B oder das humane Papilloma-Virus sind niedrige Produktionskosten, lang anhaltende und breite Immunität, Hitzestabilität, sowie eine voraussichtliche Verträglichkeit auch bei immungeschwächten Patienten und Schwangeren. Doch muss bei diesen Impfstoffen ebenfalls sicher gestellt sein, dass keine Autoimmun- oder Entzündungsreaktionen auftreten.

### Aluminiumsalze und Emulsionen als lang bekannte Hilfsstoffe

Wenn inaktivierte Mikroorganismen und Subunit-Antigene (Proteine, Peptide, Nukleinsäuren) keine effizienten Immunantworten auslösen, wird ein Zusatz von Hilfsstoffen notwendig. Seit über 80 Jahren werden Tot- und Subunit-Impfstoffen wasserunlösliche Aluminiumsalze wie Al-Hydroxid oder -Phosphat als Adjuvans zugesetzt. Dabei adsorbieren die abgetöteten Organismen wie Hepatitis A-Virus oder aufgereinigte Proteine wie Tetanus- und Diphtherie-Toxoide an das unlösliche Aluminiumsalz. Warum Aluminiumsalze die Immunantwort verbessern, wird vor allem darauf zurückgeführt, dass die als Phagozyten bezeichneten Fresszellen vermehrt angezogen und aktiviert werden, was die nachfolgende Antigenpräsentation an T-Zellen bewirkt. Außerdem bilden die Aluminiumsalze an der Einstichstelle eine Art Depot, aus dem das Impf-Antigen über einen längeren Zeitraum in kleinen Mengen freigesetzt wird und so den Kontakt des Antigens zum Immunsystem verlängert.

Das „Komplette Freund Adjuvans“ (KFA) enthält drei Hauptbestandteile, die eine starke Immunstimulierung, aber auch unangenehme Nebenwirkungen auslösen. Die Stimulierung ist teilweise auf die darin enthaltenen hitzeinaktivierten Mykobakterien

zurückzuführen. Die weiteren Komponenten sind nicht metabolisierbares Paraffinöl und der Emulgator Arlacel A, der eine stabile Wasser-in-Öl-Emulsionsbildung zwischen wässriger Antigenlösung und Paraffinöl ermöglicht. Wie die unlöslichen Aluminiumsalze lockt diese Emulsion Fresszellen an und vermittelt den Depoteffekt. KFA löst Entzündungsherde, Abszesse und Granulome aus, sowie manchmal auch Fieber, so dass es nicht am Menschen, sondern nur in bestimmten Tierexperimenten angewendet werden darf. Geringere Nebenwirkungen ruft das Inkomplette Freund Adjuvans (IFA) hervor, dem die Mykobakterien fehlen.

Inzwischen enthalten Adjuvantien auch Substanzen wie Saponine und daraus hergestellte immunstimulierende Komplexe, nichtionische Block-Copolymere oder rekombinante Zytokine wie Interleukine oder Interferon- $\gamma$ . Dabei dokumentieren Versuchsergebnisse, dass Interleukin-12 als Adjuvans gezielt eine Immunantwort der T1-Helferzellen stimuliert, während Aluminiumverbindungen Th2-Antworten fördern.

Ein gereinigtes Derivat von Lipopolysacchariden aus Bakterienzellwänden, das Monophosphoryl-Lipid A (MPL-A), wird als Adjuvans in einem speziellen Impfstoff gegen Hepatitis B mit einem Aluminiumsalz zu einem Komplex kombiniert. Der Impfstoff induziert höhere Antikörpertiter, setzt jedoch auch eine zellvermittelte Immunantwort in Gang, die nicht nur mehr, sondern auch spezifischere Antikörper bildet, die zu einer länger anhaltenden Virus-Neutralisations-Kapazität führen. Eine ähnlich wirksame Kombination besteht aus einer Öl-in-Wasser-Emulsion, Monophosphoryl-Lipid MPL und einem aus der Rinde des südamerikanischen Baumes *Quillaria saponaria* gewonnenen Saponin.

Inzwischen werden neue Träger- und Applikationssysteme für Impfstoffe entwickelt, die an mukosalen Oberflächen (Nase, Verdauungstrakt) oder über die Haut verabreicht werden und so zu einer effizienten Immunantwort führen können. Entscheidend für die Anwendung aller neuer Adjuvantien und Träger- oder Applikationssysteme ist wiederum, dass keine Nebenwirkungen wie Schwellungen an der Einstichstelle, Unwohlsein, Fieber oder andere unerwünschte Effekte auftreten.

### Mikro- und Nanopartikel als neuartige Verabreichungssysteme

Zu den innovativen Impfstoffträgern gehören bioabbaubare Mikro- und Nanopartikel, die Antigene in einer Matrix aus polymeren oder anorganischen Materialien enthalten. Diese Partikel (Abb. 1) weisen Durchmesser von einigen Nanometern bis wenigen Mikrometern auf. Mit der Auswahl geeigneter Matrixmaterialien lassen sich die physikalischen und chemischen Eigenschaften gezielt beeinflussen und



AUFsätze

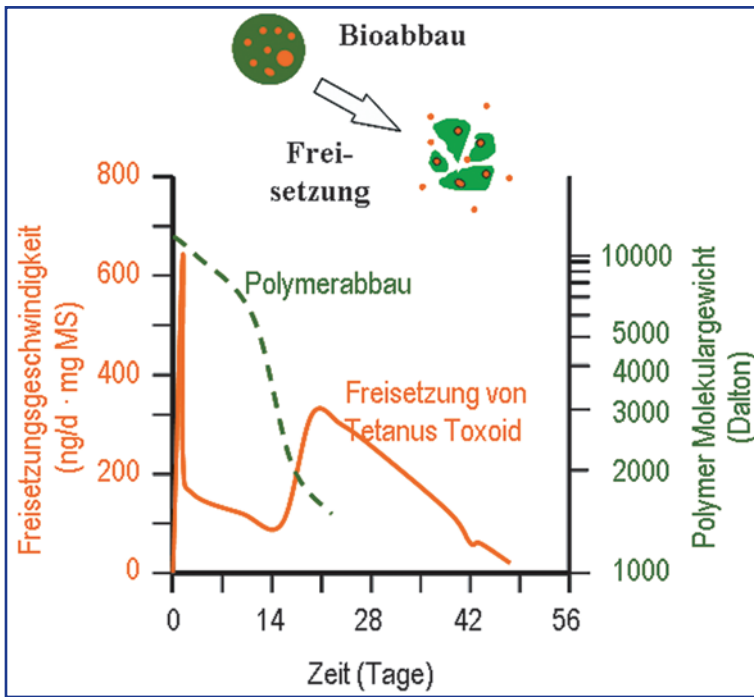
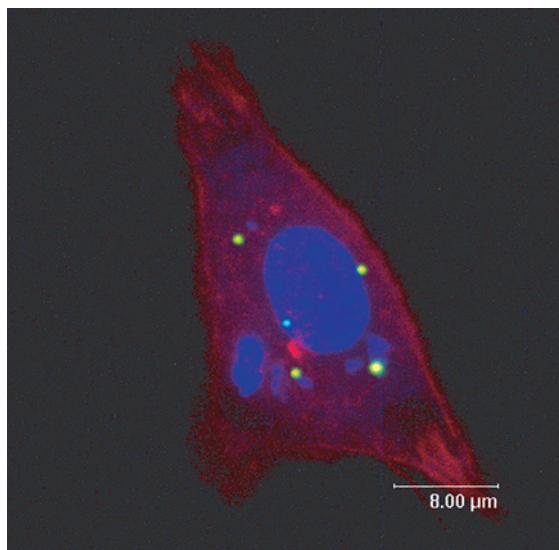


Abbildung 2: Polymer-Bioabbau und Freisetzung von Tetanus-Toxoid (B. Gander/ETH Zürich).

so Wirksubstanzen wie Arzneistoffe oder Antigene langsam und zeitlich kontrolliert durch Diffusion und Bioabbau der Matrix freisetzen. Dabei dürfen die Partikel und ihre Abbauprodukte nicht toxisch sein. Die Matrix kann außerdem die Lagerstabilität von Wirkstoffen erhöhen und unerwünschte Wech-

Abbildung 3: Makrophage aus der Bauchhöhle einer vier Stunden zuvor geimpften Maus. Die Mikropartikel wurden in das subkutane Gewebe eines Hinterbeines injiziert, dort von Fresszellen aufgenommen und in andere Gewebe (Bauchhöhle, Lymphknoten, Milz) transportiert. Konfokale Raster-Laser-Mikroskopie mit Färbungen (Rot: Zytoskelett der Fresszelle, blau: Zellkern; grün: Fluoreszenzfarbstoff enthaltende Poly(D,L-Laktid-co-Glykolid) Mikropartikel; Peyre et al.; Vaccine 22: 2430-2437 (2004); mit Erlaubnis des Verlages).

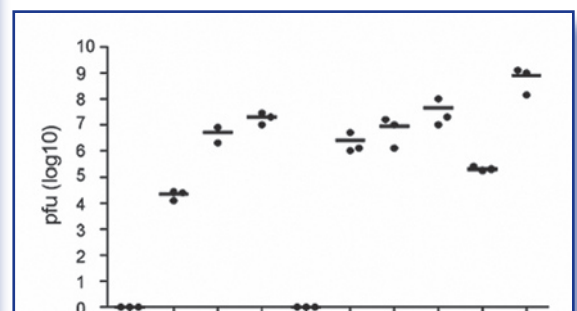


selwirkungen zwischen mehreren Komponenten vermindern oder ganz ausschalten.

Daher konzentriert sich die Forschungsgruppe „Drug Formulation and Delivery“ der ETH auf solche Trägersysteme. Die bioabbaubaren Mikro- und Nanopartikel werden aus unterschiedlichen, oft kombinierten Materialien wie Poly (D,L-Lactid-co-Glycolid), Chitosan, oder Protamin hergestellt. Die Matrix wird nach subkutaner oder intramuskulärer Injektion in wenigen Wochen durch Hydrolyse abgebaut und gibt den Impfstoff kontinuierlich oder in Schüben frei (Abb. 2). Damit lässt sich wahrscheinlich nicht nur die Zahl der notwendigen Wiederholungsimpfungen reduzieren, sondern auch eine nachhaltige Aktivierung des Immunsystems erreichen. Solche Partikel könnten sich für die präventive und therapeutische Immunisierung bei viralen, bakteriellen und parasitischen Infektionen sowie zur spezifischen Immunotherapie von Krebserkrankungen und Allergien eignen. Da für die Herstellung von Mikro- und Nanosphären hohe GMP (good manufacturing practice)-Anforderungen gelten, arbeiten die Wissenschaftler ebenfalls an neuartigen Herstellungstechnologien, um im Industriemaßstab eine kontrollierte und keimfreie Herstellung zu ermöglichen.

Um Mehrfachinjektionen über Booster-Mischungen zu simulieren, verkapselten sie in Zusammenarbeit mit Immunologen der Universität Lausanne und dem Nationalen Englischen Impfinstitut beispielsweise bakterielle Tetanus- und Diphtherie-Toxoide in bioabbaubare Mikrosphären aus unterschiedlichen Polymeren. Mit einer Mischung aus kleinen, ein bis zehn Mikrometer grossen, schnell abbaubaren Mikropartikeln als Antigen-träger und 20 bis 120 Mikrometer messenden, langsamer abbaubaren Teilchen kam eine zufrieden stellende, pulsatile (stoßweise) Freigabe der Impfstoffdosen über mehrere Wochen zustande. Die

Abbildung 4: Antiviraler Impfschutz bei Mäusen. Die Mäuse wurden mit verschiedenen Formulierungen (1-9: Mikropartikel-artikuläre Impfstoffformulierungen; 10: ungeimpfte Tiere) geimpft. Der Impfschutz ist ausgedrückt in „pfu“ als Mass für die Anzahl Virenpartikel, die in den Eierstöcken der Tiere bestimmt wurden, nachdem die Tiere vorgängig mit einem Modellvirus belastet wurden. Gruppen 1 und 5 waren vollständig gegen die Virusinfektion geschützt (Schlosser et al., Vaccine 26: 1626-1637 (2008); mit Erlaubnis des Verlages).





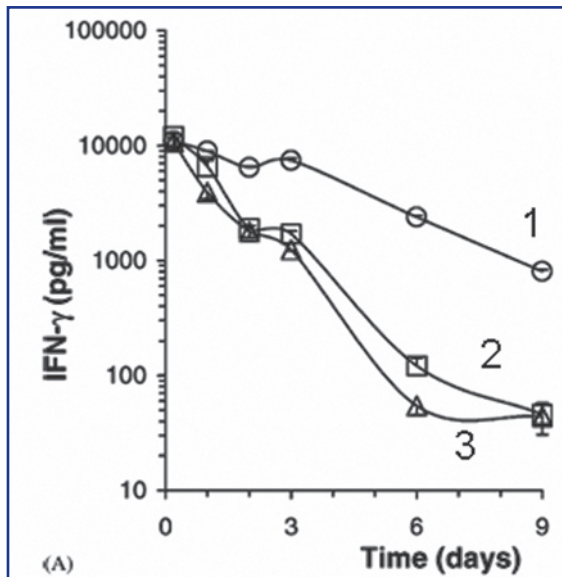


Abbildung 5: Antigenpräsentation auf der Oberfläche humaner dendritischer Zellen. Die dendritischen Zellen wurden 12 Stunden lang mit einem Influenza Virus-Antigen in Lösung oder in Mikropartikeln inkubiert. Das Ausmass der Antigenpräsentation wurde über die Interferon g-Produktion durch antigenspezifische T-Lymphozyten bestimmt, die mit den dendritischen Zellen koinkubiert wurden. Nach Inkubation mit der Antigenlösung sinkt die Antigenpräsentation innerhalb von 6 Tagen auf < 1% des Anfangswertes, während die Präsentation im Beisein der mikroverkapseltem Antigene nach 9 Tagen immer noch ca. 10% des Anfangswertes beträgt (1: Antigen in Mikropartikeln; 2: Antigen in wässriger Lösung + leere Mikropartikeln; 3: Antigen in wässriger Lösung; Audran et al., Vaccine 21: 1250-1255 (2003); mit Erlaubnis des Verlages).

mit Antigenen beladenen, kleineren Mikrosphären wurden nach der Injektion von Makrophagen aufgenommen und in Lymphorgane wie Lymphknoten oder Milz transportiert (Abb. 3).

Das aus den Partikeln freigesetzte Antigen wurde wie gewünscht in den Phagozyten verdaut und den T-Lymphozyten in den Lymphknoten antigene Bruchstücke auf der Zelloberfläche präsentiert. Dies setzte die spezifische Immunantwort in Gang, die im Falle der verwendeten Tetanus- und Diphtherie-Antigene vorwiegend auf neutralisierenden Antikörpern beruht. Dadurch wirken die Mikropartikel als Adjuvans. Nicht phagozytierte Mikropartikel bauen sich an der Injektionsstelle ab und setzen das eingebettete Antigen über mehrere Wochen oder Monate lokal frei.

Inzwischen beschäftigt sich die ETH-Gruppe mit stark wirksamen Immunstimulanzien. Dabei handelt es sich um Moleküle, die an spezifische Rezeptoren von Phagozyten andocken und diese dadurch anregen. In Zusammenarbeit mit Immunologen der Universität Konstanz konnten durch die Kombination von Antigen und Immunstimulans in Mikropartikeln potente antivirale Immunantworten an Versuchstieren erzielt werden (Abb. 4).

Ein weiteres gemeinsames Projekt betrifft therapeutische Vakzine gegen Tumore. Diese Impfstoffe basieren auf unterschiedlichen Wirkprinzipien, die zurzeit am Tier oder in der Klinik am Menschen näher untersucht werden. Ein Ansatz für die Entwicklung von Tumorkvakzinen zielt darauf ab, dem Patienten eine bestimmte Gruppe von Blutkörperchen wie Monozyten oder den sich aus diesen entwickelnden verzweigten dendritischen Zellen zu entnehmen, diese im Labor mit einer bekannten antigenen Struktur des Tumors zu versehen und diese so beladenen Zellen wieder in die Blutbahn zu injizieren. Durch die sogenannte zelluläre Immunotherapie werden spezifische T-Zellen aktiviert, die die Tumorzellen dann als Fremdzellen erkennen und mit der zellulären Immunabwehr eliminieren können.

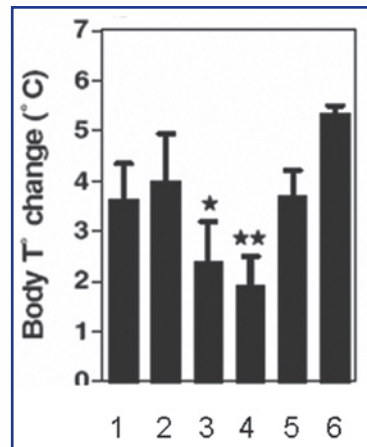
Die ETH-Forscher dokumentierten den Vorteil von Mikropartikeln für diese Anwendung anhand eines Modellantigens. Wurden Versuchstieren entnommene dendritische Zellen mit reiner Antigenlösung inkubiert, konnten die Zellen das in die Zelle aufgenommene Antigen nur während ungefähr drei bis vier Tagen an ihrer Oberfläche präsentieren und so die T-Zellen aktivieren. Wurde den dendritischen Zellen hingegen mikroverkapseltes Antigen hinzugefügt, vermochten die Zellen das Antigen mehr als neun Tage an ihrer Oberfläche vorzuweisen (Abb. 5). Diese verlängerte Antigenpräsentation auf dendritischen Zellen könnte von klinischer Relevanz sein und die zelluläre Immuntherapie gegen Tumore praktikabler und effizienter machen.

### Vielversprechend auch bei der Allergiebehandlung

Allergien äussern sich als übersteigerte Reaktionen des Immunsystems gegenüber einem oder mehreren Fremdstoffen nach wiederholtem Kontakt mit diesen. Sie werden nach den Aufnahmemöglichkeiten der einzelnen Allergene (= Allergien auslösende Antigene) sowie nach den zugrunde liegenden Reaktionen des Immunsystems unterschieden. Die Allergie vom Typ-I ist eine durch IgE-Antikörper vermittelte, umgehend eintretende allergische Reaktion. Durch Allergenkontakt werden bei der Allergie vom Typ I spezifische IgE-Antikörper gebildet, die sich an die Mastzellen des Immunsystems binden und die Freisetzung von Entzündungsmediatoren wie Histamin bewirken. Es entstehen akute Entzündungsreaktionen wie beim Heuschnupfen.

Bei der innerhalb von Minuten bis wenigen Stunden eintretenden Allergie vom Typ-II sind IgG- oder IgM-Antikörper beteiligt, die der Körper gegen Antigene auf der Oberfläche von körpereigenen Zellen oder Geweben bildet. Ein Beispiel für eine Typ-II-Reaktion ist die Zerstörung von roten Blutkörperchen (Erythrozyten) nach einer Bluttransfusion mit einer falschen Blutgruppe. Die Allergie vom Typ-III gehört

Abbildung 6: Veränderung der Körpertemperatur als anaphylaktische Reaktion auf die Verabreichung des Bienengiftallergens PLA2 an geimpfte Mäuse. Die geimpften Mäuse wurden auf das Allergen sensibilisiert und mit verschiedenen Formulierungen geimpft (1-4: Mikropartikelimpfstoff-Formulierungen; 5: Impfstoff, wie er auch an Menschen angewandt wird; 6: ungeimpfte Tiere // Sterne: Tiere weisen einen statistisch abgesicherten Impfschutz auf; Martinez et al., Pharm. Res. 24: 1927-1935 (2007).



ebenfalls zu den antikörpervermittelten allergischen Reaktionen, bei denen IgG- und IgM-Antikörper beteiligt sind. Charakteristisch ist die Bildung von Immunkomplexen aus frei löslichen Antigenen, die sich nicht fest auf einer Zelloberfläche befinden, sowie aus Antikörpern. Solche Immunkomplexe werden normalerweise durch die Zellen der Immunabwehr beseitigt. Ist dies nicht der Fall, entstehen durch die Ablagerung der Komplexe Krankheiten.

Die verzögert ablaufende Allergie vom Typ-IV nimmt eine Sonderstellung ein, da sie nicht durch Antikörper, sondern durch T-Lymphozyten, eine Untergruppe der weissen Blutkörperchen, vermittelt wird. Ein Beispiel ist die Kontaktallergie der Haut, etwa auf Chrom- oder Nickelverbindungen.

Allergien können durch wiederholte Verabreichung geringer Mengen Allergen eingedämmt werden. Diese Art von Immuntherapie wird als Desensibilisierung bezeichnet und will die Immunantworten auf Allergene kontrolliert verändern, so dass weniger IgE-Antikörper gebildet und damit die allergischen Entzündungsreaktionen gemildert werden. Doch lassen sich Allergene nicht gezielt an den ausgewählten Bereich in den Immunzellen transportieren. Herkömmliche Desensibilisierungen dauern daher mehrere Jahre, benötigen insgesamt bis zu 80 Impfstoffinjektionen und ergeben dennoch häufig unbefriedigende Resultate. Aus diesem Grund müssen hohe Dosen des Allergens über einen langen Zeitraum verabreicht werden, um die gewünschte Wirkung zu erzielen.

Bioabbaubare Mikro- und Nanopartikel, die verkapselte Allergene über mehrere Wochen oder Monate kontrolliert freisetzen, scheinen deshalb für Desensibilisierungen die geeignete Formulierungsart zu sein.

In Kooperation mit der Dermatologischen Klinik des Universitäts-Spitals untersuchen die ETH-Wissenschaftler derzeit das Potential derartiger Formulierungen. Um immunologische Fehl- und Überreaktionen von sensibilisierten Organismen zu vermeiden, müssen die Allergen-Mikro- und Nanopartikel so zusammengesetzt sein, dass die Immunzellen von ihnen ein Signal erhalten, welche Art von

Immunantwort erfolgen soll. Während die heute verfügbaren Allergievakzine Aluminiumsalze als Adjuvans enthalten und somit vorwiegend eine T-Helfer2-Zellen (Th2)-Antwort auslösen (Typ I Reaktion), können Mikro- und Nanopartikel mit geeigneten Immunstimulanzien T-Helfer1-Zellen (Th1) stimulieren und damit die typischen allergischen Symptome vermindern oder gar verhindern. Erste Tests mit dem Bienengiftallergen PLA2 (Phospholipase 2) an Tieren zeigen, dass die Verwendung von speziell aufgebauten nano- und mikropartikelären Allergievakzinen dort tatsächlich zu einem Schutz vor allergischen Reaktionen führen kann (Abb. 6).

CLB

**Literatur:**

Bruno Gander: „Trends in particulate antigen and DNA delivery systems for vaccines“; *Advanced Drug Delivery Reviews* 57 (2005)

Bruno Gander: Vorlesungsskripte Galenische Pharmazie, Delivery and Targeting; IPW, ETH Zürich

Martinez Gómez JM, Fischer S, Csaba N, Kündig TM, Merkle HP, Gander B, Johansen P: „A Protective Allergy Vaccine Based on CpG- and Protamine-Containing PLGA Microparticles“; *Pharm. Res.* 24(10), 1927-1935 (2007)

Samantha Jilek, Hans P. Merkle, Elke Walter: „DNA-loaded biodegradable microparticles as vaccine delivery systems and their interaction with dendritic cells“; *Advanced Drug Delivery Reviews* 57 (2005)

Marisa Peyre, Roland Fleck, David Hockley, Bruno Gander, Dorothea Sesardic: „In vivo uptake of an experimental microencapsulated diphtheria vaccine following sub-cutaneous immunisation“; *Vaccine* 22, 2430 - 2437 (2004)

Marisa Peyre, Dorothea Sesardic, Hans P. Merkle, Bruno Gander, Pal Johansen: „An Experimental Divalent Vaccine Based on Biodegradable Microspheres Induces Protective Immunity Against Tetanus and Diphtheria“; *Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 92, No.5 (2003)

Eva Schlosser, Marc Mueller, Stefan Fischer, Sameh Basta, Dirk H. Busch, Bruno Gander, Marcus Groettrup: „TLR ligands and antigen need to be coencapsulated into the same biodegradable microsphere for the generation of potent cytotoxic T lymphocyte responses“; *Vaccine* 26, 1626 - 1637 (2008)

I. B. Autenrieth, A. Noll: „Perspektiven für die Entwicklung neuer Impfstoffe“; *Monatsschrift Kinderheilkunde* 4/98

Hannelore Gießen: „Hilfsstoffe für bessere Vakzinen“, *Pharmazeutische Zeitung online* 2008

Neue Zürcher Zeitung: „Hilfsstoffe als Hoffnungsträger der Impfstoff-Forschung“; 03.10.2007

Rino Rappuoli: „Die Zukunft der Impfung“; *ImpfDialog* 1/2001

Carsten Speckmann, Jan Rohr, Stephan Ehl: „Immunologische Grundlagen von Impfungen: Von Adjuvanzien bis Zytokinen - wie funktionieren Impfungen?“; *Pädiatrie hautnah*, S2/2006

Jeffrey B Ulmer, Ulrich Valley, Rino Rappuoli: „Vaccine manufacturing: challenges and solutions“; *Nature Biotechnology*, Volume 24 / Number 11, Nov. 2006

www.netdoktor.de/reisemedizin oder www.onmedia/

## Acht Biotech-Firmen und -Institute aus der Loire-Region in San Diego Westfrankreich trifft Südkalifornien

**I**n CLB 10-2007 haben wir die Förderung der Chemie und Biotechnik in Südfrankreich vorgestellt. Auch in Westfrankreich fördern unsere westlichen Nachbarn diese Bereiche. Acht Biotech-Firmen und Forschungsinstitute konnten sich vom 17. bis zum 20. Juni sogar auf der Bio International Convention im kalifornischen San Diego präsentieren.

Atlantic Biotherapies vereint heute in und um die Städte Nantes und Angers Unternehmen und Organisationen für Grundlagen- und Klinikforschung sowie Hochschulinstitute. Seit seiner Gründung sind 117 Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen aufgenommen worden. Das Kompetenzzentrum verfügt über ein breit gefächertes Netzwerk internationaler Partnerschaften, das die praktische Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern fördert. Zu den Partnern des Bioclusters gehören die Unternehmen Aresa (Belgien), BioAlps (Schweiz), Heidelberg Technologie Park (Deutschland), Leiden Life Meets Science (Niederlande), Medcoast Scandinavie (Norwegen), Milan Biocluster (Italien), Tartu Science Park (Estland), Wales Gene Park (GB) und Madrid Biocluster (Spanien).

Das Kompetenzzentrum wird unterstützt und partnerschaftlich betreut durch die Region Pays de la Loire – Nantes Métropole Développement. Die Region Pays de la Loire bietet in der Forschung tätigen Unternehmen Technologieinkubatoren in den Bereichen Gesundheit und Biotechnologie. Forschungs- und medizinische Zentren bilden ein strukturiertes Netzwerk von Akteuren. Dazu gehören der Biocluster Atlantic Biotherapies und die Bioinkubatoren Atlanpole und Angers Technopole. Internationale Förderstrukturen, entsprechende Begleitstrukturen für den Aufbau und Hilfestellungen bei der

Suche nach Unterkünften, unterstützen ausländische Forscher bei ihrer Entwicklung.

Beispiele für die getätigten Investitionen in Strukturprojekte der Region Pays de la Loire sind der Aronax-Teilchenbeschleuniger (s.u.) und das „Therapeutic Research Institute“ (IRT) in Nantes sowie das „Research in Health Engineering Institute“ (IRIS) in Angers.

Hier eine Kurzzvorstellung der Firmen und Institute, die in San Diego ausgestellt haben:

- ProtNeteomix (Arzneimittelforschung) stellt kundenspezifische, miniaturisierte Arrays her (Proteine, Peptide, Antikörper, Kleinmoleküle) und bietet öffentlichen Laboren sowie der biopharmazeutischen Industrie entsprechende Dienstleistungen an. ProtNeteomix entwickelt sowohl Anwendungen für Diagnosen und Prognosen als auch Arzneimittelforschungs- und Entwicklungsprogramme.
- In-Cell-Art (Wirkstofftransportsysteme) widmet sich der präklinischen Entwicklung synthetisch hergestellter Nanocarrier für makromolekulare Arzneimittelformulierungen und dem Transport durch die Zellbarriere. In-Cell-Art

hat neue, auf nanometrischer Ebene organisierte Vektorklassen entwickelt, mit denen DNA, RNAi oder Proteine effizient und sicher in das Herz der gezielt ausgewählten Zelle eingebracht werden können. Das Unternehmen bietet pharmazeutischen und biotechnischen Firmen sowie akademischen Forschungszentren urheberrechtlich geschützte Formulierungstechnologien, die für den intrazellulären Transport makromolekularer Arzneimittel entwickelt wurden.

- Vivalis (Biomufacturing) ist eine auf Biopharmazie ausgerichtete Aktiengesellschaft. Sie bietet Lösungen für die industrielle Herstellung viraler Impfstoffe und therapeutischer Proteine auf zellulärer Grundlage. Die urheberrechtlich geschützten Technologien werden in folgenden Bereichen kommerziell genutzt:

- Impfstoffentwicklung und –herstellung; Für die urheberrechtlich geschützten embryonalen Stammzelllinien EBx erteilt das Unternehmen pharmazeutischen und biotechnischen Unternehmen Forschungs- und Geschäftslizenzen, die auf dem Geschäftsgebiet der viralen Impfstoffe tätig sind.

Die in diesem Jahr 40 Jahre alte Coronado Bridge ist eines der Wahrzeichen von San Diego, wo jetzt die Bio International Convention stattfand. Die Brücke verbindet San Diego mit der Stadt Coronado, bekannt durch das das 1888 erbaute Hotel del Coronado. Es war die Filmkulisse für den 1958 gedrehten Film „Manche mögen's heiß“ (Some like it hot) mit Marilyn Monroe (Foto: Kickuth).



## Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- Eine hohe Vitamin-D-Konzentration im Blut schützt Frauen jenseits der Wechseljahre vor **Brustkrebs**. Untersuchungen aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum bestätigen diesen Zusammenhang und zeigen darüber hinaus, dass eine bestimmte Genvariante des Vitamin-D-Rezeptors ein erhöhtes Tumor-Risiko bei Östrogen-abhängigen Tumoren bedeutet.
- Forscher aus Frankfurt und der Tierärztlichen Hochschule Hannover wollen das onkolytische Rindervirus der Vesikulären Stomatitis (VSV) gentechnisch verändern, um damit **bösartige Hirntumoren** zu bekämpfen. Das Virus wird mit einem fremden Hüllprotein ausgestattet, dadurch kann es menschliche Zellen nicht infizieren. Zusätzlich wird es mit einem Apoptose- und einem immunstimulierenden Gen aufgerüstet, um die Antitumor-Wirkung weiter zu steigern.
- Ein Team von Forschern der TU München hat die Struktur und den Wirkmechanismus von Syringolin aufgeklärt, einer Substanz, die von pflanzenpathogenen Pseudomonas-Bakterien abgeschieden wird, wenn sie Buschbohnen infizieren. Syringolin A blockiert die Proteasomen in der Pflanzenzelle. Das führt zu einem Proteinestau und behindert die Abwehr. Syringolin als **Proteasom-Hemmstoff** hat in ersten Experimenten mit kultivierten Krebszellen bereits wachstumshemmende Wirkung gezeigt.
- Ein Forscherteam an der University of Queensland hat bei Untersuchungen zum **Brustkrebsgen BRCA1** festgestellt, dass dieses in einer schlaufenförmigen Ausbildung existiert, wenn das Gen ausgeschaltet ist und dass ein Teil dieser Schleife verschwindet, wenn das Gen angeschaltet ist. Die Gestalt der Schleife verändert sich in unterschiedlichen Brustkrebszellen. Vermutlich spielt die Schlaufenbildung bei der Entstehung von Krebs eine Rolle. In weiteren Untersuchungsschritten sollen die DNA Sequenzen und DNA-bindenden Moleküle identifiziert werden, die bei der Schlaufenbildung des BRCA1-Gens eine Rolle spielen.
- Forscher im Deutschen Krebsforschungszentrum entdecken ein Schlüsselmolekül namens Rgs5, das für die charakteristische unausgereifte **Struktur der Blutgefäße in bösartigen Tumoren** verantwortlich ist. Wird dieses Molekül in Mäusen ausgeschaltet, normalisieren sich die Gefäße, so dass Immunzellen besser in das Tumorgewebe vordringen können. Dies steigert die Wirkung von Immuntherapien erheblich und verlängert das Überleben von Versuchstieren.
- Darmbakterien wie Escherichia coli, Salmonellen und Shigellen könnten als **Wirkstoff-Fähren** benutzt werden. Forscher des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung zeigten im Mausversuch, wie Salmonellen, beladen mit Antikrebsmedikamenten, einen Tumor zum Verschwinden brachten. Voraussetzung ist die Elimination der Leukozyten, die sonst die gleichmäßige Verteilung der Salmonellen im Tumor behindern würden.

– Entwicklung von Produktionssystemen für rekombinante therapeutische Proteine und monoklonale Antikörper.

- Clean Cells (Biologische Sicherheit) ist spezialisiert auf biologische Qualitätskontrolle. Clean Cells bietet ein umfassendes Biosicherheitsprogramm. Es entspricht dem Qualitätssicherungssystem GLP von In Vitro und In Vivo-Dienstleistungen zur Unterstützung der GMP-Verfahrensentwicklung für biologische Stoffe. Dazu gehören rekombinante Proteine, monoklonale Antikörper, Impfstoffe, Zell- und Gentherapeutika. Das Biosicherheitsprogramm eignet sich für das anfängliche F&E-Stadium bis hin zu klinischen Versuchen.

- Porsolt & Partners Pharmacology (Wirksamkeits- und Sicherheitspharmakologie): Das französische Auftragsforschungsinstitut hat sich seit 1984 auf Tierpharmakologie spezialisiert und führt Wirksamkeits- und Sicherheitsstudien durch. Die Daten dieser Studien dienen der klinischen Entwicklung von Arzneimittelkandidaten. Porsolt & Partners hat eine breite Palette von Testverfahren und -modellen für Labortiere entwickelt, die die Mehrzahl der pharmakologischen Studien zur Evaluierung der Wirksamkeit und Sicherheit von Human- und Veterinärarzneimittelkandidaten abdecken.

- Igna (Genetische Fingerabdrücke), das „Institut Génétique Nantes Atlantique“, ist ein AnalySELabor, das auf Humangenetik spezialisiert ist und eine breite Palette genetischer Dienstleistungen in den Bereichen genetische Forensik, Vaterschaftstests und Gesundheitspflege anbietet. IGNA wurde 2003 von Medizinern des Universitätskrankenhauses

von Nantes gegründet, die schon 1988 Vorreiter im Bereich DNA-Fingerabdrücke waren.

- TcL and Expression (Immunüberwachung; Genexpression Profilierung): Über das „Center for ImmunoMonitoring Nantes Atlantique“, (CIMNA), bietet TcLand Expression alle derzeit verfügbaren Verfahren im Bereich der Immunüberwachung und Biomarkerentwicklung an, sowie der klinischen Überwachung, des Datenmanagements und der Statistik von Phase I bis Phase IV.

- Arronax (Teilchenbeschleuniger zur Bekämpfung von Krebs) ist eine radiochemische und onkologische Forschungsanlage in der Region Nantes Atlantique. Ziel ist es, innovative Radioisotope (radioaktive Atome) für die nuklearmedizinische Forschung herzustellen und nuklearchemische Forschungen über Radiolyse durchzuführen. Bei einem Teilchenbeschleuniger handelt es sich um eine kreisförmige Anlage, in der Partikel beschleunigt werden. Das Hauptziel von Arronax ist die Entwicklung, Herstellung und der Einsatz von Radioisotopen in der nuklearmedizinischen Forschung. Im Rahmen der Arbeit auf diesem medizinischen Spezialgebiet werden radiopharmazeutische Mittel an Patienten verabreicht, um Diagnosen (mit Hilfe der szintigraphischen Tomographie) oder Behandlungen (durch Vektor-Radiotherapie) durchzuführen.

Das Auftragsforschungsinstitut Porsolt & Partners hat etliche Testverfahren für Labortiere entwickelt (Foto: P&P).



## Zelluläre Strukturen manipulieren Mit Ultrakurzpulslaser

**Ziel eines neuen Forschungsprojekts unter Beteiligung des Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) ist es, ein für Biologen und Mediziner einfach zu bedienendes Mikroskopsystem zu realisieren, womit sowohl die Erfassung als auch die Manipulation zellulärer und subzellulärer Strukturen ermöglicht wird.**

Eine der größten Herausforderungen in der Biologie besteht darin, biologische Prozesse auf zellulärer Ebene besser zu verstehen. Dafür sind neue Instrumente notwendig, um die Interaktionen in lebenden Zellen und Zellverbänden besser beobachten und gegebenenfalls beeinflussen zu können.

Der Ansatz für das neue Gerät setzt den Ultrakurzpulslaser ein, der äußerst schädigungsarm und räumlich begrenzt das Schneiden innerhalb einzelner Zellen ermöglicht. Die ultrakurzen Laserpulse werden durch Objektive mit hoher numerischer Apertur geleitet, die einen sehr kleinen Fokus mit hoher Intensität ermöglichen. Das bestrahlte Gewebe wird teilweise ionisiert, das entstehende Mikroplasma expandiert und verursacht eine lokal eng begrenzte

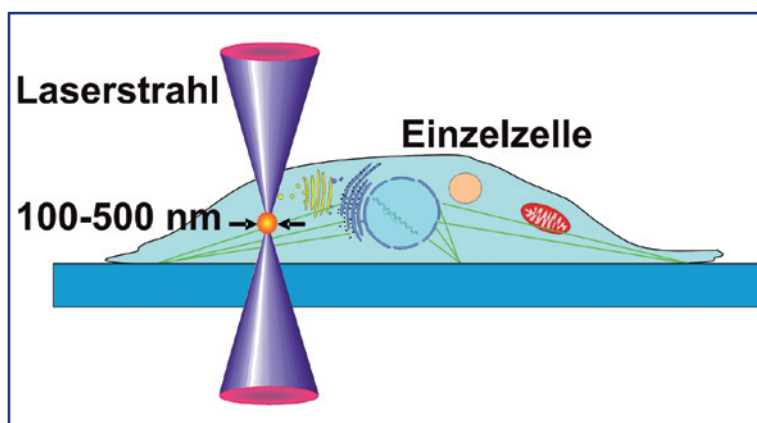
Gewebetrennung (Photodisruption) mit sub-Mikrometer Genauigkeit.

Das besondere an dem neuen Systems wird sein, dass die nahinfrarote Laserwellenlänge gleichzeitig auch eine nicht-invasive Bildgebung von ganzen Zellverbänden und Gewebeproben mit ebenfalls Nanometer-Genauigkeit ermöglicht.

Als Pilotanwendungen für das System sind zunächst vier Anwendungsfelder vorgesehen. Zum einen werden Studien zum Knorpelwachstum bzw. Knorpeltransplantation im Gelenkbereich und neue Methoden der Wundbehandlung durchgeführt. Zum anderen sollen neue Erkenntnisse über Genfunktionen, und eine verbesserte Frühdiagnose und hochspezifischen Therapie der Alzheimer Erkrankung ermöglicht werden.

Das Projekt – in Zusammenarbeit mit der Rowiak GmbH (Projektleitung), der Leibniz Universität Hannover und weiteren Projektpartnern – läuft bis zum Oktober 2010 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt. Ein intensiver Austausch mit der Harvard University ist überdies geplant.

Mit „Nanotome“ können Biologen und Medizinern zellchirurgische Eingriffe mit Nanometer-Genauigkeit als Routine-Eingriff durchführen (Abb.: LZH).



### Proteine, Gene und Hormone

**Die Systembiologie** ist die ganzheitliche Betrachtungsweise lebender Systeme. Dem biologischen Modell-Organismus wird ein mathematisches Modell zur Seite gestellt, welches ausgehend von molekularbiologischen Grundlagen das Verhalten nachbilden und neue Phänomene vorhersagen kann. Wissenschaftler aus der Golmer Forschungseinrichtung für Systembiologie (GoFORSYS) untersuchten eine einzellige Alge mit dem Ziel, den Zusammenhang zwischen Photosynthese und Biomasseproduktion zu verstehen. Es gelang ihnen, experimentell gewonnene Metabolom- und Proteom-Daten mit vorhandenen Modellen der Genomvorhersage abzugleichen.

**Die Substanz EGCG** (Epigallocatechin-3-gallate) in grünem Tee kann offenbar die Plaquebildung bei Parkinson und Alzheimer umkehren. Durch EGCG bilden sich harmlose, kugelige Eiweißaggregate, wie Forscher des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch festgestellt haben.

**Proteasen** können defekte und überzählige Proteine in und außerhalb von Zellen erkennen und eliminieren. Ein Team von Forschern aus Wien, Martinsried, Cardiff und Duisburg-Essen hat die Protease DegP untersucht, welche in der Zellhülle von Bakterien lokalisiert ist. Die gesunden Proteine werden wie in einem Käfig geschützt und sicher an ihren Bestimmungsort transportiert. Bei der Bindung von defekten Proteinen am DegP-Käfig verändert sich im Innern des Moleküls das Reaktionszentrum derart, dass die Protease-Aktivität in Gang gesetzt wird.

**Die molekularen Mechanismen der Myelinbildung** wurden von Wissenschaftlern der Universität Mainz untersucht. Es wurde gezeigt, dass ein endozytischer Recycling-Zyklus von Myelinproteinen für die Ausbildung von Myelindomänen von Bedeutung ist. Weiterhin wurde ein neuer, aktivierender Myelin-Signalweg entdeckt.

**Zellulärer Stress oder Mutationen** stören die korrekte Proteinfaltung, und können so die Ablagerung schädlicher, unlöslicher Proteinaggregate hervorrufen. Wissenschaftler vom Zentrum für Molekulare Biologie der Universität Heidelberg (ZMBH) untersuchten das Phänomen der Proteindisaggregation am Beispiel von ClpB, einem Chaperon aus dem Darmbakterium *Escherichia coli*. ClpB erkennt nur den fehlgefalteten Anteil eines Proteins und führt zu dessen Abbau.

**B-Lymphozyten** benötigen einen B-Zellantigenrezeptors (BCR), um aktiviert zu werden. Forscher der Universität Freiburg zeigten, dass BCR-Moleküle ständig ein Signal aussenden, welches zur Phosphorylierung und nachfolgendem Abbau der Foxo-Proteine führt. Foxo-Transkriptionsproteine lösen ein Todesprogramm in B-Zellen aus. Verlieren B-Zellen ihre BCR-Moleküle, sammeln sich Foxo-Proteine in Zellkern an. Diese Sicherheitsregulation bewirkt, dass nur intakte B-Zellen in unserem Körper überleben können.

## DFG richtet 16 neue Schwerpunktprogramme ein

# Duftwahrnehmung, Meiose, Thermoelektrika

**D**ie Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) richtet jetzt 16 weitere Schwerpunktprogramme (SPP) ein. Die Themen reichen dabei von der Wahrnehmung und Verarbeitung von Düften über Spray-Verfahren zur Gewinnung maßgeschneiderter Feststoffe bis zur ersten vollagrarischen Kultur, der Trichterbecherkultur; auch die Darstellungstheorie sowie das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit werden künftig im Rahmen von Schwerpunktprogrammen erforscht, ebenso Störungen in mobilen Kommunikationsnetzen und extraterrestrische Proben aus der STARDUST-Mission der NASA. Für die Programme stehen ab 2009 für einen Zeitraum von drei Jahren 28,8 Millionen Euro zur Verfügung.

Bei den Lebenswissenschaften gibt es vier neue SPPs. Mit der noch kaum bekannten positiven Seite von Mastzellen beschäftigt sich das Schwerpunktprogramm „Mast Cells – Promoters of Health and Modulators of Disease“. Bislang sind die Mastzellen hauptsächlich als Überträger schwerer pathologischer Phänomene wie Allergien oder dem anaphylaktischen Schock bekannt. Inzwischen hat sich jedoch gezeigt, dass Mastzellen auch wichtige nicht-pathologische, krankheitsabwehrende Funktionen haben. Diese sollen nun systematisch erforscht werden, was für die Immunbiologie und die Medizin ein gleichermaßen großes Zukunftspotenzial mit sich bringt.

Die Meiose als besondere Form der Zellkernteilung ist bislang nur rudimentär erforscht, obwohl sie für das Verständnis der frühen Zellentwicklung und der Tumorbildung oder etwa für die Stammzellforschung elementar ist. Das Schwerpunktprogramm „Mechanism of Genome Haploidization“ will die meiotischen Prozesse in etablierten Modellorganismen wie der Hefe,

dem Frosch oder der Maus untersuchen. Vor allem die Vernetzung zellbiologischer, biophysikalischer und strukturebiologischer Absätze soll der fundamentalen biologischen und medizinischen Bedeutung der Meiose gerecht werden.

Wie Düfte wahrgenommen und verarbeitet werden, ist das Oberthema des Schwerpunktprogramms „Integrative Analysis of Olfaction“. Konkret will das Programm die Ursache und Bedeutung der zahlreichen Geruchsrezeptoren und -organe, die molekularen Mechanismen der Perzeption, Amplifikation und Transduktion und die Informationsverarbeitung bei verschiedenen Tieren und beim Menschen untersuchen. Auch der Einfluss der Geruchsinformation und der Geruchserinnerung auf das Verhalten soll geklärt werden. Einen weiteren innovativen Aspekt stellt auch die Einbeziehung der Olfaktorik für die Bildung und den Abruf von Gedächtnisinhalten dar.

Die Interaktion zwischen Parasiten und ihren Wirten gilt als eine der wichtigsten Antriebskräfte der Evolution. Das Schwerpunktprogramm „Host-Parasite Coevolution – Rapid Reciprocal Adaptation and its Genetic Basis“ will den Mechanismus des gegenseitigen Anpassungsprozesses aufklären. Durch die Verknüpfung verschiedenster Ansätze soll dabei vor allem die Lücke zwischen den bestehenden theoretischen Modellen und Freilanduntersuchungen einerseits und molekulargenetischen Laboruntersuchungen andererseits geschlossen werden. Evolutionsbiologen und Bioinformatiker wollen hierzu ebenso beitragen wie Immunologen und Parasitologen.

Der neue SPP in der Chemie beschreitet völliges Neuland in der chemischen Festkörperforschung. Es handelt sich um das Schwerpunktprogramm „Kristalline Nichtgleichgewichtsphasen“. Diese nicht glasartigen Nichtgleichgewichtsphasen wurden bislang in keiner Form

systematisch erforscht, dabei ist die Aufklärung der Keimbildung eine der faszinierendsten und wichtigsten offenen Fragestellungen in der chemischen Grundlagenforschung. Dies soll nun im Zusammenspiel zwischen theoretisch-konzeptionell und experimentell arbeitenden Gruppen systematisch angegangen werden, wobei insbesondere die Strukturforchung und in-situ-Charakterisierung sowie die Festkörpertheorie und Synthese kombiniert werden.

Die Chemische Verfahrenstechnik erhält ebenfalls einen neuen SPP. Um maßgeschneiderte Feststoffe in Pulverform zu gewinnen, werden in der Industrie zunehmend „Spray-Verfahren“ eingesetzt. Über die Prinzipien und Mechanismen, die solchen prozessintegrierten Zerstäubungsverfahren zugrunde liegen, ist jedoch bislang nur wenig bekannt. Sie will nun das neu eingerichtete Schwerpunktprogramm „Spray-Verfahren“ systematisch erforschen. Die Forschergruppen, die einen Antrag einreichen können, kommen aus der Verfahrenstechnik, Strömungsmechanik und Physikalischen Chemie. Mit dem angestrebten Erkenntnisgewinn im Grundlagenbereich sollen zugleich auch die Anwendungsmöglichkeiten der Spray-Verfahren deutlich erweitert werden.

Das Schwerpunktprogramm „Nanostrukturierte Thermoelektrika: Theorie, Modellsysteme und kontrollierte Synthese“ verbindet Fragestellungen aus der Physik, der Nanotechnologie und Mikrosystemtechnik, der Mess- und Energietechnik sowie den Materialwissenschaften. Sein Ziel ist die Entwicklung von neuartigen thermoelektrischen Systemen auf der Basis von nanostrukturierten Materialien. Dies gilt derzeit als der aussichtsreichste Ansatz, um die Effizienz von Thermoelektrika zu erhöhen, was wiederum umfangreiche neue Anwendungsmöglichkeiten in der Energietechnik eröffnen würde, so etwa durch die direkte Nutzung von Abwärme.

## Damit die Chemie stimmt

Katharina Standhartinger: *Chemie für Ahnungslose; eine Einstiegshilfe für Studierende*. 6. Auflage, 138 Seiten, mit 17 Abbildungen, 35 Tabellen; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2008; ISBN 978-3-7776-1573-8; 22,00 Euro.

Die meisten naturwissenschaftlich oder technisch ausgerichteten Studienfächer verlangen eine oder gar mehrere schriftliche Prüfungen in Chemie.

Studenten, die Chemie im Nebenfach belegen, können in der Regel verhältnismäßig wenig Engagement für dieses Fach aufbringen, da die vorrangigen Hauptfächer die meiste Energie während des Semesters beanspruchen. Die Vorbereitungen auf die Chemieprüfung müssen oft innerhalb einer engen Zeitspanne erfolgen, wobei sich dann Altlücken aus der Schulzeit besonders bemerkbar machen.

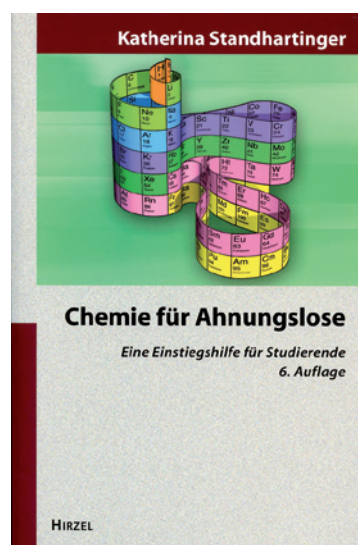
Doch auch Studenten der Chemie im Hauptfach sind oft mit dem Tempo der Wissensvermittlung stark gefordert und wünschen sich ein überschaubares Nachschlagewerk für grundlegendes Wissen.

Das vorliegende Buch behandelt die Grundlagen der Chemie, wie sie von einer Universität oder Fachhochschule als selbstverständliches, in jeder weiterführenden Schule obligatorisch erworbenes Wissen vorausgesetzt werden. Es richtet sich demnach an alle Studierenden oder Schüler, die entweder das chemische Basiswissen mit möglichst geringem zeitlichen Aufwand erarbeiten oder gezielt ein-

zelne grundlegende Details nachschlagen wollen.

Vom Schulbuch unterscheidet sich dieses Buch dadurch, dass die chemischen Zusammenhänge nicht über den Versuch erschlossen, sondern als solche direkt präsentiert und erklärt werden.

Zu den obligatorisch in den Prüfungen abgefragten Anwendungen des Wissens zur Stöchiometrie, zu den Säure-Base- sowie den Redoxreaktionen finden sich ausgewählte Übungsaufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades. Die ausführlichen Lösungen sollen das Einüben einer korrekten schriftlichen Formulierung chemischer Sachverhalte unterstützen. Die große Nachfrage, Beweis für die Notwendigkeit, spricht mit der 6. Auflage für sich. CS



## Physik geht uns alle an

Werner Junker: *Physik für Ahnungslose; eine Einstiegshilfe für Studierende*. 3. Auflage, 384 Seiten; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2008; ISBN 978-3-7776-1574-5; 38,00 Euro.

Ohmsches Gesetz? Nie gehört! Im Berufsalltag oder Studium muss oft „verschüttetes“ Wissen aufgefrischt oder sogar erweitert werden, und die sich daraus ergebenden Schwierigkeiten scheinen oft unüberwindbar.

Diese kompakte Werk enthält das gesamte Basiswissen, das für ein Verständnis der Physik erforderlich ist und schließt so diese Lücke. Der Leserkreis dieses Buchs ist der gleiche wie der oben auf dieser Seite beschriebene im Fach Chemie.

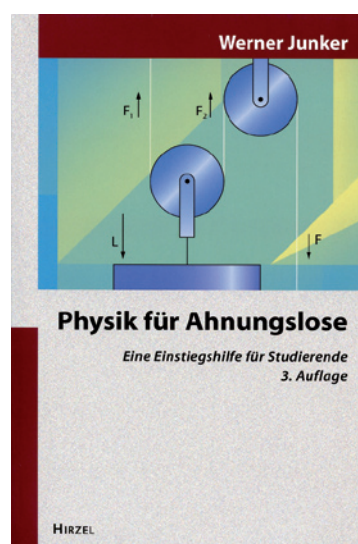
Entsprechend der Einteilung der Schulphysik in die Disziplinen Mechanik, Wärmelehre, Akustik, Optik, Elektrizitätslehre und Magnetismus sowie Atomphysik ist das Buch in sechs Kapitel aufgeteilt, die in weiten Teilen unabhängig voneinander bearbeitet werden können.

Jedes Kapitel fängt beim Kenntnisstand null an, behandelt zuerst den Stoff der gymnasialen Mittelstufe und endet auf dem Abiturniveau des Leistungskurses der Oberstufe. Auch die methodische

Präsentation entspricht dem Vorgehen im Schulunterricht.

Die zahlreichen Aufgaben sollen die praktische Umsetzung verdeutlichen. Es sind Standardaufgaben, die in jedem Physikunterricht so oder in abgewandelter Form behandelt werden.

Der ahnungslose Leser wünscht sich jedoch deutlich mehr didaktische Gestaltung (Schrift, Farbe, Gleichungen, Graphiken) des Inhalts. Auch scheint bei näherem Hinsehen das „null-Niveau“ nicht bei allen Menschen gleich zu sein. CS



## Extract-N-Amp-Kits von Sigma-Aldrich sind künftig auch als Plug'n'Prep-Methoden für die epMotion verfügbar

Sigma-Aldrich entwickelt zusammen mit der Eppendorf AG optimierte Protokolle zur Aufnahme der Sigma-Aldrich Extract-N-Amp-Kits in die immer größer werdende Palette der epMotion Plug'n'Prep-Methoden. Mit Plug'n'Prep ist das automatische Pipettiersystem epMotion der Eppendorf AG das einzige offene automatisierte Liquid-Handling-System mit vorgetesteten, sofort einsatzberei-

ten Methoden für die automatisierte Nukleinsäureaufreinigung.

Extract-N-Amp-PCR-Kits bieten einen Extraktions- und Amplifikationsprozess für schnelle Blut-, Gewebe- oder Pflanzenassays. Die DNA kann aus jeder Probe in einem fünfminütigen Extraktionsprozess isoliert werden, ohne dass dafür noch Säulen oder Probenaufreinigungsschritte erforderlich sind. Dieses simple „Lyse and Go“ ist für Genotypbestimmung, Knockout-Analyse und Sequenzierungsanwendungen geeignet. Die Kits enthalten alle Reagenzien, proprietäre Puffer sowie Enzyme, die für eine schnelle Extraktion und Amplifikation benötigt werden. Die Extract-N-Amp-PCR soll künftig als Plug'n'Prep-Methode für die schnelle automatisierte Nukleinsäureextraktion aus tierischem Gewebe, Haar, Mundschleimhautabstrichen, Vollblut, Pflanzenblättern und -samen zur Verfügung stehen.

Der Kreis der Anbieter, die bereits in enger Zusammenarbeit mit der Eppendorf AG Plug'n'Prep-Methoden für die

epMotion entwickelt, optimiert und getestet haben – dazu zählen Invitrogen, Promega, Macherey-Nagel, Invitex und 5 PRIME – wird nun um Sigma-Aldrich erweitert. Der Anwender wählt eines der über 25 Extraktionskits, lädt die vorgetestete Methode von der Website epMotion.com herunter und überträgt die Methodendatei in die epMotion.

Alle typischen Liquid-Handling-Schritte in nachgeschalteten Anwendungen lassen sich vollautomatisieren, so dass der Anwender in der Zwischenzeit den Arbeitsplatz verlassen und andere Aufgaben erledigen kann.

Sämtliche vorgetesteten Plug'n'Prep-Protokolle für die epMotion von Eppendorf stehen unter [www.epMotion.com/pnp](http://www.epMotion.com/pnp) zum Download bereit.



Eppendorf AG

22331 Hamburg

Tel +49 40 53801 0

Fax +49 40 53801 556

[www.eppendorf.com](http://www.eppendorf.com)

## Einfache Pulververteilung mit DryPette Varix

Die neue Zinsser DryPette Varix ist eine schnelle, manuelle und leichte Pulverpipette. Mit der DryPette Varix lassen sich auch schwierige Pulver (statisch aufgeladene oder klebrige Pulver) präzise und reproduzierbar dosieren. Alle Parameter, wie das zu verteilende Volumen, Ansaug- und Abgabegeschwindigkeit, werden in einer elektronischen Steuerbox gespeichert, sodass Dosierungen einfach zu reproduzieren sind.

Die Pipette eignet sich zur Verteilung trockener, pulverförmiger Materialien mit einer Partikelgröße ab 3µm in der Probenvorbereitung, zum Beispiel zum Befüllen der Reaktoren mit Synthescharzen, Zugabe ungelöster Salze bei chemischen Reaktionen, Verteilung magnetischer Antikörper oder Enzyme in Mikrottestplatten oder Mini-kartuschen oder Befüllung von Fest-

phasenplatten oder Kartuschen mit Trennmedium.

Die DryPette Varix ist für verschiedene Volumengrößen erhältlich: von 2 bis 565µl und von 100 bis 1900µl.

Zinsser Analytic GmbH

60489 Frankfurt

Tel +49 (0)69 789 106 0

Fax +49 (0)69 789 106 80

[www.zinsser-analytic.com](http://www.zinsser-analytic.com)





# Bezugsquellenverzeichnis

## ANALYSEN

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

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

## ARBEITSSCHUTZARTIKEL



Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

## 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



06151/8806-0  
Fax 06151/896667  
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



06151/8806-0  
Fax 06151/896667  
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

## HOHLKATHODENLAMPEN



06151/8806-0  
Fax 06151/896667  
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

## 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  
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844  
www.koettermann.de,  
systemlabor@koettermann.de

## LABOREINRICHTUNGEN

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



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

## 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](mailto:microscopy@olympus-europa.com)

Große  
Anzeigen zu  
teuer? Hier  
kostet ein  
Eintrag nur  
6 Euro pro  
Zeile, ein  
Millimeter  
pro Spalte  
3 Euro!

## 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

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

## PH-MESSGERÄTE



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

## REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS

**ROTH** 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

## 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



## TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

## THERMOMETER

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



## VAKUUMKONZENTRATOREN

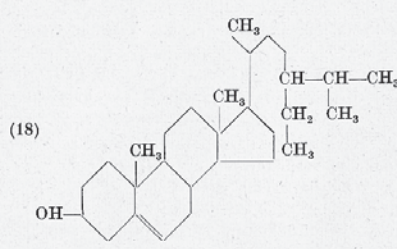
Zirbus technology  
D-37539 Bad Grund  
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 838080  
Internet: <http://www.zirbus.de>

## CLB-Geschichte

Fortsetzung von Umschlagseite 3

26
Woraus besteht Holz chemisch ?

(18)



sättigten und ungesättigten Fettsäuren, der Palmitin- und Stearinsäure, der Ölsäure und der Linolensäure. Die Fette machen weniger als 1% der Holzsubstanz aus. Ihre Bedeutung als Reservestoff wird daran deutlich, daß die Samen fast aller Pflanzen Fette und Öle enthalten, z. B. Raps, Hanf, Mohn, Sonnenblume u.a.m.

*Farbstoffe, Gerbstoffe, Aschenbestandteile*

Am bekanntesten sind die Farbstoffe des Campecheholzes (blau) und des Brasilienholzes (purpur), die extrahiert und zum Färben von Wolle und Baumwolle gebraucht werden. Auch Extrakte einheimischer Bäume dienten früher zum Färben. Die chemische Konstitution der verschiedenen Farbstoffe ist mannigfaltig. Man findet darunter z. B. Derivate des Benzophenons, chinonartige Körper und Verwandte des Chromons (Benzo- $\gamma$ -Pyrons).

Mit heißem Wasser lassen sich aus verschiedenen Hölzern und Rinden Gerbstoffe extrahieren, so z. B. aus Eichen- und Kastanienrinde. Nach *Freudenberg* werden sie in verschiedene Stoffgruppen eingeteilt: Esterartige Verbindungen, in denen meist Gallussäure vorkommt, und kondensierte Ringsysteme, zu denen die Catechine gehören. Die physiologische Bedeutung der Gerbstoffe ist umstritten. Sie finden sich in den Markstrahlen und vor allem in der Rinde. Oxydierte Gerbstoffe verursachen die dunkle Farbe des Kernholzes einiger Bäume, wie z. B. der Akazie, und das Nachdunkeln des Eichenholzes. Die Hydroxylgruppen der Gerbstoffe sind sehr reaktionsfähig. Bei der Lederherstellung vernetzen sie die Aminosäuren des faserförmigen Hauteiweißes.

Beim Verbrennen des Holzes bleiben seine Mineralstoffe als Asche zurück. Im lebenden Baum sind sie entweder im Zellsaft gelöst, an organische Säuren gebunden oder als Kristalle in alten Zellen eingeschlossen. Man findet darunter Salze des Na, K, Ca, Mg, Fe, Phosphate und Kieselsäure. Sehr viel Asche enthalten die Pektinstoffe (Polygalakturonsäuren), deren Carboxylgruppen teilweise mit Ca oder Mg verbunden sind.

Unsere Übersicht über die einzelnen chemischen Bestandteile des Holzes soll mit einer Tabelle schließen, welche die ungefähren Mengenanteile für Nadel- und Laubholz angibt.

Tabelle			
Zusammensetzung des Nadel- und Laubholzes			
		Fichte	Rotbuche
Cellulose	%	42,3	45,4
Hexosane	%	13,3	4,4
Pentosane	%	0,2	22,0
Lignin	%	28,6	22,7
Harz u. Fett	%	2,3	0,7
Asche	%	1,2	1,6

Große Anzeigen zu teuer? Hier kostet ein Eintrag nur 6 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 3 Euro!



### Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 200.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.400 Abonnenten
- kostenlose Veröffentlichung von Stellengesuchen
- kostenlose Veröffentlichung von Stellenangeboten an Universitäten und gemeinnützigen Forschungseinrichtungen
- Unternehmen inserieren Ihre offenen Stellen schon ab **99,- Euro**

Weitere Informationen und zahlreiche aktuelle Ausschreibungen finden Sie online unter <http://www.analytik-news.de>