

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

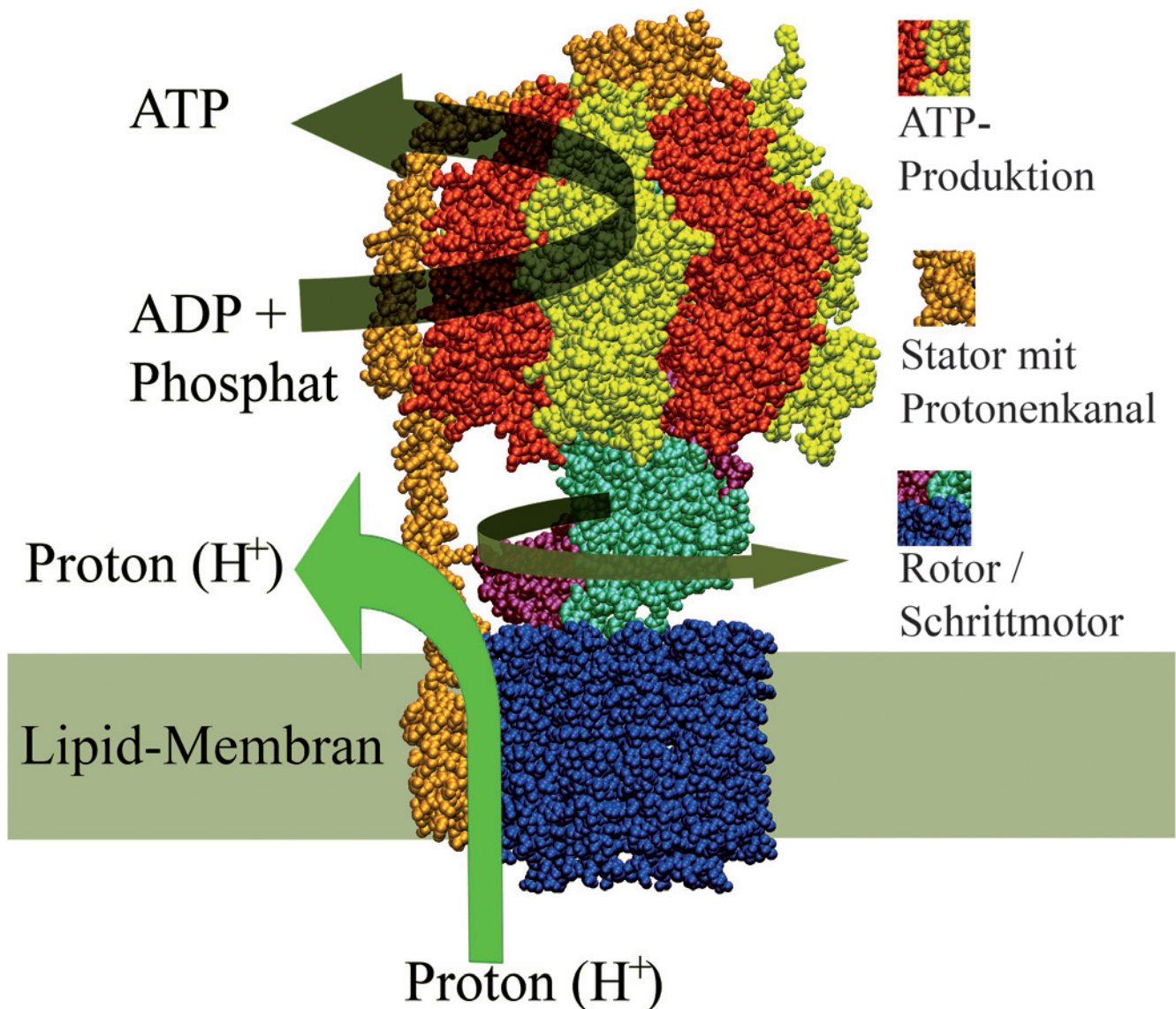
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Motorproteine
- Der tiefe Ozean
- Herausforderungen der Chemie

140 Jahre gibt es jetzt chemische Gesellschaften in Deutschland. 1967 beschrieb die CLB ausführlich die Geschichte der Vorgängergesellschaft der GDCh, die Deutsche Chemische Gesellschaft, die am 11. November 1867 gegründet wurde. Heute sicherlich nochmals mit Interesse nachzulesen...

403

100 Jahre Deutsche Chemische Gesellschaft

von Dr. habil. Walter Ruske, Berlin. *)

„Aber es vereinigt sich in Berlin für das Gedeihen einer großen, Chemiker aus allen Theilen Deutschlands umfassenden Gesellschaft eine Summe von Bedingungen, wie sie keine andere deutsche Stadt besitzt, . . . deshalb nannten wir uns die deutsche chemische Gesellschaft.“

August Wilhelm von Hofmann (1818—1892)
in: Ber. dtsh. chem. Ges. 5, 1113 [1872].

Die hier zitierten Worte stehen in einer Entgegnung, mit der August Wilhelm Hofmann, der erste Präsident der „Deutschen Chemischen Gesellschaft“, einen Angriff Hermann Kolbes zurückwies. Kolbe hatte von der „Berliner chemischen Gesellschaft, welche sonderbarer Weise sich deutsche chemische Gesellschaft nennt“, gesprochen und damit die Absicht der Vereinigung, ein wissenschaftliches Forum für alle deutschen Chemiker zu bilden, kritisiert.

In der Tat mußte es ein Wagnis sein, wenn vier Jahre vor der Bildung des Deutschen Reiches in Berlin Chemiker eine Gesellschaft mit einem solchen programmatischen Namen schufen, auch wenn diese zunächst noch den Zusatz „zu Berlin“ trug. Aber ähnlich wie in England oder Frankreich handelten auch hier die Chemiker Berlins gewissermaßen stellvertretend für ihre Kollegen in den anderen deutschen Städten und Zentren der jungen chemischen Industrie. Bereits 1841 war die „Chemical Society of London“, 1857 die „Société Chimique de Paris“ entstanden, und in demselben Maße, in dem diese Vereinigungen die Rolle nationaler Gremien übernahmen, wuchs auch die Berliner Gesellschaft schnell über ihre lokale Bedeutung hinaus, so daß sie bereits 1877 auf den Zusatz „zu Berlin“ verzichten konnte: Die Zahl der „auswärtigen“ Mitglieder hatte die der „einheimischen“ weit überflügelt. Die Gesellschaft hatte ihr Ziel, als eine alle deutschen Chemiker umfassende Organisation zu wirken, erreicht.

Die Entstehung der Deutschen Chemischen Gesellschaft

Versucht man, die Entstehungsgeschichte dieses Zusammenschlusses zurückzuverfolgen, stößt man bereits 1821 auf den Aufruf von Lorenz Oken, in Leipzig zu einer Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte zusammenzukommen und die allzu häufig lediglich polemischen Diskussionen in den Fachzeitschriften durch das persönliche Gespräch und damit das gegenseitige Kennenlernen zu überwinden. 1822 fand die erste derartige Begegnung statt, aus ihr entstand die „Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte“.

*) Im September 1967 erscheint zu diesem Thema im Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstraße, eine im Auftrage der GDCh verfaßte Denkschrift desselben Autors.

404

100 Jahre Deutsche Chemische Gesellschaft

1828 wurden auf diesen Zusammenkünften Sektionen eingeführt, welche der ständig zunehmenden Spezialisierung der Einzelwissenschaften Rechnung tragen sollten. Diese fachlich gegliederten Abteilungen bildeten die Keimzellen neuer wissenschaftlicher Gesellschaften. Beispielsweise entstand 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, die heutige „Deutsche Physikalische Gesellschaft“.

Nach dem Tode Eilhard Mitscherlichs war August Wilhelm Hofmann 1864 auf das Ordinariat für Chemie an der Berliner Universität berufen worden. Es kam so ein Mann nach Berlin, der selbst 1861 Präsident der Londoner „Chemical Society“ gewesen war und der die zwischen wissenschaftlicher und technischer Chemie vermittelnde Rolle einer solchen Gesellschaft kennengelernt hatte. Einige Schüler waren ihm nach Berlin gefolgt — Adolf Gegger, Carl Alexander von Martius und Otto Olshausen — und in ihrem Kreis wurde die Bildung einer chemischen Vereinigung zuerst diskutiert. Im Herbst 1867 hatten Martius und Hermann Wichelhaus, damals Privatdozent an der Universität, in Anlehnung an das Londoner Vorbild die Statuten der Gesellschaft entworfen, und sie gewannen Adolf Baeyer und Carl Scheibler für ihre Pläne. Hofmann, der von diesen Absichten unterrichtet wurde, wollte jedoch einen Gründungsauftrag nicht selbst unterzeichnen, da er erst zu kurze Zeit in Berlin lebte. Es war daher ein Komitee von zehn, meist an der Universität lehrenden Chemikern, das ihre Berliner Fachgenossen zu einer „Constituierenden Versammlung“ am 11. November 1867 in einen Saal des Gewerbemuseums einlud. Auf der von etwa hundert Personen besuchten Versammlung wurde die „Deutsche Chemische Gesellschaft“ gegründet und Hofmann zu ihrem Präsidenten gewählt.

Die Ära August Wilhelm von Hofmanns (1867—1892)

In diesen ersten 25 Jahren hatte Hofmann insgesamt vierzehnmal das Amt des Präsidenten inne, und es ist verständlich, daß diese Zeit des wissenschaftlichen Lebens der Gesellschaft wie keine andere von seiner Persönlichkeit geprägt wurde. Die nachhaltigste Wirkung zeitigte zweifellos der Entschluß, ein eigenes Publikationsorgan — die „Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft“ — zu schaffen. Wenn Hofmann den Teilnehmern der Gründungsversammlung sein „und nun, meine Herren, Abhandlungen“ nachrief, so ist diese Aufforderung nicht nur schnell befolgt worden, sondern die „Berichte“ entwickelten sich zu der neben „Liebigs Annalen der Chemie“ führenden deutschen chemischen Fachzeitschrift.

Schwierig war es jedoch zunächst, die Frage nach einem geeigneten Ort für die Zusammenkünfte der Mitglieder zu lösen. Die Gesellschaft war hier auf die Gastfreundschaft anderer Organisationen angewiesen, so anfangs der Bergakademie, in deren Haus die Versammlungen bis 1879 stattfanden. Bis 1884 tagte die Gesellschaft dann in der Bauakademie und weitere sechzehn Jahre — bis 1900 — war schließlich das Chemische Institut der Universität Treffpunkt der Mitglieder.

100 Jahre Deutsche Chemische Gesellschaft

405

Der geselligen Natur Hofmanns entsprechend, gab es häufig außerhalb der regelmäßigen Sitzungen Gelegenheit zu festlichen Zusammenkünften der Mitglieder. Unter diesen sind vor allem das August Kekulé zu Ehren veranstaltete „Benzolfest“ im März 1890 und das anlässlich des 25jährigen Jubiläums der Rückkehr Hofmanns nach Deutschland im Juni desselben Jahres festlich begangene „Anilinfest“ zu nennen. Auch Hofmanns 70. Geburtstag, an dem er in den erblichen Adelsstand erhoben wurde, war der Anlaß für eine Feier. Vor allem aber hatten die Mitglieder der Gesellschaft eine „Hofmann-Stiftung“ ins Leben gerufen, an der sich auch ausländische Chemiker beteiligten, und deren Kapital der Unterstützung experimenteller Arbeiten auf dem Gebiet der Chemie dienen sollte.



August Wilhelm v. Hofmann

Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie wurde die Arbeit der Gesellschaft auf dem Gebiet der technischen Ausstellungen sowie ihr Eintreten für eine einheitliche Patentgesetzgebung. Erstmals 1873, anlässlich der Wiener Weltausstellung, war die Gesellschaft an der Ausgestaltung einer Gemeinschaftsschau deutscher chemischer Fabrikanten beteiligt, die so „zum ersten Male in einer ihrer Bedeutung würdigen Weise vertreten“ waren. Diese günstigen Erfahrungen waren Anlaß, daß es 1876 auch auf der Weltausstellung in Philadelphia zu einer Kollektivausstellung kam, die im Gegensatz zu den anderen deutschen Beiträgen prämiert wurde.

Die Erfolge der deutschen chemischen Industrie, vor allem auf dem Gebiet der organischen Farbstoffe, waren zwar ohne die Tätigkeit wissenschaftlich arbeitender Chemiker nicht denkbar, aber die Produktion erfolgte doch häufig nach geheimgehaltenen Verfahren. Das führte zwangsläufig dazu, daß neu auf den Markt gebrachte Farbstoffe in ihrer Konstitution aufgeklärt und dann auch von anderen Firmen hergestellt wurden. „Die Zeit der Arcanisten ist vorüber“, charakterisierte Hofmann diese Situation, denn „wer in dem letzten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts seinen Fachgenossen ein chemisches Rätsel aufgeben will, der muß sich schon darauf gefaßt machen, daß es früher oder später gerathen wird.“ Obwohl noch Anfang der sechziger Jahre die Auffassungen der Wirtschaft über den Wert eines einheitlichen Patentwesens geteilt waren, setzte sich die Einsicht in seine Notwendigkeit doch immer mehr durch,

406

100 Jahre Deutsche Chemische Gesellschaft

und 1869 sandte auch der Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft eine Eingabe an den Fürsten Bismarck, wenigstens für die Staaten des Norddeutschen Bundes ein Patentgesetz zu verabschieden. Dieses kam jedoch erst 1877 nach der Gründung des Deutschen Reiches zustande.

Als Hofmann am 5. Mai 1892 starb, hatte sich die Gesellschaft, nicht zuletzt durch seinen Einfluß, zu einer im In- und Ausland geachteten Organisation entwickelt.

Die Ära Emil Fischers (1893—1919)

Zum Nachfolger Hofmanns an der Universität wurde Emil Fischer berufen, der auch in der Deutschen Chemischen Gesellschaft eine wesentliche Rolle spielen sollte. Diese bestand jedoch weniger als bei Hofmann darin, der strahlende Mittelpunkt und Repräsentant der Gesellschaft zu sein — Fischer war in diesen 26 Jahren nur viermal Präsident — als vielmehr in einem unauffälligen, aber um so nachhaltigeren Wirken für die wissenschaftlichen Belange der Gesellschaft. Hierzu gehört vor allem der Ankauf des „Chemischen Zentralblatts“ und seine Weiterführung im Rahmen der Gesellschaft. Dieses Referatorgan war 1830 von Gustav Theodor Fechner als „Pharmaceutisches Centralblatt“ gegründet und 1850 in „Chemisch-Pharmaceutisches Centralblatt“, 1856 in „Chemisches Centralblatt“ umbenannt worden. Ab 1862 leitete es Rudolf Arendt, der es zu einem „vollständigen Repertorium der reinen und angewandten Chemie“ umgestaltete. 1896 erwarb es die Deutsche Chemische Gesellschaft für 15 000 Mark.

Ebenfalls 1896 erfolgte die Übernahme des von Friedrich Beilstein begründeten „Handbuchs der organischen Chemie“, das 1881/82 in erster Auflage in zwei, 1885/89 in zweiter Auflage in drei, 1892/99 in dritter Auflage in vier Bänden erschienen war. Beilstein fühlte, daß die Ergänzung der letzten Auflage durch Supplementbände über seine Kräfte gehen würde; er wandte sich daher an Paul Jacobson, um diesen um die Weiterführung zu bitten. Aber Jacobson wußte, daß diese Arbeit nur durch die gemeinschaftliche Anstrengung vieler wissenschaftlicher Mitarbeiter gelöst werden konnte. Er schlug daher der Chemischen Gesellschaft die Übernahme dieses Werkes vor, was unter dem Einfluß Fischers geschah. Wenn auch nun die dritte Auflage noch durch vier Ergänzungsbände vervollständigt wurde, so war doch eine weitere Ergänzung nicht mehr möglich, da sie die Beibehaltung der veralteten Systematik zur Voraussetzung gehabt hätte. Jacobson und sein Redakteur Bernhard Prager schufen daher die noch heute für dieses Kompendium der organischen Chemie gültige Gliederung für eine neue vierte Auflage, deren erster Band 1918 erschien. Inzwischen enthält dieses Handbuch, das heute vom Frankfurter Beilstein-Institut betreut wird, in seinen 27 Bänden im Hauptwerk die in der Literatur bis Ende 1909 beschriebenen Ergebnisse. Das 1. Ergänzungswerk umfaßt die Ergebnisse der Jahre 1910 bis 1919, das 2. Ergänzungswerk referiert die Lite-

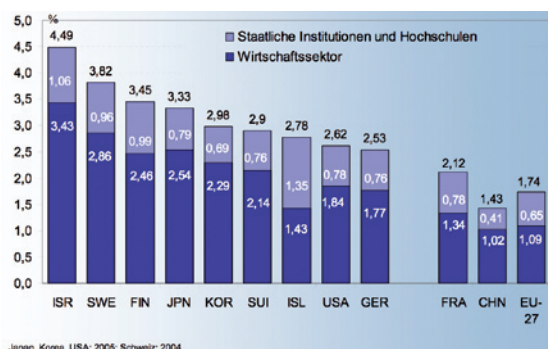
Fortsetzung auf Umschlagseite 3

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

fast wird einem schwindlich, beobachtet man den Fortschritt in der Chemie, Biotechnik, insbesondere aber auch das Zusammengehen der Fortschritte in Computertechnik, Biotechnik, Nanotechnik etc. Hier unten bei der Titelbildbeschreibung wird ein Zusammenhang von Enzymforschung und Quantencomputer-Entwicklung angesprochen. Motorproteine als Nanomotoren beschreibt der Artikel ab Seite 15. In Forschung und Technik auf Seite 31 liest man, wie man mit einem Rasterkraftmikroskop biologische Strukturen aus einzelnen Molekülen Stück für Stück zusammensetzen kann. F&E im Bild (S. 3) zeigt Nanorohr-Reinigung mit DNA. Und Ende Januar vermeldeten die Medien: Forschern um den Biologen und Unternehmer Craig Venter sei es erstmals gelungen, das vollständige Erbgut eines Bakteriums künstlich herzustellen.



Was bedeutet das? Will man da mitmischen – sei es, um damit Geld zu verdienen, sei es, um die Entwicklungen nach verschiedenen Gesichtspunkten zu beurteilen – muss man sehr gut sein, sich auch ständig weiterbilden. Beruhigend in diesem Zusammenhang: Die chemische Forschung in Deutschland kann sich international sehen lassen und verfügt über ein sehr ausgewogenes Profil. Eine breite Basis guter bis sehr guter Forschungsleistungen, eine erfolgreiche Nachwuchsförderung sowie ein gut funktionierender Wissenstransfer machen ihre Stärke aus. Das geht aus einem völlig neuartigen und sehr aufwändigen Forschungsrating hervor, das der Wissenschaftsrat im Auftrag von Bund und Ländern jetzt durchführte. Das wird erkannt: Roche investiert 244 Mio. Euro in Deutschland (s. S. 4)!



FuE-Aufwendungen als Anteil am Bruttoinlandsprodukt (Quelle: OECD, Stifterverband Wissenschaftsstatistik).

Weniger beruhigend: Das 3%-Regierungsziel F&E-Ausgaben, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt, wird statt 2010 wohl erst 2020 erreicht (siehe Artikel Seite 34). Andere Länder sind da schon weiter (siehe Grafik oben). Dabei warten neue Herausforderungen auf die Chemie, wie Prof. Hasenpusch ab Seite 8 erläutert. Und es mangelt an Forschernachwuchs, wie unser Autor demnächst im Einzelnen darstellen wird. Wie will Deutschland da konkurrenzfähig bleiben?

Notwendig sind mehr Investitionen in Bildung und Lehre. Im Grunde ist man sich darüber einig. Gekürzt wird in Schulen und an Universitäten trotzdem. Ich sehe da Ähnlichkeiten zu Rauchern: Sie kennen schwarze Lungenpräparate der Anatomie, aber denken: Mich wird es schon nicht treffen...

Ihr

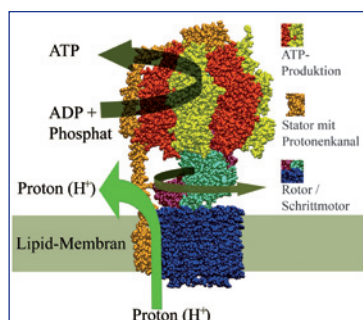
Zum Titelbild

Die Titelabbildung gehört zum Thema Motorproteine und zeigt Abläufe am Enzym ATP-Synthase. Die ATP-Synthase ist normalerweise in der Membran von Zellorganellen integriert. Forscher fanden heraus, dass das Enzym dort wie ein Doppelmotor funktioniert. Es besteht aus einer Turbine im membranengebundenen Teil (F_0 -Motor) und einem daran gekoppelten Schrittmotor (F_1 -Motor). Betrieben wird der Doppelmotor mit Protonen (Wasserstoff-Ionen: H^+). Die Abbildung zeigt, wie ein Protonenüberschuss die gekoppelten Rotor-Untereinheiten antreibt (blau: F_0 -Motor, hellblau und violett: F_1 -Schrittmotor; Abbildung: Universität Stuttgart, Börsch).

Beim Durchgang von Protonen von der Innenseite der Membran nach außen dreht sich die Turbine. Dabei bewirkt ein Proton eine Zehnteldrehung der Turbine, das heißt nach zehn Protonen hat sie wieder ihre Ausgangsstellung erreicht. Bei jedem Drittelkreis, den die Turbine beschreibt, dreht sich auch der Schrittmotor um ein Drittel mit und öffnet dabei eine Bindungsstelle für ein ADP- und ein Phosphat-Molekül, baut

es zu einem ATP-Molekül zusammen und setzt es frei. Der Doppelmotor kann auch rückwärts laufen.

Die Forscher wollen nun unter anderem das Enzym als ATP-Generator nutzen, um daran gekoppelte Nanomotoren anzutreiben. Der F_1 -Motor der ATP-Synthase soll mit einem fluoreszierenden Nanodiamant verbunden werden, so dass dann einerseits der Nanodiamant als Marker der Rotationsbewegungen dient, um diese genauer zu



erfassen. Andererseits wollen die Wissenschaftler den Motor einsetzen, um den Diamanten mit einer Präzision unterhalb des Nanobereichs zu bewegen. Damit ließe sich eine Positionsbestimmung jenseits der Beugungsgrenze des Lichts, eine optische Superresolution, erzielen. Die Arbeiten hängen zusammen mit Forschungen, Quantenbits in Diamanten zu erzeugen und für einen Quantencomputer zu nutzen. Mehr Informationen zu Motorproteinen ab Seite 15.

INHALT

Aufsätze

Nachhaltige Entwicklung, bessere Medizin, Armutsbekämpfung: Ein Spannungsfeld unterschiedlichster Anforderungen schafft anspruchsvolle Herausforderungen für die Chemie _____	8
Motorproteine für die Nanotechnologie Elemente biologischer Maschinen _____	15
Perspektiven der Geowissenschaften Erkundung des tiefen Ozeans _____	22

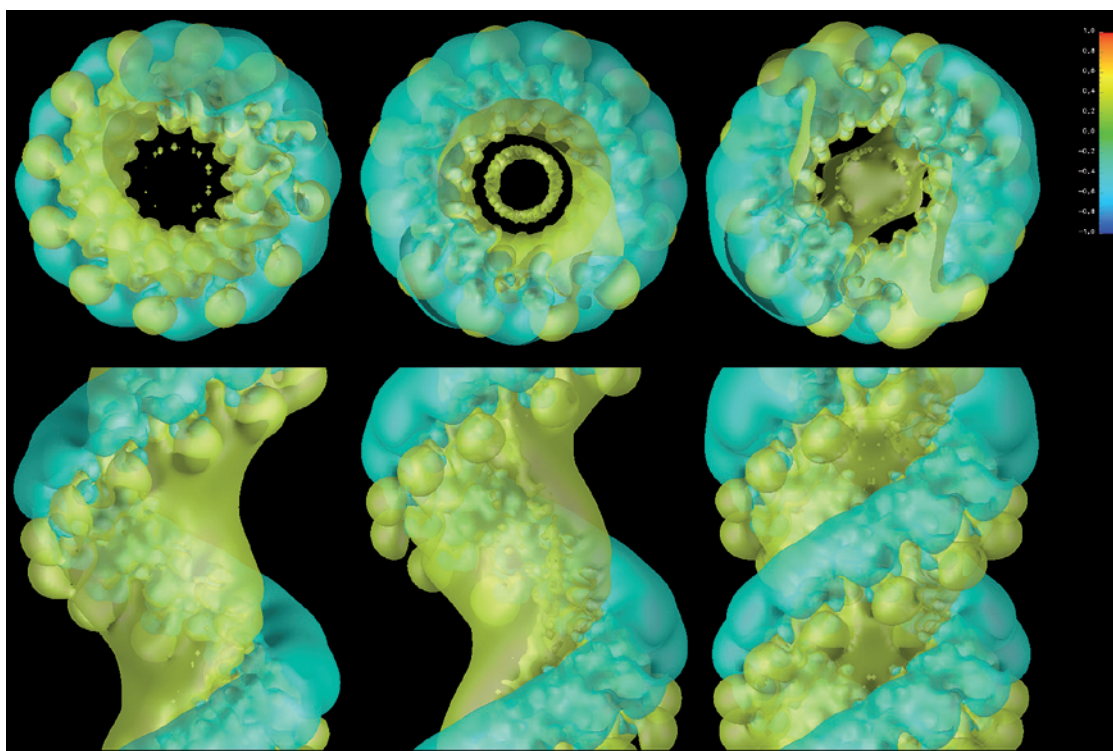
Rubriken

Editorial _____	1
Impressum _____	3
F & E im Bild _____	3
Unternehmen _____	4
Personalien _____	6
Förderungen / Preise _____	7
Forschung und Technik _____	31
Umschau	
Theorie, Simulation und Messung der Rheologie von Aktinnetzwerken	32
Umfeld Wissenschaft _____	34
Literatur _____	36
Neue Produkte _____	37
Bezugsquellenverzeichnis _____	39

CLB-Memory

Umfrage zur Verkürzung der gymnasialen Schulzeit Die Mehrheit in Deutschland lehnt G8 ab _____	M1
Diplom wird zum Bachelor	
Qualitative Analyse – Das Wesentliche in Kürze _____	M2
BVL: „Nationale Berichterstattung Pflanzenschutzmittelrückstände 2006“ Knapp 2 von 3 Lebensmitteln haben Rückstände – aber nur 14 von 17535 Proben bedenklich _____	M4
50 Jahre nach dem Strahlenunfall von Kysthym	
Heute mit führend in der Produktion von Radionukliden _____	M6
Organische Chemie	
Reduktions- und Oxidationsreaktionen mit Kohlenwasserstoffen _____	M8

Nano-Tubes: Rein mit DNA



Ein Problem bei der industriellen Herstellung von Kohlenstoff-Nanoröhren bisher: Es entstehen bislang unterschiedlich große, halbleitende und metallisch leitende Nanoröhren gleichzeitig. Forscher der TU Dresden nutzten nun DNA zur Sortierung. Die Größenordnung der offenen DNA-Wendeltreppe passt ideal für Röhren mit einem Durchmesser von 0,3 bis 0,4 Nanometer. Gibt man aus Bakterien gewonnene oder synthetische DNA-Ketten in das Gemisch von Nanoröhren, so legen sich die DNA-Ketten wie Spiralen ganz gezielt nur um passende Röhren. Ein weiterer Vorteil: Die Röhren sind nun wasserlöslich, was die Weiterverarbeitung enorm vereinfacht. Die von DNA-Ketten sortierten und eingehüllten Kohlenstoff-Nanoröhren können definiert elektrischen Strom leiten. Damit eignen sie sich ideal als zentraler Bestandteil für das geplante nanoskalige Bauelement, einen Nano-Feldeffekt-Transistor. Das Bild zeigt die elektronische Wechselwirkung zwischen DNA und Nanoröhre im Querschnitt (oben) und von der Seite (unten). Für die kleinere Röhre links im Bild ist im Querschnitt zu erkennen, dass die zentrale Röhre nur wenig beteiligt ist. Die größere Röhre rechts wechselwirkt dagegen stark, vor allem mit mehreren DNA-Strängen (kleines Bild: Bildung einer Bio-Nano-Verbindung aus DNA-Strang und Kohlenstoff-Nanoröhre; Abb.: A. Enyashin, TU Dresden).

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

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Prof.
Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; PD Dr.
Röbbe 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

Abonnentenbetreuung:
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 VCO 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 Buchbesprechungs-exemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die **Bayer Industry Services** heißt nun Currenta, ein Joint Venture von Bayer und Lanxess. Die beiden Anteilseigner halten unverändert 60 Prozent (Bayer) bzw. 40 Prozent (Lanxess). Auch der Bayer Chemiapark (Leverkusen, Dormagen, Krefeld-Uerdingen) erhält mit Chempark eine neue Bezeichnung. Zudem wurden die Technischen Dienste mit rund 1300 Mitarbeitern in eine 100-prozentige Tochter der Currenta überführt, mit dem Namen Tectrion.

Agilent Technologies Inc. hat Velocity11 gekauft. Velocity11 ist ein Privatunternehmen und führend im automatisierten Liquid Handling und in Labor Robotics für den Life Science Markt. Agilent übernimmt alle Mitarbeiter von Velocity11 weltweit. Hauptsitz ist in Menlo Park, Kalifornien. Velocity11 unterhält ein zweites Büro in Melburn, Hertfordshire (UK) mit Vertrieb und Service für die USA und Westeuropa.

Applied Biosystems und Mettler Toledo planen, durch eine gemeinsame Entwicklung den Fluss von Informationen in Laboren zu vereinfachen. Das SQL Labor-Informationen-Management-System (LIMS) von Applied Biosystems wird in die LabX Data Management Software von Mettler Toledo integriert.

Laboratoires Sérobiologiques, der auf kosmetische Wirkstoffe spezialisierte Bereich von Cognis Care Chemicals, überträgt das deutsche Distributionsgeschäft an die Impag Import GmbH. Diese begann schon Anfang 2005 mit dem Vertrieb der Wirkstoffe und Konservierungsmittel von Laboratoires Sérobiologiques in der Schweiz.

Die AxFlow GmbH (Düsseldorf) hat sich personell verstärkt und neu strukturiert. Das Neupumpengeschäft wird jetzt von zwei produktbezogenen Verkaufsteams realisiert, die vom Angebot bis zur Auftragsabwicklung im direkten Kundenkontakt die notwendigen Schritte unternehmen. Alle weiteren Verkaufsaktivitäten werden im After Sales Team durchgeführt. Die AxFlow wird innerhalb Düsseldorfs in größere Geschäftsräume umziehen.

Die BASF AG und die russische OAO Gazprom haben die russische Erdgaslagerstätte Juschno Ruskoje in Westsibirien in Betrieb genommen, die ein Volumen von mehr als 600 Milliarden Kubikmeter Erdgas besitzt. Die Lagerstätte kann alle russischen Gasexporte nach Deutschland für weitere 15 Jahre gewährleisten. Wintershall ist mit 35 % beteiligt.

Sartorius Stedim North America, eine Tochtergesellschaft der Sartorius Stedim Biotech, und der amerikanischen Anlagenbauspezialist Paul Mueller Company, Springfield, Missouri, haben eine Kooperation abgeschlossen. Paul Mueller wird für Sartorius der exklusive US-Partner und Lieferant von Edelstahlanlagen. Sartorius schließt seine Produktionsstätte in Bethlehem, Pennsylvania, und bündelt das Anlagen-Engineering an seinem Standort in Springfield, Missouri.

Roche investiert 430 Millionen Schweizer Franken In Deutschland und der Schweiz

Roche hat umfangreiche Investitionsvorhaben für die Standorte Penzberg (Bayern), Mannheim und Kaiseraugst (bei Basel) beschlossen.

In Penzberg werden mit einem Investitionsvolumen von rund 280 Millionen Franken die Biotech-Aktivitäten zur Erforschung und Entwicklung biotechnologisch hergestellter Medikamente ausgebaut. Mit dieser Entscheidung wird das volle Potenzial der unternehmenseigenen Wertschöpfungskette zur Entwicklung und Produktion von biopharmazeutischen Arzneimitteln mit dem Schwerpunkt Onkologie erschlossen. Für die Standorte Mannheim und Kaiseraugst sind insgesamt Investitionen von rund 150 Millionen Franken geplant, um Kapazitäten für moderne Spritzenabfüllungen für Medikamente wie Mircera, Pegasys oder Actemra auszubauen.

Die Entscheidung der Schweizer Konzernleitung, erneut in die Standorte der Roche Diagnostics GmbH in Mannheim (72 Millionen Euro) und Penzberg (172 Millionen Euro) zu investieren, ist ein klarer Beleg für das Vertrauen des Konzerns in die Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsaktivitäten sowie in die Fähigkeiten und das Know-how der Mitarbeitenden an den Roche-Standorten in Deutschland. „Positiv beeinflusst wurde der Beschluss von der vor kurzem getroffenen Vereinbarung zum neuen Arbeitszeitmodell der 40 Stunden-Woche bei der Roche Diagnostics GmbH“, macht Dr. Jürgen Schwiezer, CEO der Division Roche Diagnostics und Vorsitzender der Geschäftsführung der Roche Diagnostics GmbH, deutlich. Auch erfolgreiche Projekte, die zu einer deutlichen Kosteneinsparung durch die Optimierung von Arbeitsabläufen und –prozessen führen, spielten bei der Entscheidungsfindung eine maßgebliche Rolle.

Über die letzten fünf Jahre hat Roche damit allein in Deutsch-



Franz B. Humer, Roche CEO und Verwaltungsratspräsident kommentierte den Entscheid: „Nach umfangreicher Evaluation und Bewertung unserer Produktionsstandorte in zahlreichen Weltregionen und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen vor Ort haben wir entschieden, die Investitionen an den drei Standorten in Deutschland und der Schweiz zu tätigen. Durch diesen Schritt wird die Produktion unserer stark nachgefragten Biopharmazeutika gesichert und erweitert. Solche Investitionen sind sehr langfristiger Natur, sie schaffen in und um das Unternehmen hunderte von Arbeitsplätzen. Es ist daher von großer Wichtigkeit, dass die Rahmenbedingungen auch langfristig industriefreundlich und stabil bleiben“ (Foto: Kickuth).

land und in der Schweiz je rund eine Milliarde Franken (rund 600 Millionen Euro) in neue Pharma Produktionsanlagen investiert und mehrere hundert neue Stellen geschaffen.

Das Schweizer Unternehmen setzt stark auf die Biotechnik. Gemessen an den Verkäufen und Produktionskapazitäten biotechnologischer Medikamente ist die Roche-Gruppe das grösste Biotechnologieunternehmen der Welt. Heute stammen nach Angaben des Unternehmens fünf der zehn umsatzstärksten pharmazeutischen Produkte aus der biotechnologischen Forschung und machen zirka 45 Prozent des Pharma-Umsatzes aus.

LOT-Oriel Holding AG mehrheitlich an Quantum Design Europe GmbH

Konsequenz einer 15-jährigen Kooperation

Gründer und Aktionäre der LOT-Oriel Holding AG (LOT) haben eine Mehrheit ihrer Aktien an die deutsche Firma Quantum Design Europe GmbH (QDE) verkauft. QDE ist eine 100%ige Tochter der Quantum Design, Inc., San Diego, CA, USA.

Verbleibende Aktionäre sind Arno Köhler (Geschäftsführer der ZygoLOT GmbH), Manfred Berger (Geschäftsführer II-VI Holding GmbH), Ralph Köhler (Geschäftsführer von LOT-Oriel GmbH & Co KG und QDE) sowie über 30 Mitarbeiter. Ralph Köhler übernimmt zusätzlich das Management der europäischen Gruppe.

QD und LOT-Oriel kooperieren schon seit mehr als 15 Jahren sehr erfolgreich. Während dieser Zeit wuchs die Zusammenarbeit beginnend vom Verkaufsrepräsentanten für Deutschland und Ost-Europa zum exklusiven Vertriebs- und Servicepartner für Quantum Design (QD) Produkte in ganz Europa und dem Nahen Osten. Im Jahr 2004 unterzeichneten LOT und QD ei-

ne strategische Vereinbarung zur Entwicklung einer weltweiten Vertriebsallianz. Als Ergebnis des Zusammenschlusses wird LOT zusammen mit QD USA sowie den asiatischen Tochterfirmen von QD in Japan, Korea und der Volksrepublik China ein globales Netzwerk bilden.

LOT-Oriel wurde vor über 35 Jahren als Tochterfirma der amerikanischen Oriel gegründet und entwickelte sich über die Jahre zu einer der führenden technischen Vertriebs- und Servicefir-

men mit heute 120 Mitarbeiter/innen in zehn Ländern Europas. Die europäische Firmenzentrale befindet sich in Darmstadt.

Quantum Design wurde 1982 gegründet, ist nach wie vor in privatem Besitz, und entwickelt und produziert Hochtechnologie-Cryo-Systeme für die Wissenschaft. Quantum Design ist weltweit als der führende Hersteller von automatischen, integrierten laboranalytischen Systemen für die Grundlagenforschung angesehen.

CEM fördert Lehrerfortbildung

Im Rahmen der allgemeinen Diskussion zur Bedeutung der Bildung für den Standort der Bundesrepublik Deutschland kommt auch die CEM GmbH ihrem gesellschaftlichen Auftrag zur Unterstützung nach.

Schon seit vielen Jahren fördert und unterstützt das Unternehmen Diplomarbeiten an den unterschied-

lichen Hochschulen und speziell auch „Jugend forscht“-Projekte. Nun engagiert sich die Kamp-Lintforter Firma auch speziell in der Aus- und Weiterbildung der Chemielehrer. Hier ist es für die CEM ein wichtiges Anliegen, den Lehrern moderne Labormethoden wie den Einsatz der Mikrowelle für unterschiedlichste Anwendungen im Labor zu vermitteln.

Diapharm-Gruppe mit neuer Struktur

Zum 1. Februar 2008 gab sich die Diapharm-Unternehmensgruppe eine neue Struktur: In der Diapharm International GmbH bündelt der Pharma-Dienstleister sein zentrales Kundenmanagement.

Die Fachgesellschaften für regulatorische Beratung, die Dr. Stefan Sandner GmbH, Münster, und die Dr. Kolkman & Partner GmbH, Oldenburg, fusionieren zur Diapharm Regulatory Services GmbH. Beide Unternehmensstandorte bleiben erhalten. Die Fachgesellschaften der Gruppe für Klinik & User Testing, für Biotechnologie und für Analytik in Oldenburg und Lübeck firmieren ab Februar unter dem gemeinsamen Namen Diapharm.

Whitehouse Scientific wird 25

>1 Mio. Single-Shot-Fläschchen

Whitehouse Scientific feiert Silberjubiläum und kann auf eine 25-jährige Geschichte der Herstellung und Zertifizierung von Glasmikrokugeln zurückblicken.

In dieser Zeit hat sich das Unternehmen als führendes Labor für Referenzstandards aus Glas etabliert. Das Unternehmen hat über eine Million Single-Shot-Fläschchen produziert, die nicht nur personalbedingte Messabweichungen minimieren, sondern auch wiederholbare Partikelgrößenanalysen bei kritischen Anwendungen garantieren.

Whitehouse Scientific hat außerdem eine neue Methode zur Analy-

se der Porengröße in Filtermedien entwickelt, mit der Porengrößen von 5-1000 Mikrometer gemessen werden können. Wo die Filtereffizienz bestimmt werden muss, können maximale Porengrößen bis hinab zu 3 Mikrometer gemessen werden.

Alle Standards, egal ob zur Größenkalibrierung oder zur Bestimmung der Porengröße, sind auf NIST-Standards zurückführbar.

Anlässlich seines Silberjubiläums bringt das britische Unternehmen sein erstes Sortiment opaker Standards, d. h. silberbeschichteter Glasperlen, heraus. Ebenfalls in Produktion befindet sich ein Form-Standard.

AKADEMIENUNION Prof. Dr. **Günter Stock** (63) ist neuer Präsident der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften. Er löst Prof. Dr. Gerhard Gottschalk (72) ab, der seine Amtszeit vorzeitig beendet hatte. Der Mediziner Günter Stock ist seit 2006 Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, die eine von insgesamt acht Mitgliedsakademien der Union ist. Als Vizepräsident wird weiterhin der Politikwissenschaftler und Präsident der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Prof. Dr. Peter Graf Kielmansegg, fungieren.



CAESAR Der Chemiker Prof. Dr. **Ulrich Benjamin Kaupp** hat zu Beginn des neuen Jahres seine Arbeit als wissenschaftlicher und geschäftsführender Direktor am Forschungszentrum caesar (Center of Advanced European Studies and Research) in Bonn aufgenommen. Damit beginnt bei caesar nun die Forschung auf dem Gebiet der Neurowissenschaften.



CERN Prof. **Rolf-Dieter Heuer** (59) ist zum nächsten Generaldirektor des europäischen Zentrums für Teilchenphysik CERN berufen worden. Er wird das Amt am 1. Januar 2009 antreten.



DGRM Der hallesche Mediziner Prof. Dr. med. **Hermann M. Behre** (46), Direktor des Zentrums für Reproduktionsmedizin und Andrologie des Universitätsklinikums Halle (Saale), ist neuer Präsident der Deutschen Gesellschaft für Reproduktionsmedizin (DGRM).



FNR Der neue Vorstand der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe besteht aus dem Vorsitzenden **Dr. Klaus Kliem**, seinem Stellvertreter Dr. Jörg Rothermel, Dirk Alfter (Holzabsatzfonds) und Karsten Pellnitz (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern), sowie Clemens Neumann (Abteilungsleiter Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)



und der Parlamentarier Peter Bleser (Vorsitzender der landwirtschaftlichen Arbeitsgruppe der CDU/CSU-Bundestagsfraktion).

GDCh **Klaus Müllen**, Direktor am Mainzer MPI für Polymerforschung, wurde zum Präsidenten der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) ernannt, und für die Amtsperiode 2008 bis 2011 in den Vorstand gewählt. Prof. Müllen wird von dem bisherigen Präsidenten, Herrn Prof. Jahn und von Frau Dr. Liebich als neugewählte Vizepräsidenten unterstützt.

GI Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) hat Prof. Dr. **Stefan Jähnichen** (61), Leiter des Fraunhofer-Instituts für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST) und Professor an der TU Berlin, für zwei Jahre zum neuen GI-Präsidenten gewählt. Jähnichen folgt auf Matthias Jarke, der die GI vier Jahre lang führte.

IGB Nach 14 Jahren erfolgreichen Wirkens übergab Prof. Dr. Herwig Brunner die Leitung des Stuttgarter Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB an seinen Kollegen Prof. Dr. **Thomas Hirth**.

PHARMACELSYS Die Pharmacelsus GmbH (Saarbrücken), ein im Bereich der präklinischen Wirkstofftestung tätiges Auftragsforschungsunternehmen, hat den Lebensmittelchemiker **Dr. Klaus M. Biemel** zum Chief Scientific Officer ernannt.

WILO AG Nach elfjähriger Vorstandstätigkeit bei der Wilo AG (Dortmund) ging Dr. Horst D. Elsner (64) Ende 2007 in den Ruhestand. Sprecher des Vorstands wurde ab 1. Januar 2008 **Dr. Thomas Schweisfurth** (51), der bereits seit drei Jahren im Wilo-Vorstand für die Bereiche Marketing und Vertrieb verantwortlich ist. Daneben gehören dem Vorstand Oliver Hermes (Finanzen und Controlling) und Jérôme Perrod (Operations) an.

EHRUNGEN

Die Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen, die Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie und die Gesellschaft Deutscher Chemiker vergeben den mit 2500 Euro dotierten **Wilhelm-Ostwald-Nachwuchspreis 2007** an **Dr. Katrin F. Domke** für ihre Dissertation: Tip-enhanced Raman spectroscopy - Topographic and chemical information on the nanoscale. Katrin Domke hat das Potenzial der „Spitzenverstärkten Raman-Spektroskopie“ für die Analyse von Oberflächenadsorbaten weiter erschlossen.

Für ihre Dissertation zur Entwicklung von hochleistungsfähigen Nano-Katalysatoren für die Herstellung von Methanol wurde **Dr. Marie Schröter** mit dem diesjährigen **11. Shell She Study Award** ausgezeichnet. Die 28-jährige Chemikerin arbeitet jetzt am Lehrstuhl für Technische Chemie der Ruhr-Universität. Ihre Entwicklung erlaubt die effiziente Herstellung von Methanol, ein wichtiger Ausgangsstoff für Synthesen in der chemischen Industrie und sauberer Kraftstoff der Zukunft. Der Preis ist mit 5000 Euro dotiert und wird seit 1997 jährlich an junge Forscherinnen verliehen.

Über eine Finanzspritze von je 7500 Euro freuen sich **Dr. Iris Tischoff** und **Dr. Harald Platta** von der Medizinischen Fakultät der Ruhr-Universität. Sie wurden mit dem diesjährigen Förderpreis der von der Dresdner Bank Bochum betreuten **Sophia & Fritz Heinemann Stiftung** ausgezeichnet. Iris Tischoff erforscht die Ursachen der Entstehung von Bauchspeicheldrüsenkrebs. Harald Platta untersucht peroxisomale Stoffwechselkrankheiten, die innerhalb der ersten Lebensjahre zum Tod führen.

Die Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT) der Universität Erlangen-Nürnberg verlieh erstmals den mit 100 000 Euro dotierten **Young**

Researcher Award in Advanced Optical Technologies, einen Forschungspreis für Nachwuchswissenschaftler in den Bereichen Optik, Photonik und Optische Technologien. Preisträger ist der österreichische Wissenschaftler **Dr. Clemens F. Kaminski** (37) von der Universität Cambridge. Er wird für seine Beiträge zur Entwicklung von Plasmen für die Diamantenabscheidung, turbulenten Verbrennungssystemen, Zündprozessen und medizinischen und biologischen Systemen geehrt. Verbunden mit dem Preis ist eine Gastprofessur an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Prof. Dr. Peter Jonas, Direktor des Physiologischen Institutes der Universität Freiburg, ist für seine Entdeckungen zur Funktionsweise der Kommunikation im Gehirn in Taipei mit dem **Tsungming-Tu-Preis** des National Science Councils ausgezeichnet worden. Der mit 75 000 US-Dollar dotierte Preis ist die höchste akademische Ehre, die Ausländern in Taiwan erreichen können und wurde 2007 erstmals verliehen.

Die von der Bayer AG im Jahr 2007 gegründete „Bayer Science & Education Foundation“ ehrt Forschungsleistungen, fördert wissenschaftliche Talente und unterstützt naturwissenschaftliche Schulprojekte. Im jährlichen Wechsel wird der Otto-Bayer-Preis und der Familie-Hansen-Preis vergeben, die beide mit jeweils 50 000 Euro dotiert sind. Den **Otto-Bayer-Preis 2008** erhält **Prof. Dr. Thomas Carell** (41) vom Lehrstuhl für Organische Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Er wird für seine Arbeiten zur Entstehung von DNA-Schäden durch UV-Licht, und der DNA-Reparaturprozesse geehrt.

Der höchstdotierte Multiple-Sklerose-Forschungspreis in Europa, der mit 100 000 Euro dotierte **Sobek-Preis** der „Roman, Marga und Marianne Sobek-Stiftung“ geht in diesem Jahr an **Prof. Michael Sendtner** (49) von der Universität Würzburg.

Molekulares mit Makroskopischem verbinden

Die Volkswagenstiftung startet jetzt die Initiative „Integration molekularer Komponenten in funktionale makroskopische Systeme“. Im Vordergrund dieser Initiative steht daher die Verknüpfung molekularer oder nanoskaliger Einheiten zu komplexeren Funktionssystemen mit makroskopisch nutzbaren Effekten. Die Herausforderung besteht unter anderem darin, die fehlende Schnittstelle zwischen der makroskopischen und der Nano-Welt zu schaffen.

Dabei nimmt die Stiftung mit der neuen Initiative die gesamte Forschungskette in den Blick. Und die reicht von der Herstellung der winzigen Bausteine über deren Integration in größere Systeme, von der Kontrollierbarkeit und Manipulation über den Funktionsnachweis bis hin zur Herstellung eines Prototypen eines Gerätes oder Bauelements. Mindestens zwei dieser Schritte sollten die geförderten Vorhaben integrieren. Angesprochen sind Wissenschaft-

lerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen: von der Chemie über die Physik bis hin zur Biologie, außerdem die Ingenieurwissenschaften und mitunter auch die Medizin. Integrative Projekte – auch mit ausländischen Kooperationspartnern – werden ebenso unterstützt wie herausragende einzelne Arbeitsgruppen. Um der Breite an lohnenswerten Förderfeldern gerecht zu werden, ist die Initiative der Stiftung thematisch offen. Vorgesehen ist eine längerfristige Förderung der Projekte von fünf bis sechs Jahren. Flankierend zu den Forschungsprojekten wird auch der wissenschaftliche Austausch im Rahmen der neuen Initiative unterstützt: Sommerschulen, Gastprofessuren und Freisemester, Laborrotationen und Tagungen sind ausdrücklich erwünscht. Nächster Stichtag zur Einreichung von Skizzen: **10. März 2008**. Infos unter www.volkswagenstiftung.de/foerderung/impulse/komponenten.html.

Molekular-/Neurobiologie: Jungforscherpreise

Bis zum **30. Juni 2008** können sich in Europa tätige Forscherinnen und Forscher im Alter bis 35 Jahren für den mit 15 000 Euro dotierten Eppendorf Award for Young European Investigators bewerben. Dieser 1995 ins Leben gerufene und international hoch angesehene Preis honoriert auf molekularbiologischen Methoden beruhende herausragende Leistungen auf dem Gebiet der biomedizinischen Forschung. Ab 2008 werden ausschließlich Online-Bewerbungen akzeptiert. Weitere Informationen unter www.eppendorf.com/awards.

Bereits am **15. Juni 2008** endet die Bewerbungsfrist für den mit 25 000 US-Dollar dotierten Eppendorf & Science Prize for Neurobiology. Er fördert junge Wissenschaftler bis 35 Jahre.

Technische Kommunikation / Dissertation

Auch in diesem Jahr vergibt die Alcatel-Lucent Stiftung den mit 20 000 Euro dotierten Forschungspreis Technische Kommunikation. Der jährliche Forschungspreis wird einer herausragenden wissenschaftlichen Leistung im Themenkreis „Mensch und Technik in Kommunikationssystemen“ zuerkannt.

Ebenso zeichnet die Alcatel-Lucent Stiftung zwei abgeschlossene Dissertationen von Wirtschaftswissenschaftlerinnen/ Wirtschaftswissenschaftlern zum Themenkreis „Kommunikations- und Informationstechnik“ mit einem Preis von je 5000 Euro aus. Für beide Preise gilt: Vorschläge bis zum **19. März 2008**, die Arbeiten jeweils bis zum **11. April 2008** einreichen. Weitere Informationen unter www.stiftungaktuell.de.

Nachhaltige Entwicklung, bessere Medizin, Armutsbekämpfung:

Ein Spannungsfeld unterschiedlichster Anforderungen schafft anspruchsvolle Herausforderungen für die Chemie

Prof. Dr. Hasenpusch, Universität Siegen

Die Chemische Industrie und die Forschung in der Chemie haben in den letzten 200 Jahren enorme Fortschritte gemacht. Dennoch darf das nicht darüber hinwegtäuschen, dass in der Chemie noch eine Menge an Aufgaben auf junge Forscher warten. Vielleicht sogar mehr denn je. Denn die Ziele sind präziser formuliert worden, Ziele auf eine nachhaltige Entwicklung. Dazu zählen weitere Herausforderungen in der Medizin und Biochemie, in der Ernährungs- und Agrarwissenschaft in der Armutsbekämpfung sowie im Ressourcenerhalt. In allen Bereichen spielt die Chemie eine entscheidende Rolle, ja bildet immer wieder neue Grundpfeiler zur Bewältigung diverser gesellschaftlicher Herausforderungen.

Da große und kleinere Aufgaben in der Chemie noch nicht oder nur unbefriedigend gelöst wurden, sollen gerade junge Menschen motiviert werden, sich dieser phantastischen Wissenschaft zuzuwenden.

Situation

Schon am Anfang des letzten Jahrhunderts zeigte sich die Fülle der technischen Entdeckungen und Erfindungen derart überwältigend, dass nicht wenige Beobachter in den Glauben verfielen: „Das meiste haben die Menschen in der Wissenschaft erobert, jetzt kommt nur noch die Feinarbeit!“

Aber weit gefehlt! Am Anfang des 21. Jahrhunderts überblicken wir die enorme Weiterentwicklung auf allen Gebieten der Chemie. Sie ist so

umfangreich geworden, das selbst in einem Teilgebiet der Überblick schon nicht mehr möglich ist.

Aber in dieses Auseinanderdriften innerhalb der Chemie, sowie auch innerhalb anderer Wissenschaften, ist die Informationstechnologie eingesprungen. Sie ist in der Lage, das gezielt gebrauchte Wissen abzurufen und an jeden einzelnen Arbeitsplatz zu bringen.

Leider lassen sich die jungen Menschen von den vielen Errungenschaften eher abschrecken und frustrieren, als dass sie motiviert werden und sich den noch unendlich vielen ungelösten und verbesserungswürdigen Aufgaben in der Chemie zu stellen und zu widmen.

In der Schule ist Chemie bei vielen Schülern schon zum Horrorfach geworden. Denn heruntergebetetes Fachwissen, abgeschlossene Leistungen vergangener Generationen und langweilige „Tafel-Chemie“ sind in der Tat nicht dazu angetan, breite Schülerschichten in ihren Bann zu ziehen.

Aber auch die Lehrbücher schwellen immer stärker an. Für die wenigen berufenen Chemiker sind sie unerlässlich. Da aber jeder von Chemie umgeben ist, sollte auch jeder ein wenig davon verstehen, was an ihm und um ihn herum geschieht.

Da stellt sich uns oft die Wissenschaft als eine weitgehend abgeschlossene Wissenschaft dar. In der Realität warten auf den Chemiker Heraus-

Abbildung 1: Allgemeines Kompetenz-Spektrum.



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.



forderungen in unbeschreiblich großem Ausmaß. Aber heute ist es nicht mehr der Forscher in einem kleinen Team, sondern der Forschungs- und Forschungsprojekt-Manager, der über eine Reihe von Kompetenzen (Abbildung 1) verfügen muss und Spaß am vernetzten Denken haben sollte. Denn je größer die Vielzahl der technischen-, projekt- und personenbezogenen Parameter ist, desto umfangreicher sind auch die Verknüpfungen untereinander. Und da diese Verknüpfungen nicht in beiden Richtungen gleich sind, ist sogar die doppelte Anzahl von Kommunikations-Beziehungen zu berücksichtigen. Abbildung 2 veranschaulicht diesen Zusammenhang der steigenden Anzahl von Parameter-Beziehungen an Polyedern mit zunehmenden Eckpunkten: jeder Eckpunkt „kommuniziert“ mit allen anderen Eckpunkten in beiden Richtungen. So hat beispielsweise ein Würfel mit acht Eckpunkten, die für acht Parameter stehen, 8 x 7 „Beziehungen“, dargestellt als Verbindungslinien, zu anderen Eckpunkten (Abbildung 3). Bei 24 Parametern wären das schon 1104 Kommunikationslinien zwischen den Parametern.

Bei einer Kommunikationslinie, $k = 1$, ergibt sich übrigens die Formel für den „Goldenen Schnitt“ $n^2 - n = 1$, der die Strecke in zwei harmonische Teile im Verhältnis 1 : 1,618 teilt.

Handelt es sich bei den Parametern um Mitarbeiter, so haben Kommunikationswissenschaftler eine Teamstärke von 6 als am effizientesten herausgefunden.

In der Regel können wir uns bildlich im Trickfilm nur maximal neun Dimensionen vergegenwärtigen: wenn beispielsweise ein Körper Form und Farbe variiert und dabei durch den Raum schwebt, haben wir drei Körper-Raumdimensionen, drei Fortbewegungsdimensionen und die Farbe. Vielleicht kann er dabei noch Töne von sich geben und die Temperatur ablesbar verändern.

Ebenso üben die bekannten Prozess-Parameter, wie Temperatur, Druck, pH-Wert, Viskosität, Dichte, Konzentration, wechselseitigen Einfluss aufeinander aus.

Die Vielzahl der Parameter-Beziehungen zeigt, dass ein Großteil der Prozessbedingungen in Betrieben rein empirisch ermittelt wurde und unter Umständen noch zu verbessern ist. Zudem eröffnen gemischte Spezialisten-Teams mitunter ganz neue Ideen oder finden bisher nicht entdeckte Nischen.

Notwendigkeit einer umfangreicheren Forschung

Vor einhundert Jahren konnten die Fabrikbesitzer noch aus dem Vollen schöpfen: Ressourcen schienen unbegrenzt vorhanden zu sein, die Natur konnte noch einiges an Schadstoffen vertragen

und resorbieren oder abbauen, und die Weltbevölkerung belief sich auf weniger als ein Viertel.

Heute sind die „Grenzen des Wachstums“ durch Erschöpfung der natürlichen Ressourcen erkennbar geworden, Natur und Mitmenschen reagieren sehr sensibel auf Schadstoffe in Luft und Wasser, und die Anzahl der Menschen auf der Erde wächst weiter an (Abbildung 5): Im Jahre 2050 wird sie sich auf fast 11 Milliarden belaufen. Die Einwohnerzahl einiger Länder wie China, Indien und Afrika wächst trotz rigoroser Geburtenkontrolle noch deutlich schneller als die übrige Weltbevölkerung.

Trinkwasser und Nahrung stehen daher an erster Stelle der Prioritätsskala für Forschung und Entwicklungen. Dazu zählen beispielsweise auch Dünger und unschädlichere Schädlingsbekämpfung.

Die medizinische Forschung hat noch ein hohes Pensum an Aufgaben zu bewältigen, denn für viele

Abbildung 2: Parameter und ihre Kommunikationslinien.

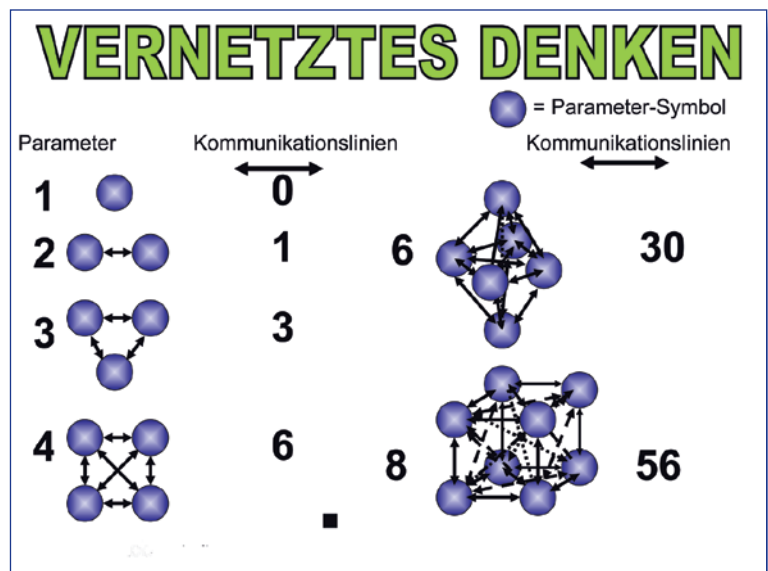
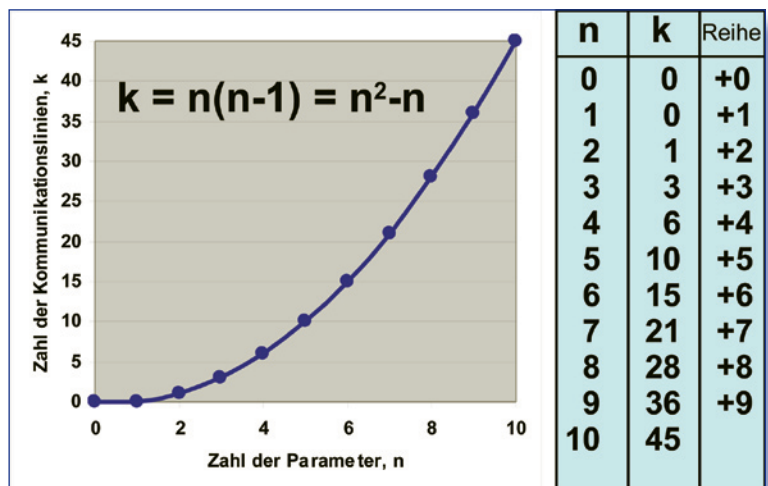


Abbildung 3: Exponentiell zunehmende Kommunikationslinien mit der Anzahl der Parameter (Grafik und Tabelle).



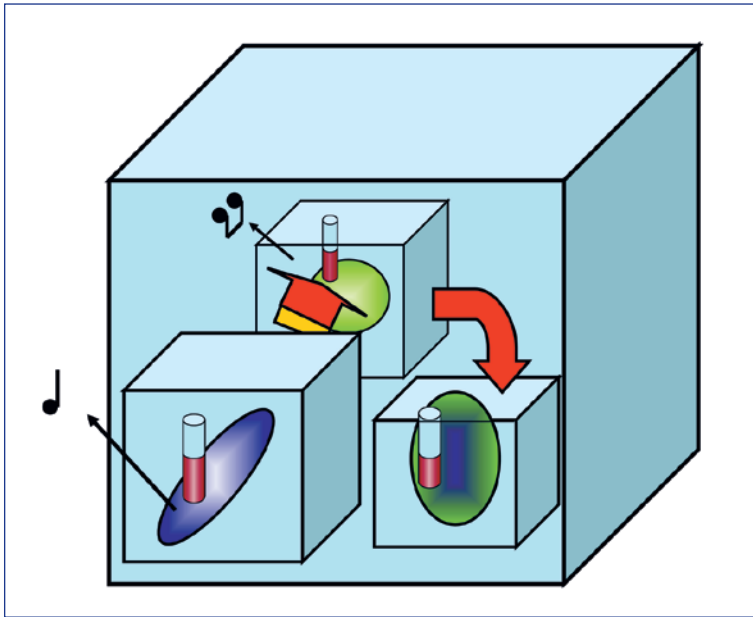


Abbildung 4: Bildliche Darstellung einer neundimensionalen Veränderung.

Krankheiten konnten noch keine verlässlichen Medikamente gefunden werden, bei denen sich die Nebenwirkungen in Grenzen halten.

Die Forschung für Umweltschutz, Arbeitssicherheit und arbeitsmedizinischen Gesundheitsschutz hat ebenfalls noch ein großes Aufgabenpaket zu schultern, an dem es noch Jahrzehnte zu arbeiten gilt. Die gesetzlich eingeleitete Zwangsuntersuchung von Gefahrstoff-Parametern im Rahmen von REACH (Registrierung, Bewertung und Genehmigung von Chemikalien) setzt die europäische Chemiewirtschaft nachweislich unter hohen Druck.

Die großen Herausforderungen für die Chemie

Eine der größten Aufgaben ist sicherlich das Bereitstellen von hinreichendem Trinkwasser in allen Teilen der Welt.

Abbildung 5: Wachstum der Erdbevölkerung.

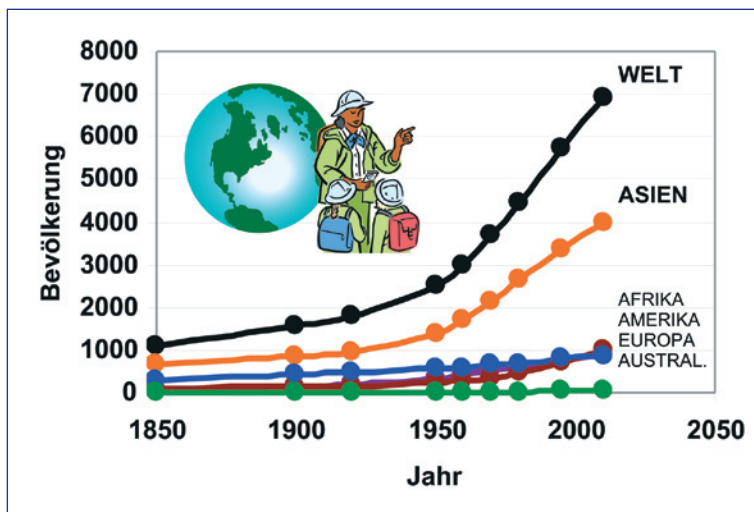


Abbildung 6: Wasserbestand der Erde in 1000 km³.

Einem anderen Dilemma begegnen wir in der Pestizid-Forschung: Das Insektizid DDT wurde zunächst als große Errungenschaft gelobt, jetzt wurde es in der Stockholmer Vereinbarung mit 11 weiteren Pestiziden verboten, weil die Nachteile, die Nebenvergiftungen meistens stärker sind als die Malaria-Bekämpfung.

Die Erdöl-Ressourcen halten vielleicht noch 50 oder einhundert Jahre – was ist das schon für die Menschheit? In 200 bis 300 Jahren des Ressourcenraubbau-Zeitalters haben wir eine ganze organische- und Polymerchemie auf Basis von Ethylen-Gas etabliert. Es wird Zeit, sich in Verantwortung für zukünftige Generationen nach Alternativen umzuschauen.

Vielerorts türmen sich gewaltige Halden von Abfallsalz. Zudem werden riesigen Mengen an Natriumchlorid aus Neutralisationen frei. Da haben wir eine Ressource im Überfluss und können nur vereinzelt etwas damit anfangen.

Eine Reihe von chemischen Reaktionen liefern bescheidene Ausbeuten, emittieren große Mengen an Schadstoffen und Produkte sind nicht recyclinggerecht beschaffen, so dass sie aus Kostengründen auf Deponien verteilt abgelegt werden.

Dass Unterrichtsmaterial und pädagogische Konzepte dringend zu überarbeiten sind, ist an vielen Ausbildungsstätten zu hören. Dabei schlummern noch eine Menge an Gefahren in dem Reaktionsverhalten von Chemikalien.

Trinkwasser-Gewinnung aus Meerwasser

Obwohl 71% der Erde von Ozeanen bedeckt ist, leidet ein Drittel der Menschheit bereits heute an einer unzureichenden Versorgung mit sauberem Trinkwasser. Der gesamte Wasservorrat der Gewässer und Lufthülle unserer Erde beläuft sich auf schätzungsweise $1,65 \times 10^{18}$ t. Aber nur 0,02 bis 0,04 Prozent dieses Wassers steht zur einfacheren Trinkwasser-Gewinnung aus nicht salzhaltigen Fließgewässern und Regen zur Verfügung (Abbildung 6). In einem Tortenkreis sind nur die Wassermengen in Ozeanen, Gletscher-Eis

Aldrin	(Hexachlor-hexahydro-dimethano-naphthalin, C ₁₂ H ₈ Cl ₆)
Chlordan	(Octachlor-tetrahydro-metano-indan, C ₁₀ H ₆ Cl ₈),
Dieldrin	(Hexachlor-epoxy-octahydro-dimethano-naphthalin, C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O),
DDT	(Dichlor-Diphenyl-Trichlorethan, C ₁₄ H ₉ Cl ₅),
Endrin	(Hexachlor-epoxy-octahydro-endodimethano-naphthalin, C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O).
Heptachlor	(Heptachlor-tetrahydro-methano-inden, C ₁₀ H ₆ Cl ₇),
Hexachlorbenzol	(HCB, C ₆ H ₆),
Mirex	(Dodecachloro-cyclobutano-pentalen, C ₁₀ Cl ₁₂),
PCB	(Polychlorierte Biphenyle, C ₁₂ H _n Cl _m),
PCDD	(PolyChlorierte DibenzoDioxine, C ₁₂ H _n Cl _{n-8} O ₂),
PCDF	(PolyChlorierte Dibenzofurane, C ₁₂ H _n Cl _{n-8} O),
Toxaphen	(Chloriertes Dimethyl-methylen-norboman, Gemisch, C ₁₀ H ₈ Cl ₈).



Abbildung 7: Die 12 verbotenen chlorhaltigen Pestizide nach dem Stockholmer Abkommen, 2004

und tiefen Grundwassern darstellbar. Der Rest verschwindet innerhalb der Strichstärke der grafischen Darstellung.

Es ist also eine der noch nicht befriedigend gelösten Aufgaben, Trinkwasser aus den Ozeanen zu gewinnen. Zwar fehlt es nicht an Ideen, aber der Durchbruch, der vor den Sorgen einer Trinkwasserverknappung aufatmen lassen könnte, ist noch nicht in Sicht.

Neben den thermischen Verfahren, wie Destillation und Ausfrieren werden vor allem physikalisch-chemische Prozesse eingesetzt. Dazu zählen Ionenaustauscher und Membran-Verfahren (Elektrodialyse, Umkehrosmose).

Große Umkehrosmose-Einheiten versuchen den hohen Bedarf in Ferienregionen zu bewältigen, schaffen jedoch auch wieder andere Probleme. Es werden dafür Drücke bis zu 100 bar notwendig, um die Wassermoleküle durch die semipermeablen Membranen zu quetschen, ohne die Nanometer kleinen Kochsalz-Ionen passieren zu lassen.

Darüber hinaus verweist die Literatur auf eine Reihe von Verdampfer-Einrichtungen, die mit Sonnenenergie das Meerwasser verflüchtigen und kondensieren lassen.

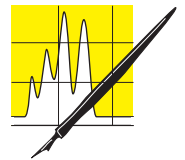
Aber obwohl schon getrennte Brauchwasserleitungen mit teilentsalztem Wasser arbeiten, ist das ideale Verfahren noch nicht erfunden worden. In vielen Ländern ist angeraten, Trinkwasser nur aus Flaschen zu konsumieren.

An vielen Orten dieser Welt muss es mühsam über lange Wegstrecken herangeschafft werden. Der Wasserverbrauch liegt in Deutschland bei etwa 130 bis 140 Litern pro Person. In manchen Hotelanlagen steigt er auf über 1000 Liter pro Tag und Gast an.

Im Rahmen der Wasserspar-Aktion „Der Goldene Wassertropfen“ der Stadt Frankfurt ging das

teilnehmende Mercure-Hotel als einer der Sieger hervor, weil das Management eine Reihe von Wasser einsparenden Maßnahmen realisierte: von der Wäscherei über Küche bis zu den Luftdüsen an Wasserhähnen und Duschköpfen.

Das Wassersparen und die Regenwassernutzung sind schon sehr hilfreiche Wege, der Wasserknappheit zu begegnen. Gesucht wird aber noch das durchgreifende Verfahren zur Wassergewinnung.



AUFSÄTZE

Ersatz-Pestizide braucht der Mensch

Ende der Dreißiger Jahre glaubten die Wissenschaftler an den großen Durchbruch in der

Abbildung 8: Beispiel nachhaltiger Chemie

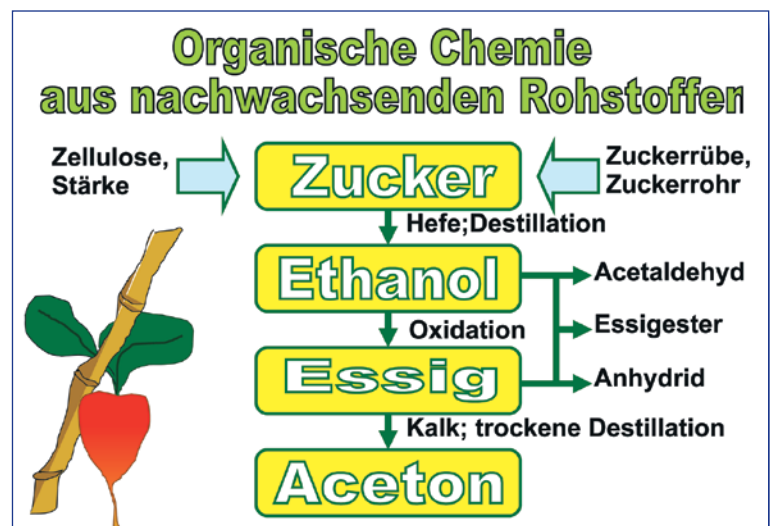


Abbildung 9: Das Dilemma der „unnützen“ Nebenprodukte



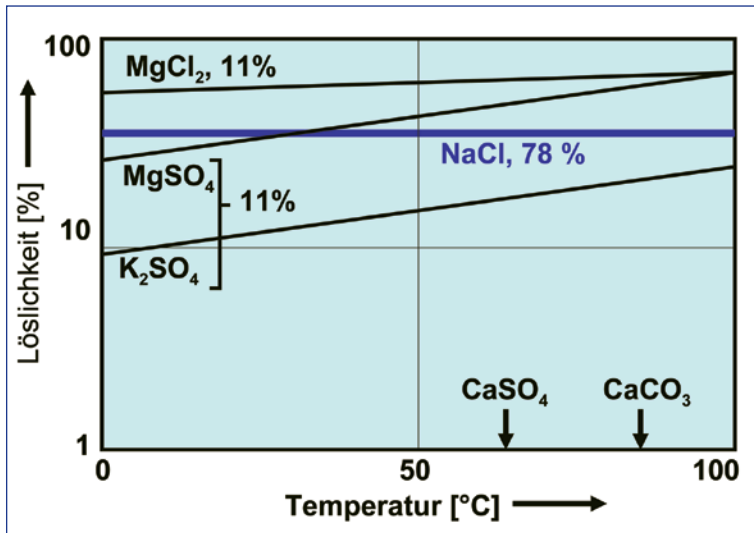


Abbildung 10: Löslichkeit der Salze im Meerwasser

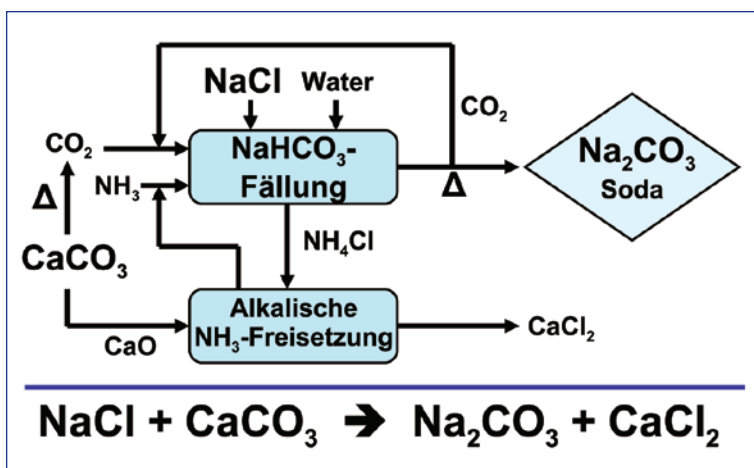
Schädlingsbekämpfung, als Insektizide wie das DDT (Dichlor-diphenyl-trichlorethan) erfolgreich gegen die Malaria-Mücken eingesetzt werden konnten. 1948 wurde der Entdecker der insektiziden Wirkung des schon lange bekannten Stoffes DDT Paul Hermann Müller mit dem Medizin-Nobelpreis ausgezeichnet.

Aber wenige Jahre später bereits beschrieb Rachel Carson 1962 in ihrem Buch „Silent Spring“ (Der stumme Frühling) die verheerenden Folgen des großflächigen DDT-Einsatzes in Amerika, dem alle Lebewesen zum Opfer fielen. Sie erfuhr sehr viel Unterstützung und zehn Jahre später belegte die USA das Insektizid DDT mit einem Verbot.

Das sehr aktive Kontakt-Insektizid hatte in vielen Ländern zu einer drastischen Reduzierung der Malariafälle geführt. Auch im Agrarsektor wurde es gegen eine Vielzahl von Schädlingen eingesetzt.

Seine Beständigkeit gegenüber natürlichen Abbaureaktionen hat trotz der relativ geringen Giftigkeit weltweit zu Anwendungs-Einschränkungen und Einsatzverboten geführt.

Abbildung 11: Solvay-Verfahren zur Soda-Gewinnung aus Salz



Es ist auch in der Liste der verbotenen zwölf Chemikalien nach dem Abkommen von Stockholm enthalten (Abbildung 7).

Die hohe Wirksamkeit, verbunden mit der relativ geringen Toxizität für Warmblüter lässt es besonders in Entwicklungsländern nur schwer ersetzbar erscheinen. Die FAO (Food and Agriculture Organisation, Rom, gegründet 1945 in Quebec) rät, der Not gehorchend, von einem totalen Verwendungsverbot ab.

Die Pestizid-Forschung steht also fast wieder am Anfang. Zudem fordert die Resistenz der Mikroorganismen gegen bestimmte Gifte immer wieder neue wirksamere und umweltverträglichere Derivate. Die Suche nach der selektiven Giftigkeit bleibt eines der großen Herausforderungen der Chemie und weiterer Wissenschaften.

Alternative zur Erdöl-Chemie

Fast die gesamte organische Chemie beruht auf der Rohstoffversorgung durch Erdöl sowie seine Bei- und Folgeprodukte. Der Schwerpunkt liegt in der Herstellung leichter Olefine mit einer großen Anzahl von Folgeprodukten. Fast 4 Milliarden Tonnen Rohöl holen die Förderländer aus dem Boden.

Da diese Ressourcen aus früheren Erdperioden unwiederbringbar nach wenigen Jahrhunderten versiegt sein werden, und die ersten Anzeichen der Begrenztheit dieser Rohstoffe seit einigen Jahrzehnten immer offensichtlicher werden, wird die Suche nach Alternativen immer notwendiger. In Amerika wie auch in anderen Ländern forschen Wissenschaftler an der Nutzung alternativer Ressourcen aus nachwachsenden Rohstoffen, wie beispielsweise Saccharide, eine weitgehende organische Chemie aufzubauen (Abbildung 8). Aus den Sacchariden lassen sich Alkohol und Essigsäure herstellen, die wiederum zu Aceton weiterverarbeitet werden können.

Aus der Bio-Diesel-Herstellung fallen große Mengen an Glycerin an, für die ebenfalls noch Anwendungen gesucht werden (Abbildung 9).

Die Chemie aus nachwachsenden Rohstoffen ist ein relativ junger Zweig der Wissenschaft. Hier werden noch viele Ideen notwendig sein, um eine neue organische Chemie aufzubauen: nachhaltig – energieschonend – quantitativ und mit relativ unschädlichen Substanzen.

Wohin mit den Salzhalden?

Salz, Kochsalz oder Natriumchlorid ist ein Rohstoff, von dem wir auf der Welt gesegnet sind, wie Sand, Luft und Kalk. Die Meere könnten mit durchschnittlich 3 Prozent an Natriumchlorid soviel ohne großen Aufwand davon liefern, dass davon die gesamte Erde meterhoch überzogen werden kann.

Kaskaden-Nutzung von Ressourcen (PINCH-Methode; Beispiel: Wasser)

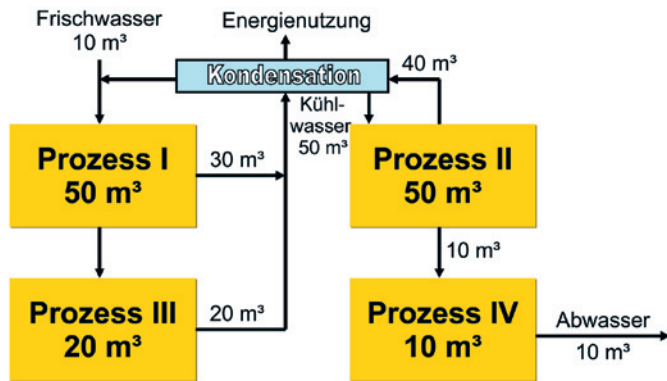


Abbildung 12: Wasser-Einsparung durch Nutzung in mehreren Betrieben

An einigen Stellen türmen sich hundert Meter hohe Abraumhalden der Kali-Bergwerke. Denn erst muss das Natriumchlorid abgetragen werden, um an das zu Düngerzwecken notwendige Kaliumchlorid heranzukommen.

Im Verbund der im Meer gelösten Salze ist Natriumchlorid das mit der besten Löslichkeit im Bereich der üblichen Witterungen (Abbildung 10).

Eine der besten Anwendungen und Nutzung der Rohstoff-Quelle Kochsalz sind das Solvay-Verfahren zur Soda-Gewinnung (Abbildung 11) und die Kochsalz-Elektrolyse. Während die Elektrolysen derzeit vom Amalgam-Anlagen auf Membran-Verfahren umgestellt werden, um auf das giftige Quecksilber verzichten zu können, stellt das schon relativ alte Soda-Verfahren weiterhin mit seinen internen Kreisläufen eines der nachhaltigsten Prozesse dar.

Seitdem sind wenig neue Verfahren entwickelt worden, die in nennenswerten Mengen das Natriumchlorid als Ressource verwenden. Für findige Chemiker stehen also auch hier die Tore weit offen.

Einstieg in die Nachhaltige Chemie

Viele chemische Reaktionen verlaufen auch in der Technischen Chemie noch mit sehr mageren Ausbeuten, belasten die Umwelt mit großen Schadstoffmengen und produzieren eine Menge an Abfall, für den keine weitere Verwendung besteht.

Ein Musterbeispiel an unvollständiger Kreislauf-führung stellt der Bauxit-Aufschluss nach dem Bayer-Verfahren dar: Bauxit ist einer der hauptsächlich verwendeten Rohstoffe für die Aluminium-Gewinnung und besteht im Wesentlichen aus Aluminium- und Eisenoxid (etwa 2:1). Beim

Druckaufschluss in Natronlauge geht das Aluminium als Hydroxoaluminat in Lösung, während das Eisenhydroxid als feiner unlöslicher Schlamm mit hohen Alkali-Restgehalten übrig bleibt.

Nun wäre der „Rotschlamm“ mit dem hohen Eisengehalt eine ideale Rohstoffquelle für die Stahlindustrie, wenn der Alkaligehalt unterhalb eines Prozentes läge. Aber trotz aller Waschaktionen ist er nicht unter 5 Prozent zu bekommen. Wer schon einmal Eisenhydroxid im Laborfilter hatte, kann sich ein Bild von dem schleimigen Rotschlamm machen, der eine hohe

Adsorptionskraft besitzt. So werden Millionen von Rotschlamm-Tonnen auf riesigen Deponien gehortet. Sie würden in den Stahlhochöfen die Ausmauerungen zerstören.

Diese „Rotschlämme“ recyclingfähig zu machen, wäre beispielsweise ebenfalls eine lohnende Aufgabe für patente Chemiker, denn bisher lassen Lösungen noch auf sich warten.

Viele Schlämme, Filterstäube und Fehlchargen landen auf Deponien, weil noch keine passenden wirtschaftlichen Verfahren gefunden wurden.

Auch Abwässer oder Säuren, Lösungsmittel und andere Hilfsstoffe können durch Zwischenschalten geeigneter Aufarbeitungsstufen im Kreis gefahren werden. Nur sind diese Aufarbeitungsprozesse noch nicht gesucht oder gefunden worden: Ein noch weites Feld für Forschungen und Entwicklungen.

Eine sehr nützliche Methode stellt die Pinch-Methode dar: Sowohl Wärmeenergie als auch Wasser, Lösungsmittel und andere Hilfsstoffe

Abbildung 13: Vorgehens-Skizze für neue Ideen

Aufspüren von Ideen

- Wo gibt es Probleme?
- Verstehe ich das Problem?
- Wie lösen andere das Problem?
- Was macht der Wettbewerb?
- Wie wird es in anderen Branchen gelöst, (BENCHMARKING) in anderen Bereichen, (KOOPERATION) in der Natur (BIONIK)?
- Welche Alternativen gibt es?





Abbildung 14: Einige Optimierungsbedarfs-Felder im Umweltschutz

können wenigstens durch den Verbund von Betrieben mehrfach genutzt werden (Abbildung 12). So lassen sich Kühlwässer noch zum Lösen von Rohstoffen nutzen, kondensierte Brüden für die Herstellung von vollentsalztem Wasser (E-Wasser) und mitunter eignen sich Abwässer auch noch für die Bewässerung von Garten- und Parkanlagen. Anwendungen für diese Methode in den Betrieben zu finden, kann auch eine sehr erfolgreiche Arbeit sein.

Warnung vor gefährlichen Reaktionen

Eine ganze Reihe von Reaktionen birgt noch ein hohes Risiko. Ob das exotherme Reaktionen sind, oder sehr giftige Stoffe im Spiel sind, ja, selbst wenn nicht bekannt ist, dass bei dieser Reaktion unbeherrschbare Situationen auftauchen können. Wenn unerfahrene Fachleute Aufgaben übertragen bekommen, denen sie nicht gewachsen sind, und das kommt bei den zunehmenden „Reingenierings-Cyclen“ und „Change-Management-Aktionen“ gar nicht so selten vor, können leicht auch bei systematischen Methoden der Risiko-Analyse Situationen als harmlos eingestuft werden, die es keineswegs unter allen Umständen sind.

Bei den Edelmetall-Reaktionen wurde es Ende der 80-iger Jahre leider aus Angst vor Imageschäden versäumt, im Rahmen des Europäischen Metallverbandes Eurometaux gefährliche Reaktionen systematisch zu verfolgen. Seitdem ereigneten sich zahlreiche Explosionen auch mit Todesfolge, die mit einem offenen Informations- und Erfahrungsaustausch sicherlich zum Teil hätten vermieden werden können.

Hier wird ebenfalls die Europäische Chemikalienzulassung nach der REACH-Verordnung einiges verbessern, aber es bedarf noch viel Untersuchungsarbeit und Spürsinn, um die größten

Gefahren unter allen möglichen Parameter-Einstellungen einschätzen zu können.

Die Beispiele offener Flanken in der chemischen Wissenschaft und Forschung ließen sich noch beliebig fortsetzen. So bedarf es nicht der Aufzählung von Forschungsaufwendungen in der Medizin und Toxikologie. Sie liegen deutlich auf der Hand und über sie berichten die Medien auch am ausführlichsten.

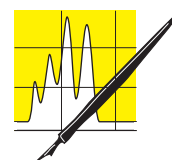
Zusammenfassung

Es galt aufzuzeigen, dass einer zukünftigen Generation nicht der Stoff für Forschung und Entwicklung ausgehen wird. Vieles wurde bereits erreicht. Auf manchem Resultat lässt sich aufbauen.

Untersuchungen zum nachlassenden Interesse junger Menschen an dem Beruf des naturwissenschaftlichen Forschers zeigten den Bären dienst der Chemischen Industrie auf, den sie mit ihrer zur Schau gestellten Perfektion, den scheinbar abgeschlossenen und ideal gelösten Forschungs- und Entwicklungs-Projekten und der „Alles-im-Griff“-Mentalität auf allen Gebieten verbreiten: Junge Leute suchen sich folgerichtig andere Betätigungsfelder, wenn denn alles in der Chemie in „trockenen Tüchern“ ist.

Zu optimieren wird es immer etwas geben. Für das Anpacken von Verbesserungen und Optimierungen ist eine Reihe von Methoden bekannt und weitere werden ständig entwickelt. Abbildung 13 kann nur beispielhaft einige Vorgehensweisen zitieren, denn mittlerweile füllen Ratschlag-Bücher für systematisches Verbessern ganze Regale.

Alleine der Umweltschutz ist lange Zeit als zweidimensionale Service-Tätigkeit angesehen worden. In welchen mehrdimensionalen Netzwerken Umweltschutz, mit Umweltchemie, Toxikologie, Medizin, Biologie, Verfahrenstechnik, Logistik, Betriebswirtschaft, Managementtechniken, Kommunikation und anderen Wissenschaften verknüpft ist, ist erst in den letzten Jahren auch weiteren Kreisen bewusst geworden. Abbildung 14 verweist auf einige rudimentäre Perspektiven für den Optimierungsbedarf im Umweltschutz. **CLB**



Annette von Kieckebusch-Gück, Liestal (CH)

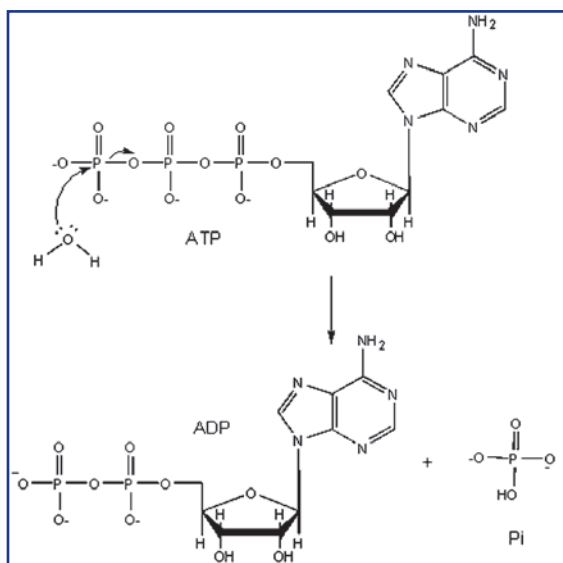
In den Zellen läuft eine Vielzahl von Stoffwechselaktivitäten ab. Diese biologischen Prozesse nachzubauen um systematisch neue biologische Maschinen daraus zu entwickeln, das entspricht den Zielen der daran beteiligten Forscher aus der Nanotechnologie.

Flagellen rotieren bei der Bewegung von Spermazellen, Zilien schlagen, um Lungen von Mucus zu befreien, Chromosomen wandern – von Spindel-fasern gezogen – bei der Zellteilung auseinander. Aber wie geht eine solche koordinierte Bewegung auf molekularer Ebene vonstatten?

Eine spezielle Klasse von Zellproteinen, die molekularen Motorproteine, weisen als katalytische Einheiten bewegliche Teile auf und nutzen ATP als Quelle freier Energie um die Bewegung zu dirigieren.

Arbeitsgruppen in aller Welt verfolgen schon seit einiger Zeit den Ansatz, diese Moleküle als Motoren für technische Zwecke einzusetzen. In der

Abbildung 1: Hydrolyse von ATP zu ADP und anorganischem Phosphat. ATP ist ein energiereicher Baustein und stellt die universelle Form frei verfügbarer Energie in jeder Zelle dar. Gleichzeitig ist es ein wichtiger Regulator energieliefernder Prozesse. Die freie Energie der ATP-Hydrolyse beträgt 30 kJ/mol und stellt damit eine energiereiche Bindung dar. Sie liefert also die notwendige Energie für viele Stoffwechsel-Reaktionen. Umgekehrt kann ATP aus ADP und Pi mittels eines Protonenflusses über eine Membran katalysiert werden, der durch einen Elektronentransfer hervorgerufen wird.



Nanotechnologie ist ihr Einsatz unschätzbar: Sie sind winzig klein und daher ideal für Computer- und medizinische Anwendungen; zudem lassen sie sich durch chemische Synthese im Labor oder in biologischen Systemen vergleichsweise kostengünstig herstellen.

Die Bewegungsvorgänge in den Zellen laufen koordiniert und gerichtet ab. Sie werden mithilfe von Proteinen koordiniert, wobei molekulare Motorproteine mechanische Arbeit verrichten. Dabei wandeln sie chemische Energie in mechanische Energie, d.h. in Bewegung, um. Solche Motorproteine, wie etwa ATPasen, Dynein oder Kinesin erhalten ihre Energie durch Umwandlung von (elektro-)chemischer Energie in mechanische Energie.

Man unterscheidet rotierende Motoren und lineare Motoren, die sich Schritt für Schritt entlang eines Geleises hangeln.

Die Motoren erhalten Energie durch ATP-Hydrolyse (Abbildung 1). Diese Energie in Form von ATP wird in der Zelle mithilfe der F_1F_0 -ATPase (auch ATP-Synthase genannt) hergestellt (Anmerkung: Es handelt sich hier nicht, wie vielfach falsch ausgesprochen um die F_0 „null“- Untereinheit, sondern um die F_1 „one“- Untereinheit. Das „o“ wird abgeleitet von der Oligomycin-Hemmbarkeit dieser Untereinheit). Sie besteht aus der wasserlöslichen F_1 -Einheit und der F_0 -Komponente, die in der Membran verankert ist (Abbildung 3). Die ATPase, die ihrerseits einen rotierenden Motor darstellt, nutzt einen Protonengradienten über Zellmembranen aus, um die ATP-Synthase aus den Bausteinen ADP und Phosphat zu ermöglichen.

Der F_0 -Teil der ATPase stellt einen Motor dar, der einem Wasserkraftwerk gleicht. Er nutzt einen Protonengradienten aus, der über der Membran liegt, um einen Rotor in der Untereinheit F_0 , der einer Turbine gleicht, in Rotation zu versetzen.

Die Autorin

Dr. Annette von Kieckebusch-Gück ist seit 2005 Chefredaktorin der Schweizerischen Laboratoriums-Zeitschrift SLZ. Sie studierte in Konstanz und Freiburg Biologie mit Schwerpunkt Biophysik, diplomierte am MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen und promovierte an der ETH Zürich über die Mutagenese von Membranproteinen. Nach einer einjährigen Postdoc-Zeit in Kanada und einer Familienpause wechselte sie in den Wissenschaftsjournalismus.



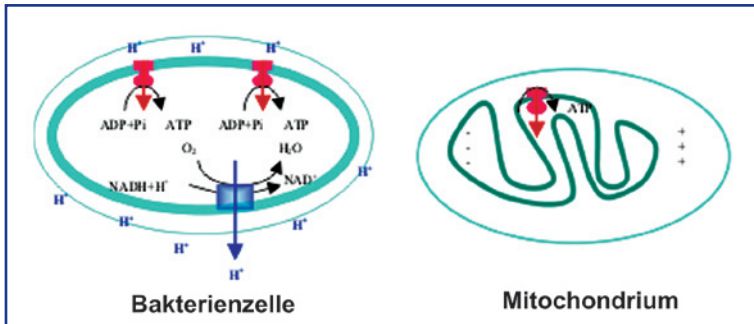
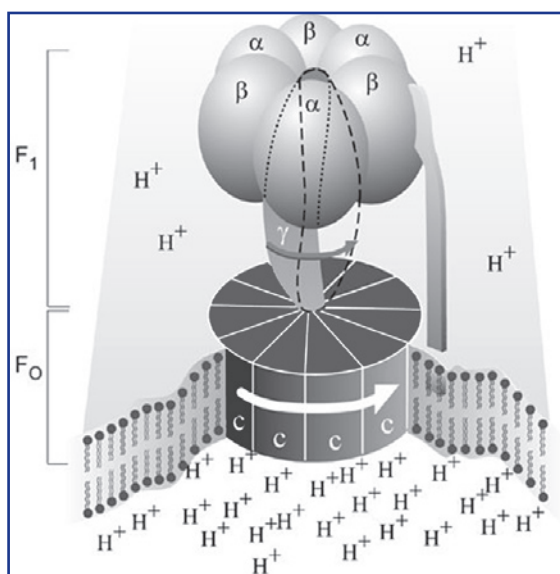


Abbildung 2: Synthese von ATP in Bakterien bzw. in den Mitochondrien höherer Organismen. Anordnung der F_1F_0 -ATPase in Bakterienzellen (A) und Mitochondrien (B). Beim Elektronentransport im Stoffwechsel werden die Protonen nach aussen transportiert, sodass ein elektrochemisches Potential entsteht. Dieses wird für die ATP-Synthese genutzt, wenn Protonen entlang des Gradienten über die F_1F_0 -ATPase nach innen fließen und dabei zwei Rotoren antreiben, die ihre Energie für die Bildung einer chemischen Bindung zwischen ADP und Phosphat ausnutzen (Abb.: AKG).

Der Protonengradient wird bei den meisten Lebewesen mittels einer Elektronentransportkette – in der Membran von Mitochondrien oder Bakterien – aufgebaut (Abbildung 2). Die Glieder der Elektronentransportkette bilden eine Folge hintereinandergeschalteter Redox-Moleküle, die in der Lage sind, Elektronen aufzunehmen bzw. abzugeben.

Bei der Oxidation von Nahrung wird Wasserstoff auf NAD^+ übertragen. Dabei entsteht $NADH + H^+$. In den Mitochondrien (oder Bakterienmembranen) wird dieser gebundene Wasserstoff freigesetzt und auf O_2 übertragen. Die dabei gebildeten Protonen, H^+ , werden aus der Zelle oder aus der Mitochondrienmatrix transportiert. Es entsteht aussen ein

Abbildung 3: Modell der F_1F_0 -ATPase aus dem Bakterium *E. coli*. Der F_0 -Part im Inneren der Membran enthält einen rotierenden Ring mit Protonen, der von dem Ionengradienten über die Membran gespeist wird. An der Untereinheit F_1 außerhalb der Membran findet die ATP-Synthese statt, die durch die Rotation der g -Einheit im Stiel angetrieben wird (Abbildung: Nobel Foundation).



Protonenüberschuss gegenüber Innen. Aufgrund der Ladungsdifferenz bauen sich über der Membran ein elektro-chemischer Gradient ΔpH und ein Membranpotential ΔV auf, welche die Energie für die ATP-Synthese bereitstellen.

Man bezeichnet diese elektrochemische Kraft als protonenmotorische Kraft, PMF:

$$PMF = \Delta V (RT/F) \Delta pH$$

Dabei ist R die Gaskonstante, ($8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$), F die Faradaykonstante ($96\,500 \text{ C/mol}$) und T (in K) die absolute Temperatur.

In Mitochondrien beträgt die PMF z.B. über der inneren Membran $0,2 \text{ V}$, wobei die Mitochondrienmatrix negativ gegenüber aussen geladen ist. Wir bewegen uns hier in einer Welt, in der die Brownsche Molekularbewegung dominiert: Kleine Teilchen diffundieren in wässriger Lösung in ähnlicher Weise wie Gas in Luft. Thermische, ungerichtete Bewegung ist neben dem elektrochemischen Potential ein wichtiger Aspekt bei der Betrachtung der Bewegung von Motorproteinen. Demzufolge spielt die Gaskonstante bei der energetischen Berechnung eine Rolle.

Rotationsmotor F_1F_0 -ATPase

Während mehrerer Jahrzehnte blieb es ein Rätsel, wie die elektrochemische und die chemische Funktion in der F_1F_0 -ATPase miteinander gekoppelt sind. 1997 wurde der Nobelpreis für die Aufklärung dieses Mechanismus an Boyer und Walker verliehen: Die ATPase besteht im Prinzip aus zwei Rotationsmotoren, die über einen Schaft und ein exzentrisches Lager miteinander verbunden sind. Der Rotor F_0 bewegt sich, angetrieben von Wasserstoffionen und versetzt dabei den zentralen Schaft in Drehung, während der andere, F_1 , sich langsam rückwärts dreht und als Generator wirkt (siehe Abbildung 3).

Enzyme binden und entlassen typischerweise ihre Substrate spontan, auch wenn die Reaktion insgesamt Energie verbraucht. In diesem Fall ist es jedoch anders, wie Boyer entdeckte (siehe Abbildung 4):

Kernstück des F_1 -Teils der ATPase sind die drei verschiedenen β -Untereinheiten (siehe Abbildung 4). Die Rotation der α - und β -Untereinheiten um 120° bewirkt Strukturänderungen im Enzym, da der Protonenfluss nun ein Drehmoment im F_1 -Teil der ATPase erzeugt. Dabei verbraucht nicht die Synthese von ATP aus ADP und P_i Energie, sondern die Bindung von ADP an den β -Part des Enzyms. An einer der Bindungsstellen β wird anschließend ATP freigesetzt, gefolgt von einer kooperativen Konformationsänderung in allen drei β -Untereinheiten. F_1F_0 -ATPase kehrt nun in die Start-Konformation zurück.

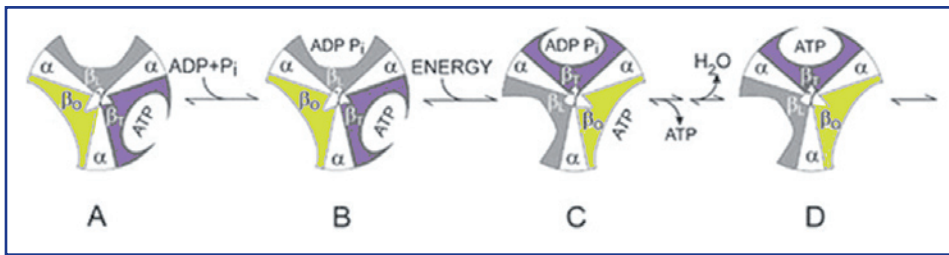


Abbildung 4: F_1 -ATPase: Boyer's „Bindungswechselmechanismus“ zur ATP-Synthese. Jede Darstellung des Zylinders repräsentiert einen anderen Abschnitt der ATP-Synthese, mit alternierenden α - und β -Untereinheiten während verschiedener Stadien der ATP-Synthese. Die Beladung der Untereinheiten mit ADP (A) bewirkt gemeinsam mit der asymmetrischen γ -Einheit in der Mitte eine Konformationsänderung der β -Untereinheit (C). Sie ermöglicht, eine Freisetzung des neu gebildeten ATP. ATP wird spontan – ohne Energieaufwand – gebildet (Abbildung: Nobel Foundation).

Bei diesem Prozess wird elektrochemische Energie in mechanische Energie umgewandelt: Die Rotation des Zylinders generiert eine mechanische Spannung (siehe Abbildung 4), die durch den Protonenfluss über die Membran angetrieben wird. Dieser „Bindungswechsel“ zwischen den verschiedenen katalytischen Zentren der F_1 -Einheit erfolgt in drei Schritten mit abrupten Übergängen. Man nimmt an, dass sich zwischen dem F_1 -Teil und der γ -Untereinheit bei der Rotation eine elastische Spannung aufbaut, die durch die Konformationsänderung der β -Einheiten entladen wird. Anschließend kann ATP vom F_1 -Teil freigesetzt werden.

Umgekehrt kann jede der Motoreinheiten F_1 und F_0 auch rückwärts laufen, sodass der F_1 -Motor den F_0 -Motor antreibt. Die F_1F_0 -ATPase pumpt dann Protonen über die Membran.

Demnach ist die F_1F_0 -ATPase in der Lage, zwei der wichtigsten Energieumwandlungen in der Zelle durchzuführen.

Lineare Motoren

Die Beweglichkeit von Zellorganellen im Cytoplasma war im Verlauf der Evolution eine Voraussetzung für die Entwicklung höherer Organismen. Speziell für die Bewegung grosser Komplexe und Organellen stehen in der Zelle Transportsysteme bereit, die lineare Motoren und Gleitschienen umfassen, an denen sich die Motorproteine mit ihrer Ladung entlang hangeln können.

Kinesin

Manche Zellorganellen, etwa Mitochondrien, sind zu groß, um zu ihrem Zielort zu gelangen, indem sie einfach durch die Zeile diffundieren. Das Motorprotein Kinesin transportiert kleine Zellbestandteile und hangelt sich dabei an röhrenförmigen Proteinfäden, den Mikrotubuli, entlang. Seine beiden Motorköpfe (Abbildung 5), die über einen Konverter mit einem Hebelarm verbunden sind, binden dabei abwechselnd unter ATP-Verbrauch

an aufeinanderfolgende Einheiten der Mikrotubuli. Mit jedem Schritt legt das Motorprotein acht Nanometer zurück, wobei es in einer Sekunde bis zu 100 Schritte schafft, was ca. einem Mikrometer (10^{-6} m) entspricht. Der Durchmesser einer Zeile beträgt 50-100 Mikrometer. Transportsysteme benötigen also etwa eine Minute, um das Zellinnere zu durchqueren.

Mit der Schwanzdomäne bindet das Kinesin an Zellorganellen und funktioniert so wie ein beladener Traktor.

Wie das Getriebe des Motorproteins funktioniert, versteht man erst seit Kurzem: Forscher des Max-

Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung haben aufgedeckt, dass das Motorprotein mehrere Kreisläufe nutzt, um sich fortzubewegen. Der Motor kuppelt – je nachdem, wie viel Last er bewegen muss und wie viel Energie ihm zur Verfügung steht – drei Gänge ein und aus. Die Wissenschaftler konnten damit die bisherige Theorie widerlegen, nach der der Motor nur mit einem Gang arbeitet.

Auch rechnerisch konnten sie nachvollziehen, wie genau Kinesin die Energie in Bewegung umsetzt. Jeder der Köpfe hat eine Bindungstasche, die generell drei Zustände einnehmen kann: Sie kann leer sein, ein ATP- oder ein ADP-Molekül enthalten. Kombiniert man diese Zustände mitei-

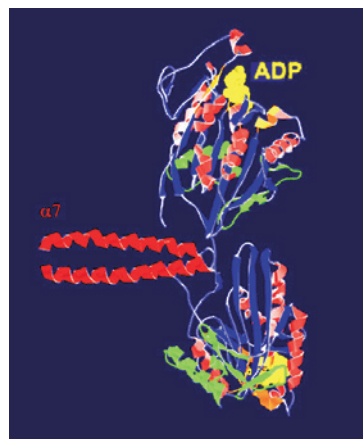
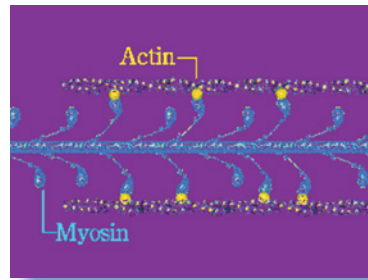


Abbildung 5: Nanotraktor ganz groß: Das Motorprotein Kinesin in der Röntgenstrukturanalyse. Das Bild zeigt das Motorprotein mit einem gebundenen ADP-Molekül. Kinesin ist ein Dimer, das jeweils aus einer zentralen β -Faltblatt und flankierenden α -Helices besteht. Mit den beiden Motorköpfen (rechts) bindet sich Kinesin abwechselnd an die Mikrotubuli und transportiert so Zellorganellen (Abbildung: Max-Planck-Arbeitsgruppe für strukturelle Molekularbiologie).

Abbildung 6: Das Akto-Myosin-System:
Myosin gleitet unter ATP-Spaltung an den Aktin-filamenten vorbei und bewirkt eine Kontraktion des Muskels (Abbildung; Aberystwyth University).



ander, ergeben sich neun Varianten. Die beiden Kombinationen mit den identischen Zuständen „leer-leer“ und „ATP-ATP“ spielen allerdings bei dem Mechanismus keine Rolle; es bleiben also sieben Varianten übrig. Das Modell der Max-Planck-Wissenschaftler beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Motorköpfe eine dieser Varianten einnehmen. Chemische und mechanische Veränderungen helfen den Motorköpfen, von einem Zustand in den anderen zu wechseln und sich dabei fortzubewegen.

Ausgangspunkt der Max-Planck-Wissenschaftler ist die Beobachtung, dass ein Kopf mit ADP sehr lose an den Mikrotubuli haftet. Die Köpfe binden besser, wenn sie ATP enthalten oder wenn sie ganz leer sind. Im ersten Gang steht zunächst ein fest gebundener leerer Kopf vor einem losen Kopf mit ADP. In diesem Spagat ist das Kinesin, gespannt wie eine Feder, durch den vorangegangenen Zerfall eines gebundenen ATP-Moleküls am hinteren Kopf labil geworden. Bindet der vordere Kopf nun ein

Biologische Systeme sind einsetzbar bei

- Biosensoren und Biomembranen (z.B. in der Umwelt-, Produktions- und Lebensmitteltechnik)
- Lichtenergetischen Prozessen (z.B. biologisch unterstützte Photovoltaik)
- Produktionsprozessen

- o Nanofabrikation (Selbstorganisationsverfahren)
- o Materialsynthese (Biomineralisation)
- Biomolekulare Motoren (z.B. das Mikrotubuli-Kinesin Transportsystem)
- Informations- und Kommunikationstechnologie
 - o Molekularelektronik (Konstruktion, Verdrahtung, Bauteile)
 - o Datenspeicherung
 - o Sicherheitsmerkmale
 - o Bezug der Nanobiotechnologie
 - > zum DNA-Computing
 - > zur Neurotechnologie

ATP Molekül, wird ein Gelenk im Motorprotein gelöst, und der hintere Kopf wandert nach vorne. Früher oder später verliert der Kopf, der jetzt vorne steht, sein ADP. Er bleibt leer zurück und bindet damit fester an das Filament. Den hinteren mit ATP gefüllten Kopf ereilt ein ähnliches statistisches Schicksal: Das ATP spaltet sich irgendwann in ADP und Phosphat. Das Phosphat löst sich ab, sodass hinten also wieder der lose gebundene Kopf mit ADP steht. Der Kreislauf ist geschlossen und der Motor ist bereit für den nächsten Schritt.

Ist die Kraft am Kinesin jedoch zu groß, schaltet Kinesin automatisch in den Rückwärtsgang: Denn die Last zerrt am Kinesin, und der hintere Kopf kann sich nicht nach vorne bewegen.

Wenn der Energielevel der Zelle niedrig ist und besonders viel ADP vorhanden ist, dann schaltet Kinesin in einen weiteren Gang, bei dem es deutlich langsamer vorankommt. Denn dann binden im dritten Gang beide Köpfe gleichzeitig ADP. Der Motor muss warten, bis einer der Köpfe sein ADP wieder verliert und für ATP frei wird, um sich weiterzudrehen.

Ist die Last allerdings zu groß, hilft auch das Schleichen im Kriechgang nicht mehr. Beide Köpfe des Motorproteins verlieren die Haftung, und das Kinesin-Molekül löst sich einfach vom Filament.

Akto-Myosin-Transportsystem

Ähnlich wie das Kinesin-System arbeitet das Akto-Myosin-Transportsystem (Abbildung 6). Myosin bewegt sich entlang von Cytoskelett-Schienen, wie sie z.B. im Muskel vorkommen. Teil des Cytoskeletts ist Aktin. Zwischen Aktin und Myosin gibt es eine Gleitbewegung, die energieabhängig (ATP)

Abbildung 7: Nano-Helikopter (nach Montemagno).

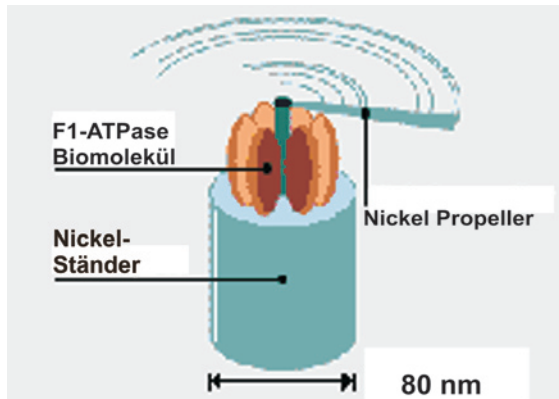
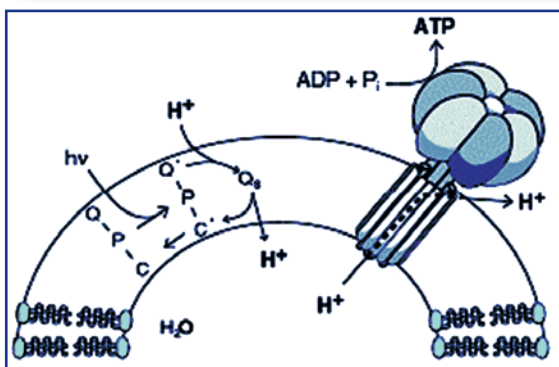


Abbildung 8: Funktionsprinzip eines photosynthetisch arbeitenden Liposoms. Membran mit Q-P-C-Molekültriade und F₁-ATPase-Protonenpumpen (Abb.: Arizona State Univ.).



ist. Dank der Proteine Myosin und Aktin können Muskelstränge kontrahieren.

Synthetische Biomotoren für die Zukunft

Seit der Erfindung des Rastertunnelmikroskops forschen Wissenschaftler intensiv nach Möglichkeiten, die biologische Nanowelt für nanotechnische Anwendungen nutzbar zu machen.

Man findet in der Molekularbiologie eine Vielzahl kooperierender und vernetzt arbeitender Nanomaschinen: angefangen bei der Energieerzeugung (z.B. Photosynthesekomplexe, die mithilfe von Licht biochemisch nutzbare Energiespeichermoleküle herstellen) über molekulare Kraftwerke der Zelle (Mitochondrien) und molekulare Transportsysteme (Mikrotubuli und Motorproteine) bis hin zu einem Datenspeichersystem, das auf dem Erbgut (DNS) beruht, sowie funktionelle Biomoleküle, die z.B. als Bestandteil von Lichtsammel- und Umwandlungsanlagen, Signalwandler, Katalysatoren, Pumpen oder Motoren arbeiten.

Daher suchen die Nanotechnologen nach Möglichkeiten, funktionstragende Biomoleküle gezielt zu isolieren und für technische Anwendungen zu nutzen.

Biologische Systeme stechen in vielen ihrer Eigenschaften die künstlichen Systeme aus (siehe Tabelle). Sie erfordern einen geringen Aufwand zur Herstellung, sind gut kontrollierbar, umweltverträglich und flexibel. Ihrer Stabilität sind allerdings Grenzen gesetzt.

Synthetisch hergestellte Systeme sind dagegen in großen Mengen herstellbar, oft sehr stabil, erfordern aber einen hohen Energie- und Wartungsaufwand, sind schlecht kontrollierbar und nicht umweltverträglich.

Als Beispiel für eine molekulare Maschine, die aus biologischen und synthetischen Elementen besteht und in der Medizin ihren Einsatz haben soll, dienen der Nanokopter, molekulare Schalter und molekulare Antriebe.

Nanokopter

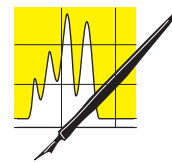
Wissenschaftler der Cornell University haben mikroskopisch kleine Helikopter entwickelt und getestet, die eines Tages im Inneren des Körpers medizinische Aufgaben erfüllen könnten. Der „Nanokopter“ (Abbildung 7) ist nicht größer als ein Viruspartikel. Er stellt ein integriertes, nanobio-technologisches Modellsystem dar. Die synthetischen Metallrotoren der winzigen Maschine werden durch eine F_1 -ATPase angetrieben. Die biologische Komponente ist auf einem Metallständer angebracht. Im Labortest war der Betrieb jetzt zweieinhalb Stunden lang möglich.

Werden die drei Teile des Systems: Rotor, F_1 -ATPase und Ständer zusammengebracht, mon-

tieren die winzigen Maschinen sich selbst. Allerdings arbeiten bisher nur fünf von 400 Motoren einwandfrei. Das biologische Molekül F_1 -ATPase benötigt ATP, das diesem künstlichen System von außen zugegeben wird. Die Rotoren erreichen in diesem System acht Umdrehungen pro Sekunde. Die winzigen Propeller werden in der Nanofabrikationseinheit der Cornell Universität aufwendig hergestellt und schließlich mit chemischen Verbindungen überzogen.

Man plant, einen Helikopter zu bauen, der Lichtenergie zur ATP-Produktion verwendet. Auf diese Weise könnte man den Helikopter leicht ein- und ausschalten.

Möglich wäre auch ein Einsatz als transportable Apotheke im Körper, die am Zielort heikle Medikamente zusammenbaut und in die Zielzellen appliziert. In Zukunft will zum Beispiel die Firma MicroTec in Duisburg Mini-U-Boote über ein externes Magnetfeld durch die Blutbahnen lenken. Die winzigen Antriebssysteme können sich gefahr-



AUFSÄTZE

Tabelle: Vergleich technischer und biologischer Systeme.

Eigenschaften und Prozesse	Typische Eigenschaften in biologischen Systemen	Typische Eigenschaften in künstlicher Umgebung
Materialien	- flexibler Grundbausatz mit wenigen Klassen von Biomaterialien, optimierbar bzgl. Funktion - Biokomposite auf der Nano- bzw. Mikroskala	- generalisierter Bausatz mit breiter Palette an Verbindungen mit unterschiedlichen Eigenschaften
Herstellungsprozess	- direkter Aufbau aus Untereinheiten - Selbstorganisationsprozesse, langsames Wachsen funktionaler Einheiten auf molekularer Ebene - Verbindung zu größeren Systemen	- großtechnische Fertigung mit makroskopischen Geräten - technische Verfahren für große Mengen
Energieaufwand	- gering - effiziente Umwandlungskette mit chemischen Trägerstoffen - molekulare Abfallprodukte	- hoch bis sehr hoch - geringer Wirkungsgrad - Verlust durch Abwärme
Haltbarkeit, Stabilität, Veränderbarkeit	- vergleichsweise empfindlich - nachwachsend - flexibel - regenerationsfähig - natürliche Abbauprozesse - selbstkorrigierend	- über sehr breiten Bereich von Umgebungsbedingungen (Druck, pH, Membranpotential, usw.) gibt es technische Lösungen. - i.d.R. langzeitstabil - keine Selbstreparatur - unflexibel.
Kontrollierbarkeit	- durch Vielzahl spezialisierter und in einem Netzwerk zusammenarbeitender Nanomaschinen auf molekularer Ebene	- nur in kleinen Ausschnitten auf molekularer bzw. atomarer Ebene möglich - als statistisches Ensemble kontrollierbar
Umweltverträglichkeit	- biologisch abbaubare Produkte	- oft problematisch

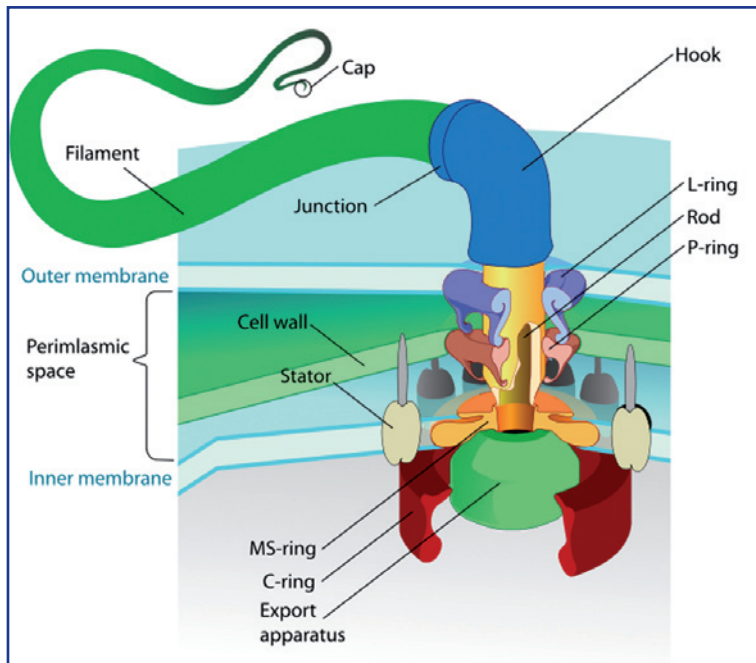


Abbildung 9: Bakteriengeißel gram-negativer Bakterien (Abbildung: Mariana Ruiz Villarreal).

los durch den menschlichen Körper bewegen und am Zielort Wirkstoffe entlassen.

Weitere Anwendungen dieses Systems aus biologischen Komponenten und Metallen sind die chemische Substanzanalyse mit einem verbesserten Lab-On-Chip-System oder Netzwerke für den Materialtransport in zukünftigen Nanofabriken.

In den letzten Jahren haben zahlreiche Forschungsgruppen weitere molekulare Geräte entwickelt. So wurde etwa in der Gruppe von Dr. Ben L. Feringa in den Niederlanden ein molekularer Motor entwickelt, der durch UV-Licht und Hitze stimuliert werden kann.

Liposomen mit lichtgetriebenen molekularen Motoren

In synthetischen Liposomen kann ein photosynthetisches System mit einem Ein-Aus-Schalter realisiert werden (Abbildung 8). Es besteht aus einem Lichtsammelsystem (einem Komplex, der die Membran durchspannt, mit Karotin-Porphyrin-Naphthochinon-Molekülen Q-P-C) und $F_o F_1$ -ATP-Synthase-Einheiten, die als Protonenpumpen zur ATP-Synthese dienen. Der F_1 -Kopf der ATP-Synthase ist nach außen gerichtet (siehe Abbildung 8).

Lichteinfall bewirkt eine Ladungstrennung in der Karotin-Porphyrin-Naphthochinon-Kette. Die lichtgetriebene Protonen-Pumpe erhöht die Protonenkonzentration im Inneren des Liposoms. Der so entstehende Protonengradient treibt die $F_1 F_o$ -ATPase-Pumpe an und bewirkt an der Membranaussenseite die ATP-Synthese, also eine Bereitstellung von Energieäquivalenten. Die Bestrahlung der künstlich hergestellten Membran

mit Licht liefert ATP mit einer Quantenausbeute von ca. sieben Prozent. Das gebildete ATP schaltet unter Lichteinfall Biomotoren an und gezielt durch Abschalten der Lichtquelle ab. Diese Biomotoren sind mit ihrem lichtabhängigen System Treibstoff-unabhängig.

Bakteriengeißel als Antriebsmotor

Einige Bakterien bewegen sich, indem sie peitschenartige Filamente benutzen, die als Antrieb für einen Biomotor dienen (Abbildung 9). Das Flagellum ist wie ein Propeller mit einem Motor in der Bakterienwand verbunden. Der Motor enthält zwölf Stator-Komplexe, die Protonenkanäle bilden, durch die Protonen ins Zellinnere fließen. Die Protonen erzeugen ein Drehmoment am Rotor, der die Geisseldrehung (100 Hz) antreibt.

Transportsysteme, die mit einer Bakteriengeißel ausgestattet sind, haben winzige Ausmaße von wenigen 100 Nanometern. Da sie so winzig sind, könnten in Zukunft Nanovesikel mit Wirkstoffen direkt zu den erkrankten Zellen im Körper transportiert werden oder winzige Roboter angetrieben werden, die mit kleinen Greifarmen Krebszellen vernichten.

CLB

Literatur

1. Liepelt, S., Lipowsky, R.: Kinesin's Network of Chemomechanical Motor Cycles. *Phys. Rev. Lett.* 98, 258102 (2007)
2. van den Heuvel, M., Dekker, C.: Motor Proteins at Work for Nanotechnology. *Science* 317, 333-336, (2007)
3. Montemagno, C., et al.: Self-Assembled Microdevices Driven by Muscle. *Nature Materials* 4.2 180-184, (2005)
4. Wechsler, D.: Nanobiotechnologie I. VDI-Technologiezentrum, Graf-Recke-Strasse 84, 40239 Düsseldorf.

CLB – Memory

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

Januar 2008

Umfrage zur Verkürzung der gymnasialen Schulzeit

Die Mehrheit in Deutschland lehnt G8 ab

Aus internationaler Perspektive betrachtet, steht eine einheitliche Verkürzung der gymnasialen Schulzeit (G8) an, denn dass Abitur wird in Deutschland vergleichsweise spät erworben. Hierzulande wird dies mehrheitlich abgelehnt.

Die meisten Bundesländern haben zwar eine verkürzte gymnasiale Schulzeit bereits eingeführt, allerdings nach unterschiedlichen Konzepten. Das G8 oder die Konzepte zu seiner Einführung sind dabei verschiedentlich auf zum Teil heftige Kritik gestoßen. Doch wie steht die Bevölkerung zu dieser Thematik? Aussagen zum G8 liefert das in Kooperation zwischen dem Zentrum für empirische pädagogische Forschung (zefp) der Universität in Landau und der Schülerhilfe (Gelsenkirchen) durchgeführte Bildungsbarometer vom November 2007.

1554 an Bildung Interessierte aus ganz Deutschland, insbesondere viele Eltern schulpflichtiger Kinder und Lehrkräfte, haben sich an der Online-Befragung beteiligt. Die Mehrheit der Befragten (57 %) hat sich eher gegen eine Verkürzung ausgesprochen. Eine Minderheit (43 %) ist für eine Verkürzung der gymnasialen Schulzeit (G8). Eine differenzierte Auswertung der Daten liefert aber ein deutlicheres Bild.

In der regionalen Verteilung zeigen sich deutliche Unterschiede. Die Bevölkerung im Osten befürwortet mit 61,2 Prozent eine Ver-

kürzung der gymnasialen Schulzeit. In Westdeutschland lehnen dagegen 65,1 Prozent der Befragten die Einführung des G8 ab. Auch im nord- und süddeutschen Raum findet sich eine Mehrheit von 57,6 Prozent bzw. 55,7 Prozent, die das G8 ablehnt.

Professor Reinhold S. Jäger, Leiter der Studien zum Bildungsbarometer, verweist noch auf eine weitere Besonderheit: „Befragte mit Kindern lehnen die Verkürzung häufiger ab als Befragte ohne Kinder. Dieses Ergebnis stimmt gleichermaßen für Lehrkräfte mit bzw. ohne Kinder. Dabei ist das Votum der Lehrkräfte ohne Kinder (75 % Zustimmung) im Osten für eine Verkürzung noch weitaus positiver als bei Lehrkräften mit Kindern (57,1 %) der gleichen Region.“

Jäger gibt zu bedenken, dass die unterschiedlichen Erfahrungen in den neuen und alten Bundesländern offensichtlich diese Einstellung zur G8 beeinflussen. Und er rät dazu, die Vorbehalte der Bevölkerung ernst zu nehmen, gleichzeitig aber auch darauf hinzuwirken, dass mit der Einführung des G8 auch eine Entschlackung der Lehrpläne einhergehen muss. Denn es sei offensichtlich, dass eine Ablehnung insbesondere dort zustande komme, wo eine Überbelastung der Jugendlichen befürchtet wird. „Es liegt nunmehr an den Ministerien, die international notwendige Verkürzung der gymnasialen Schulzeit durch eine wohl überlegte Veränderung der Lehrpläne zu begleiten, um damit die bislang berechtigten Einwände von Eltern zu entkräften“, betont Jäger.

Gute Chancen für Physiker auf dem Arbeitsmarkt

Physiker haben zurzeit sehr gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Die Arbeitslosenquote in dieser Berufsgruppe liegt bei etwa zwei Prozent, meldet die Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Seit 2004 sind die Arbeitslosenzahlen von Jahr zu Jahr deutlich zurückgegangen. Referenzmonat ist dabei der jeweilige September. Zuletzt -- von 2006 auf 2007 -- sank die Zahl der gemeldeten Arbeitslosen um rund 32 Prozent. Im Herbst 2007 waren demnach von den 60 000 bis 80 000 Akademikern mit physikalischer Ausbildung bundesweit knapp 1300 als arbeitslos gemeldet. „Aufgrund der günstigen Konjunktur war es besonders für junge Leute vergleichsweise einfach, eine Anstellung zu finden. Vom positiven Wirtschaftstrend profitierten aber auch ältere Fachkräfte mit Berufserfahrung“, sagte Dr. Udo Weigelt, der im DPG-Vorstand für Berufsfragen zuständig ist. Mehr als drei Viertel der Stellenanzeigen für Physikerinnen und Physiker, die der Agentur für Arbeit im Jahr 2007 gemeldet wurden, stammten aus der Wirtschaft oder der öffentlichen Verwaltung. Die übrigen Jobangebote kamen von Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Diplom wird zum Bachelor

Qualitative Analyse – Das Wesentliche in Kürze

Prof. Dr. Wolfgang Fichtner und
Prof. Dr. Volker Wiskamp

Im Rahmen der Umstellung unseres Diplomstudiengangs „Chemische Technologie“ auf einen Bachelorstudiengang wurden zahlreiche Lehrveranstaltungen umgestaltet und teilweise gekürzt, darunter auch das Praktikum „Qualitative Analyse“. Während dafür früher zwölf ganze Tage zur Verfügung standen, sind es jetzt vier Halbtage. Ein dramatischer Verlust in der Qualität der Ausbildung – so scheint es auf den ersten Blick. Doch das kann nicht Sinn des Bologna-Prozesses sein. Kürzere Studienzeiten verlangen vielmehr die Konzentration auf die wesentlichsten Lerninhalte. Was sind diese im qualitativ-analytischen Praktikum, und wie werden sie in unserem neu konzipierten Praktikum erreicht? Dies wird im Folgenden erläutert.

Das Praktikumsprotokoll steht unter www2.h-da.de/cub/fileadmin/wiskamp/downloads/anorganischequalitativeanalyse.pdf zur Verfügung.

Wesentliche Lernziele der „Qualitativen Analyse“

Die „Qualitative Analyse“ vermittelt in erster Linie Stoffkenntnis. Die Studierenden lernen eine Vielzahl anorganischer Verbindungen, deren Eigenschaften und reaktives Verhalten kennen (insbesondere Farben, Geruch, Kristallformen, Löslichkeit, Säure-Base-Eigenschaften, Redox- und Komplexchemie). Die Stoffe und Reaktionen spielen in der Geochemie (z. B. Mineralien), der industriellen anorganischen Chemie (z. B. Erzaufbereitung, Synthesen, Katalysatoren), der Anwendungstechnik (z. B. Pigmente), der analytischen Chemie (z. B. Probenvorbereitung, Identitätsprüfung, quantitative Bestimmungen) sowie der Umweltchemie

(z. B. Methoden der Abwasseraufbereitung) wichtige Rollen.

Die Arbeitstechniken, hauptsächlich Reagenzglaschemie, sind einfach und deshalb gerade für Anfänger geeignet. Aufgrund der sehr geringen Stoffmengen, die zum Einsatz kommen, ist das Gefährdungspotenzial nicht groß. Dennoch sind sich die Praktikanten bewusst, dass sie teilweise mit toxischen und gefährlichen Stoffen arbeiten (z. B. Schwermetallverbindungen, konzentrierte Säuren), so dass die „Qualitative Analyse“ sie zu saubereren, sicheren und umweltbewussten Arbeiten erzieht.

Das Wesentliche – in kurzer Zeit

An vier Halbtagen erfahren unsere Bachelor-Studierenden die oben geschilderten wesentlichen Elemente der „Qualitativen Analyse“. Sie erhalten ein Skript, in dem die Versuchsanleitungen stehen. Die Theorie zu den durchzuführenden Reaktionen wird allerdings nur sehr knapp erläutert; ausführlich wird sie in der Vorlesung sowie im praktikumsbegleitenden Seminar behandelt. Im Skript sind Lücken vorhanden, in denen Beobachtungen und Reaktionsgleichungen einzutragen sind, die von der Laboraufsicht überprüft werden (Testat).

1. Halbtage: Nachweise aus der Ursubstanz und im Sodauszug

Zunächst wird ein unbekanntes Stoffgemisch, das die Ionen Acetat, Ammonium, Carbonat, Iodid und/oder Borat enthält, analysiert. Dies geschieht durch charakteristische Nachweisreaktionen, bei denen die Ursubstanz verwendet wird. Das heißt, dass eine Probenvorbereitung, z. B. durch fraktioniertes Lösen oder Schmelzen, nicht erforderlich ist. Jede der fünf

Nachweisreaktionen wird mit der entsprechenden Reinsubstanz und dem unbekanntem Stoffgemisch durchgeführt.

Anschließend wird ein unbekanntes Salzgemisch, das die Anionen Chlorid, Iodid, Sulfat, Nitrat und/oder Phosphat enthält, untersucht. Es kann auch die Kationen des Eisens, Silbers, Magnesiums, Calciums, Strontiums und/oder Bariums enthalten, wodurch einzelne Nachweise der Anionen gestört werden. Um die Anionen störungsfrei nachweisen zu können, wird ein Sodauszug hergestellt und mit geeigneten Nachweisreagenzien versetzt. Vergleichsproben werden durchgeführt, in dem jeweils eine Verbindung, die das nachzuweisende Anion enthält, in Wasser gelöst und wie der Sodauszug behandelt wird.

2. Halbtage: Kationennachweise

Zunächst werden zahlreiche Fällungsreaktionen (Carbonat-, Sulfat-, Sulfid-, Chromat-, Diacetyldioxim-, Oxalat- und Perchlorat-Fällungen) ausprobiert. Die Studierenden lösen dazu eine Mikrospatelspitze jeder Metallverbindung in Wasser und geben das entsprechende Fällungsreagenz hinzu. Dadurch lernen sie viele Einzelreaktionen, die im klassischen Kationentrennungsgang vorkommen, kennen.

Unsere Sulfid-Fällungen verdienen Beachtung: Die gelösten Ausgangsverbindungen werden zunächst mit Soda- und dann erst mit Natriumsulfid-Lösung versetzt. So bildet sich beispielsweise aus Bleinitrat zunächst weißes Bleicarbonat, welches dann in schwarzes Bleisulfid übergeht. Vorteile dieser Vorgehensweise sind, dass den Studierenden zusätzlich vermittelt wird, dass die Sulfide schwerer lös-

lich sind als die entsprechenden Carbonate, und dass ständig unter alkalischen Bedingungen gearbeitet wird, also keine Schwefelwasserstoff-Emissionen auftreten. Einem weiteren ökologischen Gesichtspunkt der Sulfid-Chemie tragen die Praktikanten Rechnung, indem sie ihre sulfidhaltigen Versuchsreste im Sinne des Verursacherprinzips selber aufbereiten. Sie filtrieren die gesammelten, alkalischen Reste und versetzen das Filtrat mit Wasserstoffperoxid-Lösung, um das überschüssige, toxische Sulfid zu ungiftigem Sulfat zu oxidieren. Nach diesen Vorversuchen erhalten die Studierenden die Lösung eines Salzes, das sie anhand einer Fällungsreaktion und eventuell einer Folgereaktion (z. B. Auflösen von gefällttem Calciumcarbonat mit EDTA, von gefällttem Bleichlorid mit Tartrat oder von gefällttem Silberchlorid mit Ammoniak) identifizieren können.

Auch die Systematik des klassischen Kationentrennungsgangs (Schwefelwasserstoff-Gruppe, Ammoniumsulfid-Gruppe, Ammoniumcarbonat-Gruppe) erleben die Studierenden exemplarisch nach folgender Experimentieranleitung:

Kupfer/Mangan/Calcium-Trennung

In einem mit Wasser zu einem Viertel gefüllten Reagenzglas werden 1-2 Körnchen Kupfersulfat, 1-2 Körnchen Mangan(II)-sulfat und eine Mikrospatelspitze Calciumchlorid gelöst. Es werden 5-6 Tropfen konzentrierte Salzsäure, dann, unter dem Abzug, 5-6 Tropfen 5%ige Natriumsulfid-Lösung zugegeben. Mit pH-Papier wird geprüft, ob der Reagenzglasinhalt noch sauer ist. Es wird kurz zum Sieden erhitzt. Danach wird der gebildete Niederschlag (CuS) abfiltriert. Das Filtrat wird mit einem weiteren Tropfen Natriumsulfid-Lösung auf Vollständigkeit der Fällung geprüft. (Es darf sich kein Niederschlag bilden.) Nun wird konzentrierte Ammoniak-Lösung zum Filtrat getropft, bis ein leicht alkalischer pH-Wert erreicht ist. Erneut werden 4-5 Tropfen Natriumsulfid-Lösung

zugeetzt. Es wird kurz zum Sieden erhitzt, bevor der gebildete Niederschlag (MnS) abfiltriert wird. Das Filtrat wird durch Zugabe von 1 Tropfen Natriumsulfid-Lösung auf Vollständigkeit der Fällung geprüft und abschließend mit 4-5 Tropfen 5%iger Natriumcarbonat-Lösung versetzt (CaCO₃-Bildung).

3. Halbtage: Aufschlüsse, Perlen-Nachweise und Mikroskopie

Häufig müssen Stoffe erst unter drastischen Bedingungen in Verbindungen überführt werden, die in Wasser, wässriger Säure oder Lauge löslich sind, so dass nasschemische Nachweisreaktionen gelingen. Dies wird an sechs Beispielen verdeutlicht: Oxidatives Lösen von Eisen mit Salzsäure, von Kupfer mit Salpetersäure sowie von Aluminium mit Natronlauge, saurer Aufschluss von Eisen(III)-oxid in einer Kaliumhydrogensulfat-Schmelze, basischer Aufschluss von Sand in einer Natriumhydroxid-Schmelze, oxidierender Aufschluss von Chrom(III)-oxid in einer Kaliumnitrat/Soda-Schmelze. Es handelt sich um rasch durchzuführende und sehr aussagekräftige Reagenzglasversuche, von denen vier im Folgenden beschrieben werden.

Oxidatives Auflösen von Aluminium und Nachweis amphoterer Eigenschaften

Ein etwa 2 cm² großes Stück Aluminiumfolie wird auf den Boden eines Reagenzglases gedrückt und mit einem Natriumhydroxid-Plättchen und etwa 10 Tropfen Wasser versetzt. Nachdem die heftige Reaktion ($2 \text{ Al} + 2 \text{ NaOH} + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3 \text{ H}_2$) abgelaufen ist, wird das Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Etwa die Hälfte des Filtrates wird in ein Reagenzglas gegeben und mit 1 Tropfen Phenolphthalein-Lösung versetzt. Nun wird konzentrierte Salzsäure zugetropft, bis die rote Farbe gerade verschwunden ist (Bildung eines Niederschlags: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{HCl} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$). Abschließend wird weitere Säure zugegeben (Entste-

hen einer Lösung: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{ HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O}$).

Auflösen von Sand (alkalischer Schmelzaufschluss) und Silicat-Nachweis

Ein gehäufter Spatel Sand und 3-4 Natriumhydroxid-Plättchen werden in einem Reagenzglas erhitzt. Das Natriumhydroxid wird etwa 2 Minuten geschmolzen gehalten (Vorsicht: am Anfang Spritzgefahr; $\text{SiO}_2 + 4 \text{ NaOH} \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$). Nach dem Abkühlen wird das Reagenzglas zu etwa drei Vierteln mit Wasser gefüllt. Nach etwa 5 Minuten (gelegentlich wird mit einem Glasstab umgerührt) wird filtriert. Etwa ein Viertel des Filtrates wird in ein Reagenzglas gegeben und mit 1 Tropfen Phenolphthalein-Lösung versetzt. Nun wird aus einer Tropfpipette konzentrierte Salzsäure zugegeben, bis die rote Farbe gerade verschwunden ist (Bildung von Kieselgel: $\text{Na}_4\text{SiO}_4 + 4 \text{ HCl} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4 \text{ NaCl} + 2 \text{ H}_2\text{O}$).

Auflösen von Eisen(III)-oxid (saurer Schmelzaufschluss) und Eisen-Nachweis

In einem Reagenzglas werden ein Mikrospatel Eisen(III)-oxid und ein gehäufter Spatel Kaliumhydrogensulfat gemischt und über dem Brenner erwärmt (im Abzug arbeiten). Man hält die Mischung etwa 2 Minuten geschmolzen ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{ KHSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{ K}_2\text{SO}_4 + 3 \text{ H}_2\text{O}$). Nach dem Abkühlen wird das Reagenzglas zu etwa drei Vierteln mit Wasser gefüllt. Nach etwa 5 Minuten (gelegentlich wird mit einem Glasstab umgerührt) wird 1 Tropfen Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung zugegeben (Bildung von Berliner Blau).

Auflösen von Chrom(III)-oxid (oxidierender Schmelzaufschluss)

Ein Mikrospatel Chrom(III)-oxid wird mit der dreifachen Menge Kaliumnitrat sowie der dreifachen Menge Natriumcarbonat in einem Reagenzglas gemischt. Nun wird etwa 1 Minute über dem Brenner geschmolzen ($\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3 \text{ KNO}_3 + 2 \text{ Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{ Na}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{ KNO}_2 + 2 \text{ CO}_2$). Nach dem Abkühlen

wird das Reagenzglas zu einem Viertel mit Wasser gefüllt. Nach etwa 2 Minuten (gelegentlich wird das Reagenzglas geschwenkt) wird filtriert. Das chromathaltige Filtrat ist gelb.

Im zweiten Versuchsblock stellen die Studierenden Borax- und Phosphorsalzperlen verschiedener Übergangsmetalle unter Verwendung der unterschiedlichen Zonen des Bunsenbrenners her. Sie erfahren dabei, wie die Glas-Chemie für analytische Zwecke genutzt werden kann. Da auch die Mikroskopie zur Identifizierung von Salzen mit charakteristischen Kristallformen heran gezogen werden kann, betrachten die Praktikanten exemplarisch die „Sargdeckel“ ihrer gezüchteten Ammoniummagnesiumphosphat-Kristalle.

4. Halbtage: Papierchromatographie und Flammenspektroskopie

Die durchgeführte papierchromatographische Analyse vermittelt den Studierenden bereits im ersten Semester eine wichtige Trennmethode und darüber hinaus einige Aspekte der Stoffchemie, wenn man die Wechselwirkungen der ausgegebenen Salze mit dem Lösungs- und Laufmittel und die Entwicklung der Chromatogramme näher beleuchtet. Gemischt und als unbekannt Probe ausgegeben werden 3-4 Salze (HgCl_2 , CdCl_2 , $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Bi_2O_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), die mit wenigen Tropfen Salpetersäure gelöst und auf Chromatographiepapier aufgetupft werden. Nach dem Eintrocknen treten die Salze mit

einer Laufmittel-Mischung aus tert.-Butanol, Aceton, Acetylaceton, Wasser und Salpetersäure in Wechselwirkung. Es bilden sich Metallacetylacetonate, die unterschiedlich weit mit dem aufsteigenden Laufmittel auf dem Papier wandern und so scharf voneinander getrennt werden. Das getrocknete Chromatogramm wird mit Natriumsulfid-Lösung entwickelt, wobei charakteristisch gefärbte Sulfide entstehen.

Im zweiten Teil dieser Praxiseinheit beschäftigen sich die Studierenden mit der flammenspektroskopischen Analyse der Elemente Li, Na, K, Ca, Sr, Ba und B, indem sie entsprechende Salze und Salzgemische in die Flamme des Brenners bringen und die Emissionslinien durch ein Handspektroskop beobachten.

BVL: „Nationale Berichterstattung Pflanzenschutzmittelrückstände 2006“ Knapp 2 von 3 Lebensmitteln haben Rückstände – aber nur 14 von 17535 Proben bedenklich

In rund 38 Prozent der untersuchten Lebensmittel-Proben wurden 2006 keine Rückstände von Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln unterhalb der gesetzlichen Höchstmengen wurden in 57 Prozent der Proben festgestellt und etwa 5,3 Prozent der Proben überschritten die gesetzlichen Höchstmengen. Dieser Anteil sank gegenüber dem Vorjahr um einen halben Prozentpunkt.

Besonders positiv zu bewerten ist, dass der Anteil der Proben mit Rückständen und mit Mehrfachrückständen zum ersten Mal in den letzten fünf Jahren nicht gestiegen ist. Trotz einer gestiegenen Anzahl der durchschnittlich pro Probe untersuchten Wirkstoffe, ist der Anteil mit quantifizierbaren Rückständen im Vergleich zu 2005 nicht gestiegen. Dies sind Ergebnisse der „Nationalen Berichterstattung Pflanzenschutz-

mittelrückstände“, die das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) auf der Grundlage von Daten der Bundesländer am 1. Februar 2008 in Berlin veröffentlicht hat. In diesen Zahlen sind konventionell und ökologisch erzeugte Lebensmittel zusammengefasst.

Zu Obst- und Gemüsearten mit den meisten Rückständen gehörten Rucola, frische Kräuter, Feldsalat, Bohnen mit Hülsen, Zucchini, Aubergine, Johannisbeere und Paprika. Bei Rhabarber, Zwiebel, Spargel, Orangensaft und Reis wiesen hingegen 70 Prozent der Proben keine Rückstände auf, die Höchstmengen wurden in weniger als zwei Prozent der Proben überschritten. Keine Überschreitungen der Höchstmengen wurden in Säuglings- und Kleinkindernahrung festgestellt. Fast 94 Prozent der beprobten Kleinkindernahrung wiesen keine Befunde von Pflanzenschutzmittelrückständen auf.

Deutliche Unterschiede bei den Rückstandsgehalten zeigten sich im Hinblick auf die Herkunft des untersuchten Obstes und Gemüses. So lagen die Höchstmengenüberschreitungen von Paprika aus der Türkei deutlich über dem Durchschnitt, ebenso wie Erdbeeren aus Marokko, Rucola aus Italien und Feldsalat aus Deutschland. Auch Tafeltrauben aus der Türkei wiesen deutlich häufiger Überschreitungen der Höchstmengen auf als beispielsweise Ware aus Südafrika, Griechenland oder Deutschland.

Von den 789 untersuchten Obst- und Gemüse-Proben aus ökologischem Anbau konnten in 71 Prozent keine Pflanzenschutzmittelrückstände festgestellt werden, 28 Prozent der Proben enthielten Rückstände, die jedoch meist deutlich unterhalb der gesetzlichen Höchstmengen lagen. Bei 0,6 Prozent (fünf Proben) wurden die Höchstmengen überschritten. Die Belastung von Biolebensmitteln ist

damit deutlich geringer als bei herkömmlicher Ware.

In 41,6 Prozent aller Lebensmittelproben wurde mehr als ein Rückstand gefunden. Der Anteil der Proben mit Mehrfachrückständen blieb damit im Vergleich zum Vorjahresbericht gleich. Ein Grund für Mehrfachrückstände kann beispielsweise die Zusammensetzung einer Probe aus unterschiedlichen Partien sein. Auch ein gezielter Wechsel des zum Schutz der Pflanzen eingesetzten Wirkstoffs, durch den die Entwicklung von Resistenzen bei Schaderregern vermieden wird, führt zu Mehrfachrückständen. Ursache für den Nachweis zahlreicher Rückstände in einer Probe kann jedoch auch die Nichtbeachtung der guten fachlichen Praxis bei der Anwendung der Mittel sein.

Die noch nicht vollständig abgeschlossene Harmonisierung von Höchstmengen in der EU (siehe Kasten) führt nach wie vor zu Überschreitungen von Höchstmengen bei importierter Ware. Der gegenüber dem Vorjahr gesunkene Anteil von Proben mit Rückständen über der Höchstmenge ist erneut auch durch die fortschreitende Harmonisierung der Rückstandshöchstmengen auf EU-Ebene zu erklären. Auch die Verbesserung der landwirtschaftlichen Praxis und der Qualitätssicherung der Produzenten und des Handels haben einen Beitrag geleistet.

Die amtliche Lebensmittelüberwachung der Länder konzentriert sich bei der Probenahme und der Untersuchung auf Lebensmittel, bei denen bereits in der Vergangenheit häufig Rückstände festgestellt wurden. Der Anteil von Proben, bei denen Pflanzenschutzmittelrückstände festgestellt wurden, ist daher überproportional, so dass die in der „Nationalen Berichterstattung Pflanzenschutzmittelrückstände“ gemachten Angaben nicht repräsentativ für die Gesamtheit der auf dem Markt befindlichen Lebensmittel sind.

Eine Überschreitung von Rückstandshöchstmengen ist nicht mit einer akuten Gefährdung der Ge-

sundheit der Verbraucher gleichzusetzen. Bei Überschreitungen der Höchstmengen schätzt die zuständige Überwachungsbehörde das gesundheitliche Risiko für den Verbraucher selbst ab bzw. richtet eine Anfrage über das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) an das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Bei 14 von insgesamt 17535 untersuchten Proben konnte 2006 auf Grund deutlicher Überschreitungen ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher nicht ausgeschlossen werden. In diesen Fällen hat das BVL die für die Lebensmittelüberwachung zuständigen Überwachungsbehörden der anderen Bundesländer sowie die EU-Kommission über das Europäische Schnellwarnsystem informiert.

Im Jahr 2006 wurden 17535 Proben von den Fachbehörden der Bundesländer im Rahmen der amt-

lichen Lebensmittelüberwachung und des Lebensmittelmonitorings auf das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelrückständen geprüft. Das waren 1516 mehr als im vorangegangenen Berichtsjahr. Die Proben wurden auf 717 Wirkstoffe untersucht, wobei nicht jede Probe auf das gesamte Stoffspektrum analysiert wurde. Durchschnittlich wurde jede Probe auf Rückstände von 197 Stoffen untersucht. Dies ist gegenüber 2005 erneut eine deutlich höhere Untersuchungsintensität, als jede Probe durchschnittlich auf nur 172 Stoffe untersucht worden war. 394 Stoffe aus dem Untersuchungsspektrum des Jahres 2006 wurden in keiner der insgesamt 17535 Proben festgestellt. 323 Stoffe wurden in mindestens einer Probe nachgewiesen. Bei 158 Stoffen wurden Konzentrationen analysiert, die über der für den Stoff festgesetzten Höchstmenge lagen.

EU-weit vereinheitlichte Höchstgehalte für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln

Die Europäische Kommission hat Vorschläge für EU-weit einheitliche Höchstgehalte für Pflanzenschutzmittelrückstände online veröffentlicht (siehe http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/index_en.htm). Die neuen Werte werden voraussichtlich ab Sommer 2008 unmittelbar in allen Mitgliedstaaten der EU anzuwenden sein. Die bereits mit der Veröffentlichung der Verordnung (EG) 396/2005 angestrebte Harmonisierung der Rückstandshöchstgehalte wird damit vorerst abgeschlossen.

Der Einigung auf einheitliche Höchstgehalte war ein mehrjähriger Abstimmungsprozess zwischen den Mitgliedstaaten, der Europäischen Kommission und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit vorangegangen. Für Deutschland nahmen an der Prüfung aller künftigen Rückstandgehalte das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) teil. Die deutschen Behörden haben in den Fachgesprächen das Ziel verfolgt, das hohe Schutzniveau der deutschen Verbraucher zu erhalten. Der Verzehr von Lebensmitteln mit Rückständen unterhalb der zukünftig geltenden Höchstgehalte bleibt gesundheitlich unbedenklich.

Bislang kam es wegen der Überschreitung nationaler Rückstandshöchstgehalte oft zu Beanstandungen, wenn Obst oder Gemüse aus einem anderen EU-Mitgliedstaat stammten. Für in Deutschland nicht in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln enthaltene Wirkstoffe galt vielfach eine allgemeine Höchstmenge von 0,01 Milligramm je Kilogramm Lebensmittel. Dieser Wert war jedoch nicht toxikologisch begründet, sondern wurde aus Vorsorgegründen so niedrig wie möglich angesetzt. Dass ein in einem anderen EU-Mitgliedstaat zugelassenes Pflanzenschutzmittel in Deutschland keine Zulassung besitzt, ist vielfach darin begründet, dass Pflanzenschutzmittel stets für die Behandlung bestimmter Kulturen zugelassen sind. Da beispielsweise Zitrusfrüchten in Nordeuropa nicht kultiviert werden, wurden von der Industrie auch keine kostenpflichtigen Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel in Deutschland beantragt, die sich zur Anwendung in Zitruskulturen eignen und damit auch kein Rückstandshöchstgehalte abgeleitet.

Bestand bislang für ein Pflanzenschutzmittel in einem anderen EU-Mitgliedstaat eine Zulassung, so hatten Importeure einen Anspruch darauf, dass der in diesem Mitgliedstaat festgesetzte Höchstgehalt auch generell von Deutschland akzeptiert wird. Diese Regelung stellte den im EU-Vertrag vereinbarten freien Warenverkehr sicher. Um Waren einzuführen, die in den anderen EU-Staaten rechtmäßig im Verkehr sind, benötigen Importeure bislang eine so genannte Allgemeinverfügung nach § 54 Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB), mit der Deutschland die Vermarktung gestattet. Mit der Vereinheitlichung der Höchstgehalte für Pflanzenschutzmittelrückstände kann diese Regelung entfallen.

50 Jahre nach dem Strahlenunfall von Kysthym Heute mit führend in der Produktion von Radionukliden

Von Heinz-J. Haury; Technische Daten: Segei Rovny Majak und Alexei Bakurov, Majak.

Am 29. September 2007 um 12.20 Uhr deutscher Zeit jährte sich der Strahlenunfall von Kysthym, einem Ort am Rande des Urals, zum 50. Mal. Erst im Juni 1989, 32 Jahre nach dem Unfall, wurde dieser auf einer Sitzung des Obersten Sowjet der UdSSR von dem damaligen stellvertretenden Minister L.D. Riabow bekannt gegeben.

Von den Hintergründen und dem Ausmaß erfuhr die Weltöffentlichkeit anlässlich einer Tagung der Internationalen Atomenergieorganisation im November des gleichen Jahres. Gerüchte und Spekulationen zu dem Unfall gab es in der westlichen Welt jedoch bereits seit 1976, als der sowjetische Biochemiker und Dissident Schores Alexandrowitsch Medwedew, der 1973 aus der Sowjetunion ausgebürgert wurde

und seitdem in London lebte, in der Zeitschrift New Scientist seine Recherchen veröffentlicht hatte. Diese hatten ihn zu der festen Überzeugung veranlasst, dass zwischen Herbst 1957 und Sommer 1958 ein riesiger Unfall am Rande des Urals stattgefunden haben musste, der große Flächen unbewohnbar machte. Was war passiert? Am 29. September 1957 explodierte in Kysthym einer von insgesamt 20 Lagerbehältern mit hochradioaktiver Abfallflüssigkeit, die hauptsächlich Caesium-137 und Strontium-90 enthielt. Der Abfall stammte aus der Produktion von Plutonium für den Bau russischer Atombomben. Betreiber der Anlage war damals und ist auch heute noch heute der Produktionsbetrieb Mayak in der benachbarten Stadt Osjorsk. Die zylindrischen Behälter aus Stahl mit einem Volumen von jeweils zirka 250 Kubikmetern lagerten unter der Erde in einer Fassung aus Eisenbeton bedeckt von mehrere Tonnen schweren

Deckeln. Darüber lag eine etwa eineinhalb Meter dicke Erdschicht. Die Behälter enthielten jeweils etwa 80 Tonnen hochradioaktiver Flüssigkeit in Form von Salzlösungen, vorwiegend Nitraten.

Der Zerfall hochradioaktiver Substanzen ist immer von starker Wärmeentwicklung begleitet, daher mussten die Behälter mit Wasser, das zwischen Behälter und Betongrube floss, permanent gekühlt werden. Das Kühlsystem eines der Behälter war unbemerkt ausgefallen. Dies führte zum Verdampfen der Flüssigkeit im Behälter. Durch die Selbsterwärmung kam es am 29. September 1957 zu einer riesigen Explosion des ausgetrockneten Salzrestes. Es handelte sich um eine chemische Explosion. Eine nukleare Explosion, also Kettenreaktion, wie in den 1970er Jahren auch vermutet, ist definitiv auszuschließen.

Die anderen Behälter waren zwar nicht direkt von der Explosion betroffen. Durch den Ausfall des Kühlsystems, der Lüftung, der Kontrollgeräte und der elektrischen Versorgung waren jedoch auch sie für längere Zeit gefährdet, konnten aber unter Kontrolle gehalten werden.

Die radioaktiven Partikel wurden bis zu 1000 Meter hoch in die Luft geschleudert und auf eine Fläche von 10 bis 40 Kilometer Breite und 300 Kilometer Länge verteilt. Insgesamt wurden nach Angaben der Produktionsfirma Majak und der Behörden $4 \cdot 10^{17}$ Becquerel an Radionukliden mit Beta-Strahlung freigesetzt. Diese Größenordnung ist mit dem Inventar, das anlässlich des Unfalles von Tschernobyl freigesetzt wurde, vergleichbar. Rund 90 Prozent der Radioaktivität schlugen

Verfallene Gebäude in der Sperrzone von Kysthym (Foto: Helmholz Zentrum München).



sich auf dem Betriebsgelände nieder, 10 Prozent wurden als Radioaktivitätsfahne – auch Spur genannt – mit dem Wind in Nord-Ost Richtung zwischen Jekaterinenburg und Cheljabinsk verteilt.

Nach dem Unfall

Trotz des Unfalls lief die Produktion in Mayak weiter. Die hohe Strahlenbelastung des Betriebsgeländes und der Umgebung erforderte dringende Dekontaminations- und Schutzmaßnahmen sowohl für die Angestellten Mayaks als auch die betroffene Bevölkerung in und außerhalb der Stadt.

In den ersten Tagen wurden Häuser, Straßen, Autos und vieles mehr in der Stadt dekontaminiert, das heißt gereinigt und große Flächen abgetragen. Diese Arbeiten wurden vom Personal des Betriebes durchgeführt und waren im Frühjahr 1958 weitestgehend abgeschlossen. Die nach Osjorsk gebrachten Lebensmittel wurden auf Radioaktivität hin überprüft. Laut offiziellen Mitteilungen konnte der radioökologische Zustand von vor der Explosion nach etwa einem halben Jahr in der Stadt wiederhergestellt werden.

Außerhalb von Osjorsk wurden 1100 Bewohner, deren Wohnort bis zu 25 Kilometer Entfernung von der Unfallstelle lag, innerhalb von 14 Tagen, beginnend am zweiten Tag nach der Explosion evakuiert, um sie vor der Strahlung zu schützen. Die betroffenen Orte wurden nach der Evakuierung sofort zerstört. Eine Rücksiedlung, wie sie in Tschernobyl erfolgte, war damit ausgeschlossen. Innerhalb der nächsten zwei Jahre wurden 24 weiter entfernte Orte mit rund 13 000 Bewohnern umgesiedelt. Insgesamt waren rund 1000 Quadratkilometer offiziell als belastete Gebiete anerkannt, der langfristige Aufenthalt sowie jeglicher Verzehr von Nahrungsmitteln aus dieser Gegend verboten.

Wissenschaftliche Untersuchungen

Es wurden sowohl medizinische als auch radioökologische Einrichtungen gegründet, um die Belastung der Lebensmittel und den Gesundheitszustand der Bevölkerung zu überprüfen und Forschungsarbeiten zur Ausbreitung radioaktiver Substanzen in Pflanzen und Tieren durchzuführen. Die Experten dieser Einrichtung spielten später auch bei der Bewältigung des Unfalls von Tschernobyl 1986 eine wichtige Rolle. Ihre wissenschaftlichen Ergebnisse zum Kysthym-Unfall und seine Auswirkungen blieben entweder geheim oder zumindest verschlüsselt. Damit sollten Rückschlüsse auf den Unfall verhindert werden.

Etwa 1982 wurden nach langjährigen Untersuchungen etwa 80 Prozent des kontaminierten Geländes wieder freigegeben. Heute umfasst die Sperrzone noch rund 150 Quadratkilometer oder 15 Prozent der ursprünglichen Fläche. Sie wird von Soldaten bewacht.

Gesundheitliche Auswirkungen für die Bevölkerung? Obwohl es bis heute viele Gerüchte zu den Auswirkungen des Unfalls auf die Bevölkerung gibt, weist die damalige und heutige Betreiberin, die Produktionsanlage Majak, wieder und wieder darauf hin, dass es keine direkten Personenschäden gab.

Unter radioökologischen Gesichtspunkten könnte dies tatsächlich stimmen, da kurzlebige radioaktive Stoffe, wie zum Beispiel Iod-131, in Kysthym nicht ausgetreten waren. Vor allem diese kurzlebigen Isotope waren bei dem Unfall von Tschernobyl für die hohe Strahlenbelastung bei den Menschen verantwortlich gewesen. Sie hatten auch zu den akuten Strahlenschäden und kurzfristigen Folgen wie Schilddrüsenkrebs geführt.

Die Situation heute

Heute arbeiten etwa 14 000 Menschen aus der Kleinstadt

Osjorsk in dem Betrieb Mayak. Die Stadt mit rund 80 000 Einwohnern ist, wie einige weitere Städte in Russland, noch immer geschlossen, das heißt, die Bevölkerung kann zwar ungehindert ein- und ausreisen. Besucher jedoch dürfen nur mit besonderen Genehmigungen die Stadt betreten. Seit Beginn der 1990er Jahre besuchten hunderte von westlichen Experten und zahlreiche Journalisten sowohl in Osjorsk als auch auf dem Gelände des Betriebes Majak sich ein Bild von der heutigen Situation machen. In großen internationalen Projekten kooperieren der Betreiber Majak sowie das strahlenmedizinische Zentrum von Osjorsk auf den Gebieten Anlagensicherheit, Dekontamination und Strahlenrisikoforschung mit westlichen Forschungseinrichtungen.

Auf dem Gelände werden im Augenblick noch zwei der insgesamt sechs Reaktoren zur Herstellung von Radioisotopen für die Forschung und die Industrie genutzt: Mayak ist eine der weltweit größten Produktionsstätten für Radionuklide. Abnehmer sind vor allem westliche Industrieländer. Weiterhin werden Brennstäbe verschiedener russischer Reaktortypen aufgearbeitet und verglast. Diese Technik wurde bei Mayak entwickelt. Darüber hinaus erarbeitet Mayak Konzepte, um die vorhandenen kontaminierten Flächen auf dem eigenen Gelände und die radioaktiven Abfälle zu beseitigen.

In Deutschland arbeitet die Helmholtz Zentrum München GmbH – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (bis Ende 2007 war der Name GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) als nationales Kompetenzzentrum im Bereich des Strahlenschutzes mit den Experten aus Osjorsk im Rahmen internationaler Projekte zur Abschätzung des Strahlenrisikos der Mitarbeiter von Majak und der Bevölkerung von Osjorsk zusammen.

Organische Chemie

Reduktions- und Oxidationsreaktionen mit Kohlenwasserstoffen

1 Sortieren Sie die Verbindungen nach der formalen Oxidationszahl des Kohlenstoffatoms; beginnen Sie mit der niedrigsten: 1: CH₄ 2: CCl₄ 3: C₂H₆ 4: CR₄ 5: RCHO
A 3 2 1 4 5
B 1 3 5 4 2
C 1 3 4 5 2
D 5 2 3 4 1
E 4 3 1 5 2

2 Was ist ein Oxidationsmittel in der organischen Chemie?
A NaBH₄
B O₃
C CrO₃
D Pt
E H₂

3 Was ist ein Reaktionsmechanismus für Redoxreaktionen?
A Sauerstoffübertragungen
B Elektronentransferreaktionen
C Wasseradditionen
D Hydridübertragungen
E Wasserstofftransfer

4 Welche Substanz gehört zu den wichtigsten Ausgangsverbindungen für Carbonylverbindungen?
A Benzol
B *tert.*-Butanol
C Hexanon
D Ethanol
E 2-Propanol

5 Welches Oxidationsmittel oxidiert in der Kornblum-Oxidation?
A NaOCl
B MnO₂
C KMnO₄
D BaMnO₄
E C₂H₆OS

6 Welches dieser Reagentien ist ein chromhaltiges Oxidationsmittel?
A Hills Reagens
B Schweizers Reagens
C Collins Reagens
D Coreys Reagens
E Jones Reagens

7 Was kann ein Produkt der Oxidation von primärem Alkohol sein – möglicherweise erst nach mehreren Schritten?
A Aldehyd
B Carbonsäure
C Sekundärer Alkohol
D Ester
E Aromat

8 Welches Reagens oxidiert zweiwertige Phenole zu *o*- und *p*-Chinonen?
A Jones Reagens
B KMnO₄
C NaOCl
D PbO₂
E Keines

9 Was sind Ausgangsprodukte für die Oxidation zu Chinonen?
A Diamine
B Nitrobenzole
C Phenole
D Aniline
E Hydrochinone

10 Welches Reagens spaltet die CC-Doppelbindungen von aromatischen Systemen?
A RuO₄ / NaOCl
B KMnO₄ / BaMnO₄
C V₂O₅ / O₂
D Pt / O₃
E RuO₄ / NaIO₄

11 Was ist gewöhnlich eine Voraussetzung für eine Hydrierung?
A Erhöhter Druck
B Erhöhte Temperatur
C Wasserstofftransfer
D Homogene Katalyse
E Heterogene Katalyse

12 Welche formale Oxidationszahl hat Stickstoff in Azoxyverbindungen?
A – 3
B + 3
C 0
D – 1

E + 2

13 Was ist ein Reduktionsprodukt von Nitrobenzol (formale Oxidationszahl ist +3)?
A Nitrosobenzol
B Anilin
C Azoxybenzol
D Azobenzol
E Hydrazobenzol

14 Was sind Reduktionsmittel, die aromatische Nitroverbindungen reduzieren?
A LiAlH₄
B Raney-Ni/H₂
C Fe/HCl
D NaBH₄/Pd
E Ni₂B

15 Was ist eine Clemmensen-Reduktion?
A Carbonylverbindungen werden mit Zinkamalgam in konzentrierter Salzsäure in der Siedehitze reduziert.
B Carbonylverbindungen werden mit Ammoniak und NaBH₄ reduziert.
C Carbonylverbindungen werden mit Hydrazinhydrat in Gegenwart von starken Basen im Autoklaven reduziert.
D Carbonylverbindungen werden Ameisensäure in Anwesenheit von sekundären Aminen reduziert.
E Carbonylverbindungen werden mit Zinkamalgam in Gegenwart von starken Basen in siedendem Diethylenglykol reduziert.

Lösungen zu Seite M92 (CLB 11-12/2007):

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

(Alle Lösungen zu Seite M8
 finden Sie in CLB 02/2008
 sowie auf 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).

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

Erkundung des tiefen Ozeans

Gerold Wefer, Bremen

Der tiefe Ozean ist auch heute noch weitgehend unerforscht. Diese Aussage kann auch für die Ozeanränder und sogar für die Schelfregionen gemacht werden. Im Vergleich zur Erkundung der Landoberfläche durch Satelliten müssen die Beobachtungen und Messungen am Meeresboden mit Fahrzeugen durchgeführt werden, die direkt am Meeresboden operieren.

Technologien, Herausforderungen, Aufgaben

Diese Arbeiten erfordern spezielle Technologien, zum Beispiel bemannte Unterseeboote, Unterwasserroboter, autonome Unterwasserfahrzeuge und videokontrollierte Gerätesysteme. Der Einsatz von seismischen und akustischen Verfahren ist zur Erkennung und Kartierung der Bodentopographie und der geologischen Strukturen unterhalb des Meeresbodens von großer Bedeutung.

Während die Schelf- und Küstenregionen wegen der sozialen und ökonomischen Bedeutung und der starken Konkurrenz von Nutzern (Verkehrswege, Energiegewinnung und Ressourcennutzung, Tourismus etc.) lange Zeit im Vordergrund der

Der Autor

Prof. Dr. Gerold Wefer wurde 1944 geboren. 1969 bis 1973 absolvierte er das Studium der Geologie-Paläontologie an der Universität Kiel und in Miami, das er 1973 mit dem Diplomabschluss. 1973 bis 1978 war er wissenschaftlicher Angestellter an der Universität Kiel, 1976 wurde er promoviert. 1978/79 wurde er wissenschaftlicher Assistent am Geologisch-Paläontologischen Institut, 1979/80 erhielt er ein DAAD-Stipendium an der Scripps Institution of Oceanography, University of California in La Jolla. 1980 bis 1985 war er Hochschulassistent am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Kiel, 1983 wurde er DFG-Stipendiat an der Scripps Institution of Oceanography. Er habilitierte an der Universität Kiel, und erhielt den Albert-Maucher-Preis für Geowissenschaften. 1985 wurde er Professor für Allgemeine Geologie an der Universität Bremen. Seit 2000 ist er Vizepräsident der Alfred-Wegener-Stiftung und seit 2001 Direktor des DFG-Forschungszentrums „Ozeanränder“. 2001 erhielt er den Communicator-Preis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und der Deutschen Forschungsgemeinschaft, sowie im Jahre 2004 den Julius von Haast Fellowship Award aus Neuseeland.



* Der Artikel wurde mit freundlicher Genehmigung des Autors, der DFG und Wiley-VCH dem auf Seite 36 vorgestellten Buch entnommen.

Untersuchungen standen, finden jetzt auch die tieferen Bereiche des Meeresbodens (bis zu 3000 m Tiefe) wegen der Exploration von Rohstoffen (Öl, Gas und Metalle) ein zunehmendes Interesse. Unter Nutzung modernster Technologien werden ständig neue Phänomene am Meeresboden entdeckt: Austritte von Gashydraten, kalte und heiße Quellen, Asphalt- und Schlammvulkane, Rutschungen und Kaltwasserkorallenriffe. Es ist eine große Herausforderung für die Meeresforschung, mehr über die geologischen Prozesse in diesen unbekanntenen Regionen zu erfahren sowie Wechselwirkungen zwischen Geosphäre und Biosphäre zu erforschen.

Klimaarchive

Um die Klimavorhersage zu verbessern und die Auswirkung des gerade stattfindenden globalen Wandels besser zu verstehen, müssen die Mechanismen und die Geschichte der natürlichen Klimavariabilität verstanden werden. Die Klimainformationen sind in Ablagerungen der Seen, des Eises und des Ozeans enthalten. Insbesondere die marinen Ablagerungen gehen in der Erdgeschichte weit zurück und liefern, je nach Zeitabschnitt und Ablagerungsgebiet, lange Zeitreihen oder kürzere Abschnitte mit zeitlich hoher Auflösung. In den letzten Jahren konzentrierten sich die Arbeiten auf die Gewinnung von hoch auflösenden und sehr gut datierten Ablagerungen, die zum Teil sogar jährliche Rekonstruktionen erlaubten. Große Fortschritte wurden bei der Anwendung quantitativer Methoden und in der Zusammenführung von Proxy-Daten und Erdsystem-Modellen erzielt.

Verstärkt werden müssen integrative Ansätze, wie sie im DFG-Schwerpunktprogramm (SPP) „Integrierte Analyse zwischeneiszeitlicher Klimadynamik“ verfolgt werden. In diesem SPP sollen alle verfügbaren Paläoklimaarchive (terrestrische und marine sowie Eisbohrkerne, Abbildung 1) miteinander verknüpft werden, um zu einer möglichst umfassenden quantitativen Analyse globaler Umweltvariationen zu gelangen. Darüber hinaus wird eine enge Verzahnung von Paläoklima-Rekonstruktionen mit Ergebnissen aus der Erdsystemmodellierung weitreichende Einblicke in die Dynamik von Klimavariationen liefern, die von großer Relevanz für eine Abschätzung zukünftiger Klimaveränderungen sind.



Abbildung 1: Strichcode der Vergangenheit: Schicht für Schicht liefern Bohrkerne Informationen etwa zur Erdentstehung oder zum Klima vergangener Zeiten (Foto: V. Diekamp, MARUM, Universität Bremen).

Gashydrate

Die Gashydrate an den Kontinentalrändern haben in den letzten Jahren eine besondere Aufmerksamkeit erfahren, wegen ihrer möglichen Bedeutung als zukünftige Energiequelle, für die Stabilität der Kontinentalränder und als potenzielle Quelle für die Freisetzung des sehr wirksamen Treibhausgases Methan. Neben Methan als Hauptkomponente der Gashydrate kommen aber auch andere Gase vor, wie höhere Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid. Gashydrate sind feste, eisähnliche Verbindungen aus Gasmolekülen und Wasser. In den ozeanischen Sedimenten kommen sie je nach Wassertemperatur, Verfügbarkeit des Gases und entsprechendem Druck ab 300 bis 700 m Wassertiefe vor. Sie treten in drei unterschiedlichen Kristallstrukturen auf (Abbildung 2).

Methan wird im Ozean überwiegend durch den fermentativen Abbau von organischer Substanz oder durch bakterielle Reduktion von CO_2 gebildet. In tieferen Sedimentschichten entsteht es auch durch thermokatalytische Prozesse. Die Methanproduktion ist am höchsten an den Ozeanrändern, wo durch eine hohe Planktonproduktivität und eine hohe Sedimentationsrate viel organische Substanz abgelagert wird, die die Voraussetzung für eine Methanproduktion in den Sedimenten darstellt. Methanhydrate kommen an allen passiven und aktiven Kontinentalrändern vor, aber auch in Randmeeren wie dem Mittelmeer, dem Schwarzen Meer und im Baikalsee.

Gashydrate entstehen im Porenraum der Sedimente, aber manchmal auch in massiver Form direkt am Meeresboden. Die in den Sedimenten festgelegten Gashydrate können durch tektonische Bewegung, Variationen von Ozean-

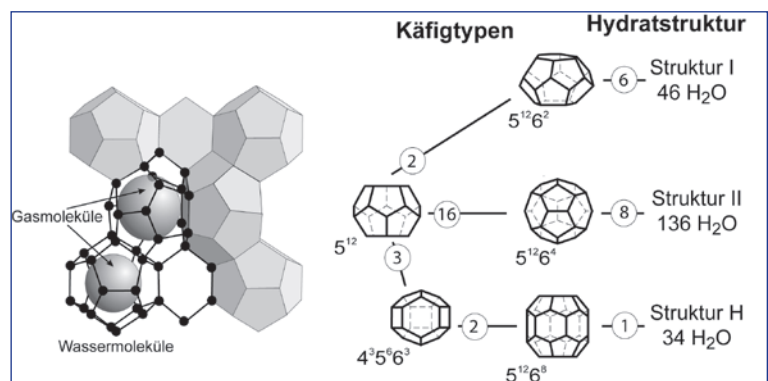
strömungen oder anderen Temperaturänderungen freigesetzt werden. Dadurch können große Hangrutschungen verursacht werden. Gashydrate werden in vielen nationalen Programmen untersucht, zum Beispiel in Japan, in den USA oder Kanada und China. Auch das Integrated Ocean Drilling Program (IODP) und das International Continental Drilling Program (ICDP) beinhalten Projekte über Gashydratforschung. In Deutschland wird Gashydratforschung in dem von DFG und BMBF gemeinsam

finanzierten Sonderprogramm Geotechnologien gefördert. Bei der Gashydratforschung kommen modernste Technologien zum Einsatz wie Remotely Operated Vehicles (ROVs) oder Bohrschiffe mit Autoklav-Technologie, die es ermöglicht, Sedimente unter den Druckbedingungen der Tiefsee zu untersuchen.

„Heiße Quellen“ am Mittelozeanischen Rücken

Der Austausch von Substanzen und Wärme zwischen Ozeanboden und Meerwasser beeinflusst entscheidend den Stoffhaushalt und die biologische Entwicklung der Erde. Reduzierte Komponenten, die im Bereich submariner Magmenaustritte und von Hydrothermalsystemen am Meeresboden austreten, ernähren auf Chemosynthese basierende Ökosysteme, die im Kohlenstoffhaushalt der Tiefsee eine wichtige Rolle spielen. Die Untersuchung der Wechselwirkung

Abbildung 2 : Schematische Darstellung der Gashydratstruktur (links). Die Elementarzelle besteht aus acht Wasserkäfigen der beiden Käfigtypen 5^{12} und $5^{12}6^2$, in denen jeweils Platz für ein Gasmolekül ist. Die H_2O -Moleküle sind über H-Brücken miteinander verbunden. Rechts: Die verschiedenen Käfigtypen der drei Gashydratstrukturen I, II und H, Anzahl der verschiedenen Wasserkäfige der jeweiligen Einheitszelle, sowie Anzahl ihrer Wassermoleküle pro Elementarzelle (Grafik: G. Bohrmann, MARUM, Universität Bremen).



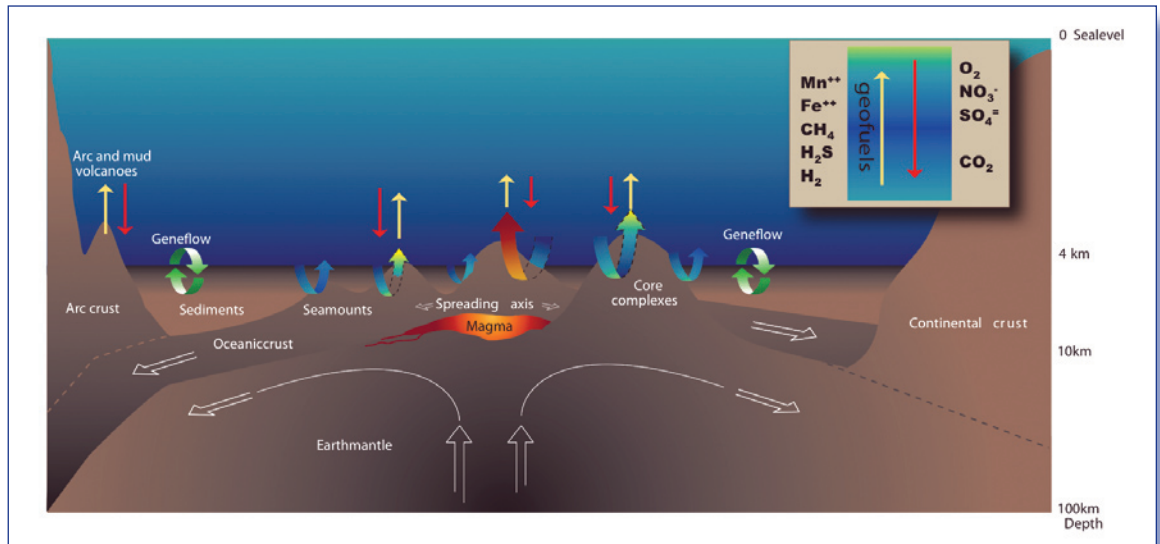
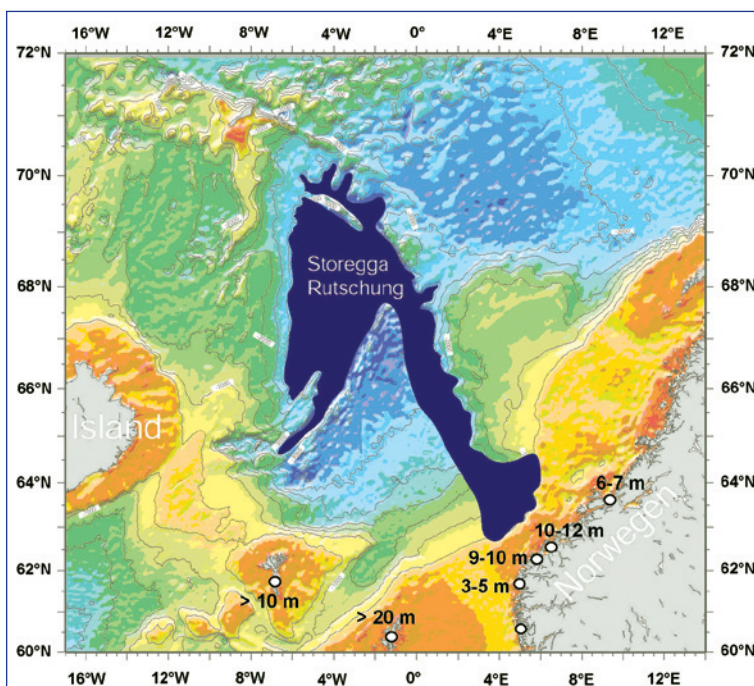


Abbildung 3: Schematische Darstellung der wesentlichen Austauschprozesse zwischen Ozeanboden und Meerwasser. Die Bedeutung des absinkenden organischen Materials nimmt mit zunehmender Wassertiefe ab. Die Fruchtbarkeit im tiefen Ozean wird durch Prozesse zwischen Verbindungen aus der Erde mit Sauerstoffverbindungen, die durch das zirkulierende Seewasser beigefügt werden, unterstützt. Das Bild zeigt ausgewählte Verbindungen mit ihrer Bedeutung für die unterschiedlichen Energiesysteme (Grafik: W. Bach, MARUM, Universität Bremen).

zwischen ozeanischer Lithosphäre und Biosphäre ist eine große Herausforderung, die nur durch modernste Tiefseetechniken, in-situ-Messungen und Experimente möglich ist. Neben biologischen und isotopengeochemischen Methoden und Modellierungen sind in den letzten Jahren vor allem molekulargeochemische Ansätze entwickelt worden.

Abbildung 4: Die Storegga-Rutschung am norwegischen Kontinentalhang ist eine der größten Rutschungen, die sich in drei Schüben ereignete. Das Rutschungsereignis vor 8000 Jahren erzeugte eine Flutwelle, die im Bereich angrenzender Küsten zu einer Wellenhöhe bis zu 20 Metern geführt hat. Die Kreise und Zahlenangaben markieren Stellen, an denen die Flutwellenhöhe dokumentiert ist (Grafik: G. Bohrmann, MARUM, Universität Bremen).



Dieser Austausch findet an „Seamounts“, Rückenachsen und Rückenflanken mit unterschiedlichen Energieträgern für die Chemosynthese statt. Die Hydrothermalsysteme in der Tiefsee wurden erst vor etwa dreißig Jahren durch den Einsatz von Tauchbooten entdeckt. Inzwischen weiß man, dass diese geologischen Prozesse entlang der 60 000 km langen Mittelozeanischen Rücken eine wichtige Rolle im globalen Stoffhaushalt spielen. Im Gegensatz zu den aus dem Oberflächenwasser gesteuerten Systemen, wo unter Einfluss des Sonnenlichtes das Leben direkt oder indirekt von der Photosynthese gesteuert wird, werden die Vent-Gemeinschaften über die chemische Energie aus der tiefen Erde versorgt. Große Mengen an reduzierten Verbindungen ermöglichen die Bildung von enormer Biomasse unter der Nutzung von Oxidationsmitteln wie Sauerstoff, Nitrat und Sulfat, die durch das zirkulierende Meerwasser zur Verfügung stehen. Die Basis für diese Nahrungskette in dem tiefen Ozean sind chemosynthetische Mikroorganismen, die metabolische Energie durch die enzymatische Katalyse von Redox-Reaktionen erhalten (Abbildung 3).

Stabilität von Ozeanrändern

Durch die Gewinnung von Gas und Öl am tiefen Ozeanrand (Kontinentalrand) und der damit verbundenen Installation von großdimensionierten Anlagen stellt sich vermehrt die Frage nach der Stabilität dieser Ränder.

Bathymetrische und seismische Kartierungen des Meeresbodens haben gezeigt, dass Hangrutschungen von unterschiedlicher Größe an allen

Kontinenträndern angetroffen werden. Hinweise auf Hangrutschungen, bei denen oft Hunderte von Kubikkilometern Sedimente hangabwärts transportiert wurden, lassen sich häufig antreffen (Abbildung 4). Ursachen können neben vielen anderen Faktoren Erdbeben oder die Freisetzung von Gashydraten sein. Solche Hangrutschungen unter Wasser können Tsunamis verursachen oder technische Infrastrukturen wie Kommunikations- und Produktionseinrichtungen zerstören. Hangrutschungen treten sowohl an passiven als auch an aktiven Kontinenträndern sowie an ozeanischen Inseln und Rücken und auch an Flussdeltas auf. Über diese Wege gelangen auch gewaltige Mengen an Sediment vom Schelf in die Tiefsee.

„Kalte Quellen“ an Ozeanrändern

Eine aktive Zirkulation kohlenwasserstoffreicher Fluide unterschiedlichen Ursprungs ist ein wichtiges Merkmal von Sedimenten an Ozeanrändern. Das Austreten dieser Fluide am Meeresboden führt mitunter zur Ausbildung komplexer und dynamischer Ökosysteme, die auf der Oxidation von reduzierten Fluidkomponenten basieren und in denen biologische, geochemische und geologische Prozesse auf einzigartige Weise zusammenwirken (Abbildung 5).

Vorläufige Abschätzungen lassen vermuten, dass die Freisetzung von Gasen und Lösungen an Ozeanrändern vergleichbar ist mit den Austrittsraten der Hydrothermalquellen am Mittelozeanischen Rücken. Verbunden mit den Lösungsaustritten sind Lebensgemeinschaften, die ihre chemische Energie über reduzierte Komponenten wie H_2 ,

H_2S , CH_4 und andere Kohlenwasserstoffe erhalten. Diese einzigartigen und hochspezialisierten Ökosysteme können durch besondere morphologische Strukturen wie Pockmarks, Schlammhügel, Schornsteine oder Chemoherde gekennzeichnet sein. Sauerstoffmangel, hohe Sulfidkonzentration und Mineralausfällungen (authigene Karbonate, Barytpräzipitate und Gashydrate) sind ein weiteres Charakteristikum.

Tiefwasserkorallen

Völlig neue und bisher unbekannte Ökosysteme werden ständig im tiefen Ozean entdeckt. Ein eindrucksvolles Beispiel sind die Tiefwasserkorallenriffe, die vor allem von den Arten *Lophelia pertusa* und *Madrepora oculata* gebildet werden. Die Riffe kommen weltweit vor und besiedeln einen speziellen Tiefenbereich von etwa 300 bis 1200 Metern. Am besten bekannt sind die Tiefwasserkorallenriffe im Nordatlantik. Von der Nordspitze Norwegens bis zur Straße von Gibraltar zieht sich ein 4500 Kilometer langer Saum von Korallenriffen. Einige Riffkomplexe können bis zu 10 Meter hoch werden und ein Alter von einigen tausend Jahren erreichen.

Eine reiche Artengemeinschaft ist assoziiert mit den Tiefwasserkorallen. Über tausend andere Arten wurden bereits aus dem Bereich der Tiefwasserkorallen beschrieben. See- und Schlangensterne, Muscheln und Brachiopoden und viele andere Gruppen siedeln im weit verzweigten Netz der Korallen. Zudem nutzen auch viele Fische die Riffe als „Kinderstube“ (Abbildungen 6a, b, c). Die reichhaltige Fischfauna führt aber auch dazu, dass ein Teil der Riffe mit schwerem Fischereigeschirr zerstört wird. Daraufhin wurden

Abbildung 5: Schematische Darstellung möglicher Austritte von Gasen und Fluiden an Ozeanrändern unter unterschiedlichen geologischen Rahmenbedingungen (Grafik: G. Bohrmann, MARUM, Universität Bremen).

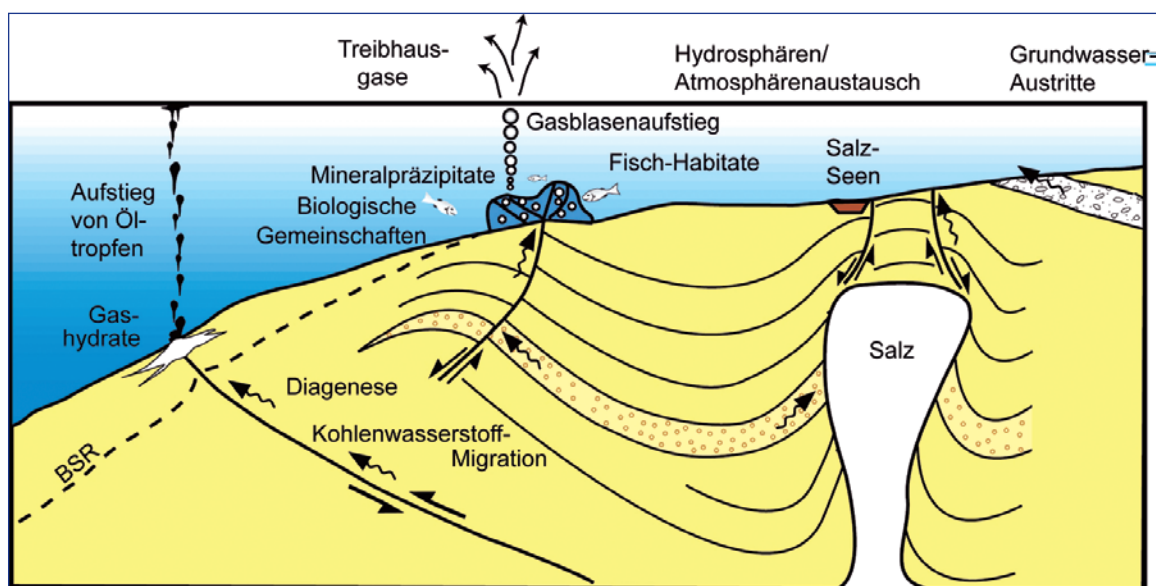
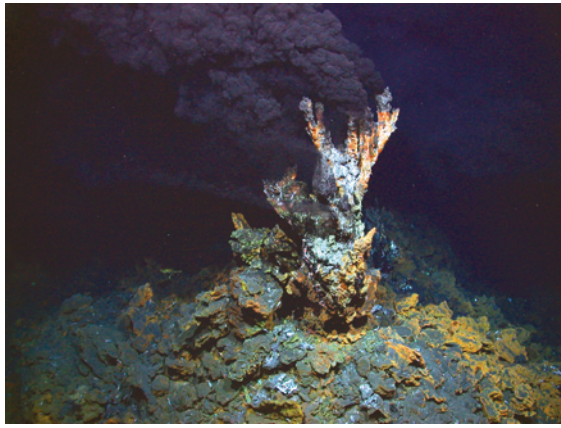
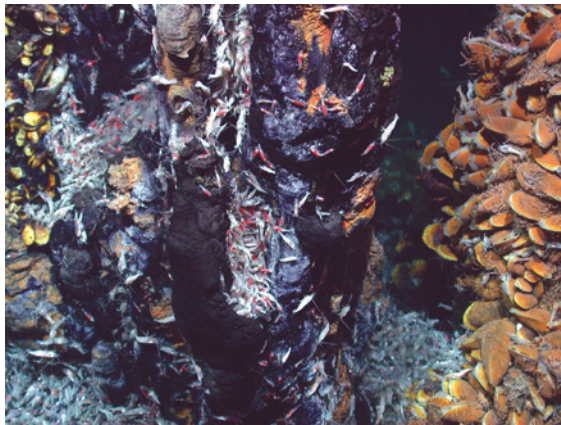


Abbildung 6 a:
„Black Smoker“
am Mittelozeanischen Rücken
(Fotos 6a,b,c:
MARUM, Universität Bremen).



6 b: Artenvielfalt
am „Black
Smoker“



6 c: Organismen-
gemeinschaft
am Irischen
Kontinentalhang



zumindest einige Riffkomplexe unter Schutz gestellt und jegliche Fischereiaktivitäten verboten. Eine weitere Gefährdung der Riffe könnte von einer zunehmenden „Versauerung“ des Ozeans durch die zusätzliche Aufnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre ausgehen.

Technologien

Die Erforschung des tiefen Ozeans ist mit der Entwicklung neuer Geräte verbunden. Für eine genaue Probennahme und die Durchführung von präzisen Messungen am Meeresboden werden Tauchboote und Remotely Operated Vehicles (ROVs) eingesetzt. Insbesondere die ROVs werden durch die verstärkte Exploration von Erdöl und Gas am tieferen Kontinentalhang ständig

weiterentwickelt. Für die Beprobung der oberen Sedimentschichten und Gesteine wurden neue Bohrgeräte konstruiert, die von konventionellen Forschungsschiffen eingesetzt werden können. Sie ergänzen in idealer Weise die Nutzung von Bohrschiffen, zum Beispiel im Rahmen des Integrated Ocean Drilling Program (IODP).

Für die großräumige Kartierung des Meeresbodens und Erkundung der submarinen Sedimentstrukturen werden unterschiedliche seismische Instrumente eingesetzt. Der nächste Schritt wird sein, diese Instrumente auf Autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUVs) zu installieren, was führende Institute im Ausland bereits praktizieren. Für die Gewinnung von Proben unter in situ-Bedingungen wurden Autoklav-Systeme entwickelt, die sowohl von Stoßrohren als auch von Bohrgeräten aus eingesetzt werden können.

Die marinen Geowissenschaften an der Universität Bremen haben in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen, um für die Tiefseeforschung angemessene Geräte zu beschaffen und weiterzuentwickeln. Dies sind zwei kabelgebundene Unterwasserfahrzeuge, die „Remotely Operated Vehicles“ (ROVs), ein Bohrgerät, das am Meeresboden abgesetzt wird (Meeresbodenbohrgerät – MeBo), ein am Meeresboden operierendes Fahrzeug (MOVE!) und ein Autonomes Unterwasserfahrzeug (Autonomous Underwater Vehicle – AUV). Mit diesen Geräten öffnen sich völlig neue Forschungsmöglichkeiten:

Remotely Operated Vehicles (ROVs)

Betrieben werden zwei kabelgeführte Unterwasserroboter: ein bis zu 1000 Meter Wassertiefe einsetzbares leichtes Fahrzeug Cherokee und ein bis 4000 Meter Tiefe operierendes größeres Gerät QUEST. Mit diesen beiden Geräten wurden bereits etwa 150 Taucheinsätze durchgeführt, zum Teil mit über 18 Stunden Einsatzdauer.

Beide Geräte sind mit sehr guten Kamerasystemen, Greifarmen und speziellen Messgeräten ausgerüstet. Sie dienen der Beobachtung von Objekten, der Installation von Messgeräten und der Probennahme. Mit speziellen Sensoren können diese ROVs auch selbst Messungen durchführen.

Die Geräte wurden in verschiedenen Projekten, insbesondere für Forschungsarbeiten der DFG-Schwerpunktprogramme „Spreizungsachsen“ und „METEOR-Expeditionen“ sowie des DFG-Forschungszentrums „Ozeanränder“, eingesetzt. Erforscht wurden zum Beispiel „heiße Quellen“ und „Black Smoker“ an Mittelozeanischen Rücken, „kalte Quellen“, Gashydrate und Tiefwasserkorallen an Kontinentalrändern sowie Asphaltaustritte. Ihre Einsatzgebiete sind weltweit: von der Framstraße zwischen Grönland und Spitzbergen bis zum Weddellmeer in der

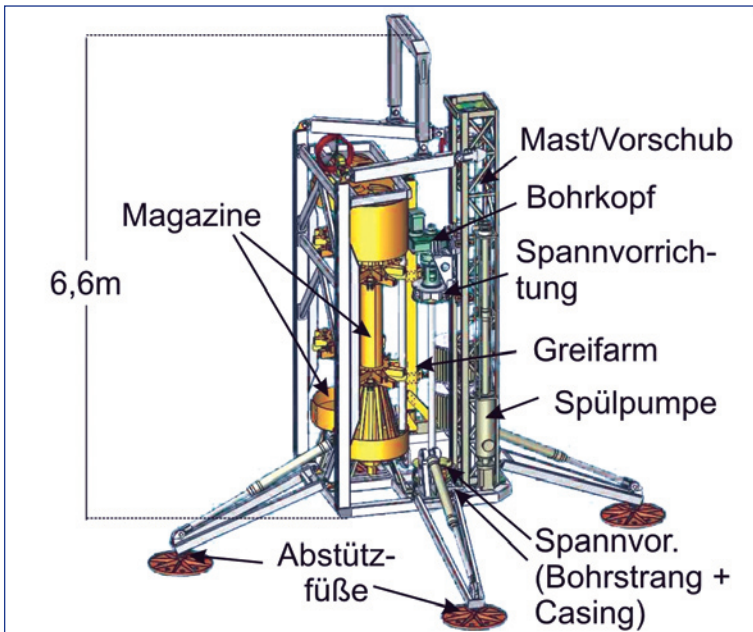


Abbildung 7: Die wesentlichen Komponenten des Meeresboden-Bohrgeräts (MeBo; Grafik: Freudenthal, MARUM, Universität Bremen).



Meeresboden-Bohrgerät (MeBo)

Im Jahr 2005 wurde ein Bohrgerät für den Einsatz in der Tiefsee (bis 2000 Meter) fertiggestellt, das mit unterschiedlichen Verfahren bis zu 50 Meter lange Bohrkern aus Sedimenten oder Gesteinen gewinnen kann. Das Bohrgerät wird auf dem Meeresboden abgesetzt, um ungestört von Schiffsbewegungen durch Wind, Wellen und Strömungen den Meeresboden zu beproben (Abbildung 7).

Antarktis. Sehr viele Fahrten führten an den Mittelozeanischen Rücken im Atlantik. Dort wurden Langzeitstationen ausgesetzt und wieder geborgen sowie spezielle Probenahmen durchgeführt.

Abbildung 8: Feuertaufe im Ozean: MeBo im Juli 2005 kurz vor der Jungfernfahrt zum Meeresgrund. Über ein Aussetzgestell wird das Meeresboden-Bohrgerät vom Forschungsschiff „METEOR“ abgeseilt (Foto: V. Diekamp, MARUM, Universität Bremen).



MeBo wird vom Schiff aus über ein Spezialkabel (Umbilical) mit Energie versorgt und ferngesteuert. Das Bohrwerkzeug wird auf zwei rotierenden Magazinen im Bohrgerät am Meeresboden vor Ort zur Verfügung gestellt. Um den Meeresboden bis 50 Meter Tiefe zu beproben, werden in diesem konventionellen Bohrverfahren 17 Kernrohre und 16 Verlängerungsstangen benötigt. In Lockersedimenten werden mit dem Pushcore-Verfahren Kerne mit 84 mm Durchmesser gezogen, Kerne mit 74 Millimeter Durchmesser können aus Festgestein mit dem Rotationsbohrverfahren erbohrt werden. In Lockersedimenten kann das Bohrloch zudem durch eine äußere Verrohrung (Casing) stabilisiert werden.

Vier durch Elektromotoren angetriebene Hydraulikpumpen liefern die notwendige Energie. Die Überwachung erfolgt durch eine Vielzahl von Weg- und Drucksensoren sowie durch Kameras. Vier Abstützfüße befinden sich an beweglichen Beinen, die am Tragrahmen von MeBo angebracht sind. Sie sorgen für eine verbesserte Standfestigkeit auf dem Meeresboden und können durch die individuelle Justierung die vertikale Position des Bohrgerätes gewährleisten.

Das Bohrgerät hat ein Gewicht von etwa zehn Tonnen und kann von vier deutschen (Polarstern, Sonne, Meteor und Merian) und vielen anderen ausländischen Forschungsschiffen weltweit eingesetzt werden (Abbildung 8). Es wird in 20' Standard-Transportcontainern verschifft. Zu dem MeBo-System gehören neben dem eigentlichen Bohrgerät noch ein Kontroll- und ein Werkstattcontainer, ein Container für das Bohrgestänge und ein Windencontainer mit 2500 Meter Kabel, das für den Datentransfer zwischen Kontrollcontainer und dem Bohrgerät, für dessen Energieversorgung

und für das Absetzen auf und das Bergen von dem Meeresboden genutzt wird.

Mit MeBo stehen den marinen Geowissenschaften ein neues Probennahmegerät zur Verfügung, das die Lücke zwischen dem Einsatz von Schwere-/Kolbenlot auf normalen Forschungsschiffen und einem Bohrschiff schließt. Es handelt sich um das weltweit einzig verfügbare Gerät dieser Art für die Wissenschaft.

Moving Vehicle MOVE!

Das Unterwasserfahrzeug MOVE! (Abbildung 9) ist eine Testplattform und wird für unterschiedliche Forschungsvorhaben genutzt. Das Fahrzeug wurde zusammen mit dem Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ) auf Texel entwickelt. Es kann bis in 2000 Meter Wassertiefe eingesetzt werden und im Umkreis von fünf Kilometern operieren. Die Einsatzdauer beträgt bis zu neun Monate. Der offene Rahmen erlaubt den Einsatz von unterschiedlichen wissenschaftlichen Geräten und Gerätepaketen. Ständig verfügbar sind Videokameras, eine CTD-Sonde (CTD=Conductivity/Temperature/Depth), ein Sonar und ein Strömungsmesser. Die Kommunikation wird durch akustische Modems oder ein dünnes Glasfaserkabel hergestellt.

Nationale und internationale Kooperation

Die oben beschriebenen Forschungsarbeiten sind eng eingebunden in internationale Projekte. Die Paläoklima-Untersuchungen sind Teil des Programms Past Global Changes (PAGES) und IMAGES (International Marine Global Change

Study). Beide Programme sind Teil des International Biosphere-Geosphere Program (IGBP), das in Deutschland vom Nationalen Komitee für Global Change Forschung (von BMBF und DFG eingesetzt) koordiniert wird. Viele Arbeiten sind eingebunden in das Integrated Ocean Drilling Program (IODP), das durch ein Schwerpunktprogramm der DFG gefördert wird.

Die Erforschung der Tiefwasserkorallen wird im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms („METEOR“-Expedition und Auswertung) und durch mehrere EU-Projekte unterstützt. Die „Heißen Quellen“ am Mittelozeanischen Rücken werden im Rahmen von InterRidge untersucht und durch das Schwerpunktprogramm „Spreizungsachsen“ gefördert. Untersuchungen zu den „Kalten Quellen“ finden im Forschungszentrum „Ozeanränder“ und im Sonderforschungsbereich „Subduktionszonen“ statt. Diese Beispiele dokumentieren die Kooperation durch unterschiedliche internationale Organisationen und die Finanzierung der Projekte durch unterschiedliche Förderprogramme der DFG, des BMBF und der EU.

Schlussbemerkung

Bahnbrechende neue Erkenntnisse sind häufig eng mit methodischen und technischen Entwicklungen verbunden. Dies trifft in der Meeresforschung insbesondere für Arbeiten in der Tiefsee zu.

Mit Unterstützung des Landes Bremen und der DFG wurde in Bremen in den letzten Jahren ein anspruchsvoller Gerätepark für den Tiefseeinsatz beschafft und an die wissenschaftlichen Fragestellungen angepasst. Dieser Gerätepark ist einzigartig in Deutschland und wird auch von anderen deutschen Instituten genutzt. Über eine vergleichbare Ausrüstung verfügen nur einige wenige Institute auf der Welt.

Insbesondere die kommerziell in der Offshore-Industrie eingesetzten Vermessungssysteme und Unterwasserfahrzeuge sind wegen ihrer ausgeprägten Technik und Robustheit ausgezeichnet für den Forschungsbetrieb geeignet. Sie bieten jedoch meistens nur das Basisgerät und müssen ständig für die speziellen Aufgaben umgebaut oder weiterentwickelt werden. Eigenentwicklungen finden vor allem bei den Vermessungs- und Navigationssystemen, bei Probennahmegeräten und Datenübertragung sowie bei der Foto- und Filmdokumentation statt.

CLB

Abbildung 9: Noch baumelt das Unterwasserfahrzeug MOVE! in der Luft. Gleich wird es zum Einsatz in einem norwegischen Fjord ins Wasser gelassen (Foto: MARUM, Universität Bremen).



Die wirtschaftliche Bedeutung von Methanhydrat

Wie schon der Hauptartikel hier zeigt findet sich in den Tiefen der Ozeane ein besonderer Stoff: Methanhydrat oder auch Methaneis (Foto: brennendes Methanhydrat (Leibniz-Institut für Meereswissenschaften IFM-GEOMAR)). Die brennbare Substanz aus gefrorenem Wasser und Methan wird bereits seit längerem als Energiequelle der Zukunft gehandelt. Forscher schätzen, dass die Vorräte an Methanhydraten fast doppelt so viel Energie wie alle Erdöl-, Erdgas- und Kohlelagerstätten der Erde zusammen liefern können. Doch ein Abbau scheint schwierig – zumindest bisher. „Die Förderung und Nutzung von Methanhydraten wird frühestens in zehn Jahren möglich sein“, sagt Prof. Dr. Klaus Wallmann vom Kieler Forscher-Netzwerk „Ozean der Zukunft“. Eventuell anders denkt man in Asien: Millionensummen werden in der Volksrepublik China in die Erforschung dieser gewaltigen Energiequelle gepumpt. Gleiches gilt für Indien, Südkorea und Taiwan.

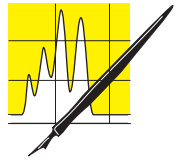


Es gibt gewaltige neue Funde vor den Küsten Chinas und Indiens. Chinesischen Forscher fanden Methanhydrat in einer 15 bis 20 Meter mächtigen Schicht vor der chinesischen Küste. Es soll in Ton und Sand eingebettet sein, in einer Form also, wie man es zuvor nicht gefunden hatte. Das wiederum lässt Erdgasunternehmen aufhorchen. Denn die Porosität dieses Sedimentgemischs eignet sich gut für den Abbau. Denkbar etwa wie ein Bohrgestänge, aus dem warme Flüssigkeit in die frostige Lagerstätte schießt. Der eisige Käfig, der das Methan umschließt, löst sich dabei auf. Dann gilt es nur noch, das Gas über einer zweiten Öffnung aufzufangen.

Das lockt auch andere Staaten an, Beispiel Japan: Ihr „Chikyu“, das größte Forschungsbohrschiff der Welt, wurde vor allem zur Erforschung des Methanhydrats gebaut. Indien schießt 200 Millionen Euro in entsprechende Forschungen, wohl mit Erfolg: Im Krishna-Godavari-Becken stießen die Forscher auf eine 132 Meter dicke Schicht aus Methanhydrat. Das ist eine

der dicksten weltweit. Auch an den Andamanen wurden die Inder fündig: 600 Meter unter dem Meeresboden liegt dort gefrorenes Methan, eingebettet in Aschelagen von prähistorischen Vulkanausbrüchen, ebenfalls eine Neuigkeit.

Forscher vom Kieler Institut für Meeresforschung Geomar sehen sogar eine Lösung, das Treibhausgas Methan zum Klimaschutz nutzen zu können. Sie denken, eventuell lässt sich Methan mit Hilfe von Kohlendioxid – ausgeschieden aus Abgasen von Kohlekraftwerken – aus dem Sediment lösen. Die Quadratur des Kreises: Brennstoff fördern und dabei gleichzeitig das Treibhausgas Kohlendioxid in der Tiefe versenken, sequestrieren. Der Hintergrund: Bei einem bestimmten Druck, der auf dem Kristallgitter liegt, löst eindringendes Kohlendioxid die Eishülle auf und verdrängt das Methan; jedes Methanmolekül macht sogar für bis zu fünf CO_2 -Molekülen seinen Platz frei. Anschließend bildet sich ein eisiger Käfig um das Kohlendioxid. Im Laborexperiment konnte dieses Verhalten bereits gezeigt werden. BASF, Eon und Ruhrgas fördern die Forschungen zur Sequestrierungstechnik. RK



AUFsätze



FUTUREPHASELAB

METHANERZEUGER UND -FRESSER IN OZEANEN
Tatsächlich gibt es methanfressende Bakterien. Seit kurzem erkennt man, dass sie wohl eine besondere Rolle für unser Klima spielen. In den Tiefen des Meeresgrunds entstehen immer wieder große Mengen des Treibhausgas Methan – unter anderem durch Freisetzung aus Gashydraten. Nur wenig davon gelangt in die Atmosphäre, das meiste Methan verschwindet noch innerhalb des Sediments. Doch die meisten methanoxidierenden Bakterienarten benötigen Sauerstoff, um das Treibhausgas abzubauen, Sauerstoff, den es in den tiefen Sedimenten praktisch nicht gibt. Vor wenigen Jahren hat man das Rätsel gelöst. Man fand in der Tiefsee Teppiche unterschiedlicher, in Symbiose miteinander lebender Einzeller. Im Innern von Klumpen solcher Mikrobengesellschaften finden sich Archaea, früher auch Archaeobakterien oder Urbakterien genannt. Von ihnen gibt es Sorten – tief in den Sedimenten der Meere, die Methan produzieren. Bei den neuerdings entdeckten, in Symbiose lebenden Arten ist das anders: Um die Archaea herum siedeln sich sulfatreduzierende Bakterien an. Diese Symbiose ermöglicht, aus dem Umsatz von Methan mit Sulfat Energie zu gewinnen, ohne dafür Sauerstoff zu benötigen; es liegt eine anaerobe Oxidation von Methan vor. Und der Zusammenhang mit dem Klima: Tief im Meeresboden produzieren Archaeen riesige Mengen Methan. Einen großen Teil bauen andere Archaeen wieder zu Kohlendioxid ab. Da Kohlendioxid als Treibhausgas 25-mal weniger wirksamer ist, als Methan, dämpft dies ihren Einfluss auf das Klima. Ganz neu: Bisher kannte man solche anaeroben Methanoxidierer nur aus Gebieten, in denen relativ viel Methan vorkommt. Jetzt fand man sie in teilweise 90 Meter tiefen Sedimentschichten; die Methankonzentrationen dort sind vergleichsweise gering. Genetische Vergleiche zeigten, dass es sich um neue Arten von Methanfressern handelt. Außerdem ist der Stoffumsatz des Ökosystems so niedrig, dass sich die Zellen theoretisch nur alle 100 bis 2000 Jahre teilen. Trotz des niedrigen Umsatzes: Da die Prozesse an allen Kontinentalhängen über riesige Flächen stattfinden, setzen diese Archaeen riesige Mengen Methan zu Kohlendioxid um. So haben sie wohl doch einen großen Einfluss auf den Treibhauseffekt. RK

Konstruktion funktionaler Nanosysteme

Molekulares Bauen mit dem AFM

Fachkreise diskutieren seit Jahren einen weiteren Konstruktionsansatz für funktionale Nanosysteme – alternativ zur Herstellung maßgeschneiderter lebender Zellen, etwa für die Aufspaltung von Erdöl. Dabei sollen in einem Rasterkraftmikroskop (AFM) biologische Strukturen aus einzelnen Molekülen Stück für Stück zusammengesetzt werden. Dies ist nun Stefan Kufer und seinen Kollegen aus der Gruppe von Prof. Hermann Gaub, LMU München, gelungen.

Das Grundprinzip zum gezielten Positionieren von Molekülen mittels AFM ist auf den ersten Blick recht einfach. Man steuert die AFM-Spitze wie einen Kran zu einer Depotfläche und nimmt ein einzelnes Molekül auf. Jetzt muss die Spitze nur noch zu einer Montagefläche bewegt werden, wo man das Molekül wieder absetzen will. Nur: Es gab bisher bei keinem der in Frage kommenden Greif-Mechanismen eine Möglichkeit zur Trennung des Moleküls von der AFM-Spitze, denn die anziehende Kraft lässt sich nicht einfach abschalten.

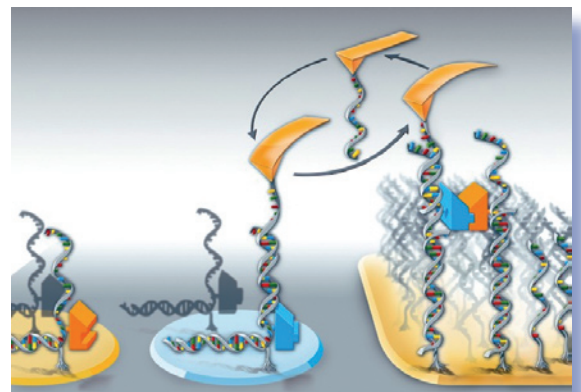
Dieses als „Sticky Fingers“ bezeichnete Problem galt bisher als grundlegendes Hindernis für die Umsetzung einer Molekül-Baukasten-Technik mittels AFM. Die Münchener Forscher machen sich jetzt aber die eigentlich störende Klebrigkeit zunutze, indem sie ein System mit unterschiedlich starken Klebrigkeiten verwenden. Zur Aufnahme des zu versetzenden Moleküls sitzt an seiner Oberseite ein DNA-Abschnitt als eine Art Haken. Ein komplementäres DNA-Stück befindet sich an der Spitze des AFM. Aber auch an der Unterseite wird das Molekül mit einem DNA-Stück verbunden. Und ebenfalls auf der Montagefläche, auf der das Molekül abgesetzt werden soll, befinden sich ähnlich wie an der AFM-Spitze DNA-Gegenstücke. Diese binden aber stärker aneinander als die an der Spitze. Wird die Spitze nach dem Absetzen des Moleküls nun nach oben gezogen, so bleibt es auf der Montagefläche haften, löst sich

aber von der AFM-Spitze. Die unterschiedlichen Bindungsstärken der DNA-Verbindungen lassen sich durch eine geschickte Wahl der DNA-Längen und der geometrischen Anordnung einstellen.

Zur Überprüfung der neuen Technik haben die Biophysiker auf einem Glasträger räumlich getrennte Depot- und Montageflächen angelegt. Auf den Depotflächen werden verschiedene Arten von Farbstoffmolekülen gelagert. Die Montagefläche ist mit freien DNA-Abschnitten bedeckt, einer Art „DNA-Rasen“. Nach der Präparation wird die Probe in einem Rasterkraftmikroskop montiert. Um die Lage der Depots auf der Probe exakt zu vermessen, wird diese von unten mit einem Fluoreszenzmikroskop betrachtet. So lassen sich die Depots anhand der unterschiedlichen Fluoreszenzsignale gut erkennen und für die Manipulation im AFM positionieren. Mit der AFM-Spitze werden dann einzelne Farbstoffmoleküle aus den Depots aufgenommen und auf der Montagefläche gezielt in geometrischen Anordnungen deponiert. Auf diese Weise konnten unter Verwendung einer einzigen Spitze mehrere tausend Moleküle einzeln platziert werden.

Die schon als neue Basistechnologie diskutierte Methode beschränkt sich auch nicht auf rein biologische Systeme. Prinzipiell sollten sich sogar Strukturen aus der Informationstechnologie auf diese Weise zusammensetzen lassen, etwa Quantenpunkte oder winzige Magnetstrukturen.

Mit der Spitze eines Rasterkraftmikroskops (AFM) lassen sich einzelne Moleküle mit DNA-Abschnitten unterschiedlicher Bindungsfähigkeit aus Depotbereichen (links) aufnehmen und auf einer Montagefläche (rechts) wieder absetzen (Abb.: LMU München).



Theorie, Simulation und Messung der Rheologie von Aktinnetzwerken Zellverbände haben etwas mit Glas gemeinsam

Ihre Grundlagenforschungen an Lungenzellen veranlassten im Jahr 2001 Ben Fabry und Jeffrey Fredberg, Wissenschaftler an der Harvard School of Public Health, die provokante Frage „Sind wir aus Glas?“ aufzuwerfen, auf die erst jetzt eine Antwort gefunden wurde. Natürlich meinten sie damit nicht, dass Menschen aus Fensterglas bestehen, sondern wollten auf die verblüffende Ähnlichkeit zwischen dem mechanischen Verhalten lebender Zellen und dem einer großen Klasse

unbelebter Materialien wie Schäume, Emulsionen, Pasten hinweisen.

Alle diese Materialien zeigen Fließeigenschaften, die sich mit einem Potenzgesetz (z.B. für das Anwachsen der Verformung als Funktion der Zeit nach dem Anlegen einer konstanten Kraft) mit sehr kleinem Exponenten beschreiben lassen – die Signatur „weicher glasartiger Rheologie“. Die Allgegenwärtigkeit dieser Potenzgesetz-Rheologie weicher Materie wurde bereits vor einigen Jahren durch den theoretischen Physiker Peter

Sollich im Sinne „rauer Energielandschaften“ interpretiert.

Der wissenschaftliche Begriff des Glasübergangs umfasst dabei jenseits des bekannten Erstarrungsübergangs, den der Glasbläser bei seiner Arbeit virtuos kontrolliert, alle nach diesem Muster verlaufenden Zustandsänderungen kondensierter Materie, bei denen sich die Dynamik plötzlich ohne sichtbare strukturelle Ursache dramatisch verlangsamt. Könnte diese Eigenschaft Zellen helfen, ihre vielfältigen mechanischen Aufgaben, etwa als mechanisches Gerüst, bei der Krafterzeugung, Teilung, Vermehrung und Wanderung in weichem Gewebe usw. optimal zu erfüllen? Dabei sind sie nämlich den unterschiedlichsten dynamischen Störungen ausgesetzt, vom plötzlichen Zucken eines Muskels bis zum allmählichen Wachstum eines Knochens. Trotz intensiver Forschungsaktivitäten blieb der physikalische und biologische Ursprung der scheinbar sehr robusten und universellen glasartigen Dynamik von Zellen jedoch bisher unverstanden.

Wie in der aktuellen Ausgabe der Mitteilungen der Nationalen Akademie der Wissenschaften der USA (Proc. Natl. Acad. Sci. USA) berichtet wird, ist nun ein universeller Mechanismus hinter den faszinierenden Beobachtungen von weicher glasartiger Rheologie in lebenden Zellen entdeckt worden. Durch die Kombination von verschiedenen physikalischen Messtechniken und mathematischen Modellrechnungen haben drei biophysikalische Arbeitsgruppen aus Jülich, Leipzig und München gezeigt, dass verschlaufte Lösungen von reinem polymerem Aktin auf kleinste Änderungen der Zusammensetzung oder Umgebungsbedingungen mit einer

Die mechanischen Eigenschaften von menschlichen und tierischen Zellen werden durch Biopolymere wie Aktin, Mikrotubuli, etc. bestimmt. Wie nun entdeckt wurde, unterliegen diese beim Abkühlen einen Glasübergang (Abb.: Uni Leipzig).



dramatischen Verlangsamung ihrer Brownschen Dynamik reagieren. Das Polymer Aktin ist der Hauptbestandteil des Zytoskeletts (der „Knochen und Muskeln“ im Inneren menschlicher und tierischer Zellen) und daher ein viel versprechendes Untersuchungsobjekt bei der Suche nach einem vereinheitlichten mikroskopischen Verständnis der Zellmechanik. Mit Hilfe hochpräziser dynamischer Lichtstreuexperimente konnte Rudolf Merkel vom Forschungszentrum Jülich diese abnorme zeitliche Verlangsamung der Dynamik nachweisen: Durch geringfügige Erniedrigung der Temperatur verbreitert sich das Spektrum der Relaxationsraten der Polymere exponentiell. Diese Eigenschaft ist auch das Schlüsselement eines neuen mathematischen Modells der Zellmechanik, welches als „glassy wormlike chain“ bezeichnet wird. Diese in Leipzig entwickelte Theorie erklärt nicht nur die Lichtstreuexperimente über viele Dekaden in der Zeit (von Mikrosekunden bis Stunden). Sie sagt auch die komplizierten nicht-linearen mechanischen Eigenschaften richtig vorher, wie sie die Gruppe von Andreas Bausch an der Technischen Universität München gemessen hat. Im Unterschied zu Zellen und Gewebe verhalten sich Lösungen von Aktinfilamenten nämlich über lange Zeiten wie eine Flüssigkeit. Werden sie jedoch ausreichend schnell verformt, so reagieren sie mit einer breiten linearen Antwort, auf die eine ausgeprägte Versteifung folgt, wenn die angelegte Kraft erhöht wird.

Diese Eigenschaft erinnert stark an bekannte Eigenschaften von biochemisch verknüpften Aktinnetzwerken sowie von lebenden Zellen und menschlichem Gewebe (wie jeder leicht durch Ziehen an den eigenen Wangen nachprüfen kann). Wie die Forschergruppe berichtet, nimmt für Aktin der

Grad der Versteifung stark mit abnehmender Temperatur zu – in Übereinstimmung mit der allgemeinen Erfahrung, dass unser Körper sich bei Kälte steif anfühlt. Bemerkenswerterweise erzeugen nicht nur die Temperatur, sondern auch diverse andere physiologisch relevante Parameter exakt den gleichen Versteifungsübergang. Darüber hinaus stellen sich zunächst ganz unterschiedlich aussehende Reaktionen auf eine mechanische Krafteinwirkung als äquivalent heraus, nachdem man die Deformationsgeschwindigkeit (oder die Zeit) reskaliert. Wenn diese „rheologische Redundanz“ sich auch auf lebende Zellen übertragen ließe, wie Beobachtungen nahe legen, würde das bedeuten, dass die Zellen aus einem enormen Arsenal verschiedener molekularer Mechanismen wählen könnten, um ihre mechanischen Eigenschaften einer einheitlichen und offenbar sehr universellen Gesamtfunktion anzupassen.

Eine verwandte, spannende Frage betrifft die Rolle der Zellmechanik bei der Regulation der inneren biologischen Uhr, welche lebende Organismen mit einem emergenten biologischen Zeitbegriff ausstattet. Klaus Kroy vom Institut für Theoretische Physik in Leipzig formuliert es so: „Ist das physikalische Phänomen eines Glasübergangs vielleicht der Schlüssel zum Verständnis der kohärenten Verlangsamung aller Körperfunktionen von Kaltblütern oder Winterschläfern und der Fähigkeit von Bakterien, Millionen von Jahren im Permafrost zu überleben?“

Dr. Manuela Rutsatz

Proteine, Gene und Hormone

Ein in der Samenflüssigkeit neu entdecktes Enzym mit dem Namen saure Prostata-Phosphatase (PAP) kann die Infektionsrate mit dem Aids-Erreger HIV um das bis zu Hunderttausendfache verstärken. Diese Entdeckung könnte erklären, warum der häufigste Weg der HIV-Infektionen über Sexualkontakte geschieht. Wissenschaftler der Medizinischen Hochschule Hannover konnten zeigen, wie die Peptide sich zusammenballen und dabei amyloid-ähnliche Fibrillen bilden, die sich schließlich an das HI-Virus anlagern und dadurch die Infektion der Zelle beschleunigen.

Durch die Genanalyse bei Mitgliedern einer Familie, die stark von einer seltenen Herzerkrankung betroffen ist, konnten Wissenschaftler der Universität Witten/Herdecke die dafür verantwortliche Mutation im Muskelprotein „Beta-Myosin-Schwereketten“ entdecken. In der unvollständig entwickelten linken Herzkammer der Patienten fand sich überwiegend schwammartiges Gewebe, das die Pumpfunktion beeinträchtigt. Das Muskelprotein ist sowohl für die Pumpfunktion als auch für die korrekte embryonale Entwicklung des Herzens von Bedeutung.

Chronische Pankreatitis kann, neben Alkoholabusus, auch genetische Ursachen haben. Wissenschaftler der Universität Leipzig untersuchten das in der Bauchspeicheldrüse gebildete Protein Chymotrypsin C (CTRC) und fanden zwei typische Mutationen bei Erkrankten.

Das Risiko für Übergewicht im Kindes- und Erwachsenenalter ist bei fünfzig Prozent der Bevölkerung durch eine genetische Variante erhöht. Ein Forscherteam der Universität Duisburg-Essen fand die Variante rs1121980 des Gens FTO (Fat Mass- and Obesity- Associated), die mit einem 31 Prozent erhöhten Risiko für Übergewicht verbunden ist. Aber: Die Genvariante rs1121980 allein macht nicht dick. Erst durch die Kombination mit weiteren Genvarianten und Umweltfaktoren (Bewegung, Ernährung) kommt es zu einer starken Gewichtszunahme.

Hirnvenenthrombosen verlaufen in zehn Prozent der Fälle tödlich; vor allem junge Frauen sind betroffen. Neben Auslöse-Faktoren wie hormonellen Veränderungen, Infektionen und Medikamente gibt es nun auch eine Genvariante für erhöhte Gerinnungsneigung im venösen Blut, wie Wissenschaftler der Universität Heidelberg herausfanden. Die Patienten waren zu 16 Prozent Träger der Gerinnungsfaktor XII-Variante im Vergleich zu nur 5 Prozent der gesunden Bevölkerung.

Menschen mit MOPD II (mikrozephaler osteodysplastischer primordialer Zwergwuchs Typ II) sind selten größer als einen Meter. Forscher des Universitätsklinikums Erlangen haben bei Betroffenen einen Defekt im Perizentrin-Gen entdeckt, das eine wichtige Funktion bei der Zellteilung hat. Der Gendefekt führt zu einem massiven Zellverlust schon im Embryo und während der gesamten Wachstumsphase.

Stifterverband zu Ausgaben der Wirtschaft für Forschung & Entwicklung Nach Jahren der Stagnation deutlich gestiegen

2008 werden die Forschungs- und Entwicklungsausgaben (FuE) der Unternehmen voraussichtlich erstmals die Schwelle von 55 Milliarden Euro durchbrechen. Das gab Jürgen Hambrecht, Vizepräsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und Vorsitzender des Vorstandes der BASF SE, am 31. Januar in Berlin bekannt.

Nach Jahren der Stagnation sind die FuE-Gesamtaufwendungen der Wirtschaft 2006 gegenüber 2005 deutlich gestiegen, und zwar um 7,4 Prozent von 48,4 Mrd. Euro auf 52,0 Mrd. Euro. Das ergibt die neueste Erhebung des Stifterverbandes, der regelmäßig die Daten über die FuE-Tätigkeit der Wirtschaft ermittelt. „Wir sehen hier unmittelbare Auswirkungen der guten Konjunktur und die Effekte

von neuer Zuversicht und Optimismus der Unternehmen am Standort Deutschland“, sagte Hambrecht.

2007 wuchsen die FuE-Ausgaben weiter, nach den letzten Schätzungen auf 54,2 Mrd. Euro, das wäre ein weiterer deutlicher Anstieg um 4,2 Prozent gegenüber 2006. Für 2008 rechnen die Unternehmen mit einer weiteren Anhebung um 2,2 Prozent auf 55,4 Mrd. Euro.

Die Steigerungsraten der Jahre 2006 und 2007 von 7,4 Prozent und 4,2 Prozent übertreffen die allgemeinen Preissteigerungsraten sowie die Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von 2,5 Prozent und 2,2 Prozent deutlich. Deutsche und ausländische Unternehmen haben am Standort in den vergangenen zwei Jahren nicht nur nominell, sondern real mehr Geld in Forschung und Entwicklung eingesetzt. Erstmals seit 2003 ist der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt damit 2006 wieder angestiegen, und zwar auf 2,53 Prozent. Der Anteil des Wirtschaftssektors stieg von 1,72 Prozent am BIP 2005 auf 1,77 Prozent im Jahr 2006 und erreicht nach den Prognosen 2007 einen Anteil von ebenfalls 1,77 Prozent.

Hambrecht betonte die Notwendigkeit eines deutlich stärkeren Engagements von Staat und Wirtschaft für Forschung und Entwicklung: „Wir wollen am Drei-Prozent-Ziel festhalten.“ Amtierende und vorherige Bundesregierung hatten das Ziel ausgegeben, bis 2010 drei Prozent des Bruttoinlandsproduktes für FuE einzusetzen.

Der BASF-Vorstandsvorsitzende lobte die Hightech-Strategie der Bundesregierung und den Cluster-Wettbewerb des Bundesforschungsministeriums. Hambrecht zeigte sich dennoch besorgt, Deutschland betreibe „zu viel Aufwand für die Gegenwart, anstatt in die Zukunft zu investieren“. Die Politik lasse nachhaltige Strategien

vermissen, die nicht das Bewahren, sondern das Gestalten im Visier haben. Hambrecht: „Was passiert, wenn die Politik vorrangig auf die Verteidigung des Status quo setzt, mussten wir schmerzhaft in Bochum erleben. Dabei wissen wir schon lange, dass einfache Fertigungstätigkeiten nicht die Zukunftssicherung für Deutschland sind. Subventionen für solche Produktionen sind vergeudetes Geld, das an anderer Stelle fehlt. Wir müssen in Bildung und Forschung investieren – das ist die einzige Chance, die wir haben.“

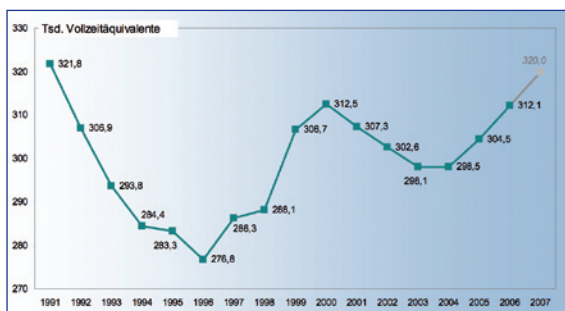
Mit den gestiegenen FuE-Aufwendungen wuchs 2006 und 2007 auch die Zahl der Forscher, Laboranten und Techniker in den Entwicklungslabors der Wirtschaft. Im Jahr 2006 waren rund 312 000 Personen in Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung (gemessen im sogenannten „Vollzeitäquivalent“) im FuE-Bereich tätig, ein Zuwachs um 2,5 Prozent gegenüber 2005. Da waren es knapp 305 000, 2004 erst 299 000 Personen. Für 2007 erwarten die Experten der Stifterverband-Wissenschaftsstatistik einen weiteren Anstieg um 2,2 Prozent auf 320 000.

Andreas Schlüter, Generalsekretär des Stifterverbandes, kommentierte die Beschäftigtenzahlen: „Die Verfügbarkeit von Fachkräften begrenzt das Wachstum des FuE-Sektors.“ Er forderte eine bessere Betreuung der Studenten an den Hochschulen und mehr Qualität in der Lehre. „Die Abbrecherquoten in den MINT-Fächern Mathematik, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und Technik liegen bei 30 bis 40 Prozent. Gelänge es, diesen Missstand zu beseitigen, hätten wir auf einen Schlag fast ein Drittel mehr Ingenieure pro Jahr“, sagte Schlüter. Der Stifterverband legt in diesem Jahr den Schwerpunkt seiner Programmarbeit auf Verbesserungen in der Lehre.

FuE-Aufwendungen als Anteil am Bruttoinlandsprodukt nach Sektoren 1995 -2007 (Quelle: OECD, Stifterverband Wissenschaftsstatistik, DESTATIS).



FuE-Personal im Wirtschaftssektor 1991 –2007 (2007: Plandaten aus der FuE-Erhebung 2006; Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik).



Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech bewertet und informiert

Seit Anfang des Jahres haben die Technikwissenschaften in Deutschland eine Interessenvertretung in Form einer nationalen Akademie, wie sie in anderen Industrienationen bereits verwirklicht worden ist. Unter dem Namen acatech, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, wird sich die Institution dafür einsetzen, dass technologische und technologiepolitische Themen ausgewogen und auf wissenschaftlicher Grundlage diskutiert und bewertet werden können.

Aus dem im Februar 2002 gegründeten Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien wurde zum 1. Januar die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech mit Sitz in München und Berlin. Zu ihren Mitgliedern zäh-

len rund 260 Wissenschaftler aus einer Vielzahl an Disziplinen wie Energie, Gesundheit, Mobilität und Verkehr, sowie Querschnittsthemen wie Ausbildung und Beschäftigung, Technologietransfer oder Innovationsentstehung. Präsident ist Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg; den Vorsitz des Senats hat Bundespräsident a. D. Prof. Dr. Roman Herzog inne.

Acatech finanziert sich durch die institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Mehr als 50 technologieorientierte Unternehmen sind der Institution fördernd verbunden.

Die Ergebnisse der Arbeit werden in Form von Studien und Empfehlungen veröffentlicht; den Austausch mit Politik und Gesellschaft fördern zudem Symposien, Foren und Podiumsdiskussionen.

DFG unterstützt risikoreiche Forschungen

Vertrauensvorschuss

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat ein neues Fördermodul eingeführt. In den „Reinhart Koselleck-Projekten“ werden mit einem vereinfachten Antragsverfahren besonders innovative Forschungsvorhaben über fünf Jahre mit bis zu 1,25 Millionen Euro unterstützt.

Das neue Programm ist nach dem 2006 verstorbenen Bielefelder Historiker Reinhart Koselleck benannt. „Die Forscher sollen in die Lage versetzt werden, hochinnovative und im positiven Sinne auch risikoreiche Forschungsvorhaben zu realisieren, die in anderen Verfahren nicht gefördert werden“, so DFG-Präsident Matthias Kleiner. Solche Forschungsvorhaben ließen sich in ihrem Verlauf noch weniger vorhersagen als andere wissenschaftliche Projekte, andererseits

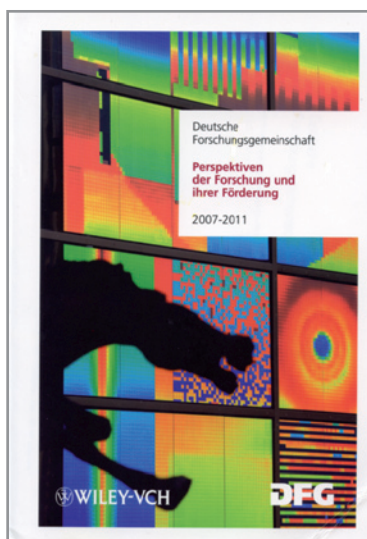
seien sie in der Regel besonders komplex, so Kleiner weiter.

Vor diesem Hintergrund setzen die Koselleck-Projekte beim Antragsverfahren und der Förderdauer (fünf statt der üblichen drei Jahre) andere Akzente als die übrigen Förderverfahren der DFG. Statt mit einer detaillierten Beschreibung des Forschungsvorhabens kann die Förderung mit einer nur 5-seitigen Skizze beantragt werden. „Beides macht deutlich, dass den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein besonderer Vertrauensvorschuss gewährt wird“, unterstrich Kleiner. Ein solcher Vertrauensvorschuss sei nur dann möglich, wenn aufgrund des bisherigen wissenschaftlichen Lebenslaufs der Antragsteller eine besonders große Kreativität und ein hohes innovatives Potenzial erwartet werden könnten.

Trendbarometer Förderungen

- Mit einem Förderbetrag in Höhe von 33 500 Euro unterstützt die Nürnberger Staedler Stiftung das neue Forschungsprojekt „**Klimaschutz durch intelligentes wärmetechnisches Design**“ an der Fachhochschule Nürnberg. Durch neue Methoden soll die Effizienz bei Wärmetauschern gesteigert werden.
- Die Else Kröner-Fresenius-Stiftung in Bad Homburg bewilligte knapp 3,5 Millionen Euro Fördermittel im 4. Quartal 2007 für **23 wissenschaftliche und 1 wissenschaftlich-humanitäres Projekt**. Verschiedene Forschungsthemen aus der Medizin, sowie das Projekt „Wissenschaftliche Fortentwicklung und praxisnahe Erprobung eines auf e-Learning basierenden Fortbildungskurses für Schwestern und Pfleger in Kenia“ der Amref Deutschland e.V. erhalten Unterstützung.
- Das Aufspüren von **chemischen, biologischen, explosiven und anderen Gefahrstoffen** ist das Ziel von 16 Verbundprojekten, die vom BMBF mit 29 Millionen Euro gefördert werden. Die 73 beteiligten Partner entwickeln neue Verfahren und Methoden. Dabei werden auch ethische, psychologische und organisationswissenschaftliche Fragen zum Einsatz dieser neuen Technologien erforscht.
- Unter dem Dach des europäischen Netzwerks Neuron initiieren 13 europäische Förderorganisationen erstmalig eine gemeinsame Fördermaßnahme zur Erforschung **neurodegenerativer Erkrankungen des zentralen Nervensystems**. Das Netz der Förderer wird vom deutschen Partner, dem Projektträger Gesundheitsforschung im DLR, im Auftrag des BMBF koordiniert.
- Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft unterstützt mit 5 Millionen Euro das Förderprogramm „**Exzellenzinitiative für die Lehre**“ sowie der Gründung einer „Deutschen Lehrgemeinschaft“. Ziel ist es, im deutschen Hochschulsystem eine exzellente Lehrkultur zu etablieren. Herzstück der Initiative ist ein Wettbewerb um die besten Zukunftsstrategien der Hochschulen für Lehre und Studium.
- Prof. Dominik Zumbühl vom Departement Physik und Swiss Nanoscience Institute an der Universität Basel erhält für seine Forschung in experimenteller Nanophysik vom Europäischen Forschungsrat 2,3 Millionen Franken zugesprochen. Sein als exzellent bewertetes Projekt beschäftigt sich mit den **physikalischen Grundlagen von Quantencomputern**, die auf Elektronenspins in Nanostrukturen basieren.
- Die Technische Universität Braunschweig richtet die neue Forschergruppe „mikroPart - **Mikrosysteme für partikuläre Life-Science-Produkte**“ ein. Elf führende Forscher aus sieben Instituten der drei Fakultäten Maschinenbau, Lebenswissenschaften sowie Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften werden in den nächsten drei Jahren zusammenarbeiten. Die DFG fördert das Projekt mit zwei Millionen Euro.

Forschung fördern und lenken



Deutsche Forschungsgemeinschaft: Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung, 2007 bis 2011. 256 Seiten mit zahlreichen Fotos und Grafiken. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim 2008. ISBN 978-3-527-32064-6. Euro 49,90.

Der 12. Band der Reihe „Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung“, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) seit 1961 im 4-Jahres-Rhythmus herausgegeben wird, ist kürzlich erschienen. Darin wird über die Arbeit der DFG berichtet sowie ein Ausblick auf die Wissenschaftsentwicklung der nächsten Zeit gegeben. Zielgruppe des Buchs sind

die Forschenden und die Zuwendungsgeber der DFG, aber auch die Medien und die interessierte Öffentlichkeit. Im Jahr 2008 werden die Gesamtausgaben der DFG erstmalig zwei Millionen Euro übersteigen. Die DFG sieht sich als Forschungsgemeinschaft und Forschungsförderer. Das Buch befasst sich mit den

strategischen Aspekten des Förderhandelns im nationalen und internationalen Kontext; es ist quasi eine Strategieschrift für die Jahre 2007 bis 2011.

Namhafte Autoren, die, neben zahlreichen anderen Preisen, auch alle mit dem Communicator-Preis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und der DFG ausgezeichnet wurden, beschreiben eindrucksvoll ihre aktuelle Forschung in den Bereichen Mathematik, Kommunikation, Medizin, Paläontologie, Geologie, Theologie, und Astronomie. Die Aufsätze sind leicht verständlich und geben einen umfassenden Überblick über das jeweilige Thema. Die CLB durfte in dieser Ausgabe ab Seite 22 den Artikel „Geowissenschaften“ von Prof. Gerold Wefer wiedergeben.

Der Schwerpunkt des Buchs liegt jedoch bei der Strategieplanung der DFG. Die Gremien der DFG, politische Rahmenbedingungen, die DFG in Europa, Wissenschaft und Öffentlichkeit, Perspektiven der Förderung, nationale und internationale Kooperationen, Karriereförderung, Zusammenarbeit mit der Wirtschaft, Wissenstransfer, Verfahren und Bewertung, Perspektiven der Finanzierung, das sind einige der Themen, die hier vorgestellt werden. Ein wertvoller Einblick für alle Interessierten. CS

Chemie und Biotechnik für Technische Assistenten



Dieter Holzner: Chemie für Technische Assistenten in der Medizin und in der Biologie. Fünfte, überarbeitete und wesentlich erweiterte Auflage. 670 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Tabellen und Farbtafeln. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim 2006. ISBN 3-527-31516-0. Euro 47,90.

Seit dem Erscheinen der 4. Auflage dieses Lehrbuchs im Jahre 2001 sind die Anforderungen in der Ausbildung Technischer Assistenten in der Medizin und in der Biologie weiter gestiegen.

In Übereinstimmung mit den aktuellen Lehrinhalten wird in der

5. Auflage das Fach Chemie berufsbezogen, überschaubar und einprägsam in einem einzigen Band dargestellt. Der Nutzen besteht darin, dass die Leser zu Verständnis der in der Biochemie, Molekularbiologie und Gentechnologie beschriebenen chemischen Strukturen, Stoffwechsel-Reaktionen und molekularbiologischen Vorgängen unmittelbar auf den erforderlichen, vorangehend dargelegten Grundlagen aus der Allgemeinen, Anorganischen und Organischen Chemie aufbauen können. Für die Stoffauswahl waren die im Bundesgesetzblatt Teil I, 1994, Nr. 27 veröffentlichten Lehrinhalte für das Fachgebiet Chemie/Biochemie maßgebend.

Darüber hinaus werden theoretische Grundlagen vermittelt, die zur Erlangung der in der „Berufsrahmenqualifikation für Biologisch-Technische Assistenten“ aufgeführten Fähigkeiten auf chemischen Fachgebieten erforderlich sind.

Dabei wurde, entsprechend der rasant wachsenden Bedeutung, der Molekularbiologie und Gentechnologie in mehreren zusätzlichen Kapiteln Raum gegeben. Kontrollfragen, viele aus den staatlichen Prüfungen der letzten Jahre, schließen jedes Kapitel ab und gewährleisten eine optimale Prüfungsvorbereitung. Die Antworten sind am Ende des Buches zusammengefasst.

Ein ausführliches Glossar mit Begriffserklärungen kann als kleines Fachwörterbuch dienen. Der Nutzwert des Buchs wird durch neue Abbildungen und Tabellen erhöht. Ein Verzeichnis von Internet-Adressen im Anhang erschließen einen weiteren Zugang zu den Fachgebieten.

Der Autor greift in diesem Fachbuch auf seine langjährige Erfahrung in Lehrtätigkeiten an den Fachschulen für Medizinisch-Technische Assistenten an der Universität Marburg und am Berufsförderungswerk München zurück. Weiterhin arbeitete er an der Formulierung von Ausbildungsinhalten für Technische Assistenzberufe in der Medizin und Biologie mit. Das Buch spricht nicht nur MTAs und BTAs an, sondern auch Absolventen weiterer Ausbildungsgänge oder Studiengänge, in denen Kenntnisse in den hier beschriebenen Fachgebieten von Bedeutung sind. CS

Neuer Werma Katalog – jetzt mit Quick-Finder für Ex-Signalgeräte

Werma bietet ein umfangreiches Sortiment an Signalsäulen, sowie optischen, optisch-akustischen, akustischen und explosionsgeschützten Signalgeräten an. Im neuen Werma Katalog sind auf knapp 300 Seiten eine Vielzahl an Produkten und neuesten Entwicklungen aus dem Bereich der optischen und akustischen Signalisierung zu finden.

Zu den Highlights für das Jahr 2008 zählt der Quick-Finder für Ex-Signalgeräte. Mit dessen Hilfe finden Kunden und Interessenten schnell und einfach das passende Produkt für ihr Ex-Einsatzgebiet, unabhängig davon, ob es sich um eine Staub- beziehungsweise Gas- und Dampfatosphäre handelt.

Die Einleitungsseiten für die explosionsgeschützten Signalgeräte umfassen allgemeine Grundlagen, Informationen zum Thema Explosionsschutz und umfangreiche Informationen über Signalgeräte in Gas- oder Dampfatosphären. Zusätzlich erhält der Kunde einen Überblick über die für Signalgeräte in Staubatosphären geltenden

Grundlagen, sowie Details über die Kennzeichnung von Ex-Signalgeräten.

Eine weitere Besonderheit ist die grafische Darstellung der Technischen Daten, der Bestelldaten, des Zubehörs, sowie der Maßzeichnungen auf den einzelnen Produktseiten: Kleine Symbole helfen, die gewünschten Informationen auf einen Blick zu finden.

Zudem enthält der Katalog 2008 die neue Rubrik „Technische Informationen“, welche in die Teilbereiche „Tech Talk“ und „Allgemeine Hinweise“ aufgeteilt ist. Der Tech-Talk wird von Experten für Experten verfasst und hält Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen der Signaltechnik für Sie bereit. Die „Allgemeine Hinweise“ beinhalten grundlegende Erklärungen zu Produkten und Katalogangaben.

Werma Signaltechnik GmbH + Co.KG
78604 Riethem-Weilheim
Tel +49 (0) 7424 9557 105
Fax +49 (0) 7424 9557 44
www.werma.com



Anspruchsvoller 125 Liter-Autoklav für das Labor

Mit der Einführung der neuen Opal-Reihe bei Labor-Autoklaven stellt Priorclave ein vergleichsweise preiswertes, aber doch hochentwickeltes, komplexes System zur Verfügung.

Die Reihe beginnt mit vier Modellen, einem 35L Tisch-Autoklav, zwei 55L und 95L Toplader-Modelle und ein 125L Tisch-Autoklav mit optionaler Halterung für einen Ständer. Alle Modelle sind für die täglich anfallenden Arbeiten bestens ausgerüstet, beispielsweise die Vorbereitung von Nährmedien oder die Sterilisation von Abfällen aus den Labor. Labormitarbeiter sollen in der Lage sein, anspruchsvolle Autoklavier-Vorgänge im eigenen Labor durchzuführen, ohne Mehrausgaben für zusätzliche Funktionen und Kontrollsysteme.

Alle Modelle beinhalten einen temperatur-abhängigen Sicherheitsverschluss, und werden von einer schlankeren Version des von Priorclave getesteten Tactrol microprocessor con-

trol system gesteuert; bis 138°C bei 2,4 Bar.

Die Autoklaven sind CE-ausgezeichnet, in Übereinstimmung mit den Anforderungen der European Pressure Equipment Directive (97/23/EC) und anderen relevanten Standards.

Priorclave Ltd.
Woolwich London SE28 0AB
Tel +44 (0) 208 316 6620
Fax +44 (0) 208 855 0616
www.priorclave.co.uk



Lichtbogen-Beleuchtungssysteme: Die richtige Fluoreszenzbeleuchtung

Im Angebot der Olympus Fluoreszenzregungslichtquellen findet jeder Anwender das für seine Fluoreszenzexperimente optimale System. Allen Lichtquellen gemeinsam sind die Steuergeräte, die für Stabilität des Anregungslichtes und verlängerte Lebenszeit der Fluoreszenzlampe/ des Fluoreszenzbrenners sorgen:

Leicht zu betreiben sind die drei Modelle der X-Cite 120 XL-Serie, vor allem durch die Verwendung von justagefreien Metallhalidbrennern mit garantierten 2000 Stunden Lebenszeit und dem Intelli-Lamp-System. Bei Metallhalidbrennern wird die Erosion

der Elektroden, die entscheidend für die Lebenszeit ist, deutlich vermindert, da das Elektrodenmaterial, das sich im Betrieb an der Innenseite des Glaskörpers niederschlägt, wieder den Elektroden zugeführt wird. Der elektronische Regelkreis des Systems hält auch bei der Vergrößerung des Elektrodenabstands immer die richtige Spannung, und generiert einen konstanten Lichtbogen. Die Lichtintensität verringert sich langsamer als bei anderen Metallhalidbeleuchtungssystemen.

Beim Iris-Modell können fünf Intensitätsstufen (0 %, 12 %, 25 %, 50 % und 100 %) zur Anpassung an empfindliche oder helle Proben angewählt werden. Die Software verbindet diese Eigenschaften mit einer Steuerung über die RS-232-Schnittstelle.

Die Olympus MT10_D ist ein Beleuchtungssystem, in dem alle Komponenten, die man für Mehrfachfluoreszenzbeleuchtung benötigt, integriert sind. Es besteht aus Lampenteil, acht Positionen-Filterrad, siebenstufigem Attenuatorrad zur Einstellung der Lichtintensität und Hochgeschwindigkeitsverschluss. Je nachdem, welcher Wellenlängenbereich die Experimentreihe erfordert, kann eine 150-Watt-Xenon- oder Xenon/Quecksilber-Lampe verwendet werden. Dieses „All-in-one“-System lässt sich über einen Handschalter steuern oder in die Olympus Imaging-Software integrieren.

Die Olympus MT10 und MT20 Systeme verwenden dieselbe Brenner-

technologie wie das MT10_D System. Sie verfügen über erweiterte Funktionalität und lassen sich noch schneller steuern, da sie mit speziellen PC-Kontrollkarten bestückt sind. Das System eignet sich für die Aufnahme schneller Abläufe.

Das MT20 System ist für das High-Speed-Lebendzell-Imaging entwickelt worden. Seine PC-Kontrollkarte kann alle Module parallel in Echtzeit steuern. Darüber hinaus kommt ein schnelleres Filterrad als im MT10 System zum Einsatz, das in nur 58 Millisekunden zwischen benachbarten Filtern wechselt. Das auf 14 Stufen erweiterte Attenuatorrad ermöglicht Intensitätseinstellungen zwischen 1 und 100 %. Auch der Verschluss ist mit Schaltzeiten von unter einer Millisekunde schneller.

Zum Angebot gehört ferner der Monochromator Polychrome V. Er ermöglicht Wellenlängenwechsel in Höchstgeschwindigkeit mit bis zu 400 nm/ms und lässt sich über Software-Lösungen der cell-Familie steuern. Das System verwendet eine 150-Watt-Xenon-Lampe mit einer Lebensdauer von 3000 Stunden und deckt einen Wellenlängenbereich vom UV- bis zum sichtbaren roten Licht ab. Optional erhältlich ist ein zehnstufiger Attenuator.

Olympus Deutschland GmbH
Geschäftsbereich Mikroskopie und
Industrie-Endoskopie
Tel +49 4023 7 73 4612
Fax +49 4023 08 17
www.olympus.de



Springer Protocols: Mehr als 18 000 elektronische Laborprotokolle

Mit mehr als 18 000 elektronischen Laborprotokollen in den Bereichen Life Sciences und Biomedizin hat der Wissenschaftsverlag Springer soeben sein Online-Angebot für Forschungslabors erheblich ausgebaut. Unter dem Namen Springer Protocols finden Wissenschaftler aus Forschungsinstitutionen und Unternehmen ab sofort eine umfassende Datenbank mit Protokollen, die Schritt für Schritt einzelne Laborversuche detailliert beschreiben und nachvollziehbar machen. Die Springer Protocols sind ein Imprint von Humana Press, das zur Verlagsgruppe

Springer Science+Business Media gehört. Abonnenten haben über die Internetseite www.springerprotocols.com direkten Zugriff auf die Springer Protocols.

Die englischsprachigen Springer Protocols gibt es für 15 unterschiedliche Forschungsbereiche: Biochemie, Bioinformatik, Biotechnologie, Krebsforschung, Zellbiologie, Genetik/Genomik, Imaging/Radiologie, Immunologie, Infektionskrankheiten, Mikrobiologie, Molekularmedizin, Neurowissenschaften, Pharmakologie/Toxikologie, Pflanzen- und Proteinwissenschaften.

Springer Protocols basiert auf einer 25-jährigen Erfahrung in der Bereitstellung von Protokollen. Sie erschienen bislang bei Humana Press unter der Bezeichnung "BioMed Protocols" und bilden den Grundstock für die Springer Protocols. Jährlich werden mehr als 2.000 Springer-Protokolle erstellt, von denen 1.000 aktualisierte Fassungen von bestehenden Protokollen sind.

Springer Science+Business Media
Tiergartenstr. 17, 69121 Heidelberg
e-Mail: springerprotocols@springer.com
www.springer.com/protocols

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

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

Bezugsquellenverzeichnis

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, Speziallaser, Quarzgläser

PARTIKELANALYSE



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



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

Forts. von Umschlagseite 3

100 Jahre Deutsche Chemische Gesellschaft

411

Problematischer war die Weiterführung des „Chemischen Zentralblatts“. Politische Auseinandersetzungen zwischen *Mazimilian Pflücke* einerseits sowie *Eugen Klever* und *Fritz Pangritz* andererseits führten zum Entstehen einer Potsdamer, von *Pflücke* geleiteten Arbeitsgruppe, und einer westberliner Gruppe unter *Eugen Klever*. Der Verlag Chemie, seit 1946 an die Lizenz des Heidelberger Verlegers *Lambert Schneider* angeschlossen, seit März 1947 unter einer eigenen, *Eduard Kreuzhage* erteilten Lizenz arbeitend, war daran interessiert, das „Zentralblatt“ wieder in seine Obhut zu nehmen. Inzwischen war aber in Ostberlin der „Akademie-Verlag“ entstanden und ebenfalls mit der Herausgabe des „Zentralblatts“ beauftragt worden. Ab 1947 erschien daher das „Zentralblatt“ in zwei verschiedenen Ausgaben und erst zwei Jahre später gelang es *Otto Bayer*, mit der Leverkusener Vereinbarung eine, ab 1950 von beiden Verlagen getragene, gesamtdeutsche Ausgabe zu erreichen.

Die Beilstein-Redaktion, von *Friedrich Richter* während des Krieges nach Zöbten in Schlesien, dann nach Tharandt bei Dresden verlagert, war schließlich in den Hoechster Farbwerken untergekommen, und ab 1947 begannen auch unter neuem Titel die „Chemischen Berichte“ wieder zu erscheinen.

Naturngemäß setzten nach dem Kriegsende Bestrebungen ein, wieder zu einer neuen Organisationsform der Chemiker zu kommen. Hier erwies es sich als günstig, daß der Verein Deutscher Chemiker seine funktionsfähige Geschäftsstelle in Grünberg/Hessen über den Zusammenbruch hinweg gerettet hatte, von der vor allem die Impulse für einen Neuaufbau ausgingen. Entscheidend für die Wiederaufnahme der Vereinstätigkeit wurde die wissenschaftliche Tagung der Nordwestdeutschen Chemiker in Göttingen vom September 1946. Hier fand die Auffassung allgemein Zustimmung, daß ein Nebeneinander des Vereins Deutscher Chemiker und der Deutschen Chemischen Gesellschaft unter den Gegebenheiten der Nachkriegssituation keinen Sinn mehr habe. Am 20. September 1946 erfolgte so die Gründung der „Gesellschaft Deutscher Chemiker in der britischen Zone“.

Im Gegensatz zur britischen Besatzungsmacht war die amerikanische weniger geneigt, Vereine auf zentraler Basis zuzulassen. Am 22. Januar 1947 konnte sich daher zunächst nur eine „Gesellschaft Deutscher Chemiker in Hessen“ konstituieren; weitere Gesellschaften waren geplant. Alle diese Vereinigungen, deren Satzungen aufeinander abgestimmt waren, sollten zu gegebener Zeit zu einer Gesellschaft vereinigt werden. Diese Möglichkeit war nach der Gründung der Bundesrepublik Deutschland gegeben: Am 20. September 1949 schlossen sich in München beide Organisationen zur „Gesellschaft Deutscher Chemiker“ zusammen. Eine Einbeziehung der mitteldeutschen Chemiker war nicht möglich, da 1945 die „Kammer der Technik“ geschaffen und am 11. Mai 1953 in Leipzig eine eigene „Chemische Gesellschaft in der DDR“ gegründet worden war. Beide Gesellschaften verwalten daher heute das Erbe der beiden Vorkriegsorganisationen, des Vereins Deutscher Chemiker und der Deutschen

412

Unternehmensforschung in der chemischen Industrie

Chemischen Gesellschaft, die de jure noch heute bestehen, da auf ihre Löschung im Vereinsregister bewußt verzichtet wurde; kann doch über ihr Weiterbestehen oder ihre Liquidierung nur von allen deutschen Chemikern entschieden werden.

1956 übersiedelte die Geschäftsstelle der Gesellschaft Deutscher Chemiker von Grünberg in das „Haus der Chemie“ in der Frankfurter Karlstraße — den Sitz des Verbands der Chemischen Industrie —, um 1962 ihr Domizil in dem von der Stadt Frankfurt errichteten „Carl-Bosch-Haus“ zu finden. Dieses war vor allem für die Aufnahme des Beilstein- und Gmelin-Instituts erbaut worden. Es beherbergt heute auch die „Adolf-von-Baeyer-Bibliothek in der GDCh“, welche aus der vom Fonds der chemischen Industrie begründeten „Chemischen Zentralbibliothek“ hervorgegangen ist. Dieser Fonds stellt gewissermaßen die Nachfolgeorganisation der früher erwähnten Fördergesellschaften dar, die 1957 im Vereinsregister gelöscht wurden.

In diesem Jahre kann nun die Gesellschaft Deutscher Chemiker auf eine 21jährige Tätigkeit zurückblicken, in der sie die bei ihrer Gründung geäußerte Absicht, die guten Traditionen ihrer beiden Vorgängerorganisationen fortzuführen, unter Beweis gestellt hat. Dazu haben die Mitarbeiter der Geschäftsstelle, vor allem der Hauptgeschäftsführer *Dr. Rudolf Wolf*, sowie die Mitarbeiter in den Redaktionen der Zeitschriften wesentlich beigetragen. Die Gesellschaft Deutscher Chemiker ist so in der Bundesrepublik und in Westberlin der Mittelpunkt für die wissenschaftlichen Bestrebungen auf dem Gesamtgebiet der Chemie geworden.

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

ratur der Jahre 1920—1929 und das noch nicht abgeschlossene 3. Ergänzungswerk umfaßt nun den Zeitraum von 1930—1949.

Weitere, von der Gesellschaft betreute Sammelwerke waren die Weiterführung des von *Max Richter* 1900 begründeten „Lexikons der Kohlenstoffverbindungen“ unter *Robert Stelzner* als „Literaturregister der organischen Chemie“ und das von *Max Konrad Hoffmann* betreute „Lexikon der anorganischen Verbindungen“.

Diese literarischen Unternehmungen erforderten recht beträchtliche Geldmittel, die nur durch Spenden der Industrie aufzubringen waren; sollten doch die Preise so niedrig gehalten werden, daß möglichst viele Chemiker sich diese Werke selbst kaufen konnten. Anlässlich des 50jährigen Bestehens der Gesellschaft erließ diese einen „Aufruf zu einer Sammlung“, deren Ergebnis — rund 2,5 Millionen Mark — als „Adolf-von-Bayer-Fonds“ die Fortführung der literarischen Arbeiten zunächst garantierte.

Kurz nach dem Tode *Hofmanns* waren im Vorstand Überlegungen angestellt worden, wie das Andenken an den ersten Präsidenten der Gesellschaft wachgehalten werden könne. Man hatte zunächst an ein „eindrucksvolles Denkmal“ gedacht, bald aber tauchten Pläne auf, ein „Hofmann-Haus“ als Mittelpunkt für die Gesellschaft zu schaffen, in dem gleichzeitig auch die literarischen Unternehmungen eine Heimstatt finden sollten. Durch Spenden finanziert, wurde das nach Plänen von *Otto March* in der Sigismundstraße 4 südlich des Tiergartens erbaute Haus am 20. Oktober 1900 von der Gesellschaft in einer festlichen Sitzung übernommen. Hier fanden bis 1945 die Zusammenkünfte der Mitglieder statt.

Ein Teil der Hofmann-Stiftung war für den Bau des Hauses mit verwendet worden. Der Rest war inzwischen durch weitere Stiftungen auf 43 000 Mark angewachsen, und der Vorstand beschloß, die Zinsen dieses Kapitals zur „Erteilung von Medaillen für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Experimentalchemie“ zu verwenden: Es wurde die goldene, von *Friedrich Schaper* entworfene „Hofmann-Medaille“ gestiftet, mit der in der Folgezeit ausländische Wissenschaftler ausgezeichnet werden sollten. Die Liste ihrer Träger enthält in der Zeit nach dem Ersten Weltkrieg auch einige deutsche Namen. Diesen Chemikern wurde die Medaille jedoch in einer silbernen Ausführung verliehen.

Die Zeit zwischen den Weltkriegen (1920—1945)

Am 15. Juli 1919 war *Emil Fischer* gestorben, der sich besonders in seinem letzten Lebensjahr um den Abbau der während des Krieges aufgerichteten Barrieren zwischen den Chemikern der Ententemächte und Deutschlands bemüht hatte. Auch für die Universität war dieser Verlust schwerwiegend, konnte doch erst 1921 das Ordinariat mit dem aus Wien berufenen *Wilhelm Schlenk* besetzt werden. Seinem zurückhaltenden Wesen entsprechend, trat *Schlenk* im Leben der Gesellschaft nur wenig hervor.

buch der anorganischen Chemie“ erworben, das nun in einer neuen, achten Auflage ab 1924 unter *Richard Joseph Meyer*, ab 1936 von *Erich Pietsch* herausgegeben wurde. Wie der „Beilstein“ erstrebte und erstrebt auch der „Gmelin“ eine vollständige, kritische Sammlung aller in der Literatur niedergelegten Tatsachen. Der „Gmelin“ trat an die Stelle des „Lexikons der anorganischen Verbindungen“, das nicht mehr weitergeführt wurde.

Von besonderer Bedeutung wurde die Gründung der Verlag Chemie GmbH am 1. April 1921, eines Gemeinschaftsunternehmens der Deutschen Chemischen Gesellschaft, des Vereins Deutscher Chemiker und des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands, des heutigen „Verbands der chemischen Industrie“. Der Verlag sollte auf kaufmännischer Grundlage die Veröffentlichungen der drei Gesellschaften verlegerisch betreuen. Als Geschäftsführer wurde der Leipziger Verleger *Herrmann Degener* gewonnen. Als dieser 1943 starb, übernahm *Eduard Kreuzhage* die Leitung. Ihm ist zu einem entscheidenden Teil der Wiederaufbau des Verlages in der Nachkriegszeit zu danken.

Die bald nach 1933 beginnende Neuordnung des Vereinswesens verschonte auch die Deutsche Chemische Gesellschaft nicht. Eingeleitet wurden diese Bestrebungen durch die Spaltung des „Deutschen Verbandes Technisch-wissenschaftlicher Vereine“ (DVT). Hier hatten einige Vereine, in denen bereits Nationalsozialisten in der Leitung tätig waren, die „Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit“ (RTA) gebildet, die 1934 den DVT zur Auflösung zwang. Ferner war neben dem Verein Deutscher Chemiker der „Bund Deutscher Chemiker“ als Zusammenschluß der politisch engagierten Vertreter dieses Faches entstanden. Am 23. April 1937 kamen alle diese Sonderbestrebungen mit der Bildung des „Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik“ (NSBDT) zu einem Abschluß: die technischen und wissenschaftlichen Vereine wurden einer der fünf Fachgruppen des NSBDT angeschlossen, in der jeweils ein Verein — in der Fachgruppe Chemie der Verein Deutscher Chemiker — mit der Führung der Mitglieder beauftragt wurde, während die übrigen Vereine — und so auch die Deutsche Chemische Gesellschaft — als Arbeitskreise im NSBDT geführt wurden.

Daß auch die Deutsche Chemische Gesellschaft reibungslos dem NSBDT angeschlossen wurde, während beispielsweise die Deutsche Physikalische Gesellschaft dieser Organisation nicht angehört hat, ist vor allem auf den Einfluß einiger Berliner Chemiker zurückzuführen, die maßgebende Positionen in der NSDAP besaßen. Die bedeutendsten Berliner Vertreter dieses Faches waren entweder wie *Fritz Haber* als Juden ausgeschaltet oder wie *Wilhelm Schlenk* als Opponenten an andere Universitäten abgeschoben worden. Widerstand war daher nur von den Chemikern außerhalb Berlins zu erwarten, deren Einfluß aber in Berlin leicht kompensiert werden konnte. Bei den Physikern hingegen verhinderte das Gewicht Berliner Forscher wie *Max von Laue* oder *Max Planck* die Einordnung ihrer Gesellschaft in den NSBDT. Wenn trotz

Vor allem aber traf die wirtschaftliche, in die Inflation einmündende Entwicklung die Gesellschaft empfindlich. Der Adolf-von-Bayer-Fonds war in seiner Substanz nicht zu erhalten, doch unter dem Einfluß *Carl Duisbergs* sicherte die chemische Industrie die Weiterführung der literarischen Arbeiten. Am 16. Juni 1920 wurde im Hofmann-Haus die „Adolf-Bayer-Gesellschaft zur Förderung der chemischen Literatur“ gegründet, deren Vorsitz *Carl Bosch*, nach seinem Tode *Carl Wurster* übernahm.

Zwei weitere Fördergesellschaften sind hier zu nennen, die auf der gleichen Grundlage finanziert wurden. Bereits während des Krieges, am 16. Dezember 1916, war unter dem Einfluß von *Hans Goldschmidt* der „Liebig-Stipendien-Verein“ entstanden, der jungen Chemikern eine finanziell unbelastete Weiterbildung an Universitäten erlauben sollte. Daneben war am 24. Oktober 1918 die „Deutsche Gesellschaft für den chemischen Unterricht“ gebildet worden, welche sich der während des Krieges vernachlässigten Institute annehmen sollte. Beide von der Industrie geförderten Organisationen schlossen sich am 27. September 1920 zur „Justus-Liebig-Gesellschaft zur Förderung des chemischen Unterrichts“ unter dem Vorsitz von *Carl Duisberg* zusammen. Schließlich ist noch die am 15. Juni 1920 gegründete „Emil-Fischer-Gesellschaft zur Förderung der chemischen Forschung“ zu erwähnen, welche den von *Emil Fischer* zur Förderung des Dahlemer Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie ins Leben gerufenen „Verein zur Förderung chemischer Forschung“ ablöste. Die Emil-Fischer-Gesellschaft hat vor allem dann die Arbeiten *Otto Hahns* ermöglicht, die zur Aufklärung des Kernspaltungsmechanismus führten.

Langsam gelang es der Deutschen Chemischen Gesellschaft in den Nachkriegsjahren, wieder zu einer gleichberechtigten Zusammenarbeit mit den ausländischen Organisationen zu gelangen. Die von der Gesellschaft 1911 mit begründete „Association Internationale des Sociétés Chimiques“ war nach dem Kriege erloschen. 1920 war in Rom die neue „Union Internationale de Chimie“ konstituiert worden — die heutige IUPAC — aber unter Ausschuß deutscher Mitglieder. Erst 1928 schlossen sich auf Anregung von *Alfred Stock* die Bunsengesellschaft, der Verein Deutscher Chemiker und die Deutsche Chemische Gesellschaft zum „Verband Deutscher Chemischer Vereine“ unter dem Vorsitz von *Fritz Haber* zusammen. Dieser Verband wurde 1929 als deutsche Vertretung in die Internationale Union aufgenommen.

1923 starb *Paul Jacobson*, welcher die literarischen Unternehmungen so lange betreut hatte. Nach seinem Tode kam es zu einer organisatorischen Neuverteilung der Aufgaben. Mit der Weiterführung der Arbeiten am „Beilstein“ wurde *Friedrich Richter* betraut, der dieses Werk bis zu seinem Tode im Jahre 1961 geleitet hat. Ebenfalls 1923 trat *Albert Hesse* von der Redaktion des „Chemischen Zentralblatts“ zurück, die nun *Maximilian Pflücke* und *Ernst Behrle*, ab 1928 *Pflücke* allein übertragen wurde. Bereits 1921 hatte die Deutsche Chemische Gesellschaft auch das 1817 von *Leopold Gmelin* begründete „Hand-

dieser Entwicklung die Deutsche Chemische Gesellschaft weitgehend von der politischen Strömung unbehelligt ihren wissenschaftlichen Aufgaben weiter nachgehen konnte, ist das auf den Einfluß ihrer Präsidenten wie *Alfred Stock* oder *Richard Kuhn* zurückzuführen.

Der Zweite Weltkrieg und die Bombenangriffe in seinem Gefolge erschwerten vor allem die literarischen Aufgaben der Gesellschaft. Pläne, durch Zusammenlegung der „Berichte“ und „Liebigs Annalen“ Papier einzusparen, konnten zwar in letzter Minute verhindert werden, wenn auch unter Beschränkung der Papierkontingente beider Zeitschriften, doch gestaltete sich der Druck immer schwieriger. 1943 wurde die Leipziger Druckerei *Metzger und Wittig*, in der das „Zentralblatt“ hergestellt wurde, zerstört, doch konnte relativ schnell in der Firma *Julius Beltz* in Langensalza ein Ersatz gefunden werden. Ebenfalls 1943 wurde die *Märkische Druckanstalt* in Berlin, die Druckerei der „Berichte“, schwer beschädigt. Zunächst bei *Buchbinder* in Neuruppin, dann bei *Herder* in Freiburg/Br. wurde der Druck noch aufrechterhalten, bis auch *Herder* im November 1944 völlig zerstört wurde. Der Verlag Chemie selbst verlor bei einem Angriff auf Berlin am 30. Januar 1944 sein Haus, und was hier noch gerettet werden konnte, wurde am 10. April 1945 in seinem Ausweichquartier in Eisleben zerstört.

In diesen Monaten entschied sich auch das Schicksal des Hofmann-Hauses. Kurz vor Kriegsausbruch sollte die Gesellschaft dieses Haus räumen, da das gesamte Gelände in die Neubauplanung für das Oberkommando des Heeres einbezogen war. Zu dieser Zeit prägte *Alfred Stock* den Satz: „Vom Speer getroffen, sinkt das Hofmannhaus ins Knie“, da die Pläne *Albert Speers* im Tiergartenviertel ein Ausweichen auf ein Gelände am Knie (heute Ernst-Reuter-Platz) notwendig machten. Gemeinsam mit der Wirtschaftsgruppe Chemische Industrie wollte die Gesellschaft hier nach Plänen des Architekten *Hans Freese* ein „Haus der Deutschen Chemie“ an der Fraunhofer- und Marchstraße errichten, doch kam es durch den Ausbruch des Krieges nicht mehr dazu. Die Gesellschaft blieb im Hofmann-Haus, das am 29. Januar 1944 durch Bomben bis zur ersten Etage vernichtet wurde. Die Reste, in denen die Geschäftsstelle noch notdürftig arbeitete, wurden bei den Kämpfen im April 1945 in Brand gesetzt.

Die Weiterführung der guten Traditionen

Mit dem Kriegsende war die weitere Tätigkeit der Deutschen Chemischen Gesellschaft und ihr Wirken in Berlin unmöglich geworden. Die Sorge ihrer in Berlin verbliebenen Mitarbeiter war daher vor allem darauf gerichtet, Wege für die Weiterführung der literarischen Unternehmen zu finden. *Erich Pietsch* hatte die von den Bomben verschonten Reste des Gmelin-Instituts in der Tiergartenstraße zunächst in seine Zehlendorfer Wohnung gerettet, und mit Hilfe der amerikanischen Besatzungsmacht wurde Mitte 1946 das Institut nach Clausthal-Zellerfeld verlegt und der Kaiser-Wilhelm-, dann Max-Planck-Gesellschaft angegliedert.

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>