

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

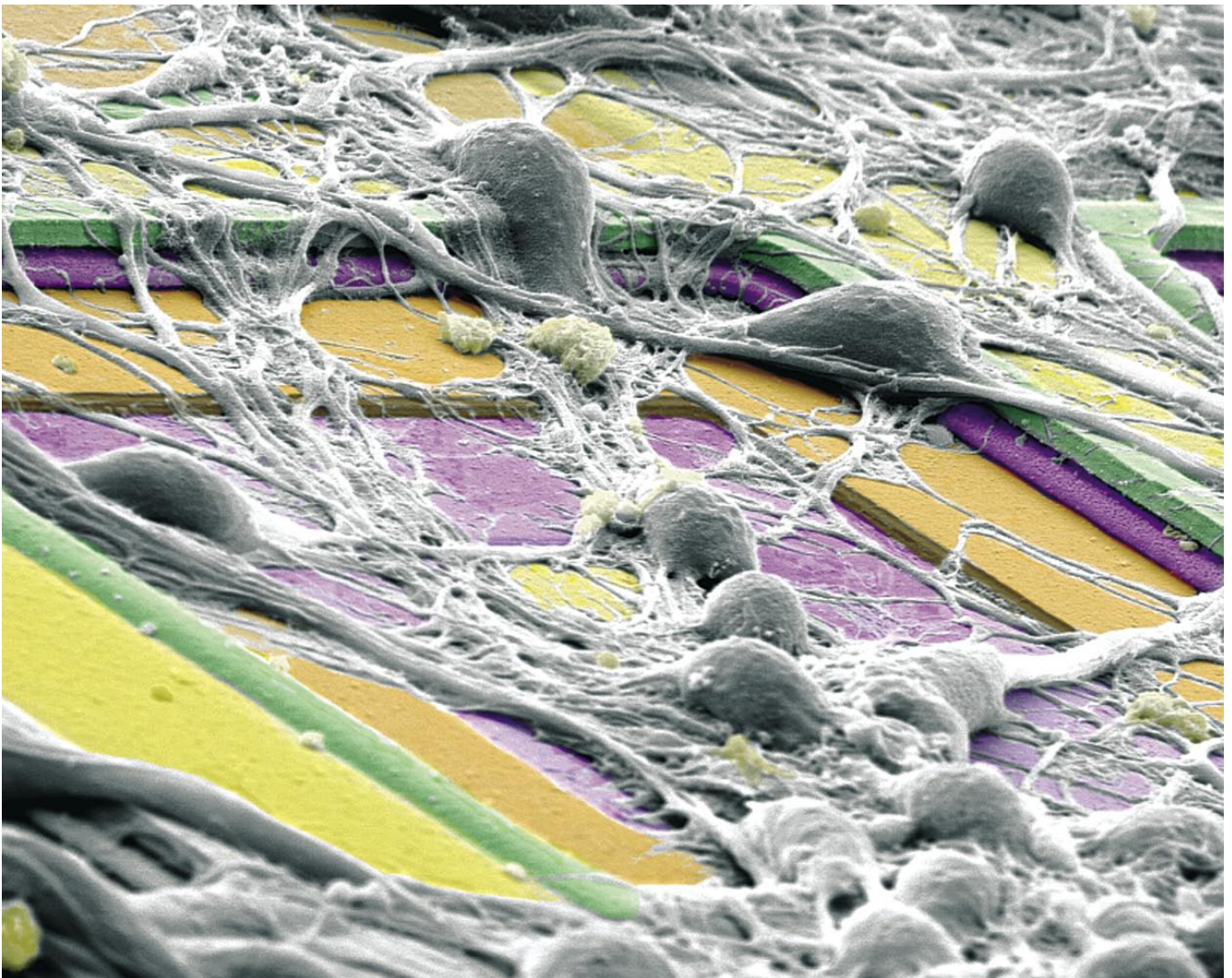
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- PAK-Analytik
- Cracken in der Mikrowelle
- Der CTA-Beruf
- Science4Life

Die Aufgaben der Laboranten und Chemotechniker im Laboratorium

Von Dr. W. Fresenius, Wiesbaden

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte haben sich wesentliche Veränderungen der Arbeitsverteilung in fast allen chemischen Laboratorien ergeben. Die verstärkte Überwachung der Produktion hat zur Durchführung einer großen Zahl von Untersuchungen in Form von Serienanalysen geführt. Eine Folge davon ist, daß akademisch ausgebildete Chemiker in immer stärkerem Maße aus der praktischen Arbeit des Laboratoriums herausgenommen werden und sich der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit in steigendem Maße an den Schreibtisch verlagert hat. Wenn dem Akademiker auch die verantwortliche Leitung und die Anregung der einzelnen Experimente, insbesondere bei Forschungsarbeiten, bleibt, so ist doch den im Laboratorium tätigen Kräften eine wesentlich höhere Verantwortung und in vielen Fällen auch Selbständigkeit gegeben. In erster Linie sind hier die Laboranten und Chemotechniker als die beiden ausgeprägtesten und auch für die Zukunft weiter zu entwickelnden Berufsgruppen zu nennen. Es muß aber erwähnt werden, daß zur Zeit die Fragen der Berufsausbildung der Laboratoriumskräfte im Flusse sind und daß noch zu klären ist, wie weit auch in Zukunft Laborfachwerker, chemisch-technische Assistenten, Chemiker, Chemie-Ingenieure, ausgebildet werden sollen und welche besonderen Aufgaben die einzelnen Gruppen jeweils zu übernehmen haben.

Die selbstverständlichen Grundlagen für jeden im Laboratorium Tätigen, die entweder bereits in einer Lehrzeit oder in einer Fachschule vermittelt werden müssen, sind eine technisch saubere Arbeit und eine sorgfältige Führung aller Versuchsprotokolle. Jeder einzelne muß sich immer wieder darüber klar werden, welche großen wirtschaftlichen Werte von der Zuverlässigkeit seiner eigenen Arbeit abhängen können.

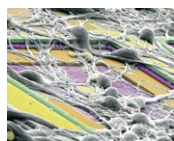
Die Anforderungen sind je nach Art des Laboratoriums und dem Ausbildungsgrad des einzelnen unterschiedlich. Von all denen aber, die ein

selbständigere verantwortungsvolle Stelle erstreben, muß heute verlangt werden, daß sie über den in der Ausbildung gelernten Stoff hinaus sich bemühen, die wesentlichen Fortschritte nicht nur auf ihrem unmittelbaren Arbeitsgebiet, sondern auch der benachbarten Fachgebiete zu verfolgen. Seien wir uns doch darüber klar, in welchem starkem Maße sich z. B. in der analytischen Chemie der Schwerpunkt von den auch heute noch in vielen Fällen unentbehrlichen gewichtsanalytischen Methoden über die klassische Form der Maßanalyse zu der Anwendung physikalisch-chemischer Verfahren verlagert hat. Auf der einen Seite ermöglichen diese physikalisch-chemischen Verfahren eine starke Mechanisierung der Arbeit, auf der anderen Seite verlangen sie aber — abgesehen von dem technischen Verständnis — ein höheres Maß von Kritik bei ihrer Anwendung, und es ist deshalb erforderlich, daß der verantwortungsbewußte Mitarbeiter im Laboratorium sich über die Schwierigkeiten und Fehlermöglichkeiten der einzelnen Methoden Gedanken macht, um auftretende Unregelmäßigkeiten zum Mindesten zu erkennen.

Bei der qualitativen und quantitativen Analyse stehen wir außerdem in einer Entwicklung von den bisher üblichen Verfahren zur Anwendung mikroanalytischer Methoden, die eine wesentliche Ersparnis an Reagenzien und Zeit ermöglichen. Parallel damit laufen die Bestrebungen, an Stelle der Trennungsgänge spezifische Reaktionen zu setzen. Auch biologische Verfahren gewinnen anscheinend an Bedeutung. Die bisher vielfach vernachlässigte Analyse organischer Stoffe ist nicht zuletzt durch die Entwicklung der zahlreichen Kunststoffe stark belebt worden, und gerade in den letzten Jahren wurden manche grundsätzlich neuen Untersuchungsmöglichkeiten entwickelt. Auch auf dem Gebiet der präparativen Chemie sind wesentliche Fortschritte erzielt worden.

Es muß daher das Bestreben jedes einzelnen bleiben, über die besonderen Kenntnisse auf seinem Spezialgebiet und über die bei seiner Ausbildung erworbenen Kenntnisse hinaus sich ständig zu bemühen, mit den Entwicklungen auf den verschiedenen Gebieten in Berührung zu bleiben.

Ab Seite 221 geht Friedemann Stooß auf das Berufsbild der Chemisch-technischen Assistenten ein. Er macht darin auf die breite Spanne aufmerksam, die das Berufsfeld abdeckt — bis hin zu Überlappungen mit den Aufgaben eines Diplom-Chemikers. Schon in der ersten Ausgabe der CLB im Jahre 1950 forderte unser Herausgeber der ersten Stunde, Prof. Wilhelm Fresenius, ein „höheres Maß von Kritik“ bei der Arbeit. In dem Artikel oben beschreibt er die wachsende Verantwortung und die sich daraus ergebenden Aufgaben für den Beruf.



Zum Titelbild: Das Bild zeigt einen neuronalen Silizium-Hybrid-Netzwerksensor zum Monitoring neuronaler Aktivitätszustände und Substanzwirkungen (Abb.: Uni Rostock, Innovationsnetzwerk Biosystemtechnik).

Bessere Schmerztherapie bei Krebs durch Pharmatests mit Neuronen auf Chips

Derzeit werden die Schmerzen von Krebspatienten vor allem mit Opiaten behandelt, die den Schmerz hemmen, aber oft nicht gut vertragen werden. Die ohnehin geschwächten Patienten leiden dann häufig unter Atemproblemen, Schweißausbrüchen, Verdauungs- oder Bewusstseinsstörungen. Ein neues Forschungsprojekt der EU mit elf Partnern aus sechs Ländern, dabei eine Rostocker Forschergruppe des Landesforschungsschwerpunktes „Innovationsnetzwerk Biosystemtechnik“, setzt neue Wirkstoffe ein, die mit Verfahren der kombinatorischen Chemie synthetisiert worden sind, intelligenten Suchverfahren in Substanzbibliotheken und Multi-Komponentenreaktionen.

Man weiß heute, dass die Rezeptor-Moleküle, über die die Schmerzempfindung von den befallenen Organen zum Rückenmark und dann zum Gehirn geleitet wird, bei Entzündungen oder Tumorerkrankungen verändert sind. Die Blo-

ckade dieser veränderten Schmerzrezeptoren durch „smart drugs“ verspricht eine bessere Wirkung als der Einsatz von traditionellen Medikamenten mit nur einem Wirkort. Die neuen Medikamente greifen nicht nur spezifisch an den veränderten Rezeptoren an, sondern blockieren auch die Weiterleitung der Schmerzsignale an das Gehirn auf mehreren Ebenen zugleich.

Die Substanzen werden mit dem in Rostock entwickelten Sensorsystem NeuroSensorix (siehe Abbildung) getestet. Netzwerke aus lebenden Nervenzellen werden auf einem Siliziumchip gezüchtet, der mit Ableitelektroden zur Messung der elektrischen Signale versehen ist. Werden Medikamente zugegeben, treten Veränderungen der elektrischen Kommunikation im Netzwerk auf, die in einem Computer ausgewertet werden. Die Ergebnisse sind aussagekräftiger als solche, die in Tierversuchen gewonnen wurden.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

an manchen englischen Universitäten, insbesondere Oxford und Cambridge, gibt es eine umfassende Betreuung der Studenten. Tutoren kümmern sich um das Fortkommen eines jeden Einzelnen bis zu Examen, und Colleges bieten ein angenehmes Wohn- und Arbeitsumfeld mit Vollversorgung, und noch nach vielen Jahren ist man als „Ehemaliger“ (wie meine Frau) ein gern



gesehener Gast. Dies habe ich kürzlich in Cambridge erlebt – aber auch in Deutschland: Bei der 50-Jahr-Feier des VDC vermittelte mir das gastgebende Institut Dr. Flad eine ähnliche Atmosphäre, wie ich es in Kürze näher beschreiben werde. In dieser CLB beleuchtet zunächst der Arbeitsmarkt-Experte Friedemann Stooß nach einem Vortrag anlässlich der VDC-Feier das Berufsbild CTA und die Vorteile der Vertretung durch einen Verband (ab Seite 221). Unterstützung durch Tutoren und Verbände tragen auch dazu bei, dass man nicht so leicht ins Schlingern gerät. Vielleicht mögen ja deshalb die Studenten

in Cambridge auf dem Fluss Cam (und auf andern Gewässern in Oxford) ihr „Punting“ (vergleichbar dem „Stoherkahn-Fahren in Tübingen). Unter ständiger Gleichgewichtssuche stößt dabei der Bootsführer das Boot mit einem langen Stab vom Flussboden ab ;-)

Standssicherheit haben auch Jörg Gramich und Philipp Klein bewiesen – durch unermüdliche Versuche zum Thema „Cracken mit Plasma in der Mikrowelle“. Dies hat ihnen den 1. Platz in Chemie des diesjährigen Bundeswettbewerbs „Jugend forscht“ beschert. In dieser CLB berichten Sie ab Seite 213. Und auch die Unternehmen, die bislang an dem Businessplan-Wettbewerb „Science4Life“ teilgenommen haben müssen ihre Standfestigkeit in der rauen Wirtschaftswelt ständig unter Beweis stellen (siehe den Bericht unseres CLB-Autors Prof. Wolfgang Hasenpusch ab Seite 228).

So kurz der Weg vom Forscher zur Firma heute auch sein mag, so sehr sich mit wissenschaftlichen Ideen bei guter Umsetzung auch Geld verdienen lässt: Mit anderer Leute Geld handeln bringt immer noch mehr ein. Die 25 Top-Verdiener unter den Managern von Hedge-Fonds erhielten 2005 im Durchschnitt 363 Millionen Dollar, 45 Prozent mehr als 2004!

Sich abzuschotten gegen die globalen Gewinnmaximierungs-Mechanismen, die dahinter stecken, wäre aber nur ein Rückschritt in Protektionismus und staatlichen Dirigismus, der der Wirtschaft – und damit auch dem Einzelnen – noch weniger dienlich ist als Ausuferungen der oben genannten Art. Entscheidend für eine relative Sicherheit im Einkommen ist eine hohe berufliche Qualifikation. Das zeigt beispielhaft ein Weg, den die Degussa geht (Seite 204): Weniger anspruchsvolle, nicht patentgeschützte Feinchemie wird jetzt bei einem Joint Venture-Partner in China produziert. Dafür hat man hierzulande mehr Kapazitäten frei für technisch anspruchsvolle Synthesen patentgeschützter Pharma-Grundlagenchemikalien, die hier Arbeitsplätze sichern helfen. Das bedeutet natürlich auch, dass immer mehr Wert auf gute Ausbildung gelegt werden muss.

Noch eine Geldfluss-bezogene Bemerkung: Auch wenn es ebenfalls ein Wirtschaftszweig ist, würde ich mich freuen, wenn in die Rüstungsindustrie weniger Geld flösse. Die Dollardruck-Maschine in den USA erlaubt offenbar Rüstungsausgaben in bislang unbekannt maßloser Höhe. 48 Prozent der weltweiten Rüstungsausgaben leisten sich die USA. Und diese weltweiten Ausgaben sind im vergangenen Jahr auf sagenhafte 950 Milliarden Euro gestiegen! Man kann nur hoffen, dass weder eine Geld- noch eine Waffenblase platzt.

Ihr

INHALT

Aufsätze

PAK-Analytik partikulär belasteter Wässer mit RP-Extraktionsscheiben Vorbereitung eines GC-MS Verfahrens für die ISO-Normung _____	208
Jugend forscht: Langkettige Kohlenwasserstoffe abbauen Cracken mit Plasma in der Mikrowelle _____	213
Berufsverständnis und -perspektiven von Verbandsarbeit und Individualinteressen der CTA Bilanz positiv – Vorteile sichern _____	221

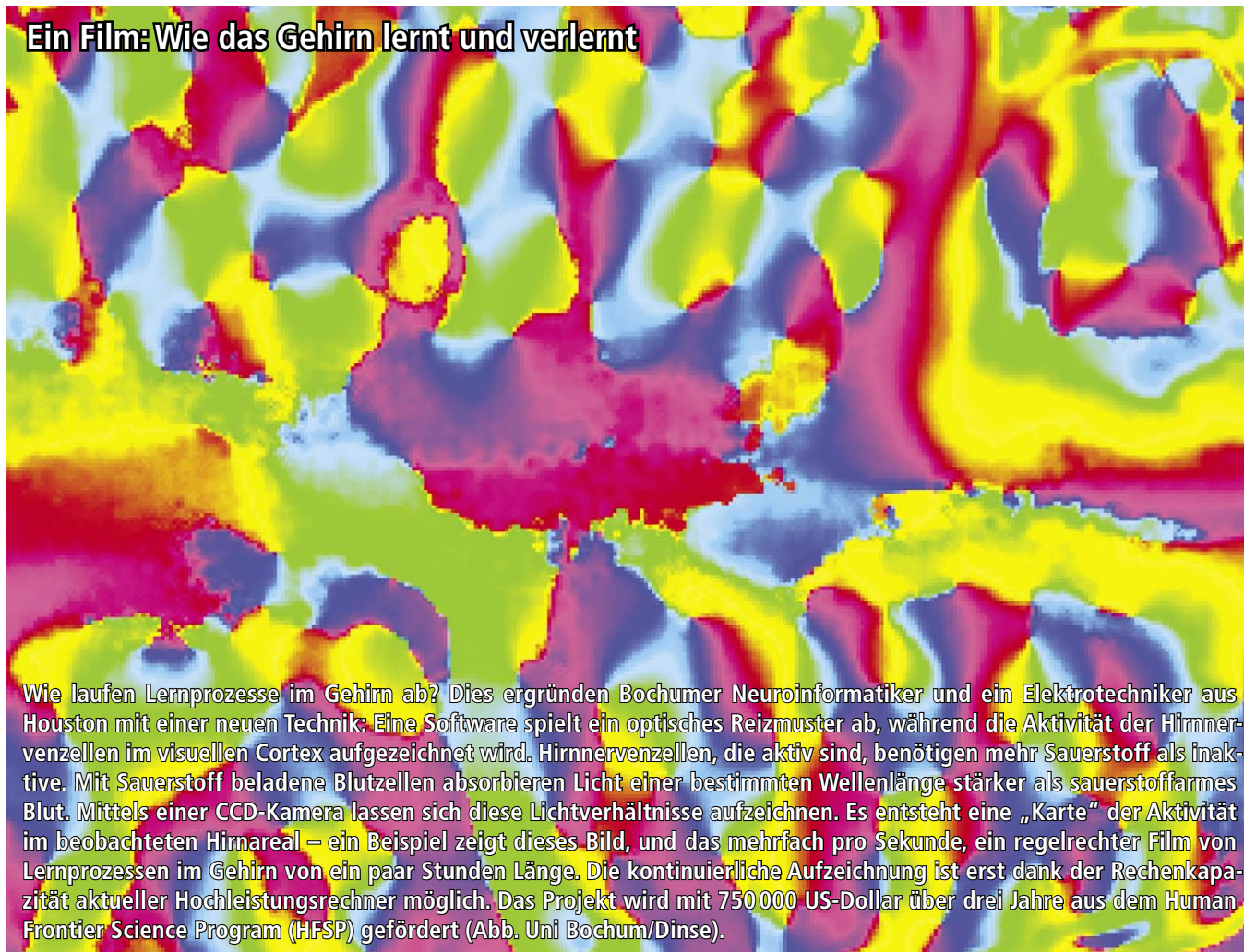
Rubriken

Editorial _____	201
Impressum _____	203
F & E im Bild _____	203
Unternehmen _____	204
Personalien _____	206
Förderungen / Preise _____	207
Umschau	
Acht Jahre Businessplan-Wettbewerb „Science4Life“ _____	228
Forschung und Technik _____	232
Literatur _____	236
Neue Produkte _____	237
Bezugsquellenverzeichnis _____	239

CLB-Memory

Menschen schätzen Gewichte auf fünf Prozent genau So entstand die Gewichtseinheit Karat _____	M41
„Jugend forscht“-Finale 2006 in Freiburg Kunststoff-Recycling in umgebauter Mikrowelle _____	M43
Endgültige Bewertung des Verbraucherministeriums nicht möglich Druckfarbenbestandteile in Lebensmitteln _____	M44
Stellungnahmen zur geplanten Oberstufenreform in Bayern Nur noch ein naturwissenschaftliches Fach _____	M46
Chemiker für Mikroverfahrenstechnik gesucht Mikrofabriken für Unis bauen ... _____	M47
Elemente und ihre Darstellung und Gewinnung Die Chalkogene – es kann mehr als eine Antwort richtig sein _____	M48

Ein Film: Wie das Gehirn lernt und verlernt



Wie laufen Lernprozesse im Gehirn ab? Dies ergründen Bochumer Neuroinformatiker und ein Elektrotechniker aus Houston mit einer neuen Technik: Eine Software spielt ein optisches Reizmuster ab, während die Aktivität der Hirnnervenzellen im visuellen Cortex aufgezeichnet wird. Hirnnervenzellen, die aktiv sind, benötigen mehr Sauerstoff als inaktive. Mit Sauerstoff beladene Blutzellen absorbieren Licht einer bestimmten Wellenlänge stärker als sauerstoffarmes Blut. Mittels einer CCD-Kamera lassen sich diese Lichtverhältnisse aufzeichnen. Es entsteht eine „Karte“ der Aktivität im beobachteten Hirnareal – ein Beispiel zeigt dieses Bild, und das mehrfach pro Sekunde, ein regelrechter Film von Lernprozessen im Gehirn von ein paar Stunden Länge. Die kontinuierliche Aufzeichnung ist erst dank der Rechenkapazität aktueller Hochleistungsrechner möglich. Das Projekt wird mit 750 000 US-Dollar über drei Jahre aus dem Human Frontier Science Program (HFSP) gefördert (Abb. Uni Bochum/Dinse).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Wer-
ner Günther, Düsseldorf; Prof. Dr. Wolf-
gang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Hans
Dietrich Martin, Köln; PD Dr. Röbbbe
Wünschiers, Köln.

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit
der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft
– außerhalb des Abonnements – 8,60
Euro, im persönlichen Abonnement jähr-
lich 91,35 Euro zuzüglich Versandkosten;
ermäßigter Preis für Schüler, Studen-
ten und Auszubildende (nur gegen Vor-
lage der Bescheinigung) jährlich 70,45
Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel
und den Verlag. Das Abonnement ver-
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-
zugsjahres Kündigung erfolgt.

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder
des VBTA, des VCÖ sowie des VDC erhal-
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

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

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Sartorius und die Wave Biotech AG aus der Schweiz werden zusammen eine neue Generation von Einweg-Bioreaktoren entwickeln. Dabei werden neue Technologien von Sartorius wie Einwegsensorik, Einwegkonnektoren und Einweg-Rühr- und Steuerungstechnik eingesetzt.

Die Tübinger Synovo GmbH untersucht im Auftrag der Pharmaindustrie neu entwickelte Wirkstoffe auf ihre entzündungshemmende Wirkung. Synovo konnte in zwei Jahren die Anzahl der Mitarbeiter von drei auf 32 erhöhen. Das biopharmazeutische Unternehmen Bone Medical Ltd. aus Perth, Australien, kooperiert mit der Synovo GmbH bei Präparaten gegen Osteoporose und Arthritis.

Shimadzu feiert 2006 das 50. Jubiläum seiner GC-Historie. Den ersten Gas-Chromatograph in Japan hat Shimadzu 1956 vorgestellt, und ein Jahr später mit dem GC-1A das erste Serienmodell produziert. Zum 50. Jahrestag stellt Shimadzu das marktweit beste GCMS-System vor, das GCMS-QP2010 Plus.

Die Sloning Biotechnology GmbH hat ein Patent erhalten, das einen grundlegenden Schutz der Sloning-spezifischen DNA-Bausteinbibliothek sowie deren Verwendung zum Aufbau von synthetischen Genen beinhaltet. Internationale Äquivalente dieses Patents sind auch in anderen wichtigen Märkten wie USA und Japan angemeldet. Im Sloning-Verfahren werden doppelsträngige DNA-Bausteine über enzymatische Prozesse verknüpft. Sowohl Bausteine als auch Prozesse sind dabei standardisiert und können auf eine Automationsplattform übertragen werden.

Qiagen, ein führendes Unternehmen für Produkte zur Molekular Diagnostik, hat den 2006 Frost & Sullivan Competitive Strategy Leadership Award erhalten. Damit sollen erfolgreiche Wachstumsstrategien im Raum Asien-Pazifik anerkannt werden.

Freudenberg eröffnet in Oberwilt/Südbaden eine neue Fabrik für hochwertige O-Ringe. In die Werkhalle, Maschinen, Anlagen sowie Prüf- und Laboreinrichtungen wurden 2,5 Mio Euro investiert. O-Ring 2010 nennt Freudenberg das Konzept, in das Erfahrungen des japanischen Partners NOK eingeflossen sind.

Bayer Technology Services GmbH (BTS) und Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG haben vereinbart, kundenspezifische online-Analytik-Technologien für Anlagen der Prozessindustrie gemeinsam zu vermarkten. Die beiden Partner werden Projekte zur Analyse von Gas- und Flüssigkeitsströmen gemeinsam akquirieren und abwickeln.

Applied Biosystems wird für eine Serie von Biomarker-Studien in der Krebsforschung mit der Core Genotyping Facility, SAIC-Frederick, Inc. zusammenarbeiten. SAIC-Frederick, Inc. ist dem National Cancer Institute (NCI) angeschlossen, und wird von diesem auch finanziert. Für die Studien werden Applied Biosystems' Genotyping Assays eingesetzt.

HLH BioPharma Vertriebs GmbH siegt vor Gericht Lactobact kein Arzneimittel

Lactobact omni FOS ist in Deutschland zu Recht als Nahrungsergänzungsmittel im Verkehr, so das Oberverwaltungsgericht in Münster. Geklagt hatte die HLH Bio Pharma Vertriebs GmbH zusammen mit ihrem holländischen Lieferanten Winclove Bio Industries BV.

Ihr Produkt mit probiotischen Bakterienstämmen, hierzulande seit 1997 erhältlich, sollte nach Ansicht der deutschen Behörden zunächst als Arzneimittel eingestuft werden. In den Niederlanden ist es dagegen seit über zehn Jahren als Nahrungsergänzungsmittel im Supermarkt frei verkäuflich.

In Pulverform werden die Bakterienstämme zur Unterstützung der Verdauung eingesetzt, ihnen wird

eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben. Das Oberverwaltungsgericht (OVG) ist mit der Qualifizierung von Lactobact omni FOS als Nahrungsergänzung also zum gleichen Ergebnis gekommen wie zuvor bereits die Niederlande.

Nach einer Entscheidung des Europäischen Gerichtshofes, den das OVG in dieser Frage angerufen hatte, müssen die Gerichte in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union aber auch künftig in jedem Einzelfall neu entscheiden, ob ein Probiotikum, Mineralienpräparat oder Vitaminprodukt in ihrem Land als Arzneimittel oder als Nahrungsergänzung gelten soll, unabhängig davon, ob und wie andere Staaten in Europa diese Frage beantwortet haben.



Bei der Exklusivsynthese geht Degussa neue Wege: Das Unternehmen mit Sitz in Düsseldorf gründet ein Jointventure mit der chinesischen Firma Lynchem (Foto links: Lynchem-Gründer Yuncai Wang). Die Exklusivsynthese gehört bei Degussa zur Feinchemie und stellt insbesondere Produkte für die Pharmaindustrie her. In China will man künftig hauptsächlich Vorprodukte nicht patentgeschützter Pharmaka herstellen lassen. Hochkomplexe Synthesen für patentgeschützte Produkte stellt man weiterhin in Deutschland her und investiert in die Standorte Hanau-Wolfgang sowie Dossenheim bei Heidelberg und Seal Sands/UK. So stellt Degussa den Bereich Feinchemie auf eine wettbewerbsfähigere Basis, sichert gleichzeitig Kapazitäten in Deutschland. Die werden u.a. für langfristige Lieferverträge mit dem kalifornischen biopharmazeutischen Unternehmen Gilead Science (Foto rechts: Gilead-Vize Ernest Prisbe) benötigt, Vertragsvolumen 200 Mio. Euro. Das Gesamtkonzept bezeichnete Dr. Alfred Oberholz, stellv. Vorstandsvorsitzender der Degussa (Foto: 3.v.r.; Foto: RK), kürzlich in Frankfurt als horizontale Integration. In zwei Jahren will er so die knapp schwarzen Zahlen der Exklusivsynthese zur Profitabilität steigern. Man will in der Exklusivsynthese mit 15% etwas stärker als der Weltmarkt (10-12%; Gesamtvolumen: 10-12 Mrd. Euro) wachsen, setzt zur Zeit mit dem Geschäftsbereich Exklusive Synthesis & Catalysts 500 Mio. Euro um. RK

BASF übernimmt Engelhard und CropDesign

Übernahmepoker gewonnen

Die BASF hat nach monatelangem Ringen den milliardenschweren Übernahmepoker um den amerikanischen Spezialchemie- und Katalysatorenhersteller Engelhard für sich entschieden. Durch die Übernahme des belgischen Biotechnologie-Unternehmens CropDesign ist das Pflanzenbiotechnologie-Unternehmen der BASF, BASF Plant Science, nun führend in genetischen Merkmalen zur Entwicklung ertragreicherer Nutzpflanzen wie Mais, Sojabohnen und Raps.

Als Folge des Zusammenschlusses ist Engelhard nun eine 100%ige Beteiligungsgesellschaft der BASF. Durch den Zusammenschluss der beiden Unternehmen werde BASF ein weltweit führender Anbieter im wachsenden Katalysatorenmarkt, sagte BASF-Chef Jürgen Hambrecht. Gleichzeitig werde das Unternehmen in Wachstumsmärkte wie Spezialpigmente expandieren. Die rund fünf Milliarden Dollar schwere Übernahme von Engelhard ist für die Ludwigshafener der größte Zukauf der Fir-

mengeschichte. Engelhard hatte im abgelaufenen Geschäftsjahr 2005 mit 7100 Mitarbeitern einen Umsatz von knapp 4,6 Milliarden Dollar und einen Nettogewinn von 246,3 Millionen Dollar erzielt.

Die mehr als 70 Mitarbeiter von CropDesign werden am Standort in Gent, Belgien, weiterarbeiten, der als neue Forschungseinheit in die BASF Plant Science Plattform integriert wird. CropDesign hat sich auf Traits spezialisiert, die Erträge bei Nutzpflanzen wie Reis und Getreide erhöhen oder diese beispielsweise widerstandsfähiger gegen Trockenheit machen. Unter einem Trait versteht man eine wirtschaftlich wichtige Eigenschaft einer Nutzpflanze, die durch entsprechende Gene gesteuert wird.

In 15 Jahren werden fast acht Milliarden Menschen auf der Erde leben, 1,5 Milliarden mehr als heute. Überdies wird der zunehmende Einsatz von Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe, zum Beispiel als Biokraftstoff oder als Biopolymere, das Problem der begrenzten Verfügbarkeit von Agrarflächen verschärfen.

Brenntag in Frankreich

Brenntag eröffnete in Montville bei Rouen ein modernes Logistikzentrum und baut damit seine Position auf dem französischen Markt weiter aus.

Die Firma betreibt vom Standort Montville aus die Distribution von Säuren und Laugen sowie Lösemittel und Feststoffe, die unter anderem in der Lebensmittel-, Pharma-, Kosmetik-, Beschichtungs- und Reinigungsmittelindustrie eingesetzt werden. In Montville wurden die Aktivitäten von drei ehemaligen Standorten der Region Normandie zusammengeführt. Mit einem Investitionsvolumen von 16 Millionen Euro bietet das neue Lager 4500 Kubikmeter Tankvolumen auf rund 100 000 Quadratmetern Fläche. Der Standort erfüllt nicht nur die aktuellsten Auflagen in Umweltschutz, Qualität und Sicherheit, sondern geht bereits über die hohen gesetzlichen Vorschriften hinaus: Das neue Logistikzentrum ist nach DIN ISO 9001 zertifiziert und ESAD auditiert. Des Weiteren erfüllt Montville sämtliche Auflagen zur Zertifizierung nach DIN ISO 14001. In dem Logistikzentrum wurde zudem eine neue Mischanlage auf 3000 Quadratmetern installiert.

Bayer AG übernimmt Schering AG

Deutschland's Pharma-Riese

Nach dem erfolgreichen Übernahmeangebot von Bayer für Schering blicken beide Konzerne mit Zuversicht in die gemeinsame Zukunft. Vorstandsvorsitzender der künftigen „Bayer Schering Pharma“ mit Sitz in Berlin wird Arthur Higgins, der in Personalunion auch weiterhin dem gesamten Teilkonzern Bayer HealthCare vorstehen wird.

Dem Vorstand von Bayer Schering Pharma sollen außerdem Dr. Ulrich Köstlin (Primary Care, Gynäkologie, Andrologie, Diagnostic Imaging

in Europa, Asien und Japan) und Prof. Marc Rubin (Forschung und Entwicklung) von Schering sowie Dr. Gunnar Riemann (Onkologie, Hämatologie, Kardiologie, Dermatologie, Spezial-Therapeutika, Regionen Nord- und Südamerika) und Werner Baumann (Leiter Central Administration and Organization) von Bayer angehören. Schering-Vorstandsvorsitzender Erlen wird auch dem neuen Unternehmen zur Verfügung stehen.

Die Übernahme von Schering ist die bislang größte Transaktion in der Geschichte des Bayer-Konzerns. Die

Geschäfte der beiden Unternehmen ergänzten sich sinnvoll und folgen der gleichen strategischen Ausrichtung. So kontrolliert Bayer jetzt 88 Prozent der ausstehenden Aktien von Schering. Davon wurden rund 42 Prozent an der Börse oder direkt erworben und weitere 46 Prozent im Rahmen des öffentlichen Übernahmeangebots angedient.

Auf der Basis der Zahlen von 2005 wird das neue Unternehmen einen Umsatz von über neun Milliarden Euro haben; es ist damit das größte Pharma-Unternehmen in Deutschland.

DAB Der Deutsche Akademikerinnenbund (DAB), mit Sitz in Lübeck, hat für die Wahlperiode 2006 bis 2008 **Prof. Dr. Elisabeth de Sotelo** zur neuen Bundesvorsitzenden gewählt. Damit endete satzungsgemäß die Wahlperiode für Dagmar Pohl-Laukamp als Vorsitzende des DAB. De Sotelo ist seit 1991 Professorin für Frauenforschung und Weiterbildung an der Universität in Koblenz. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind u. a. Theorien zu Bildung und Beratung von Frauen, Genderstudies und Frauenforschung in Europa.

FZ JÜLICH Im Oktober 2006 wird **Prof. Dr. Achim Bachem** die Nachfolge von Prof. Dr. Joachim Treusch als Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich antreten. Prof. Bachem ist seit 1996 Vorstandsmitglied des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das Forschungszentrum Jülich ist die größte multidisziplinäre Forschungsinstitution in Europa. Gesellschafter sind zu 90 Prozent der Bund und zu 10 Prozent das Land Nordrhein-Westfalen.

GRS Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH hat den Juristen **Herrn Hans Steinhauer** zum neuen kaufmännisch-juristischen Geschäftsführer bestellt. Er tritt im August 2006 die Nachfolge von Herrn Dr. Walter Leder an. Bisher leitete Steinhauer die Stabsstelle Technik und Recht bei der Geschäftsführung der GRS. Zudem vertritt er die Geschäftsführung des Tochterunternehmens ISTec als Prokurist.

NCE NCE Discovery Ltd, ein Unternehmen für Spezialchemie und Arzneimittelentwicklung in der Medizin, hat **Dr. Trevor Perrior** zum Chief Scientific Officer gewählt. Dr Perrior war Direktor von NCE Research und Head of Chemistry bei Celltech, UK. Er hat weitreichende Erfahrungen in der Arzneimittelentwicklung, unter anderem durch seine 10-jährige Tätigkeit als senior research executive bei AstraZeneca.

EHRUNGEN

Sechs Wissenschaftler erhalten jedes Jahr für ihre Leistungen den mit je 16 000 Euro dotierten **Heinz Maier-Leibnitz-Preis** der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Einer der Preisträger 2006 ist **Dr. Laure Bally-Cuif**. Sie leitet eine von der VolkswagenStiftung mit 1,45 Millionen Euro geförderte und an der TU München eingerichtete Nachwuchsgruppe, die die Mechanismen untersucht, welche Entwicklung und Funktion des Nervensystems von Wirbeltieren steuern.



Das europäische Patentamt und die europäische Kommission zeichnen **Professor Peter Grünberg** aus Jülich mit dem Preis „Europäischer Erfinder des Jahres“ aus. Sie würdigen damit seine Entdeckung des Riesenmagnetowiderstands (Giant Magnetoresistance) im Jahr 1988. Der GMR-Effekt brachte den Durchbruch zu Giga-Byte-Festplatten. Zusammen mit Albert Fert aus Paris gilt Grünberg als Begründer der Zukunftstechnik Spintronik.



Dr. Jan Adams von EMBL Ventures ist in das **Kauffman Fellows Program** aufgenommen worden. Das Program wurde 1994 als Teilbereich der Kauffman Foundation in den USA gegründet und gehört zu den weltweit anerkanntesten Fortbildungsprogrammen in der Venture Capital Branche. Jan Adams ist promovierter Biochemiker und seit 2002 als Investment Manager bei EMBL Ventures tätig.

Das **Christian Doppler Labor für Mykotoxin-Forschung im Department für Agrarbiotechnologie der Universität Wien** hat den zweithöchsten österreichischen Forschungs-Preis, den mit 50 000 Euro dotierten **Dr. Wolfgang Houska Preis**, für seine Arbeiten zum Screening von Mykotoxinen im Weizen erhalten.



Die Fakultät für Chemie der TU München und die Pinguin-Stiftung verliehen dem Chemiker **Prof. Achim Müller** von der Universität Bielefeld die **Wilhelm-Manchot-Forschungsprofessur 2006**. Damit werden Müllers Beiträge zur anorganischen Nanochemie, insbesondere seine Arbeiten zur Bildung, Struktur und Funktionschemie von Polyoxometallverbindungen gewürdigt. Prof. Müller führte richtungsweisende Arbeiten zu Übergangsmetallkomplexen und deren elektronischen Struktur durch.

Die Philipps-Universität in Marburg verleiht den **Emil von Behring-Preis 2006** erstmals an zwei Preisträger: **Prof. Dr. Gerhard Gottschalk** und **Prof. Dr. Werner Goebel**. Die beiden Immunbiologen werden damit für ihre überragenden Verdienste um die Mikrobiologie geehrt. Beide Preisträger haben mit dem Aufbau von Genom-Kompetenznetzwerken dazu beigetragen, dass die bakterielle Genomforschung in Deutschland eine führende Position errungen hat. Der Impfstoffhersteller Novartis Behring, eines der Nachfolgeunternehmen der Behringwerke, sponsert das Preisgeld von insgesamt 25 000 Euro.

Die Alexander von Humboldt-Stiftung vergibt gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft erstmalig den **Fraunhofer-Bessel-Forschungspreis** für junge Spitzenwissenschaftler aus den USA. Die mit bis zu 55 000 EUR dotierten Preise ermöglichen den Preisträgern, für die Dauer von sechs bis zwölf Monaten mit Fachkollegen an einem der Institute der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland zusammenzuarbeiten. Ausgezeichnet wird der 39-jährige Materialforscher **Professor Dr. Wolfgang Windl**, einer der führenden Experten in der jungen Disziplin der Computational Nanoscience. Seit 2001 forscht Windl am Department of Material Science and Engineering der Ohio State University in Columbus.

Fördern bis zum Prototyp

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) will den Erkenntnis transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verbessern. Die Transfer- und Gründungsprojekte sollen es jungen Postdocs und Wissenschaftlern im Emmy Noether-Programm ermöglichen, im industriellen Umfeld eigenverantwortlich Projekte durchzuführen, die Resultate ihrer Forschungsarbeit mit den Bedürfnissen der Industrie in Einklang zu bringen oder eigene Erkenntnisse bis zur Entwicklung

eines Prototyps voranzutreiben. Finanziert werden sollen Vorhaben, die aus besonders erfolgreichen, bereits von der DFG geförderten Projekten erwachsen. Neben der wissenschaftlichen Qualität der Ergebnisse ist dabei das Potenzial für die Weiterentwicklung bis zur Marktreife wichtigstes Kriterium. Weiterführende Informationen beim Ansprechpartner in der DFG-Geschäftsstelle Dr.-Ing. Andreas Engelke, Tel 0228 885 2523, E-Mail: andreas.engelke@dfg.de.

Deutschland als Forschungsstandort in Europa

Die Initiative der Bundesregierung zum internationalen Marketing für den Forschungsstandort Deutschland soll in wichtigen Zielländern die Attraktivität Deutschlands und seiner Forschungslandschaft präsentieren. Mittel-, Ost- und Südosteuropa zählen bereits seit einigen Jahren zu den dynamischen Wirtschaftsregionen der Welt. Deshalb fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit einem Ideenwettbewerb Forschungsmarketingmaßnahmen innovativer Forschungs- und Entwicklungsnetze in diesem Raum. Schwerpunkte sind anwendungsorientierte Forschungsthemen, die den Förderprogrammen des BMBF zugeordnet werden können. Die Förderung zielt auf folgende Aktivitäten: Präsentation des FuE-Netzes in Mittel-, Ost- und Südosteuropa, Maßnahmen zur Auswahl und Einbindung geeigneter mittel-, ost- und südosteuropäischer Cluster

sowie Kooperationspartner in das deutsche FuE-Netz, Auf- und Ausbau eines eigenen Netzwerkes in der Region, Stärkung der Präsenz des deutschen FuE-Netzes vor Ort, Maßnahmen zur Einbindung von qualifizierten Wissenschaftlern/Ingenieuren in Kooperationen und gemeinsame Konsortien und weitere Aktivitäten zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Netze durch Know-how-Austausch mit Partnern aus der Region. Die Durchführung der Forschungsmarketingaktivitäten mit einer Zeitdauer von bis zu 6 Monaten soll im Zeitraum von September 2006 bis Februar 2007 erfolgen. Einreichfrist für die Antragstellung ist der **11.08.2006**. Internationales Büro des BMBF beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Königswinterer Straße 522-524, 53227 Bonn, Tel 0228 3821 453, Fax 0228 3821 444, www.internationales-buero.de.

Forschung in der russischen Föderation

Deutsche Forschung und Wissenschaft in der Russischen Föderation systematisch präsentieren, Kooperationen ausbauen und internationale Experten gewinnen - zu diesen Zielen hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Internationale Büro des BMBF mit der Durchführung eines Ideenwettbewerbs beauftragt. Es werden vor allem Aktivitäten unterstützt, die dazu beitragen, die Erfolge deutscher Forschungseinrichtungen im Ausland zu steigern. Hierzu zählen im Einzelnen: Sondierung und Marktrecherche, Selektion und gezielte Ansprache von potenziellen Forschungs- und Kooperationspartnern in der Russischen Föderation, Präsentation der Wissenschafts- oder Forschungseinrichtung in der Russischen Föderation, Anbahnungsmaßnahmen für den Auf- und Ausbau eines strategischen Netzwerkes in der Russischen Föderation sowie zur Stärkung der Präsenz vor Ort, Aktivitäten zur Steigerung der wissenschaftlich-technologischen Leistungsfähigkeit der Organisation durch den Austausch von Know-How mit russischen Partnern, Maßnahmen zur Akquisition und zum Ausbau von FuE-Projekten, FuE-Aufträgen sowie Direktinvestitionen für den Standort Deutschland bei russischen Unternehmen und Kapitalgebern, Maßnahmen zur Gewinnung von qualifiziertem Personal für die deutsche Forschung und für Unternehmen (KMU), Flankierende Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung und Aufbau und Pflege von Alumni-Netzwerken. Den vollständigen Bekanntmachungstext finden Sie unter www.internationales-buero.de/2530.php. Bis zum **21. Juli 2006** können Projektvorschläge eingereicht werden. Weiteres beim Internationalen Büro des BMBF, Königswinterer Strasse 522-524, 53227 Bonn, Tel 0228 3821 459, Fax: 0228 3821 444, www.internationales-buero.de.

Ernst zu nehmende Forschung erkennt man daran, dass plötzlich zwei Probleme existieren, wo es vorher nur eines gegeben hat.

Thorstein Bunde Veblen (1857-1929), amerik. Soziologe und Ökonom

Vorbereitung eines GC-MS Verfahrens für die ISO-Normung

Friedrich Werres, Mülheim an der Ruhr

Die Festphasenextraktion (solid-phase extraction, SPE) auf der Basis modifizierter Silica-Materialien oder geeigneter Polymere hat in den letzten 10 bis 15 Jahren im Rahmen der Wasseranalytik einen zentralen Platz in der Probenvorbereitung eingenommen. Mit dem Verfahren lassen sich zahlreiche organische Spurenstoffe sehr wirkungsvoll aus der wässrigen Phase extrahieren und für die instrumentelle Analytik (GC oder HPLC) vorbereiten. Problematisch gestaltet sich jedoch ihr Einsatz im Bereich der Analytik stark partikulär belasteter Flusswässer, Kläranlagenabläufe oder Abwässer, da die verwendeten mit Adsorbens gefüllten Kartuschen meist zur Verstopfung neigen. Um diesem Problem zu begegnen wird in der Regel auf ältere Verfahren zurückgegriffen, die auf dem Prinzip der Flüssigextraktion (liquid-liquid extraktion, LLE) basieren. Der größte Nachteil der LLE ist ihr Verbrauch großer Mengen organischer Lösungsmittel für die Extraktion der Wasserprobe, so dass dieses Verfahren allein aus ökologischer Sicht nicht mehr zeitgemäß ist. Durch Einsatz von Extraktionsscheiben, mit denen in einem gemeinsamen Verfahrensschritt sowohl die in der Wasserprobe gelöst vorliegenden Inhaltsstoffe als auch die an den Partikeln gebundenen Stoffe erfasst werden können, lassen sich die Vorteile beider Verfahren vereinen und der Lösungsmittelverbrauch ganz erheblich reduzieren. Im Rahmen der Internationalen Normung von Analysenverfahren (ISO/TC147 – Water Quality) werden derzeit reversed-phase Extraktionsscheiben auf ihre Eignung für die Probenvorbereitung im Rahmen der Bestimmung polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) in partikulär belasteten Gewässern geprüft.




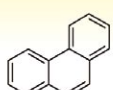
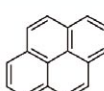
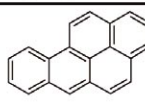
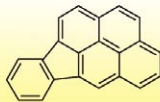

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) kommen insbesondere in den Umweltmatrices Steinkohleruß, Steinkohleer sowie in einer Reihe von Mineralölprodukten (Schneidöle, Paraffindestillate) vor. Als Bestandteil der Emissionen vieler industrieller Prozesse und insbesondere des Kfz-Verkehrs sind sie inzwischen ubiquitär verbreitet. PAK besitzen sowohl

natürliche, als auch anthropogene Quellen für ihre Entstehung. So entstehen sie als ständiges Nebenprodukt bei der Bildung aller fossilen Brennstoffe wie Erdöl, Braun- und Steinkohle durch Inkohlung von Biomasse aber auch bei Stoffwechselprozessen von Pflanzen und Bakterien. Die Verarbeitung von Rohprodukten zu Benzin, Mitteldestillaten, schwerem Heizöl, Bitumen oder Steinkohleer führt teilweise zu erheblichen Anreicherungen von PAK. Darüber hinaus werden sie in beträchtlichen Mengen bei jeder Art unvollständiger Verbrennung (Steinkohleverbrennung, Koksherstellung, Kompost- und Abfallverbrennung) gebildet.

Umweltrelevanz der PAK

PAK werden chemische Verbindungen genannt, deren Grundgerüst aus mehreren kondensierten Benzolringen besteht (Abbildung 1). Die Gruppe umfasst einige hundert Verbindungen von denen zahlreiche Vertreter als krebserzeugend (karzinogen) eingestuft werden. Für bestimmte PAK des Steinkohleer und der Steinkohleeröle konnte die krebserzeugende Wirkung auch für den Menschen epidemiologisch nachgewiesen werden. Der schon vor mehr als 200 Jahren bekannte sogenannte Kaminfeigerkrebs wurde beispielsweise durch den Gehalt des Rußes an PAK, und hier besonders des Benzo(a)pyren hervorgerufen, das auch im Zigarettenrauch enthalten ist.

Abbildung 1: Beispiele für Strukturformeln, Summenformeln und Molekulargewichte toxikologisch relevanter 2- bis 6-kerniger polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK).

Naphthalin $C_{10}H_8$ MG: 128,17 	Acenaphthylen $C_{12}H_8$ MG: 152,20 
Acenaphthen $C_{12}H_{10}$ MG: 154,21 	Phenanthren $C_{14}H_{10}$ MG: 178,23 
Pyren $C_{16}H_{10}$ MG: 202,26 	Benzo(a)-pyren $C_{20}H_{12}$ MG: 252,32 
	



Der Autor

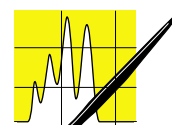
Dr. Friedrich Werres studierte Chemie an der Ruhr-Universität Bochum und promovierte am Lehrstuhl für Organische Chemie. Seit 1986 ist er Mitarbeiter des IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser in Mülheim an der Ruhr. Er leitet dort die organisch-chemische Analytik. Weitere Aufgaben sind Leitung und Mitarbeit in nationalen und internationalen Normungsausschüssen für Wasseranalytik organischer Stoffe.

Die in Deutschland gültige Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkwV), die ab Januar 2003 in Kraft getreten ist, hat die Grenzwerte für PAK noch weiter verschärft. Für vier besonders relevante Stoffe liegt der Summengrenzwert nun bei 0,1 µg/l (vorher 0,2 µg/l) und für Benzo(a)pyren wurde in der Anlage II, Teil 2 erstmals ein eigener sehr niedriger Grenzwert von 0,01 µg/l eingeführt [1]. Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, die vor allem unter dem Namen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), bzw. im englischen Sprachraum unter Water Framework Directive (WFD), bekannt ist, rechnet zu den wichtigsten Schadstoffen diejenigen Stoffe und Zubereitungen oder deren Abbauprodukte, deren karzinogene oder mutagene Eigenschaften erwiesen sind. In der WRRL werden daher die PAK im Anhang X unter den „prioritär gefährlichen Stoffen“ gelistet [2]. Die US Umweltschutzbehörde EPA (Environmental Protection Agency) benennt 16 PAK von besonderer toxikologischer Relevanz (EPA-Liste), die oft bei Fragestellungen mit Umweltbezug untersucht werden (Stoffliste in Abbildung 3). Das Gefährdungspotenzial, das von den Stoffen innerhalb der Liste ausgeht, entspricht in etwa der Reihenfolge: Chrysen < Indeno(1,2,3-cd)pyren = Benzo(k)fluoranthen < Benzo(b)fluoranthen < Benz(a)anthracen < Dibenzo(a,h)anthracen < Benzo(a)pyren.

Innerhalb der Stoffgruppe nimmt die biologische Abbaubarkeit mit zunehmender Anzahl kondensierter Ringsysteme ab. Mehrkernige Aromaten (> 4 Ringe) werden daher kaum noch, oder nur noch sehr langsam, abgebaut. PAK besitzen fast ausnahmslos eine geringe Wasserlöslichkeit, was zu einer erhöhten Geoakkumulationstendenz führt. Naphthalin, das lediglich aus zwei kondensierten Benzolringen besteht, besitzt im Vergleich zu den mehrkernigen Aromaten eine deutlich bessere Wasserlöslichkeit (30 mg/l) gefolgt von Acenaphthylen und Acenaphthen, die mit Werten zwischen 3,5 mg/l und 4 mg/l auch noch vergleichsweise löslich sind. Die übrigen Stoffe, insbesondere die 4- bis 6-kernigen Verbindungen lösen sich in Wasser nur noch außerordentlich schlecht (weniger als ein Mikrogramm je Liter). Auf Grund ihrer niedrigen Wasserlöslichkeit und der damit einhergehenden hohen Sorptionstendenz ist die Mobilität der PAK im Grundwasserleiter ziemlich eingeschränkt. Stark zur Adsorption neigende Stoffe wie PAK werden daher in natürlichen Oberflächengewässern in der Regel nicht oder nur in sehr niedrigen Konzentrationen gefunden, da sie sich im Sediment bzw. an Schwebstoffen anlagern [3, 4]. Durch diesen Vorgang wird zwar dem Wasser zunächst die Schadstofffracht entzogen, jedoch darf die von den partikulär gebundenen Stoffen ausgehende biologische Verfügbarkeit im Porenwasserraum nicht unterschätzt werden (Sedimenttoxizität).

Anforderungen an Analytik und Stand der Normung

Zur Überwachung der Wässer im Vorfeld der Trinkwassergewinnung werden aus oben genannten Gründen schnelle, sichere und empfindliche Analysemethoden benötigt, um unverzüglich auf Veränderungen der Wasserqualität reagieren zu können. In der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird im Anhang V, Punkt 1.3.6 für die „Überwachung der physikalischen und chemischen Parameter in Oberflächengewässern“ explizit auf die Anwendung von gültigen ISO- und CEN-Normen zur Durchführung der erforderlichen Analytik verwiesen. Abbildung 2 gibt einen Überblick zum derzeitigen Stand der Normung im Bereich der Analytik von PAK in Wässern. Man erkennt, dass die zu Grunde liegenden nationalen, aber auch internationalen, Normen ausschließlich Verfahren beschreiben, die auf dem Prinzip der HPLC mit einer nachgeschalteten Fluoreszenzdetektion (FL) basieren. In einem Fall wird auch ein dünnenschichtchromatographisches Verfahren auf der Basis der HPTLC beschrieben, dass



AUFSÄTZE

Abbildung 2: Derzeitiger Stand der nationalen und internationalen Normung zur Analytik von PAK in Wässern.

DIN 38407-8:1995 Bestimmung von 6 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion.

DIN EN ISO 17993:2003 Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (ISO 17993:2002).

ISO 7981-1:2005 Water quality -- Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) -- Part 1: Determination of six PAH by high-performance thin-layer chromatography with fluorescence detection after liquid-liquid extraction.

ISO 7981-2:2005 Water quality -- Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) -- Part 2: Determination of six PAH by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection after liquid-liquid extraction.

Abbildung 3: Häufig verwendete Fragmentationen (EI, 70 eV) für die massenspektrometrische Identifizierung und Quantifizierung von PAK mittels GC-MS. Die Zahlen in Klammern charakterisieren die Intensitätsverhältnisse der Ionen.

Bezeichnung	(1)	(2)
Naphthalin	128 (100)	102 (11)
Acenaphthen	154 (70)	153 (100)
Acenaphthylen	152 (100)	150 (3)
Fluoren	166 (81)	165 (100)
Phenanthren	178 (100)	152 (9)
Anthracen	178 (100)	152 (12)
Fluoranthen	202 (100)	200 (31)
Pyren	202 (100)	200 (2)
Benzo(a)anthracen	228 (100)	226 (3)
Chrysen	228 (100)	226 (6)
Benzo(b)fluoranthen	252 (100)	250 (22)
Benzo(k)fluoranthen	252 (100)	250 (22)
Benzo(a)pyren	252 (100)	250 (18)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	276 (100)	138 (12)
Dibenzo(a,h)anthracen	278 (100)	139 (9)
Benzo(ghi)perylene	276 (100)	138 (12)

in Deutschland jedoch eher selten Anwendung findet. Ferner handelt es sich ausnahmslos um Verfahren, die im Rahmen der Probenvorbereitung die Flüssigextraktion (LLE) vorschreiben.

Die Fluoreszanregung in Kombination mit der HPLC eignet sich auf Grund der hohen Fluoreszenzaktivität kondensierter aromatischer Verbindungen, wie sie die PAK darstellen, prinzipiell sehr gut zur Detektion und ist außerordentlich empfindlich. Andererseits ist die stoffliche Unterscheidung einzelner PAK und somit die Absicherung des analytischen Befundes allein durch die Beobachtung und den Vergleich von Retentionszeiten mit denen entsprechender Vergleichsstoffe möglich. Die Verfahren haben bei der Untersuchung weniger belasteter Wässer oder gar Trinkwässer ihre Stärke und lassen sich mit einer vergleichsweise kostengünstigen instrumentellen Ausrüstung durch-

führen. Jedoch kann bei einer entsprechend höheren Matrixbelastung der zu untersuchenden Probe mitunter die exakte Identifizierung und Quantifizierung einzelner PAK durch Überlagerungseffekte stark gestört werden.

In der Literatur sowie in zahlreichen „Hausmethoden“ wird seit mehreren Jahren die Kapillargaschromatographie in Verbindung mit der inzwischen sehr stark weiterentwickelten Massenspektrometrie (GC-MS) als empfindlichere und sicherere Alternative zur HPLC-FL beschrieben [5, 6]. Da einerseits die höhere Trennleistung der GC im Vergleich zur HPLC eine bessere stoffliche Auftrennung ermöglicht, und andererseits das massenspektrometrische Fragmentmuster eine sicherere Detektion zulässt (Abbildung 3), eignet sich das Verfahren ganz besonders für Wässer mit höherer Matrixbelastung.

In den letzten 10 Jahren sind aber auch die Anforderungen an die Probenvorbereitungstechniken gestiegen, die einer instrumentellen Bestimmung organischer Wasserinhaltsstoffe im Spurenbereich in der Regel vorausgehen und häufig den Hauptaufwand des gesamten Bestimmungsverfahrens ausmachen. Insbesondere die unterschiedlichen Extraktionsverfahren sind für Laboratorien mit erheblichen Sachmittel- und Personalkosten sowie meist auch mit einem hohen Zeitbedarf verbunden. Hierbei machen Untersuchungen von schwebstoffbelasteten Gewässern, zum Beispiel im Rahmen eines Flussgebietsmonitoring oder die systematische Untersuchung von Zu- und Abläufen kommunaler oder industrieller Kläranlagen, besonders wirkungsvolle Probenvorbereitungsverfahren nötig, die eine möglichst vollständige Erfassung des an den Partikeln gebundenen Anteils der zu untersuchenden Stoffe zulässt.

Abbildung 4:
Mit Partikeln
beladene
RP-C18 Extraktionsscheibe
(Bakerbond
Speedisk) nach
der Extraktion
einer schwebstoffhaltigen
Flusswasserprobe.



Abbildung 5: Arbeitsplatz für die Probenvorbereitung (rechts: automatisierte Extraktion partikulär belasteter Wässer mittels C18 Speedisk und Horizon Spe-Dex 4790; links: Automat zur Extrakttrocknung und Lösungsmittelaufkonzentrierung Horizon DryVap).



Fortschritte der Technik und Automatisierung

Die in diesem Zusammenhang meist eingesetzten Verfahren der Flüssigextraktion sind zwar erprobt und oft geeignet, erfordern jedoch einen hohen manuellen Einsatz und sind aus ökonomischen und ökologischen Gründen nicht mehr zukunftsweisend. Die Verfahren sind außerordentlich kosten- und zeitintensiv und lassen sich mitunter nicht einmal hinreichend validieren, ferner erfordert die Flüssigextraktion große Volumina hochreiner, teurer sowie teilweise auch toxischer organischer Lösungsmittel, die anschließend einer sachgerechten Entsorgung zugeführt werden müssen.

Die Festphasenextraktion ist daher heute stärker verbreitet. Eine vielversprechende Lösung stellen speziell entwickelte reversed-phase Extraktionsscheiben dar, die bei geringem Lösungsmittelaufwand eine vollständig automatisierte Extraktion auch stark partikulär belasteter Wässer erlauben, da sie nicht zur Verstopfung neigen. Im Rahmen der internationalen Normung von Analyseverfahren für die Wasseranalytik physikalisch-chemischer Parameter (ISO/TC 147/

SC 2) beschäftigt sich die Arbeitsgruppe WG 19 mit der Erarbeitung eines Normungsverfahrens zur Bestimmung von PAK mittels GC-MS in partikulär stark belasteten Wässern (Oberflächenwasser, Abwasser). Das Verfahren soll auf halogenhaltige Lösungsmittel möglichst vollständig verzichten. Es wurde beschlossen, dass von den Mitgliedsländern die Festphasenextraktion mittels Extraktionsscheiben im Rahmen der Probenvorbereitung geprüft wird und im Falle ihrer Eignung zur Aufnahme in das Verfahren vorgeschlagen werden soll. IWW (D) hat neben zwei weiteren Institutionen entsprechende Versuche für die Matrix Flusswasser angeboten und zwischenzeitlich zahlreiche Experimente durchgeführt. Vorversuche zeigten, dass sich Bakerbond Speedisk Kartuschen von 47 mm Durchmesser mit einer reversed-phase C18 Packung für die Probenvorbereitung am besten eigneten (Abbildung 4). Sie erforderten keine vorgeschaltete Filtration der Wasserprobe und keine getrennte Behandlung der Schwebstofffracht. Das Verfahren ließ sich mit geeigneten Geräten vollständig automatisieren (Abbildung 5) und ermöglichte die gemeinsame Erfassung der im Wasser gelösten und am Schwebstoff gebundenen Stoffe in einem einzigen Arbeitsablauf.

Validierungsexperimente

Die gewonnenen Ergebnisse aus umfangreichen Experimenten zur Probenvorbereitung und instrumentellen Analytik zeigen, dass sich die 16 PAK entsprechend der EPA-Liste mit einem GC-MS Verfahren nach Festphasenextraktion mit Extraktionsscheiben sehr empfindlich und weit unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung erfassen lassen. Bezogen auf das Gesamtverfahren und ausgehend von einem Liter Wasser liegen die Bestimmungsgrenzen für die untersuchten Stoffe jeweils zwischen 0,001 µg/l und 0,005 µg/l. Die Probenvorbereitung mittels RP-C18 Speedisk Kartuschen ist sehr effektiv und im Vergleich zur Flüssigextraktion mit nur wenigen Millilitern eines organischen Lösungsmittels durchführbar. Auch wird durch den Einsatz von Automaten für die Festphasenextraktion sowie für eine eventuell notwendige Lösungsmittelaufkonzentrierung viel Zeit gespart und die Verfahrensreproduzierbarkeit ganz erheblich verbessert. Die Extraktion der im Wasser gelösten PAK erfolgt mit hohen Wiederfindungsraten, die in der Regel zwischen 90 und 100 % liegen.

Das Verfahren eignet sich ganz besonders für stark partikulär belastete Wässer. Abbildung 6 gibt einen Überblick über die einzelnen Schritte der Probenvorbereitung. Die Extraktion der PAK aus der partikulären Fracht führt bei Verwendung von Aceton als Lösungsmittel zu besonders hohen Extraktionsausbeuten. Der Extraktionsschritt läuft vollständig automatisiert und zeitgleich mit dem Elutionsschritt des Adsorbens ab. Vorteilhaft ist hierbei die unbegrenzte Mischbarkeit von Aceton mit Wasser, wodurch das Eindringen des Lösungsmittels in die Mikroporen der Partikel verbes-

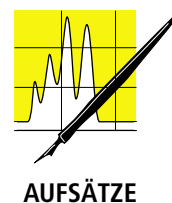
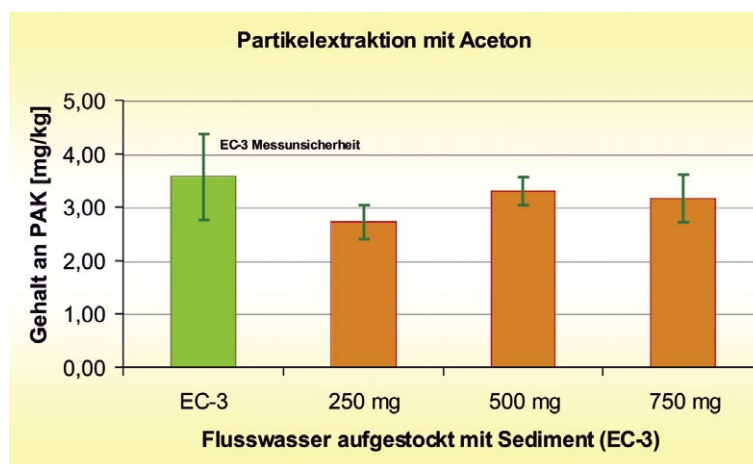
sert wird und auch dann möglich ist, wenn die mit Sediment bzw. Schwebstoff beaufschlagte Extraktionsscheibe nach dem Trocknungsschritt noch eine gewisse Restfeuchte aufweist. Hierdurch wird eine höhere Extraktionsausbeute erreicht, als dies mit unpolaren Lösungsmitteln oder Lösungsmittelgemischen (z. B. Hexan mit 5 bis 10 % Ethylacetat) möglich ist. Wird Aceton verwendet, ist eine anschließende Lösungsmitteltrocknung nicht erforderlich, so dass das Eluat unmittelbar gaschromatographisch vermessen werden kann.

Es wurden zahlreiche Versuche mit Flusswasserproben durchgeführt, die mit natürlichem Sediment aufgestockt waren. Die Aufstockmengen lagen zwischen 250 mg und 1000 mg je Liter Wasserprobe. In keinem Fall kam es hierbei zu einer Verstopfung der Extraktionsscheiben. Die Durchflussgeschwindigkeit der

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Probenvorbereitung mittels 47-mm-RP-C18 Speedisk Extraktionsscheiben für die Bestimmung von PAK in partikulär belasteten Wässern.

Konditionieren der Extraktionsscheiben (C18-Speedisk®)	Aceton Wasser	2 x 4 ml (innerhalb 20 sec) 2 x 4 ml (innerhalb 20 sec)
Probenaufgabe (Wasserprobe) (Extraktion und Filtration der partikulären Fracht)	1000 ml	mit ca. 50 ml/min spülen der Flasche mit 4 ml Wasser
Trocknen der Phase	mit Luft	7 min (Vakuum)
Elution (und Extraktion der partikulären Fracht)	Aceton	3 ml (1 min) 3 ml (5 min) 3 ml (1 min)
Endvolumen einstellen (keine Trocknung des Eluats)	a) b)	auf 10 ml ggf. Einengen des Eluates mit N ₂ auf 5 ml (Temp. < 20 °C)

Abbildung 7: Ergebnissen der Extraktion verschieden stark partikelhaltiger Flusswasserproben mittels RP-C18 Extraktionsscheiben. Dargestellt ist die Summe der Extraktionsausbeuten für alle 16 EPA-PAK.



AUFsätze

Wasserproben von 50 ml/min konnte stets eingehalten werden. Alle Versuche wurden mindestens 4 mal durchgeführt. Aus den Ergebnissen konnte jeweils eine gute Verfahrenlinearität und Reproduzierbarkeit errechnet werden. Für die Wiederholuntersuchungen wurden Variationskoeffizienten CV_r zwischen 2 % und 9 % erhalten. Abbildung 7 gibt in vereinfachter Form einen Überblick über die jeweils erreichten Extraktionsausbeuten und stellt sie den Vorgabewerten des eingesetzten Sediments (Lake Ontario, EC-3) gegenüber. Die aufsummierten Einzelbeträge aus den Versuchen mit 250, 500 und 750 mg Sedimentzugabe stimmen unter Berücksichtigung der Messunsicherheit recht gut mit den Vorgabewerten überein.

Fazit

Die Probenvorbereitung partikulär belasteter Wässer lässt sich durch den Einsatz von RP-Extraktionsscheiben erheblich erleichtern. Das einstufige Verfahren für die gleichzeitige Extraktion der im Wasser gelösten und an Partikeln gebundenen Analyten lässt die Bearbeitung von Proben mit Schwebstoffgehalten von bis zu 1000 mg/l ohne Verstopfung der Kartuschen zu. Der vollständige Verzicht auf halogenierte Lösungsmittel und die generelle Einsparung organischer Lösungsmittel sind weitere Vorteile. Es werden hohe Wiederfindungsraten sowie eine effektive Partikelextraktion für alle 16 PAK der EPA-Liste erreicht. Die Automatisierung der Probenvorbereitung führt zu einer Effizienzsteigerung im Labor und verbessert die Verfahrensreproduzierbarkeit. **CLB**

Literatur

- [1] Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung – vom 21. Mai 2001. BGBl. I Nr. 24, 959-980 (2001).
- [2] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Abl. L 327/1.
- [3] Luo, X.-J., Chen, S.-J., Mai, B.-X., Yang, Q.-S., Sheng, G.-Y. u. Fu, J.-M.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in suspended particulate matter and sediments from the Pearl River Estuary and adjacent coastal areas, China. *Environmental Pollution* 139 (1), 9-20 (2006).
- [4] Heininger, P., Schild, R., de Beer, K., Planas, C. Roose, P., u. Sortkjaer, O.: Ermittlung der gewässerseitigen Einträge von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) in die Nordsee auf der Basis einer harmonisierten Methodik (internationales Pilotprojekt). OSPAR-Pilotstudie, Umweltbundesamt, Berlin (2002).
- [5] Yunker, M. B., Backus, S. M., Graf Pannatier, E., Jeffries, D. S. u. Macdonald, R. W.: Sources and significance of alkane and PAH hydrocarbons in Canadian arctic rivers. *Coastal and Shelf Science* 55, 1-31 (2002).
- [6] AMPS Final report (2005): Contributions of the Expert Group on „Analysis and Monitoring of Priority Substances“ to the Water Framework Directive Expert Advisory Forum on Priority Substances and Pollution Control. ANNEX IX: Analytical Determination of Groups of Substances – New Analytical Methods.

Schon heute vormerken:

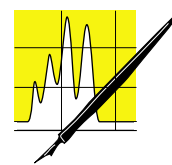
12. bis 15. März 2007, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf



InCom 2007
SYMPOSIUM & EXPOSITION

LifeCom 2007
SYMPOSIUM & EXPOSITION

Cracken mit Plasma in der Mikrowelle



AUFSÄTZE

Jörg Gramich, Renningen; Philipp Klein, Magstadt

Mit unserem „Jugend forscht“-Projekt wollten wir möglichst kostengünstig eine Apparatur entwickeln, mit der man langkettige Kohlenwasserstoffe durch ein Plasma in der Haushaltsmikrowelle cracken kann. Zusätzlich sollten die entstandenen Kohlenwasserstoffe analysiert werden. Die Apparatur besteht aus der Eduktzufuhr, der Haushaltsmikrowelle, der Gasportionierung, einem selbst gebauten Gaschromatographen (FID) und der Auswertungssoftware auf dem PC. Alle Komponenten sind fest miteinander verbunden, womit ein Cracken im Durchfluss möglich gemacht wird. Die Apparatur kann durch entsprechende Modifikation zum Recycling von Kunststoffen, als Laborgerät zur Herstellung von Laborgasen und zur effizienteren Nutzung von Erdölfraktionen verwendet werden.

Es war deshalb so interessant für uns, längerkettige Kohlenwasserstoffe in der Mikrowelle zu cracken, da „Hydrocracking“ in der Mikrowelle zwar beiläufig in einigen Veröffentlichungen erwähnt wird, aber dies nur mit großem Aufwand möglich ist (3 kW Multimode-Mikrowellenreaktor), [2],[7]. Auch das genaue Verfahren und der Versuchsaufbau wurde in der recherchierten Literatur nicht gefunden. In der Literatur [4] ist lediglich vermerkt, dass Unterschiede zwischen dem konventionellen Cracken und dem Cracken in der Mikrowelle existieren, die noch untersucht werden müssen. Daher erschien es uns geboten, in diese Richtung zu forschen.

1. Vorgehensweise

1.1 Vorausgehende Experimente

Da vor der Entwicklung eines „Durchflussverfahrens“, also eines kontinuierlichen Crack-Verfahrens, die möglichen Abläufe einer Reaktion untersucht werden müssen, entwickelten wir zuerst ein Batch-Verfahren (also nicht kontinuierlich). Unser Gefäßsystem zur Untersuchung der Reaktion bestand aus einem Reaktionsgefäß aus Glas mit einem Volumen von etwa 20 ml, einem Silikonstopfen mit Loch und einer Medizintechnikspritze der Firma Braun mit einem Auffangvolumen von etwa 10 ml. Somit experimentierten wir mit konstantem Druck und veränderlichem Volumen, da eine Untersuchung mit konstantem Volumen mit unseren Mitteln kaum möglich gewesen wäre. Da wir zum Cracken der Edukte die Ionisation eines Plasmas benötigten, überlegten wir uns, wie wir dies am einfachsten bewerkstelligen könnten.

Dabei sollten das Plasma bzw. die Plasmablitz oder Entladungen direkt im Edukt erzeugt werden. (s. 2.3).

Es stellte sich heraus, dass sich Aktivkohle am besten zum Induzieren der Plasmablitz und somit für das Cracken eignet, da keine Verunreinigungen der Produkte der Reaktion durch Metallkomplexe zu befürchten waren. Als Edukte verwendeten wir für die ersten Reaktionen flüssige Paraffine, anschließend Dodecan und Hexadecan als Reinstoffe, um die Reaktion besser untersuchen zu können. Die Versuche wurden in einer 600 W Haushaltsmikrowelle und einer 800 W Haushaltsmikrowelle mit ausgebautem Glasteller durchgeführt, diese ist jedoch nach wie vor sicher.

Wir maßen die Belastung mit einem Mikrowellenlecktester. Dabei war zu beobachten, dass durch die Bestrahlung mit Mikrowellen tatsächlich im flüssigen Edukt sofort nach Beginn der Bestrahlung kleine Plasmablitz bzw. Entladungen stattfanden. Durch diese Entladungen war eine Gasentwicklung und die Bildung von weißen Nebeln zu beobachten, die Gasblasen stiegen auf und wurden dann in der Medizintechnikspritze aufgefangen. Bereits innerhalb einer Minute war genügend Gas (37 ml) für die Analyse entstanden (s. 1.4). Dabei hängt die Reaktionsgeschwindigkeit unter anderem auch von der Menge der verwendeten Aktivkohle und damit der Anzahl der Plasmablitz ab. Weiterhin war nach Ende der Reaktion eine Suspension des Eduktes erkennbar, kleine schwarze feste Partikel sind im Edukt entstanden, was auf die Entstehung von elementarem Kohlenstoff schließen lässt.

Um zu bestätigen, dass die Plasmablitz für die Reaktion des Crackens verantwortlich sind und um Einflüsse der Aktivkohle auszuschließen, machten wir dasselbe Experiment mit feinen Aluminiumkügelchen anstelle der Aktivkohle. Dies führte annähernd zum gleichen Ergebnis im Gaschromatogramm, auch das Entstehen der Suspension ließ sich bestätigen.

Die Autoren

Jörg Gramich und Philipp Klein sind die erstplatzierten Bundesieger des Wettbewerbs „Jugend forscht“ 2006 in Chemie. Beide machten gerade ihr Abitur. Klein ist 19 Jahre alt und möchte Maschinenbau studieren. Gramich ist 18 Jahre alt und plant, Physik mit Nebenfach Chemie zu studieren. Insbesondere interessiert er sich für den Bereich der Physikalischen Chemie.

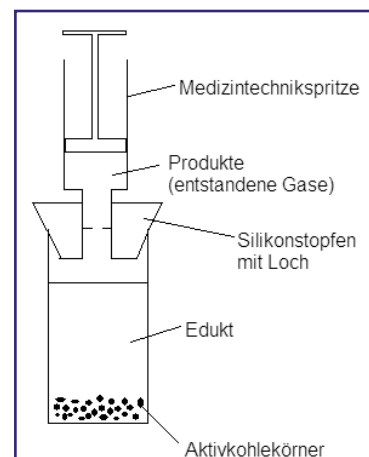
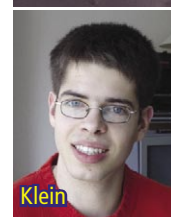


Abbildung 1: Aufbau für die ersten Untersuchungen.



1.2 Aufbau und Funktionsweise der Apparatur

1.2.1 Gesamtapparatur im Überblick

Die gesamte Apparatur besteht aus der Eduktzufuhr, der Haushaltsmikrowelle (Ausgangsleistung 700 W), der Gasportionierung, dem Gaschromatographen und dem Computer mit der Auswertungssoftware. Alle Komponenten sind fest miteinander verbunden, damit ein Cracken im Durchfluss möglich ist.

Durch die Eduktzufuhr wird Edukt in die Mikrowelle bzw. in den Mikrowellenreaktor eingebracht, damit beginnt das Cracken im Durchfluss. Das Reaktorgefäß ist zum Teil mit Aktivkohle gefüllt, welche die Crackreaktion ermöglicht (s. 2.4). Entsteht während des Betriebs der Mikrowelle aus dem Edukt durch die Crackreaktion Gas, so wird es über den Ausgang des Reaktorgefäßes abgeführt und gelangt über einen Schlauch in die Gasportionierungsapparatur. Das Gas wird in einem Kolbenprober der Gasportionierungsapparatur aufgefangen und zwischengelagert. Ist die erforderliche Gasmenge vorhanden, kann durch das Starten des „Verteilroboters“ eine Gasmenge von 2 ml in die Trennsäule des Gaschromatographen eingespritzt werden.

Soll noch eine Trennung der einzelnen Komponenten nach einem klassischen Gastrennverfahren (Destillation, Absorption) erfolgen, kann Gasgemisch aus dem Kolbenprober entnommen werden.

1.2.2 Eduktzufuhr

Die Eduktzufuhr sorgt einerseits dafür, dass Edukt nachgeführt wird, und andererseits auch dafür, dass ein Gegendruck aufgebaut wird, um dem Druck im Reaktionsgefäß bzw. in der Gasportionierungsapparatur standzuhalten. Somit ist es nicht möglich, dass entstehendes Gas oder Teile des Edukts aus dem Reaktorgefäß in die Zufuhr gelangen.

Die Eduktzufuhr besteht aus einem Vorratsgefäß, einem 3-Wege-Hahn und einem Ventil, wie man der Gesamtansicht entnehmen kann.

1.2.3 Reaktor in der Mikrowelle

Der Reaktor ist teilweise mit Aktivkohlekörnern aufgefüllt, damit die Crackreaktion stattfinden kann. Stellt man die

Mikrowelle an, so kann man Entladungsblitze zwischen den Körnern beobachten. Das Gefäß des Reaktors ist ein temperaturbeständiges Quarzglasgefäß der Firma CEM GmbH. Verschlossen ist das Gefäß mit einem Silikonstopfen mit zwei Bohrungen, durch die zwei Glasrohre hindurchgesteckt sind. Die Glasrohre dienen als Anschluss für den Abfuhr und Zufuhrschlauch. Für diese wurde kein neues Loch gebohrt, sondern das bereits vorhandene des Schrittmotors für den Glasteller verwendet.

Durch ein aufgeweitetes Glasrohr wird verhindert, dass Edukt in den Abfuhrschlauch gelangt. Dies kann passieren, wenn sich die Aktivkohlekörner und das Edukt durch die Plasmablitz zwischen den Aktivkohlekörnern soweit aufgeheizt haben, dass das Edukt zu sieden anfängt. Da jedoch die Mikrowelle nicht auf Vollast gefahren wird, schaltet diese durch die interne Zeitsteuerung ab, wodurch sich das Edukt wieder abkühlen kann.

1.2.4 Gasportionierung

Die Gasportionierungsapparatur stellt sicher, dass zum einen bei jedem Einspritzvorgang die gleiche Menge an Gas in den Gaschromatographen eingebracht wird und zum anderen auch die Untersuchungsintervalle gleich lang sind.

Die Apparatur besteht aus einem Gasventil, das einen Gasrückfluss in den Reaktor verhindert, sobald die Mikrowelle abgeschaltet wird, dem Kolbenprober, der das Gas auffängt und dem „Verteilroboter“. Der „Verteilroboter“ ist aus LEGO zusammgebaut und wird von einem LEGO Mindstorms RCX 2.0 gesteuert. Der Roboter zieht dabei über einen Motor eine Spritze mit einem Volumen von 2 ml auf und spritzt deren Inhalt ein und nimmt die Ausgangsposition ein. Der Roboter verbleibt dann so lange in dieser Warteposition, bis das Warteintervall zu Ende ist. Danach beginnt die nächste Einspritzsequenz. Die Intervalle sind der relativ kurzen Trennsäule angepasst, deshalb kann die Gaszusammensetzung häufiger kontrolliert werden.

1.2.5 Gaschromatograph (FID)

Der Gaschromatograph besteht aus einer Trennsäule vom Low-cost-GC vom AK Kappenberg und einem selbstgebauten Flammenionisationsdetektor (FID). Hier wird mit

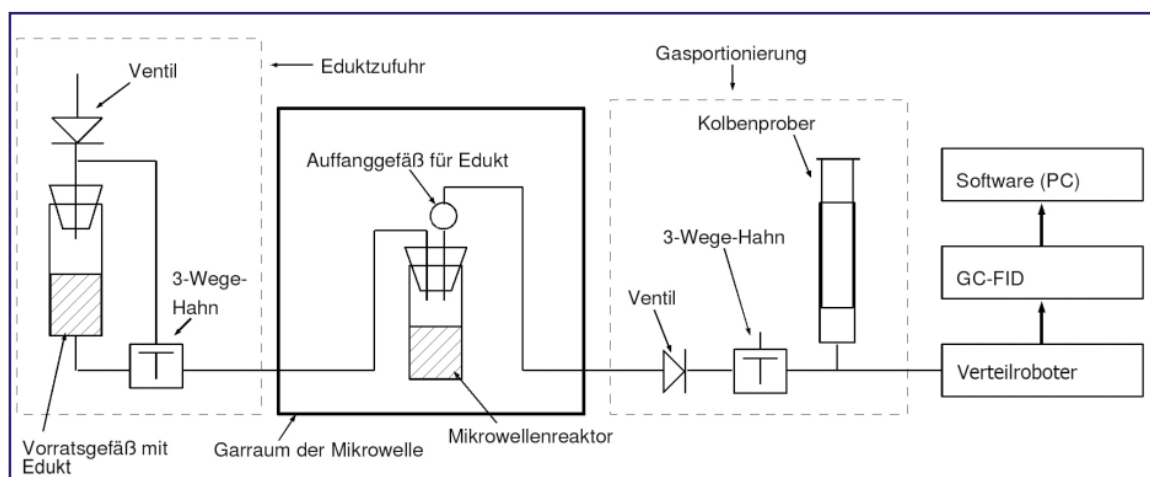


Abbildung 2:
Apparatur im
Überblick.

der Trennsäule das Gasgemisch in seine einzelnen Fraktionen aufgeteilt und dann die Ionisationsspannung mit einem Multimeter mit PC-Schnittstelle gemessen. Die Trennsäule (Siliconöl auf Kieselgur) ist sehr kurz (0,8 bis 1,2 m), ermöglicht aber dennoch eine genügende Auftrennung der einzelnen Fraktionen des Gasgemisches. Der Flammenionisationsdetektor des Gaschromatographen ist selbstgebaut und besteht aus einem Y-Glasrohr und zwei Spritzenadeln als Elektroden, wobei eine davon gleichermaßen als Halterung, Gaszufuhr und Elektrode dient.

1.2.6 Computer und Software für die Auswertung

Die Auswertung der Messergebnisse des GC-FID erfolgt mit einer in Borland Delphi 7 selbst geschriebenen Software. Dabei werden zuerst die Messwerte des Multimeters über die serielle Schnittstelle digitalisiert, die Auswertung erfolgt in einem Chromatogramm. Durch die Differenz der Messwerte bzw. der Chromatogramme lässt sich qualitativ bestimmen, inwieweit sich die Mengenverhältnisse der Produkte während des „Durchflussverfahrens“ geändert haben.

1.3 Probleme bei der Entwicklung

Die Entwicklung der Apparatur, besonders der Reaktor in der Mikrowelle, aber auch die Eduktzufuhr und die Gasportionierung waren sehr problembehaftet. Gerade beim Reaktorbau kann man leider wegen der Mikrowellenstrahlung und der enormen thermischen Belastung nur auf Glas und Keramik zurückgreifen, da diese Werkstoffe Mikrowellenstrahlung nicht in Wärme umwandeln, sondern mikrowellendurchlässig sind.

Zum anderen ist die Ventiltechnik problematisch gewesen, da durch die geringen Drücke die Ventile das Gas auch in Sperrichtung durchließen. Ein zusätzliches Problem war die Eduktzuführung. Hier war es äußerst kompliziert, eine Lösung zu finden, bei der nicht ständig Edukt durch die ganze Apparatur gepumpt wird, andererseits aber auch nicht das ganze Gasgemisch in die Eduktzufuhr gedrückt wird.

Ein weiteres Problem ist die Überwachung von Druck und Temperatur, da klassische Temperatur- und Drucksensoren in der Mikrowelle nicht einsetzbar sind.

1.4 Analyse

Bei der Analyse der Produkte konzentrierten wir uns auf die entstandenen Gase. Deshalb untersuchten wir das in einer Spritze aufgefangene Gasgemisch (s. 1.1), zuerst mit unserem selbstgebauten GC-FID. Eine Untersuchung mit Brom (Additionsreaktion) ergab, dass einige Alkene im Gasgemisch enthalten sind. In der flüssigen Phase sind ebenfalls ungesättigte Kohlenwasserstoffe entstanden, wie sich durch die Additionsreaktion mit Brom feststellen ließ (s. 2.2.3 und 2.3). Nachdem wir mit dem GC-FID qualitativ feststellen konnten, dass gasförmige Kohlenwasserstoffe entstanden waren, jedoch kaum Vergleichssubstanzen hatten, entschieden wir, uns an die

Universität Stuttgart zu wenden, um mit einem professionellen Gaschromatographen (FID) und einer Untersuchung mit einem GC mit Massenspektrometerekopplung genauere und aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten und unsere eigenen Messungen zu bestätigen. Auch die flüssigen Produkte ließen wir dort untersuchen.



2. Ergebnisse und Lösungen

2.1 Selbstgebaute Crackungs-Analyse-Apparatur

Als ein großer Teil der Ergebnisse und Lösungen kann durchaus auch die Apparatur angesehen werden, mit der man einerseits die Möglichkeit hat, enorme Mengen an Edukt zu cracken und gleich zu quantifizieren (Voll-Durchflussverfahren), aber andererseits auch die Möglichkeit hat, den Druck während der Crackung zu verändern und damit auf die Entstehung der Reaktionsprodukte Einfluss zu nehmen. So lassen sich mit einer Apparatur ohne viel

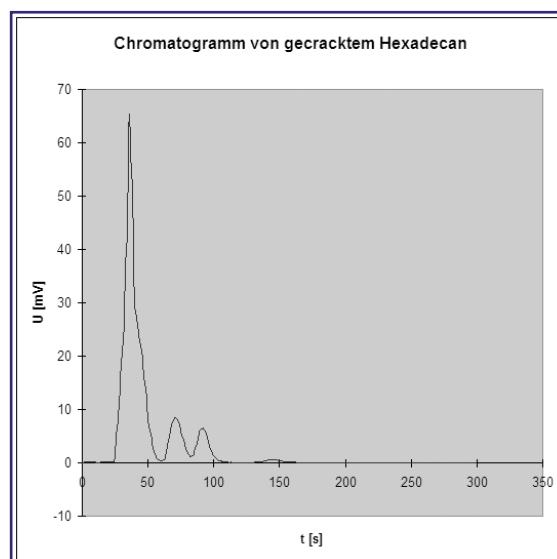


Abbildung 3: Chromatogramm der gasförmigen Produkte von gecracktem Hexadecan, aufgenommen mit Selbstbau-FID.

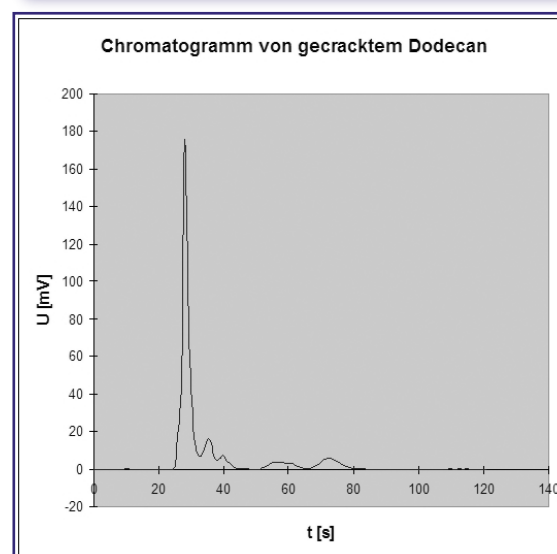


Abbildung 4: Chromatogramm der gasförmigen Produkte von gecracktem Dodecan, aufgenommen mit Selbstbau-FID.

Abbildung 5:
Tabelle des Gaschromatogramms der gasförmigen Produkte von Hexadecan, professioneller GC-FID.

Peak Number (#)	Retention Time (min)	Area (.1* μ V*sec)	Area % (%)	Peak Type	Width at (sec)
1	1.660	32030700	86.072	Manual integ.	3.1
2	1.750	4130678	11.100	Manual integ.	1.0
3	1.887	766194	2.059	Tailing	1.1
4	2.000	36365	0.098	Carried	1.7
5	2.213	109754	0.295	Fused	1.1
6	2.253	16643	0.045	Fused	1.2
7	2.933	7769	0.021	Resolved	1.5
8	16.973	115720	0.311	Resolved	2.1

37213820

Warning Chromatogram has been subjected to manual integration.

Aufwand eine Vielzahl von Versuchen durchführen, bei denen mit einem Edukt mehrere verschiedene Crackprodukte herstellbar und gleich quantifizierbar sind. Dazu lässt sich das erzeugte Gasgemisch auch komfortabel zu weiteren Untersuchungen (zum Beispiel GC/MS) abnehmen und weiter untersuchen.

Somit ist die Apparatur ein Allroundtalent, mit dem es möglich ist, Crackreaktionen sauber, schnell und komfortabel durchzuführen und das alles zu geringsten Kosten.

2.2 Bestimmung der Crackprodukte

Um die gasförmigen Crackprodukte zu bestimmen, analysierten wir diese mit unserem selbstgebauten GC-FID, einem professionellen GC-FID und einem GC/MS der Universität Stuttgart. Die flüssigen Crackprodukte wurden ebenfalls mit einem professionellen GC-FID und GC/MS untersucht.

Abbildung 6: Gaschromatogramm der gasförmigen Produkte von gecracktem Dodecan.

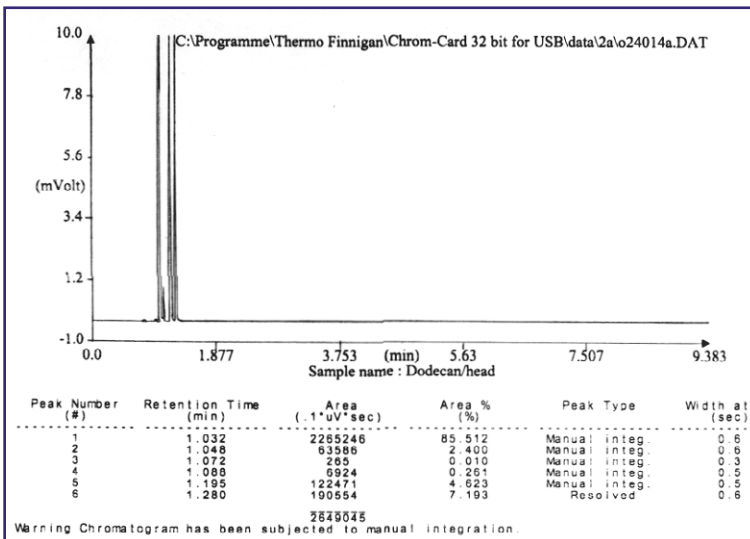
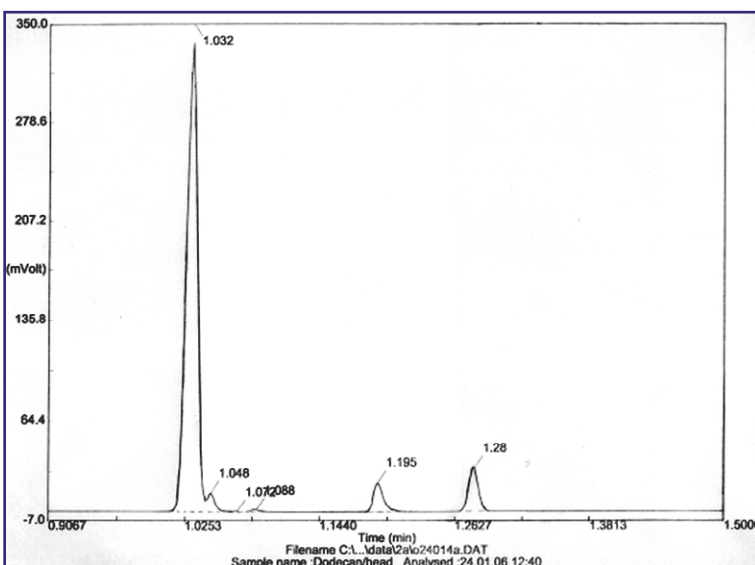


Abbildung 7: Gaschromatogramm der gasförmigen Produkte von gecracktem Dodecan, Detailauflösung.



2.2.1 Chromatogramme mit dem selbstgebauten GC-FID

Das Chromatogramm in Abbildung 3 der gasförmigen Crackprodukte von Hexadecan als Edukt wurde mit dem selbstgebauten GC-FID aufgenommen. Dieser hatte einen Trägergasdruck von etwa 0,3 bar Wasserstoff, es wurden etwa 3 ml Gasgemisch eingespritzt, die nach einer Minute Reaktionszeit in der Mikrowelle entstanden waren. Zu erkennen ist, dass der erste Peak fast 90% des Gasgemisches ausmacht, dieses entstandene Gas ist in höchster Konzentration im Ausgangsgasgemisch enthalten. Die nächsten zwei Peaks machen etwa 9 bis 10% der Gesamtfläche aus, die entsprechenden Gase sind in etwa gleicher Konzentration entstanden. Der letzte Peak macht nur etwa 1% der Gesamtfläche aus, dieser hat dafür eine große Breite. Die Retentionszeiten sind in der Reihenfolge der Peaks: 33 s, 71 s, 92 s und 145 s. Durch eine Vergleichsmessung mit reinem Methan ließ sich feststellen, dass es sich beim ersten Peak wahrscheinlich um Methan handelt, da eine Vergrößerung des Peaks bei gleicher Gasmenge aus demselben Gasgemisch mit zusätzlich 1 ml Methan zu erkennen war.

Beim Chromatogramm in Abbildung 4 wurden die gasförmigen Crackprodukte von Dodecan als Edukt untersucht. Der GC-FID hatte einen Trägergasdruck von etwa 0,5 bar, es wurden dieses Mal 5 ml eingespritzt, insgesamt sind 5 Peaks zu erkennen. Auch hier ist ein erster Peak mit einem Anteil von über 85% der Gesamtfläche erkennbar. Dieser ließ sich wie oben bereits beschreiben, durch eine Vergleichsmessung ebenfalls als Methan identifizieren. Die Peaks 2 und 3 machen etwa 7 bis 8% der Gesamtfläche aus. Die nächsten 2 Peaks sind gut zu erkennen und machen zusammen ebenfalls etwa 7 bis 8% der Gesamtfläche aus. Im Verhältnis zur ersten Messung entstehen größere Mengen höherkettiger Kohlenwasserstoffe. Die Retentionszeit der Peaks betragen

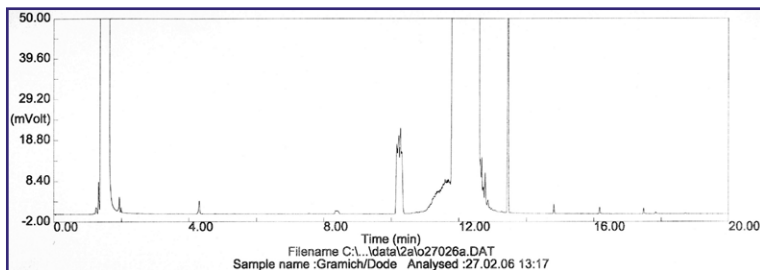


Abbildung 8: Gaschromatogramm unseres reinen Dodecans, gelöst in Dichlormethan.



AUFsätze

in der Reihenfolge: 28 s, 35 s, 40 s, 56 s, 72 s. Dies lässt sich jedoch durch den etwas höher gewählten Trägergasdruck erklären, man kann vermuten, dass bei Dodecan und Hexadecan in der Crackreaktion die gleichen gasförmigen Produkte entstehen, jedoch in unterschiedlich hoher Konzentration (s. 2.2.2).

2.2.2 Chromatogramme mit einem professionellem GC-FID

Mit Hilfe der Gaschromatogramme, die mit einem professionellen Gaschromatographen der Universität Stuttgart aufgenommen wurden, lassen sich die Messungen mit unserem selbstgebauten Gaschromatographen recht gut bestätigen. Es handelte sich dabei um einen On-Column Injector, in den jeweils 6 μl eingespritzt wurden. Die Retentionszeiten und Flächenprozentage lassen sich den Tabellen unter den Gaschromatogrammen entnehmen. Die Flächenprozentage stimmen gut mit den selbst ermittelten für den selbstgebauten GC-FID überein.

Im Gaschromatogramm von Hexadecan stellt der letzte Peak den Dampf des Ausgangsstoffes Hexadecan dar, der auch in der Probe enthalten war. Im Gaschromatogramm von den Crackprodukten Dodecans kann man wie in unserem eigenen Chromatogramm 5 Peaks erkennen, nur mit deutlich höherer Auflösung.

Insgesamt sind beim Gaschromatogramm von Hexadecan größere Gasmengen entstanden. Aufgrund von Vergleichswerten des GC-Labors ließ sich feststellen, dass es sich beim ersten Peak jeweils um Methan handeln muss, die entsprechenden Retentionszeiten variieren nur durch unterschiedliche Trennsäulen. Genauere Aussagen waren auch aufgrund der sonst relativ kleinen Mengen nicht möglich, man kann jedoch vermuten, dass außerdem noch höhere Kohlenwasserstoffe in geringen Konzentrationen entstanden sind. Um genauere Aussagen zu ermöglichen,

muss dies jedoch mit einem GC-MS untersucht werden. Auch in unserem flüssigen Rückstand lassen sich einige Crackprodukte erkennen:

Wenn man die beiden Chromatogramme miteinander vergleicht, kann man erkennen, dass die mit roten Punkten markierten Peaks den flüssigen Crackprodukten entsprechen. Man kann bereits erkennen, dass es mehrere kurzkettige flüssige Crackprodukte gibt, einige länger-kettige und ein sehr langkettiges, das dem Peak hinter dem Dodecanpeak entspricht. Die Zuordnung der Peaks erfolgt durch eine Untersuchung mit einem GC/MS.

2.2.3 Analyse mit GC/MS

In diesem RIC (Reconstructed Ion Chromatogram, Abbildung 10), das von der Universität Stuttgart aufgenommen wurde, ist der Gesamtionenstrom über der Zeit aufgetragen, die einzelnen Kurven der Masse-Ladungs-Verhältnisse wurden durch die Software berechnet. Die leicht verschobenen Peaks im MS lassen sich den Peaks im Gaschromatogramm (FID) zuordnen, darin kann man dann auch die Konzentrationsverhältnisse ablesen. Mit den Masse-Ladungs-Verhältnissen kann man auf die entsprechenden Strukturformeln der Crackprodukte Dodecans zurückschließen. In der Gasphase sind also die Produkte Methan, Ethin, Propen, Buten und 1-Penten enthalten. Interessanterweise entsteht beim plasmagestützten Cracken in der Mikrowelle hauptsächlich Methan als einziges Alkan der Gasphase, darüber hinaus Ethin und nur geringe Konzentrationen der weiteren Olefinreihe. Die Rückfolgerung auf 1-Penten erfolgt durch den zweiten Peak des Masse-Ladungs-Verhältnisses 42, der sich genau über der Retentionszeit des Penten-Peaks befindet: Da der cyclische Zustand für 1-Penten stabiler ist, erfolgt die McLafferty-Umlagerung, es wird Ethen eliminiert und es entsteht wieder ein Radikalkation des Masse-La-

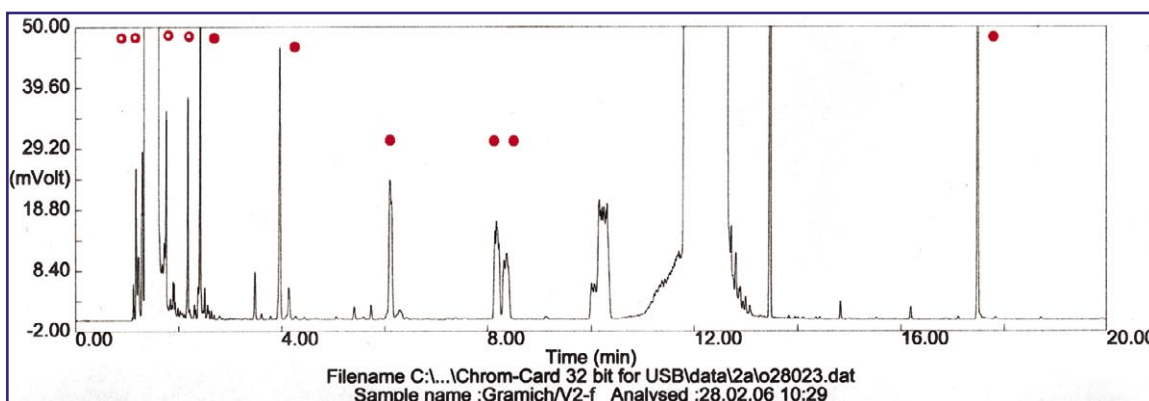


Abbildung 9: Gaschromatogramm unserer flüssigen Crackprodukte von Dodecan.

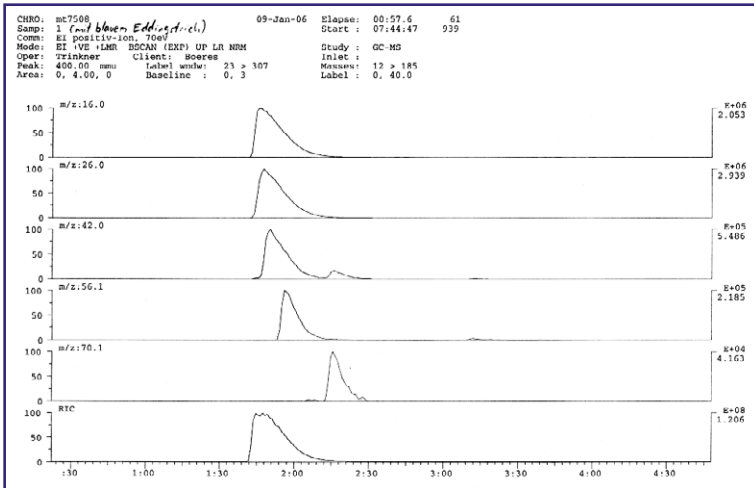


Abbildung 10: Massenspektren der gasförmigen Crackprodukte von Dodecan.

ungsverhältnisses 42. Bei der Untersuchung der flüssigen Crackprodukte konnte man den Massenspektren entnehmen, dass Hexadecan, Undecen, Decen, Nonen, Phenylacetylen, Xylol, „Ethylhexan“, verzweigtes Octen, Toluol, Hepten, Benzol, Hexen und Penten entstanden sind. Die Messungen bestätigen auch die obigen Ergebnisse, Penten ist ebenfalls in der Flüssigkeitsphase enthalten (erklärbar durch Dampfdruck). Man kann ebenfalls erkennen, dass bis auf „Ethylhexan“ und Hexadecan nur ungesättigte Kohlenwasserstoffe entstanden sind. Wie in der Gasphase kein Ethen entsteht, entsteht auch ebenso kein Styrol.

2.2.4 Quantifizierung

Die Integrale und Flächenverhältnisse kann man den Tabellen unter den Chromatogrammen der gasförmigen Crackprodukte entnehmen. Daraus lässt sich mit $V_M = 24$ l/mol bei $T = 298$ K und $c = n/V_{ges}$ die Konzentration der jeweiligen Peaks berechnen, wenn man näherungsweise davon ausgeht, dass in der Probe keine Luft enthalten ist

Abbildungen 12,1 und 12,2 : Vorgeschlagener Reaktionsmechanismus für die Produkte Methan, Propen, Buten und 1-Penten.

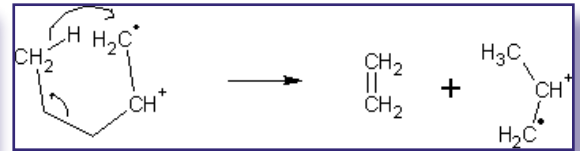
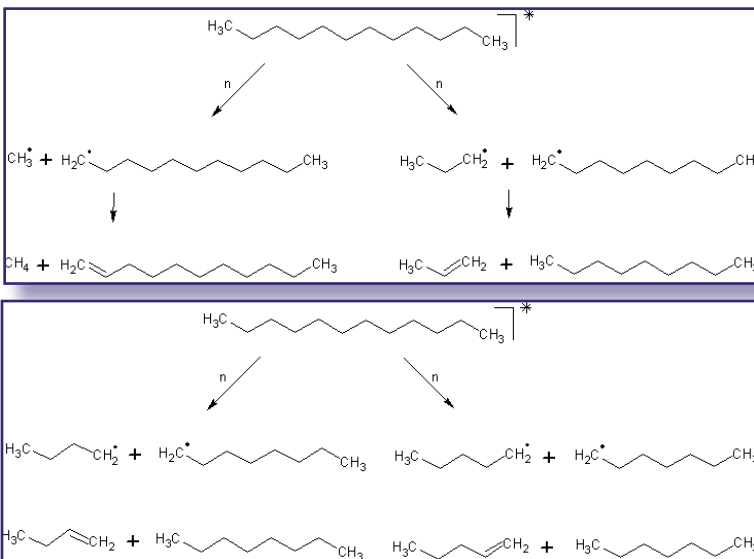


Abbildung 11: McLafferty-Umlagerung.

und man sich damit auf das Gasvolumen der Crackprodukte als Gesamtvolumen beschränkt. Sinnvollerweise beschränkt man sich hier auf die ersten zwei Peaks.

Damit ergibt sich für die Konzentrationen der Crackprodukte von Hexadecan:

Peak 1 (Methan): $c \approx 3,58 \cdot 10^{-2}$ mol/l

Peak 2 (Ethin): $c \approx 4,625 \cdot 10^{-3}$ mol/l

Konzentrationen der Crackprodukte von Dodecan:

Peak 1 (Methan): $c \approx 3,56 \cdot 10^{-2}$ mol/l

Peak 2 (Ethin): $c \approx 1 \cdot 10^{-2}$ mol/l

Dies sind jedoch keine absoluten Konzentrationen, so waren zum Beispiel in der Probe von Hexadecan deutlich größere Stoffmengen an Crackprodukten enthalten als in der Probe von Dodecan, dies lässt sich durch den Luftanteil der Probe erklären, der wohl in der Probe von Dodecan-Crackprodukten größer war.

2.3 Vorgeschlagener Reaktionsmechanismus der plasmainduzierten Reaktion

Die Moleküle des Eduktes, zum Beispiel Dodecan-Moleküle, lagern sich durch die physikalische Adsorption, die durch Van-der-Waals-Wechselwirkungen bestimmt ist, an der Oberfläche der Aktivkohle an [6]. Es handelt sich damit auch um einen oberflächenkatalytischen Prozess.

Damit ist die erste Voraussetzung für die nun ablaufende Reaktion gegeben: an jeder Stelle, an der Entladungen an der Aktivkohle auftreten, befinden sich Dodecan-Moleküle, die damit zur Reaktion kommen. Die Entladungen werden durch die hohen elektrischen Feldstärken verursacht: Elektronen gehen aus der Aktivkohle (aufgrund der Graphit-Struktur [6]) in die umgebende Substanz über und werden beschleunigt. Diese treffen dann auf weitere Moleküle, die dabei ionisiert werden und Elektronen abgeben, es kommt zur Stoßionisation und einer Elektronenlawine. Es handelt sich nach [3] um ein Nichtgleichgewichtsplasma mit schnellen Elektronen (ND-Plasma), dessen mittlere Elektronenenergie (1 bis 10 eV) jedoch zum Aufbrechen von chemischen Bindungen (Cracken) genügt. Die Bindungen werden dabei bevorzugt nahe der Aktivkohle-Oberfläche gebrochen, da sich die Dodecan-Moleküle aufgrund ihrer Zick-Zack-Konformation nur längs an der Aktivkohle-Oberfläche anlagern können. Da in einem Plasma sowohl Radikale als auch Ionen und Elektronen vorhanden sein können, könnte man den Reaktionsmechanismus sowohl als radikalischen Mechanismus ähnlich dem thermischen Cracken, als auch ionischen Mechanismus ähnlich dem katalytischen Cracken auffassen [5].

3.2 Vergleich mit dem herkömmlichen Cracken

Ebenso wie beim herkömmlichen Cracken unter Atmosphärendruck bilden sich viele Gas-Kohlenwasserstoffe, die als Zersetzungsprodukte des Eduktes entstehen. Wenn man unser Verfahren unter Druck vollzieht, bilden sich ebenfalls flüssige Kohlenwasserstoffe im Bereich der Benzinfraction durch die Verschiebung des Gleichgewichtes in Richtung der flüssigen Produkte (C5-C16). Ein wesentlicher Unterschied ist dennoch die hohe Konzentration von Methan, die beim herkömmlichen Cracken in dieser Form nicht auftritt, eine mögliche Folge der Plasmareaktion, die jedoch durch unseren Reaktionsmechanismus erklärbar wäre. In der Literatur [4] wird darüber gestritten, ob dies ein Mikrowellen-spezifischer Effekt oder eine Folge der Messungenauigkeit bei den hohen und schwer kontrollierbaren Temperaturen ist. Untersuchungen des klassischen katalytischen Crackens zeigten jedoch, dass dabei ein deutlich breiteres Spektrum an Kohlenwasserstoffen entsteht. Unser plasmagestütztes Cracken ist sehr selektiv, so entsteht beispielsweise kein Ethen wie beim klassischen Cracken, allerdings auch keine weiteren Alkine außer Ethin bzw. Benzolacetylen.

3.3 Anwendungsgebiete und Ausblick

Die Apparatur würde sich für folgende Anwendungsgebiete eignen:

- Im Labor kann man die Crackungs-Analyse-Apparatur als „Crackofen“ für geeignete Flüssigkeiten verwenden. Die Apparatur ermöglicht ein sauberes und schnelles Herstellen von kleineren Gasproben. Mit einem Semi-Durchflussverfahren könnte man gut kleinere Eduktmengen verarbeiten.
- In der Industrie könnte die Apparatur im Voll-Durchflussverfahren dazu verwendet werden, Chemikalien großtechnisch zu cracken.
- Mit der Apparatur kann man Energieträger wie Paraffine aufwerten, um deren Crackprodukte, wie zum Beispiel Methan, zur Weiterverarbeitung in Brennstoffzellen einzusetzen. Dadurch können künftig fossile Energieträger besser genutzt werden.
- Kunststoffe können mit der Apparatur durch einen Pyrolyse-Vorgang in andere, kürzerkettige Verbindungen getrennt und damit recycelt werden. Die entstehenden Gase können dann mit herkömmlichen Verfahren getrennt und als Ausgangsstoffe für weitere Produkte verwendet werden. Für Polyethylen (PE) wurde dieses Verfahren von uns erfolgreich getestet, aber auch für Ausgangsstoffe wie festes Paraffin und Stearinsäure. Dabei erhielten wir in etwa gleiche Ergebnisse in den Gaschromatogrammen, unser Verfahren ist also universell anwendbar.
- Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet ist die Entsorgung von Schadstoffen. Mit dem Verfahren kann beispielsweise Altöl, welches an Tankstellen und Autowerkstätten anfällt und sonst teuer entsorgt werden muss, dezentral und kostengünstig entsorgt werden. Das Cracken von Altöl einer Tankstelle mit diesem Verfahren wurde von uns erfolgreich getestet.

CLB

Danksagungen

Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen, die uns bei unserem Projekt unterstützt haben, insbesondere beim Kepler Seminar Stuttgart für die Förderung und finanzielle Unterstützung und Herrn Horlacher, der uns immer wieder motivierte, beim Institut für organische Chemie der Universität Stuttgart, Herrn Priv.Do. Dr. Fischer und Frau Böres für die Ermöglichung der Untersuchungen mit dem GC-FID und dem GC/MS, ebenso beim Sponsorpool der Stiftung Jugend forscht. Die Firma CEM GmbH hat uns mit bereit gestellten Behältern tatkräftig unterstützt. Herzlichen Dank!

Literatur

- [1] Lehmann, Gerhard: Das Erdöl und seine Verarbeitung, S.30-32, S.81-86, Mainz und Heidelberg, 1963
- [2] Merrit, J.: Anal. Chem., S.34, 293, 1962; zitiert nach Sascha Fälsch: Dissertation „Beitrag zur mikrowellenassistierten heterogenen Gasphasenkatalyse“, S.3, Universität Jena, 2005 (http://www.dbthueringen.de/dissOnline/FSU_Jena_Faelsch_Sascha, Stand Januar 2006)
- [3] Nikolova Denica: Dissertation „Charakterisierung und Modifizierung der Grenzflächen im Polymer-Metall-Verbund“, S. 36, Universität Halle-Wittenberg, 2005 (<http://sundoc.bibliothek.unihalle.de/dissonline/05/05H152/t3.pdf>, Stand Januar 2006)
- [4] Roussy, G. /Thiebaut, J.M. /Anzarmou, M. /Richard, C. /Martin, R.: J. Microwave Power Electromagnetic Energy Symp. Summ., S. 169, 1987; zitiert nach G.Whittaker: Microwave Pyrolysis, 1994,1997 (<http://homepages.ed.ac.uk/ah05/ch1/pyrolysis.html>, Stand Januar 2006)
- [5] Schmidt, Karl-Heinz / Romey, Ingo: Kohle Erdöl Erdgas, S.96-112, Würzburg, 1981
- [6] Von Kienle, Hartmut / Bäder, Erich: Aktivkohle und ihre industrielle Anwendung, S.38, S.13-14, Stuttgart, 1980
- [7] Wan, J.K.S. /Tse, M. /Husby, H.: J.Microwave Power Electromagn. EE, S.25, 241, 1990; zitiert nach Sascha Fälsch, Dissertation „Beitrag zur mikrowellenassistierten heterogenen Gasphasenkatalyse“, S.20, Universität Jena, 2005

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

Juni 2006

Menschen schätzen Gewichte auf fünf Prozent genau So entstand die Gewichtseinheit Karat

Ein Diamant von einem Karat wiegt ungefähr so viel wie ein Samen des mediterranen Johannisbrotbaumes (Karob). Das ist kein Zufall. Die Karobkerne wurden früher zum Wägen wertvoller Steine verwendet. Die Annahme, dass sie sich im Gewicht kaum voneinander unterscheiden, stimmt allerdings nicht, wie Forscher der Universität Zürich in einer Studie in der Fachzeitschrift „Biology Letters“ zeigen.

Wissenschaftler der Universität Zürich und des Mediterranen Instituts für Fortgeschrittene Studien, Mallorca, sind dem Mythos des konstanten Karobgewichts auf den Grund gegangen. „Dieser Mythos ist weit verbreitet und wurde noch nie genauer untersucht“, sagt Lindsay Turnbull, Leiterin der Studie. Die Wissenschaftler haben Karobsamen auf Mallorca gesammelt und gewogen. Das Ergebnis überrascht: Das Gewicht der Karobkerne ist etwa gleich variabel wie das Gewicht von Samen anderer Arten.

„Damit endete unser Interesse jedoch nicht“, kommentiert Luis Santamaria vom Mallorca-Team, „wir wollten verstehen, wie der Mythos entstanden ist und wendeten uns der menschlichen Wahrnehmung zu.“ Die Wissenschaftler zeigten Versuchsteilnehmern jeweils zwei Samen und forderten sie auf, mit blossen Auge zu entscheiden, welcher der Samen leichter beziehungsweise schwerer ist. „Wir waren überrascht, wie gut sie das konnten“, fügt Santamaria

hinzu. Die Probanden konnten ohne Probleme Gewichtsunterschiede von ungefähr fünf Prozent (einem Hundertstel Gramm) erkennen. Diese Fähigkeit benutzten die Menschen auch früher schon und sonderten Karobsamen mit starken Gewichtsunterschieden aus. Dadurch wurde wahrscheinlich die hohe Zuverlässigkeit der Maßeinheit auf der Grundlage des Karob – das Karat – erreicht.

Um zu überprüfen, ob sich die menschliche Auswahl auf das „konstante“ Karobsamengewicht ausgewirkt hat, verglichen die Wissenschaftler vor-metrische Karatgewichte der ganzen Welt miteinander. Diese unterscheiden sich von Ort zu Ort, aber bezeichnenderweise liegt die Streuung bei fünf Prozent und nicht bei 25 Prozent, wie sie in einer zufälligen Auswahl von Karobsamen vorkommt. „Es scheint, als ob die Streuung von fünf Prozent die menschliche Selektionsfähigkeit widerspiegelt“, meint Turnbull.

Diese Ergebnisse geben Aufschluss über die Entstehung altertümlicher Messsysteme. Nicht das außergewöhnlich konstante Samengewicht des Johannisbrotbaumes, sondern die bemerkenswert gute Fähigkeit des Menschen, Gewichtsunterschiede zu erkennen, haben zur verlässlichen Maßeinheit Karat geführt. Da der menschliche Einfluss vorher nicht erkannt wurde, wurde das „konstante“ Samengewicht fälschlicherweise der natürlichen, anstatt der menschlichen Selektion zugeschrieben.

Was Diamanten mit Hörnchen verbindet

Ursprünglich war das Karat das Gewicht eines getrockneten Samenkerns des Johannisbrotbaums (*Ceratonia siliqua*, Karobbaum). Das Karat ist ein Lehnwort nach dem Französischen *le carat*, über Mittellateinisch *carratus*. Dieses entstand über das Arabische aus dem Griechischen (von *keras* „Horn“), da die Frucht – die Scho-

Der Johannisbrotbaum (*Ceratonia siliqua*) ist ein immergrüner Baum, der in Vorderasien und im Mittelmeerraum verbreitet ist. Seine Früchte reifen innerhalb eines knappen Jahres und werden 10 bis 25 cm lang. Das Fruchtfleisch dient in der Lebensmittelindustrie beispielsweise zur Herstellung von Babynahrung, Eiscreme oder Soßen. Unten sieht man die hörnchenförmigen Schoten am Baum (Foto: UZH).



te – des Johannsbrotbaumes hörnchenförmig ist. Die Masse eines durchschnittlichen, ausgewachsenen Samenkerns der Schote beträgt etwa 0,2 Gramm.

Im Mittelalter entsprach ein Karat dem Gewicht von drei Gersten- oder vier Weizenkörnern. In Deutschland war das Karat früher ein kleines Goldgewicht, der aus 12 Gran bestehende 24. Teil einer Mark als der Gewichtseinheit für die Feinheitsbestimmung des Goldes: Die Gehaltsangabe von Gold beurteilt, in welchem Verhältnis Gold zu anderen Materialien in einem Metall steht. 24 karätiges Gold bezeichnet dabei absolut reines Gold. Heute ist eine 1000er Teilung üblicher. Diese Teilung ist einheitenlos (zum Beispiel entspricht 585er Gold einem Goldanteil von 58,5 Prozent im Metall). Gold wird hauptsächlich zusammen mit Silber und Kupfer verarbeitet. Neben den gebräuchlichen Feingehalten (siehe Tabelle) gibt es noch andere Einteilungen, die aber meist ungebräuchlich geworden sind (500er), in Deutschland nicht verwendet werden (840er in Frankreich) oder sich aufgrund ihrer Eigenschaften nicht am Markt durchsetzen konnten (250er).

Warum ein Karat heute leichter ist

Als Gewichtsmaß für Schmucksteine ist das „metrische Karat“ weiterhin gesetzliche Einheit im Messwesen bei der Angabe der Masse von Edelsteinen und in DIN 1301-1, Ausgabe Oktober 2002, genormt. Das metrische Karat hat kein international vereinbartes Einheitenzeichen, üblich ist

das Zeichen Kt. Das metrische Karat –1875 nach der Meterkonvention eingeführt – ist auf einer 100er Teilung aufgebaut: Ein metrisches Karat = $100/100 = 200$ Milligramm (0,2 g) (entspricht vier Gran zu je 0,05 Gramm). Ältere Gewichtssätze sind auf einer 64er Teilung aufgebaut. Ein Karat sind dann 64/64, dementsprechend ist ein halbes Karat 32/64 und so weiter – 1/64 Karat entsprechen dann 0,02 metrischen Karat, 64/64 Karat sind demnach 1,28 metrische Karat oder 256 Milligramm.

Vom Korn zum Kilogramm

Ursprünglich wurden Handelsgüter nach Stück oder Volumen bemessen. Als das Wiegen von Gütern begann, basierten die Gewichtseinheiten auf Volumen von Getreidekörnern oder Wasser. Zum Beispiel war das Talent in manchen Gegenden ungefähr so schwer wie ein Kubikfuß Wasser. Das grain (Korn) war ursprünglich ein Weizen- oder Gerstenkorn. Größere Einheiten wurden entwickelt, die sowohl als Gewichtsmaß als auch als Währungseinheit dienen: das Pfund, der Schekel und das Talent. Das Gewicht variierte im Laufe der Zeit und von Ort zu Ort. Bei den Babyloniern und Sumerern waren sechzig Schekel ein Mina, und sechzig Minas ergaben ein Talent. Das römische Talent bestand aus hundert Pfund, die leichter waren als das Mina. Wie auch das englische und amerikanische Pfund war das römische Pfund in zwölf Unzen eingeteilt.

Zur Überwindung der lokalen Unterschiede wurde 1791 – ausgehend von Frankreich – das metrische System eingeführt. Die „Preußische Maß- und Gewichtsordnung“ von 1816 vereinheitlichte die Größen unter Zugrundelegung des Pariser Normalmeters. Der Norddeutsche Bund führte zum Jahreswechsel 1868/1869 das metrische System ein; Bayern folgte 1872. Am 20. Mai 1875 unterzeichneten 18 Staaten die Meterkonvention.

Am Ende des Zweiten Weltkrieges existierten nach wie vor eine

Reihe verschiedener Einheitensysteme. Manche davon waren Variationen des metrischen Systems (MKS-System: Länge in Meter, Masse in Kilogramm und Zeit in Sekunde); andere basierten auf dem Angloamerikanischen Maßsystem mit Zoll, Gallonen und Pfund. 1948 wurde eine internationale Studie in Auftrag gegeben, um herauszufinden, welche Bedürfnisse bezüglich Maßeinheiten in den Bereichen Wissenschaft, Technik und Bildung vorhanden waren. Aufgrund der Ergebnisse wurde 1954 entschieden, ein internationales System auf sechs Basiseinheiten aufzubauen. Diese waren Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampere, Kelvin und Candela. 1960 wurden die Einheiten dieses Systems nach der französischen Bezeichnung Système International d'Unités SI-Einheiten benannt. 1971 kam als siebte Basiseinheit das Mol hinzu und wurde an die sechste Stelle zwischen Kelvin und Candela eingeordnet.

Das SI ist heute in der ganzen Welt verbreitet. In vielen Ländern ist sein Gebrauch für bestimmte Anwendungsgebiete gesetzlich vorgeschrieben. In einigen Ländern werden daneben weiterhin traditionelle Maßsysteme verwendet. In den USA haben sich SI-Einheiten nur in wissenschaftlichem und technischem Kontext durchgesetzt. In Großbritannien sind die traditionellen Einheiten aus vielen Bereichen zurückgedrängt worden, halten sich aber zum Beispiel für Entfernungs- und Temperaturangaben. Viele Physiker haben lange Zeit am CGS-Einheitensystem (engl. centimeter, gramm, second) festgehalten, das im Bereich der Festkörperphysik und der physikalischen Chemie handhabbarere Größenordnungen liefert (zum Beispiel Dichten von einem Gramm pro Kubikzentimeter statt 1000 Kilogramm pro Kubikmeter) und in der Elektrodynamik ohne Ampere und damit ohne die Konstante ϵ_0 auskommt. Spätestens in den 1990er Jahren sind die meisten Hochschul-Lehrbücher jedoch auf SI-Einheiten umgestellt worden.

Prägung	Karat und Einsatz
Gold 999	24 Karat, Feingold, äußerst rein
Gold 900	21,6 Karat, Münzgold
Gold 750	18 Karat, Kronengold, Standardfeingehalt bei Goldschmieden
Gold 585	14,04 Karat
Gold 583,33	14 Karat
Gold 375	9 Karat
Gold 333	8 Karat

„Jugend forscht“-Finale 2006 in Freiburg

Kunststoff-Recycling in umgebauter Mikrowelle

Die Bundessieger des 41. Finales von „Jugend forscht“ stehen fest. Sie präsentierten ihre Forschungsideen vom 18. bis 21. Mai 2006 in Freiburg und zeigten wieder eine große Ideenvielfalt. Über Cracken in der Mikrowelle berichten die Jungforscher in dieser CLB auf Seite 213.

Cracken in der Mikrowelle

Jörg Gramich und Philipp Klein zerlegten in einer umgebauten handelsüblichen Mikrowelle Kohlenwasserstoffe katalytisch. Dabei entstehende Gase wie Methan sind als Brennstoff oder in der chemischen Industrie verwendbar: Kunststoff könnte so recycelt, Altöl an der Tankstelle in Brennstoffe umgewandelt werden. Die Arbeit überzeugte die Jury durch Originalität, Ideenreichtum sowie sorgfältige Bearbeitung. Ferner beeindruckte der Aufbau eines arbeitsfähigen Mikrowellenreaktors mit einem geeigneten Katalysator sowie die Entwicklung eines voll funktionstüchtigen Prozesschromatographen zur Überwachung der laufenden Anlage.

Farbstoff-Solarzelle

Wie sich Sonnenstrom mit kostengünstigen Materialien erzeugen lässt, zeigten Sebastian Spohner und Alexej Grjasnow mit ihrer Arbeit zur Farbstoff-Solarzelle. Sie optimierten den Aufbau der Grätzel-Zelle (siehe CLB 06/2005, Seite M43). Dabei überzeugten die beiden mit ihrem technischen Geschick: Durch Beschichtung der Elektroden mit einem leitfähigen Kunststoff gelang es ihnen, der chemischen Solarzelle genügend ‚Saft‘ für den Antrieb eines kleinen Motors zu entlocken. Dafür erhielten neben dem zweiten Preis im Fach Chemie den Preis des Fonds der Chemischen Industrie für eine Arbeit mit großer Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung.

Bakterien-Brennstoffzelle

Markus Lakemeyer weiß, wie man schlichte Einzeller zur Stromgewinnung nutzen kann. Das Prinzip: Wenn Mikroorganismen Nährstoffe wie Zucker abbauen, entstehen freie Elektronen, die mithilfe bestimmter Trägerstoffe aus der Zelle ausgeschleust werden können. Der Jungforscher entwickelte eine einfache Apparatur aus Glasrohr, Grafitelektroden und Spannungsmessgerät. Seine Experimente mit Hefezellen und Darmbakterien zeigen: Werden die Mikroorganismen in der Anodenkammer mit Fructose gefüttert, liefert ihr Stoffwechsel ausreichend Elektronen, um eine Spannung von 0,5 Volt zu erzeugen. Neben den dritten Preis im Fach Chemie erhielt er auch eine Einladung des Verbandes angestellter Akademiker und leitender Angestellter der chemischen Industrie (VAA) zu einem Studienaufenthalt in den USA.

Photometer, Spektrographen und Computer

Über den Technik-Sieg freut sich Sivarathai Loganathan. Die Rheinland-Pfälzerin präsentierte ein kostengünstiges Photometer und stellt dies in der kommenden CLB vor. Thomas Gigl gewann den Preis des Bundespräsidenten Dr. Horst Köhler für eine außergewöhnliche Arbeit. Er überzeugte die Jury mit einem selbstgebaute Spektrographen, der das Spektrum von Doppelsternen vermessen kann. Der Bremer Simon Schmitt wurde mit dem Preis der Bundesministerin für Bildung und Forschung für die beste interdisziplinäre Arbeit ausgezeichnet. Er siegte mit dem Informatik-Projekt „Akustische Mückenjagd“. Sein selbst entwickeltes Computerprogramm ermöglicht es, die Plagegeister mittels mehrerer im Raum platzierter Mikrofone genau zu lokalisieren. Matthias Hölzer aus Thüringen konnte nachweisen, dass Fliegen nicht nur Krankheitserreger übertra-

gen, sondern auch Erkrankungen heilen können. Ihre Larven und Puppen haben eine antibiotische Wirkung. Er belegte den 1. Platz im Fachgebiet Biologie. Bereits den dritten Bundessieg errang Marcel Schmittfull. Gemeinsam mit Jörg Metzner zeigte er im Fachgebiet Arbeitswelt ein neuartiges Messverfahren: Ausschließlich über die Ausdehnung lässt sich damit der Druck in Schläuchen optisch bestimmen. Durch diese innovative Methode wird beispielsweise bei der Dialyse ein Luftkontakt vermieden, der eine Blutgerinnung auslösen kann. Die Hessen Christoph Muster, Jonas Schmöle und Jens Pfeifer gewannen in Physik. Sie wiesen erstmals nach, dass Photonen bestimmter Lichtquellen nicht allein, sondern gebündelt auftreten. Johannes Burkart und Alexander Joos aus Baden-Württemberg sind dem Geheimnis der „Bananenflanke“ wissenschaftlich auf die Spur gekommen. Für ihre physikalische Analyse des Flugverhaltens von Bällen erhielten sie den Preis der Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel für die originellste Arbeit. Bundessieger in Geo- und Raumwissenschaften wurde Denis Möller aus Niedersachsen. Er identifizierte Klimafaktoren, die das Wetter in der Region um Hildesheim beeinflussen. In Mathematik/Informatik war Robert Bamler aus Bayern erfolgreich. Seine Entwicklung ermöglicht es, das Internet-Nachschlagewerk „Wikipedia“ auf einem Apple iPod zu nutzen.

Die Bundessieger im Fach Chemie, Jörg Gramich und Philipp Klein, mit in der Mikrowelle erzeugten Crack-Produkten (Foto: Jugend forscht).



Endgültige Bewertung des Verbraucherministeriums nicht möglich Druckfarbenbestandteile in Lebensmitteln

In kartonverpackten Getränken ist die Chemikalie Isopropylthioxanthon (ITX) in Mengen von bis zu 600 Mikrogramm pro Liter nachgewiesen worden. ITX wird in Druckfarben als Photoinitiator eingesetzt und kann von dort durch Migration und Abklatsch in das Lebensmittel gelangen. Für Stoffe, die bei der Herstellung von Druckfarben für Lebensmittelverpackungen verwendet werden, gibt es auf europäischer Ebene noch keine gesetzlichen Regelungen. Die Gruppe dieser Stoffe umfasst weit über 1000 Substanzen. Ein Großteil davon ist ungeprüft; es liegen keine Daten vor, die ihre gesundheitliche Bewertung erlauben. Das ist das Ergebnis einer außerordentlichen Sitzung, zu der die Kunststoffkommission am Bundesinstitut für Risikobewertung Vertreter der Druckfarbenindustrie zu einem Informationsaustausch nach Berlin eingeladen hatte.

Das Vorkommen von Chemikalien in Lebensmitteln allein muss noch kein gesundheitliches Risiko darstellen. Erst die Gefährlichkeit eines Stoffes und der Umfang in dem Verbraucher mit der Substanz in Kontakt kommen, entscheiden über das Ausmaß eines möglichen Schadens und die Wahrscheinlich-

keit, dass er eintritt. Rückstände von Druckfarben in Lebensmitteln können damit unbedenklich sein, aber ebenso gut ein ernstes gesundheitliches Risiko darstellen.

Anders als für viele andere Stoffe aus Druckfarben liegen für ITX toxikologische Daten vor. Diese beschränken sich allerdings auf Untersuchungen zur erbgutschädigenden Wirkung der Substanz. Für Gehalte von mehr als 50 Mikrogramm pro Kilogramm (50 ppb) Lebensmittel oder Liter eines Getränkes sind diese Daten für eine vollständige Bewertung nicht ausreichend. Daher gilt ebenso wie für weitere noch unbewertete Substanzen, dass eine Aussage zum gesundheitlichen Risiko nicht getroffen werden kann.

Mit den in unterschiedlichen Lebensmitteln festgestellten Gehalten an Isopropylthioxanthon (ITX) hatte sich die Kunststoffkommission des BfR bereits im November 2005 befasst. Von der Amtlichen Lebensmittelüberwachung wurden in Untersuchungen zu Gehalten von Isopropylthioxanthon (ITX) in Kakao 165 μg ITX/kg, in Olivenöl 108 μg ITX/kg festgestellt. Der für die Herstellung von Verpackungen verwendete Karton kann auf Rollen zum Abfüller des Lebensmittels gelangen und wird vor Ort zu den entsprechenden Verpackungen geformt. Bestandteile der auf der Außenseite des Verpackungsmaterials aufgetragenen Druckfarben können dabei durch „Abklatsch“ auf die mit dem Lebensmittel in Kontakt kommende Innenseite gelangen. Darüber hinaus kann auch bei bereits vorgeformten Verpackungen eine Migration durch das Verpackungsmaterial stattfinden, wenn nicht wirksame Barrierschichten, wie z.B. Aluminiumfolien, integriert sind.

Ein großer Hersteller von Karton-Getränkeverpackungen hat dem BfR mitgeteilt, dass für Kinder- und Säuglingsnahrung bereits zum 30.

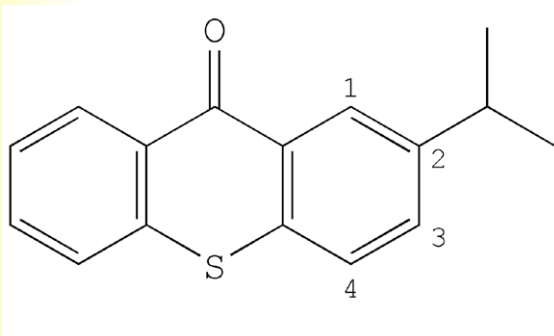
September 2005 eine Umstellung des Druckverfahrens vorgenommen wurde und keine UV-härtenden Druckfarben mehr eingesetzt werden, um den Übergang von ITX aus der Verpackung in das Lebensmittel zu verhindern. Bis zum 31. Dezember 2005 sollen alle Verpackungsmaterialien für milch- und fetthaltige Produkte und bis zum 31. Januar 2006 für Saftprodukte umgestellt werden.

Um weitere Informationen von Experten aus der Druckfarbenindustrie einzuholen fand am 30. Januar 2006 im BfR eine außerplanmäßige Sitzung der Kunststoffkommission statt. Industrievertreter stellten dar, wie Druckfarben für Lebensmittelverpackungen aufgebaut sind und in welchen Druckverfahren sie eingesetzt werden. Druckfarben setzen sich danach zusammen aus Lösungs- bzw. Verdünnungsmitteln, Harzen, Pigmenten und Additiven (z.B. Photoinitiatoren, Weichmacher, Stabilisatoren, Biozide). Man unterscheidet:

- Flüssige Druckfarben, bei denen die Trocknung durch Verdunsten des Lösungsmittels erfolgt,
- Öl-basierte Druckfarben, bei denen die Trocknung durch „Wegschlagen“ erfolgt: Das Lösungsmittel dringt in Material ein, der Rest trocknet auf der Oberfläche,
- Strahlen-härtende Farben, bei denen die Trocknung durch Polymerisation nach Zufuhr von Energie und unter Verwendung von Photoinitiatoren oder -sensibilisatoren erfolgt,
- sowie Farben für Blechdruck, die thermisch (durch Einbrennen) aushärten.

Die Zusammensetzung der Druckfarben ist nicht vollständig bekannt, weil die Rohstofflieferanten gegenüber den Herstellern nicht zur Offenlegung verpflichtet sind. Im weiteren Verlauf der Sitzung stellten die Druckfarbenhersteller

Isopropylthioxanthon ($\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{OS}$, ITX) ist Ende letzten Jahres in kartonverpackten Lebensmitteln gefunden worden. Die Substanz wird als Photoinitiator (Farbfixierer) im UV-Bereich verwendet.



die Leitlinie der European Printing Inks Association (EuPIA) vor, die sich auf „Druckfarben zur Verwendung auf der vom Lebensmittel abgewandten Oberfläche von Lebensmittelverpackungen und Gegenständen“ bezieht und verbindlich intern gelten soll. Das wesentliche Element dieser Leitlinie ist ein Auswahlchema für die zur Herstellung von Druckfarben für Lebensmittelverpackungen verwendeten Stoffe. Ausschlusskriterien nach der Richtlinie sind:

- Rohstoffe, die in Kategorie 1 und 2 der MAK-Liste als kanzerogen, mutagen oder reproduktionstoxisch (CMR) eingestuft sind,
- CMR-Stoffe der Kategorie 3 mit Ausnahme der lebensmittelrechtlich bewerteten Stoffe,
- Rohstoffe, die als giftig oder sehr giftig (T, T+) eingestuft sind,
- Sb-, As-, Cd-, Cr[VI]-, Pb-, Hg- und Se-Verbindungen,
- Stoffe, deren Einsatz nach der Richtlinie 76/769/EWG verboten ist.

Im Rahmen von EuPIA sind auch Untersuchungen für die eingesetzten Druckfarben geplant. Für Substanzen, die bis zu einer Menge von 50 ppb auf Lebensmittel übergehen, sollen toxikologische Daten, insbesondere zur Genotoxizität, bis Dezember 2010 vorliegen, für Substanzen, die bis zu 10 ppb migrieren, bis Dezember 2015. Damit ständen Daten für eine gesundheitliche Bewertung des Übergangs von zahlreichen Stoffen aus Druckfarben auf längere Sicht nicht zur Verfügung. Experten des BfR wiesen in der Sitzung auf die Notwendigkeit hin, die Daten allen im Herstellungsprozess Beteiligten bis hin zum Abfüller der Lebensmittel zeitnah zur Verfügung zu stellen, weil sie ihrer Verantwortung für die Sicherheit der Produkte anders nicht gerecht werden können. Gemeinsam mit der Kunststoffkommission kritisierten sie die im EuPIA-Programm vorgesehenen langen Fristen für die Erarbeitung von toxikologischen Daten und für

die Einhaltung der angestrebten Migrationshöchstwerte.

Langwierige Prozesse

Die Resolution des Europarates AP (2005)² über Druckfarben für Lebensmittelverpackungen lehnt die Industrie ab: Die Kriterien für die Auswahl der Rohstoffe seien noch nicht verabschiedet, der vorliegende Entwurf des Inventarverzeichnisses der zur Herstellung von Druckfarben verwendeten Stoffe sei unvollständig. Ein Verfahren zur Aktualisierung dieser Substanzliste, die de facto den Charakter einer Positivliste habe, sei nicht vorgesehen. Die Druckfarbenhersteller wiesen darauf hin, dass für einen Teil der Substanzen Bewertungen übernommen werden können, die im Zusammenhang mit ihrer Verwendung in Kunststoffen erfolgt sind, dass solche Bewertungen für den weit überwiegenden Teil der Stoffe jedoch nicht zur Verfügung ständen. Sie kritisierten weiter, dass im Rahmen der Resolution bisher keine geeigneten Standardverfahren für die Analytik festgelegt sind. Diese Einschätzung wurde von den übrigen Teilnehmern der Sitzung geteilt.

Zu den bisher durchgeführten Untersuchungen zum Übergang von Stoffen aus Druckfarben auf Lebensmittel wurde darauf hingewiesen, dass die Druckfarbenproblematik (Set Off und Migration) bei Milchkartons erst bei Messungen im Lebensmittel aufgefallen sei, weil Wasser als Standardsimulanz für Milch entsprechend der Richtlinie 85/572/EWG zu schwach war. Erst bei Verwendung von 50 Prozent Ethanol werden Übergänge festgestellt, die mit den in Milch gemessenen Werten übereinstimmen. Daraus haben sich rechtliche Probleme im Hinblick auf Konformitätserklärungen ergeben. Durch den Set-Off-Effekt können bis zu 60 Prozent der in Druckfarben vorhandenen Substanzen auf Lebensmittel übergehen. Einige Stoffe sind noch immer nicht identifiziert.

Als Ergebnis des Gespräches wird festgehalten: Der Übergang von Stoffen aus Druckfarben

durch Set Off und Migration ist auch bei Bedrucken nach den Regeln der Guten Herstellungspraxis nicht vermeidbar. Praktikable technologische Maßnahmen zur Vermeidung derartiger Übergänge stehen noch nicht zur Verfügung. Eine kurzfristige Änderung der Situation ist nicht zu erwarten. Die Druckfarbenindustrie betrachtet die Befolgung der EuPIA-Leitlinie als geeignete Maßnahme zur Erfüllung der lebensmittelrechtlichen Anforderungen. Demgegenüber stellen das BfR und die Kunststoffkommission fest, dass durch die in der Leitlinie vorgesehenen Fristen für die Einhaltung von Migrationshöchstwerten und die Bereitstellung von toxikologischen Daten bis 2010 bzw. 2015 auf lange Zeit Datenlücken bestehen bleiben, die einer gesundheitlichen Bewertung und Prüfung auf Einhaltung lebensmittelrechtlicher Anforderungen entgegenstehen.

Die Druckfarbenindustrie stellt sich gegen die Erarbeitung von Positivlisten, erklärte sich jedoch bereit, dem BfR Inventarlisten der bei der Herstellung von Druckfarben verwendeten Stoffe zur Verfügung zu stellen, beginnend mit einer Liste von Photoinitiatoren/Sensibilisatoren. Ein wichtiger erster Schritt zur Entwicklung rechtskonformer Produkte sind Prüfungen mit einer abgestimmten Methodik zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Übergangs von Stoffen aus Druckfarben auf Lebensmittel. Zu ITX wird die Druckfarbenindustrie keine weiteren toxikologischen Untersuchungen durchführen. Die im November 2005 veröffentlichte Bewertung des BfR bleibt damit unverändert bestehen: ITX-Rückstände über 50 ppb sind von den durchgeführten Tests auf Genotoxizität entsprechend den in der EU üblichen Bewertungskriterien nicht abgedeckt. Ob höhere Rückstandsmengen gesundheitlich bedenklich oder unbedenklich sind, kann mangels Daten nicht bewertet werden. Die zum Teil hohen Rückstandsmengen sind aus Sicht der Kunststoffkommission und des BfR nicht akzeptabel.

Stellungnahmen zur geplanten Oberstufenreform in Bayern

Nur noch ein naturwissenschaftliches Fach

In einem offenen Brief an den Bayerischen Landtag nehmen die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNÄ) und der Verbund biowissenschaftlicher und biomedizinischer Gesellschaften (vbbm) gemeinsam Stellung zum Kabinettsbeschluss über die neue Stundentafel für die Oberstufe an G8-Gymnasien in Bayern. Auch der Verband Deutscher Biologen (vdbiol) warnt.

Der in Bayern erfolgte Kabinettsbeschluss stärke zwar die Mathematik; die Beschränkung der Belegverpflichtung in der Oberstufe auf nur eines der drei naturwissenschaftlichen Fächer bedeute aber eine gravierende Verschlechterung. Hinzu kämen Reduktionen des gewählten Faches auf drei Wochenstunden und die Entscheidung, dass selbst am Naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium keine Abiturprüfung in einem naturwissenschaftlichen Fach abgelegt werden muss!

Bei der Einführung von „Natur und Technik“ in der Unterstufe

handele es sich um spielerisches Experimentieren in der Eingangsklasse sowie um Einzelthemen eines gekürzten Biologieunterrichts und propädeutischen Unterrichts in Chemie, Physik und Informatik. Ein gymnasialspezifischer systematischer Aufbau von Kenntnissen und Fähigkeiten und die Einsicht in Zusammenhänge seien dabei kaum zu leisten.

Laut vdbiol sei abzusehen, dass die Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe wie bisher bevorzugt Biologie wählen werden, sind doch die unmittelbaren Bezüge zum eigenen Leben, zu Ernährung und Gesundheit, zu Psychologie, Medizin und Pharmazie sowie zur sich entfaltenden Biotechnologie und Bionik offensichtlich. Ohne die Vernetzung mit Chemie und Physik seien aber weder ein Grundverständnis der Zusammenhänge zu erzielen, noch die Motivation, eine natur- und ingenieurwissenschaftliche Disziplinen zu studieren. Es mangle in Deutschland bereits jetzt an Absolventen der Ingenieurwissenschaften und technischen Berufe; in Zukunft drohe zudem ein Mangel an Naturwissenschaftlern und Ärzten.

Da sich die naturwissenschaftlichen Fächer in ihren Zielen, Konzepten und Anwendungen nicht ersetzen können, sondern vernetzend ergänzen, müsse die Belegverpflichtung für mindestens zwei naturwissenschaftliche Fächer sichergestellt sein; zudem sei das Abitur in wenigstens einem naturwissenschaftlichen Fach unerlässlich.

Die Fachgesellschaften begrüßen zwar die Einführung des achtjährigen Gymnasiums in Bayern, warnen aber vor einer gravierenden Fehlentwicklung, wenn in der Oberstufe nur noch ein naturwissenschaftliches Fach verpflichtend belegt werden muss. Die Fachgesellschaften appellieren an die Bayerischen Landespolitiker, die Stundentafel für die gymnasiale Oberstufe nochmals zu überarbeiten. „Die Naturwissenschaften müssen gleichrangig neben Deutsch, Mathematik und einer Fremdsprache stehen“, heißt es in dem Schreiben der vier Fachgesellschaften. Diese Forderung wird damit begründet, dass „Bildung, Forschung, Naturwissenschaft und Technik zu den Schlüsselfaktoren für ein erfolgreiches Bestehen im Wettbewerb der Hochtechnologieländer gehören“.

Der vdbiol zur Zukunft der Biowissenschaftler

Der „stern“ verteilte kürzlich Ampelsymbole für besonders zukunftssichere Ausbildungsgänge, die Biologie kam mit der „roten Ampel“ denkbar schlecht weg. Die „Financial Times Deutschland“ berichtete dagegen, dass der biowissenschaftliche Nachwuchs wieder „stark gefragt“ ist. Beide Medien hatten sich (auch) beim Verband deutscher Biologen (vdbiol) erkundigt und kommen doch zu diametral unterschiedlichen Schlussfolgerungen.

Der vdbiol stellt klar: Die Arbeitslosenzahlen für Biologen sinken: Seit dem absoluten Hoch von 1997 mit über 5000 arbeitslosen Biologen sind die Zahlen auf 3500 im März 2006 gesunken. Die Studienanfänger in den Biowissenschaften nehmen weiterhin zu: Zum WS 05/06 hatten sich 8000 Abiturienten auf die über die ZVS angebotenen Biologie-Studienplätze beworben. 4000 Studienplätze für die Diplom-Biologie wurden schließlich vergeben. Hinzu kommen die zunehmenden Angebote an Bachelorstudiengängen

der „LifeSciences“ – meist mit individuellen Auswahlverfahren an den Hochschulen. So kann man von rund 5000 Studienanfängern ausgehen. Das Gros der Absolventen hat heute ein Diplom oder den Dokortitel (etwa 50 Prozent der jährlich rund 5000 Absolventen sind promoviert), zukünftig werden hier verstärkt die „Master-Biowissenschaftler“ auf den Plan treten. Und diese Absolventen kommen unter.

Die „Financial Times Deutschland“ hatte sich mit den zukünftigen Arbeitgebern auseinandergesetzt und deren Einschätzungen abgefragt. Hieraus resultierte das erfreuliche Ergebnis für die Biowissenschaften insgesamt: „Nachwuchs gesucht“. Bemerkenswert an der „stern-Studie“ war die Einschätzung, dass Pharmazie und Medizin Zukunftsfelder seien; übersehen wurde dabei aber, dass gerade in den Betrieben der pharmazeutischen Industrie Biowissenschaftler verstärkt gesucht werden.

Chemiker für Mikroverfahrenstechnik gesucht Mikrofabriken für Unis bauen

Um Chemiker und Chemie-Ingenieure für die Mikroverfahrenstechnik fit zu machen, starten das Bundesministerium für Bildung und Forschung, der Fonds der Chemischen Industrie und die Deutsche Bundesstiftung Umwelt eine konzertierte Aktion zur Aus- und Weiterbildung an den Hochschulen.

Die chemische Industrie ist mit knapp einer halben Million Beschäftigten und über 130 Milliarden Euro Jahresumsatz ein Schwergewicht des Industriestandortes in Deutschland und wichtiger Innovationsmotor für andere Branchen. Für viele Produktionsprozesse bietet die Mikroverfahrenstechnik neue kostengünstige, effiziente und sichere Synthesewege. Mit winzigen Reaktoren, Mischern; Pumpen und Ventilen der Mikroverfahrenstechnik lassen sich chemische Reaktionen exakter und effizienter durchführen als in großen Anlagen. Zudem bieten mikroreaktionstechnisch geführte Prozesse eine Reihe von Möglichkeiten, Ressourcen schonender einzusetzen, Emissionen und Abfälle weiter zu verringern sowie die Verfahren noch sicherer zu machen.

Für den stärkeren Einsatz der Mikroverfahrenstechnik in der chemischen Industrie werden dringend gut ausgebildete Che-

miker und Chemie-Ingenieure benötigt. Um die Ausbildung von Chemikern und Chemie-Ingenieuren in Fachhochschulen und Universitäten und die Weiterbildung von Mitarbeitern in der chemischen Industrie auf dem Gebiet der Mikroverfahrenstechnik zu unterstützen, starten Politik, Wirtschaft und Umweltschutz jetzt eine gemeinsame Initiative:

- Im Rahmenprogramm „Mikrosysteme“ fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit einer Million Euro die Entwicklung von preisgünstigen mikroverfahrenstechnischen Anlagen und Komponenten, die für Praktika und Praxiskurse geeignet sind. Ideenskizzen können bis 14. Juli 2006 bei der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH eingereicht werden.

- Der Fonds der Chemischen Industrie lobt 200 000 Euro zur Unterstützung der Beschaffung von Geräteausstattung für den Einsatz in der Lehre an den universitären Chemiefachbereichen aus. Einsendeschluss für Anträge ist der 31. Juli 2006

- Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) unterstützt mit ca. 200 000 Euro die Entwicklung eines Handbuchs für die Lehre einschließlich der dafür benötigten Komponenten.

Mehr Informationen gibt es unter www.mstonline.de, www.vci.de/fonds oder www.dbu.de.

Leitfaden fürs Praktikum im Handwerk

Schüler, die sich für ein Praktikum interessieren, können sich einen Leitfaden zur Gestaltung und Durchführung von Praktika im Handwerk online herunterladen: Auf den Seiten des Westdeutschen Handwerkskammertages gibt es nicht nur jede Menge Infos zur Berufswahl, sondern auch die Broschüre zum Download und einen Link zu einer Praktikumsbörse: www.handfest-online.de. Stets neu ist dort auch der „Beruf des Tages“ – vom Backofenbauer über Glasbläser bis zur Segelmacherin.

Aus der Bildungslandschaft

- Der Fachbereich Life Sciences and Engineering der Fachhochschule Bingen bietet den sieben-semestrigen Bachelor-Studiengang **Energie- und Prozesstechnik**. Dort werden Spezialisten für neue Energieanwendungen, nachwachsende Energieträger und deren umweltverträgliche wirtschaftliche Nutzung ausgebildet.

- Die Fachhochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin bildet im neuen Studiengang **Life-Science-Engineering** aus. Er bereitet auf die Arbeit in der Pharmazie, Lebensmittel- und Kosmetikindustrie sowie in Medizintechnik und Umwelttechnologie vor. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung von Produkten, die der Gesundheit des Menschen dienen. Das Bachelor-Studium dauert sechs Semester.

- Durch den Masterstudiengang **Angewandte Polymerwissenschaften** an der FH Aachen können sich Bachelor- oder Diplomabsolventen spezialisieren. Labore im Institut für Angewandte Polymerwissenschaften (IAP) und eine aktive industrielle Beteiligung garantieren ein praxisnahes Studium. Der Studienschwerpunkt liegt auf Polymerchemie, -analytik, -physik, Kunststoffverarbeitung und -anwendung. Brückenkurse in Chemie oder Technischer Mechanik bereiten auf das Studium vor.

- Als erste bayerische Universität bietet die TU München (TUM) für die Fächer **Biologie und Chemie** einen sowohl praxis- als auch wissenschaftsbezogenen modularen Bachelor-/Masterstudiengang für das Lehramt an Gymnasien an. Im Einklang mit dem Bologna-Prozess kann man damit nach einem Bachelorstudium entweder im Rahmen des Masterstudiums nach dem neunten Fachsemester das erste Staatsexamen ablegen oder aber in den Fachstudiengang Biologie oder Chemie wechseln.

- Die Medizinische Fakultät des Bereichs Humanmedizin der Universität Göttingen bietet den Studiengang **„Molecular Medicine“** an. Nach Erlangung des „Master of Science“ (M.Sc.) besteht die Möglichkeit zur Promotion. Das Angebot richtet sich an Studierende, die sich für eine naturwissenschaftlich fundierte Forschungstätigkeit mit medizinischen Fragestellungen interessieren. Bewerbungsvoraussetzungen sind im Bachelor-Studium oder in einem vergleichbaren Studium erworbene naturwissenschaftliche und medizinische Grundlagen (www.molmed.humanmedizin-goettingen.de).

- MaReCuM, das **Mannheimer Reformierte Curriculum für Medizin** bereitet gezielt auf eine spätere Berufstätigkeit als Arzt vor. Wer eher eine wissenschaftliche Laufbahn anstrebt kann an einem Junior Scientific Masterclass Programm teilnehmen. Die „Humanmedizin mit Masterabschluss“ ist der dritte Schwerpunkt innerhalb des MaReCuM-Studiums. Er ermöglicht, die Kenntnisse der Humanmedizin mit zusätzlichen betriebswirtschaftlichen Qualifikationen zu verbinden.

Elemente und ihre Darstellung und Gewinnung

Die Chalkogene – es kann mehr als eine Antwort richtig sein

1 Warum bezeichnet man die 6. Hauptgruppe des Periodensystems auch als Chalkogene?

A Alle Elemente dieser Gruppe bilden Kalk-ähnliche Verbindungen (von griech. chalis: Kalkstein).

B Die Chalkogene – besonders Sauerstoff und Schwefel – sind maßgeblich am Aufbau der natürlichen Erze beteiligt (von griech. chalkos: Kupfer, Erz).

C Die Elemente wurden nach der antiken Stadt Chalkedon benannt, wo erstmals Sauerstoff als Element erkannt wurde.

D Die Elemente wurden nach dem ersten Glied benannt, dem Sauerstoff, der in allen Zeolithen vorkommt (von griech. chalazias: Hagelstein, Zeolith).

E Die Chalkogene heißen nach ihren Wasserstoffverbindungen (von griech. chalkogos: gasförmig)

2 Welches Element fehlt in der Reihe der Chalkogene in dieser Elementesammlung (Foto: Tomihahndorf, Wikipedia)?



A Der explosive Sauerstoff.

B Der giftige Schwefel.

C Das ätzende Selen.

D Das kostbare Tellur.

E Das strahlende Polonium.

3 In welcher Umgebung ist Sauerstoff – gebunden oder als Element – das dritthäufigste Element?

A Im Meerwasser.

B Im Weltall.

C In unserer Atemluft.

D In der Erdrinde.

E Im menschlichen Organismus.

4 Was sind Methoden zur Herstellung von Sauerstoff?

A Linde-Verfahren.

B Brinsches Verfahren.

C Verbrennung von Luft.

D Elektrolyse von Kalilauge.

E Spaltung von Metall-Oxiden.

5 Das Verhältnis von Sauerstoff und Schwefel in der Natur beträgt etwa

A 1 zu 10

B 1 zu 100

C 1 zu 1000

D 1 zu 10 000

E 1 zu 100 000

6 Der in der Natur vorkommende gelbe Schwefel kristallisiert in orthorhombischer Form und er heißt

A α -S

B β -S

C γ -S

D δ -S

E ϵ -S

7 In welchen Modifikationen tritt flüssiger Schwefel auf?

A π -S

B μ -S

C γ -S

D λ -S

E κ -S

8 Welche Antwort beschreibt Schritte beim Claus-Verfahren?

A Schwefel wird in Meilern durch Ausschmelzen aus bergmännisch abgebautem Gestein gewonnen.

B Schwefel wird durch Ausschmelzen mit überhitztem Wasser unter Tage gewonnen.

C Schwefel entsteht aus Schwefelwasserstoff mit Hilfe von Katalysatoren wie Bauxit.

D Schwefel fällt als Nebenprodukt bei der Erdgasgewinnung an.

E Schwefel wird aus Schwefeldioxid durch Verbrennen mit Koks gewonnen.

9 In welcher Form kommt Selen natürlich vor?

A Gediegen.

B Als Metallselenid.

C Als Selendioxid.

D Als selenige Säure.

E Als selenhaltige Aminosäure.

10 Wie beziehungsweise wo gewinnt man heute industriell elementares Selen?

A Aus Flugstaub, der beim Abrösten sulfidischer Erze entsteht.

B Aus dem Bleikammerschlamm bei der Schwefelsäurefabrikation.

C Aus dem Anodenschlamm bei der Kupferraffination.

D Durch Oxidation von Seleniden mit Wasserstoffperoxid.

E Durch Reduktion von seleniger Säure mit Schwefeldioxid.

11 Wie kann man hochreines Tellur gewinnen?

A Durch Umkristallisation aus Schwefelkohlenstoff.

B Durch Zonenschmelzen.

C Durch Destillation.

D Durch Ausfrieren.

E Durch Oxidation aus Anodenschlamm.

12 Was können Schritte bei der Polonium-Gewinnung sein?

A Fraktionierte Fällung.

B Neutronenbeschuss von Bismut.

C Destillation.

D Zonenschmelzen.

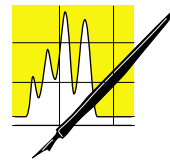
E Umkristallisation.

Lösungen zu Seite M40 (CLB 05/2006):

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

(Alle Lösungen zu Seite M48 finden Sie in CLB 07/2006 sowie auf www.clb.de)

Bilanz positiv – Vorteile sichern



AUFSÄTZE

Friedemann Stooß, Nürnberg

Die Arbeit von Verbänden wird oft kritisch gesehen. Da lohnt es sich, das Grundgesetz zur Hand zu nehmen. Gehört doch die Vereinigungsfreiheit nach Art. 19 Abs.2 GG zu den Grundrechten, die in ihrem Wesensgehalt in keinem Fall angetastet werden dürfen. Definiert ist sie im Artikel 9 Abs. 3 GG, in dem es heißt: „Das Recht, zur Wahrung und Förderung der Arbeits- und Wirtschaftsbedingungen Vereinigungen zu bilden, ist für jedermann und für alle Berufe gewährleistet.“

Einführung

Seit sechs Monaten erleben wir an konträr ausgetragenen Konflikten wie Verbände agieren:

- da streikte vor Monaten ver.di gegen Mehrarbeit und sinkende Jahreseinkommen
- und 22 000 junge Klinikärzte des Marburger Bunds für 30 % mehr Gehalt; jede Überstunde, so fordern sie, solle bezahlt werden.

Mir geht es nicht darum, was gerecht ist. Ich will daran erinnern, wie die Öffentlichkeit auf die Forderungen reagiert. Denn Meinungsumfragen spiegeln u.a. auch unmittelbar Defizite und Pluspunkte der Verbandsarbeit wider. In der Presse fanden Müllwerker und Erzieherinnen für ihren Streik beim Mann und der Frau auf der Straße kaum Verständnis. Das Arbeitgeberargument: '18 Minuten Mehrarbeit am Tag, das sei keine große Zumutung', hielten sie für berechtigt. Die Assistenzärzte der Kliniken dagegen hatten das Publikum lange auf ihrer Seite, ihren Forderungen wurde Verständnis entgegen gebracht. Erst am 8.6.2006 titelte dann DIE ZEIT „Halbgötter-Dämmerung“ und fragte „Eigennutz oder gerechter Protest?“

Das heißt, wie ein Beruf in der öffentlichen Meinung dasteht, welche Wertschätzung er genießt und

welcher Rang ihm zugemessen wird, das bestimmt weithin die Arbeit der Verbände. Sie sind es, die in das soziale Umfeld hinein wirken. Und damit bin ich mitten im Thema Beruf und den Befunden der Soziologie zu Beruflichkeit und Professionalität. Hans Albrecht Hesse, der inzwischen em. Berufssoziologe in Hannover, hat im Jahre 1980 die komplexen Aussagen auf den Punkt gebracht.²

- „1. Berufe prägen menschliches Schicksal und sind Vorgaben für die Berufswahl.
2. Berufe sind eine unabhängig vom Menschen existierende Realität.
3. Berufe werden von Menschen konstruiert, planvoll gestaltet und auch destruiert und wieder abgeschafft.“

Aktive Berufs- und Standespolitik wird von der Berufsforschung in Theorie und Empirie unter den Stichworten Profession, Professionalisierung und Professionalität analysiert. Als Messinstrument, das anzuzeigen vermag, wie stabil oder labil ein Beruf im öffentlichen Bewusstsein verankert ist, verwendet sie das Berufsprestige. Es wird in Umfragen bestimmt. Errechnet werden daraus Rangplätze, etwa von 100 an abwärts bis gegen Null, nach denen die Berufe gruppiert werden. Ein paar Beispiele aus einer internationalen Skala:

- Die Profession Arzt nimmt mit Rang 78 konstant einen Spitzenplatz ein;
- Diplom-Chemiker werden auf Rang 69, Diplom-Physiker auf Rang 76 eingestuft;
- Wissenschaftlich-technische und verwandte Fachkräfte auf Rang 57;
- Lehrkräfte der Vorschulerziehung noch mit Rang 49;
- Hausmeister, Gebäudereiniger stehen dann auf Rang 25.³

In diesem Kontext ist festzuhalten: Zentrale Aufgabe der Verbände, die Individualinteressen ihrer Mitglieder vertreten und artikulieren, ist die klare Abgrenzung des Berufsbildes, seine Verfestigung im sozio-ökonomischen Wandel, die Sicherung des ge-

Der Autor

Friedemann Stooß ist als Sozialpädagoge Berufsberater. Er war ab 1973 Leiter des Bereichs Berufs- und Qualifikationsforschung im Institut für Arbeitsmarkt- und Bildungsforschung (IAB) der Bundesanstalt für Arbeit in Nürnberg. Seine thematischen Schwerpunkte: Wandel der Arbeitswelt und Qualifikation; Berufssystematik zur Erfassung beruflicher Tätigkeiten. Seit seiner Pensionierung 1993 ist Friedemann Stooß freiberuflich tätig.



¹ Überarbeitete Fassung des Referats vom 14.06.2006 in Stuttgart bei der Feier „50 Jahre Verband Deutscher Chemotechniker und Chemisch-technischer Assistenten e.V.“

² Zitat ist entnommen aus Hans Albrecht Hesse: Die gesellschaftliche Bedeutung von Beruf und Berufsbild; in: Arbeitshilfen für Heimleiter – VLA; Heft 7/1980, Seiten 114-122.

³ Entnommen bei Donald J. Treimann: Probleme der Berufsbildung und Operationalisierung in der international vergleichenden Mobilitätsforschung; in: Franz Urban Pappi (Hrsg.): Sozialstrukturanalyse mit Umfragedaten. ZUMA-Monographien, Bd. 2, Königstein/Ts. 1979, S. 124-167.

sellschaftlichen Ranges, die Wachsamkeit gegenüber konkurrierenden Entwicklungen, also die Abwehr destruktiver Einflüsse.

In dreierlei Hinsicht sei dies auf den CTA-Beruf bezogen. Ein Soll-Ist-Vergleich soll Anhaltspunkte bieten, wie es um die Professionalisierung steht. Die Aufgaben der Verbandsarbeit und die Sicherung der Beschäftigungschancen am Arbeitsmarkt seien anhand der folgenden drei Thesen konkretisiert:

1. Das Kompetenzprofil ist als Ausweis gehobener Qualifikationsansprüche zu verankern.
2. Das Berufsfeld sollte sich als CTA-eigene Domäne erweisen; dabei ist die „Occupation-Strategie“ hilfreich.
3. Erwerbs- und Versorgungschancen sind auf hohem Niveau zu festigen und u.a. auch nach EU-Standards zu sichern.

Den Erläuterungen zur Sollseite sollen jeweils Befunde aus der Berufsanalyse gegenübergestellt werden.

Das Kompetenzprofil als Ausweis gehobener Qualifikationsansprüche

Zur Sollseite des Kompetenzprofils als Ausweis gehobener Qualifikationsansprüche gehört:

- das CTA-Profil eindeutig in der Hierarchie der Bildungsstufen zu verankern;
- Verbündete bei verwandten Berufen des mittleren/gehobenen Niveaus zu suchen;
- das Qualifikationsprofil nach unten abzuschotten und für den Aufstieg offenzuhalten.

Mit vier Anmerkungen sei dieses vertieft:

Erstens heißt das, einen Ausbildungsgang quasi wie ein geschütztes Markenzeichen am Arbeitsmarkt und in der Öffentlichkeit zu etablieren. Worauf es ankommt, wenn dieses gelingen soll, wenn also ein Ausbildungsberuf auf dem Wege der Professionalisierung vorankommen soll, beschreibt Hans Albrecht Hesse in der im Jahre 1972 vorgelegten Analyse „Berufe im Wandel“. Danach entsteht ein solcher Arbeitsmarktausschnitt, der als Markenzeichen gelten kann, im fortwährenden Zusammenwirken von Berufsverband und Berufsangehörigen:⁴

⁴ Vgl. Hans Albrecht Hesse: *Berufe im Wandel. Ein Beitrag zur Soziologie des Berufs, der Berufspolitik und des Berufsrechts.* Stuttgart 1972, 2. Aufl., S. 131

⁵ Vgl. *Verfassungen der deutschen Bundesländer*; in: Beck-Texte im dtv, 5. Aufl., Stand 1.3.1995, S. 617

⁶ Zitiert nach Georg Rothe: *Alternanz – die EU-Konzeption für die Berufsausbildung. Erfahrungslernen Hand in Hand mit Abschnitten systematischer Ausbildung dargestellt unter Einbeziehung von Ergebnissen aus Ländervergleichen.* Karlsruhe 2004, S. 35f.

⁷ Ebd. (bei Georg Rothe), a.a.O., S. 35f.

„Professionalisierung soll heißen ein planmäßiger Vorgang, zur Konstruktion von Mustern zur Qualifizierung und zum Tausch von Arbeitskraft, an dem die Berufsangehörigen maßgeblich beteiligt sind und das im Interesse der Arbeitskraftverwertung vor allem auf die Sicherung und Steigerung von Endscheidungschancen zielt.“

Zweitens basieren professionelle Muster der Qualifizierung auf der staatlichen Anerkennung und der damit erworbenen Berechtigung. Beispiele sind allgemeinwärtig: Das Abitur als Zugang zur Universität, die Approbation als Apotheker, zwei Staatsprüfungen für das Lehramt, oder eben die staatliche Prüfung der CTA / Chemotechniker, mit der eine konkrete Berechtigung verbunden ist. Einen einschlägigen Passus hat von den deutschen Ländern allein der Freistaat Sachsen in seiner Landesverfassung aus dem Jahre 1992 festgeschrieben. In Artikel 103 Abs. 3 steht dort:⁵

„(3) Prüfungen, durch die eine öffentlich anerkannte Berechtigung erworben werden soll, müssen vor den hierfür zuständigen Staatsbehörden oder den vom Freistaat hierzu ermächtigten Stellen abgelegt werden.“

Die staatlichen Zertifikate sind also von anderen, etwa denen der Wirtschaft/der Kammern, nach ihrem Stellenwert abgesetzt. Der Unterschied lässt sich beispielsweise aus der Bundeslaufbahnverordnung ersehen. Sie listet u.a. auf, welche Prüfungen den Zugang zum mittleren technischen Dienst, zum gehobenen und zum höheren Dienst erschließen.

Somit ist zum Dritten die staatliche Prüfung der CTA/Chemotechniker eine unverzichtbare Voraussetzung für ein Kompetenzprofil der mittleren oder gehobenen Ebene, und dabei sollte es bleiben! Welch hohe Bedeutung dem zukommt, wird deutlich, wenn es darum geht, deutsche Zertifikate in der EU oder international adäquat einzustufen:

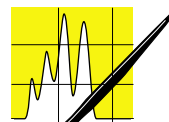
Nach dem Fünf-Stufen-Schema der EU aus dem Jahre 1985 ist allein der Abschluss der Berufskollegs in Baden-Württemberg (BW) und in Nordrhein-Westfalen (NW) im Verbund mit der Fachhochschulreife der Ebene III, der Abiturstufe zuzuordnen, die definiert ist durch:⁶ „Zugang Pflichtschule und

- entweder Berufsausbildung mit zusätzlicher Fachausbildung und Qualifizierung
- oder sonstige Fachausbildung auf Sekundarstufe (verstanden als Hochschulzugang)“.

Die deutschen Lehrberufe dagegen rechnen nach dem EU-Schema 1985 zur Stufe II, („Pflichtschule und Berufsausbildung einschließlich Lehre“).⁷

Als von der EU dann im Jahre 1992 mit der Richtlinie 92/51/EWG ein Drei-Ebenen-Modell verabschiedet worden ist, wurden aufgrund einer deutschen Initiative, im eigens angefügten „Anhang D“, die Ausbildungswege festgeschrieben, die dem mittleren Qualifikations-Niveau 2 zugerechnet werden. Dieses sind...⁸

- „die den mittleren Bildungsabschluss und eine Ausbildung an einer Berufsfachschule voraussetzenden Ausbildungen; vor allem Assistentenberufe;“



- „die staatlich geprüfte Ausbildung für Techniker, Betriebswirte, Gestaltungs- und Familienpflegerberufe; Berufspraxis wird vorausgesetzt.“

Den damals für die CTA und andere Berufe erreichten Stand gilt es in der gegenwärtigen Diskussion zu verteidigen, bei der es in der EU darum geht, die in den Mitgliedstaaten erteilten Zertifikate nach acht Qualifikationsstufen zu ordnen.⁹ Helfen könnten dabei Bundesgenossen aus den verwandten und mit betroffenen Assistentenberufen der Natur- und Technikwissenschaften.

Zum vierten ist es an der Zeit, das CTA-Profil als Berufsabschluss auf dem Abiturniveau zu sichern, wenn in Deutschland die Beschlüsse von Bologna 1999 umgesetzt werden. In den 29 Staaten, die das Abkommen ratifiziert haben, sollen danach bis zum Jahre 2010 die Hochschulabschlüsse einheitlich nach Bachelor und Master gestuft sein. Im Verhältnis Bachelor hier und CTA mit Hochschulreife da wird vor allem der Verdrängung zu wehren sein. Das lange Zögern der naturwissenschaftlichen Fakultäten an den deutschen Universitäten, Bachelorstudiengänge als eigenständige Berufe auszuweisen, kann kein Alibi für das geduldige Zuwarten sein! Denn, auf mittlere Sicht werden durch Bologna 1999 die Arbeitsmarktausschnitte der Qualifikationsebenen neu bestimmt. Zur Frage, ob der Bachelor denn von der Wirtschaft akzeptiert würde, meint Jutta Allmendinger, die Direktorin des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB), in Nürnberg:¹⁰ „Die meisten Bachelorprogramme, die ich kenne, sind sehr praktisch orientiert, sodass manche Ausbildungsberufe ins Hintertreffen geraten könnten. Also: Bachelorabsolventen werden eine Chance auf dem Arbeitsmarkt haben, vielleicht mit einer gewissen Vorlaufzeit und zum Teil auf Kosten der Nichtakademiker.“

Wer verdrängt künftig wen? Das war und ist auf dem Arbeitsmarkt schon immer die Frage nach der für eine Arbeitsstelle optimalen Qualifikation. In allen Berufsfeldern, nicht nur bei den Chemieberufen, konkurrieren Ausbildungsprofile andauernd darum, ihren Ausschnitt am Arbeitsmarkt zu festigen und zu erweitern. Da gibt es über die Jahre Sieger und Verlierer!

Die Ist-Seite der CTA-Ausbildung ist in dem Auditorium zur Genüge bekannt. Ich beschränke mich auf fünf Anmerkungen dazu:

1. Den Vorteil des CTA-Profiles sehe ich darin, dass die Einheit aus Theorie und Praxis festgeschrieben und durch die KMK-Rahmenvereinbarung bundesweit standardisiert ist. Die getrennten Zuständigkeiten bei der dualen Berufsausbildung, die Ausbildungsordnungen erlässt der Bund, die Rahmenlehrpläne für die Teilzeitberufsschulen die KMK bzw. regional die Länder, bilden aus der Sicht der EU eine Schwäche des deutschen Berufsbildungssystems. Die Einordnung der durch die Kammern erteilten Zertifikate nach den EU-Stufen wird dadurch erschwert, zumal Deutschland selbst den Lehrabschluss in der Stufung der Berechtigungen, die im Bildungssystem vergeben werden, gar nicht einbezogen hat.

2. Die Zugangsvoraussetzungen für die CTA-Ausbildung sind klar definiert, auch wenn es über das SEK I-Niveau hinaus de facto seit Jahrzehnten eine hohe Zahl von Berufsanfängern mit Abitur gibt.

3. Die Berufskollegs in BW und in NW mit staatlicher Prüfung und Hochschulzugang eröffnen den unmittelbaren Übergang zu höherer Bildung, während – im EU-Vergleich ebenfalls ein Nachteil deutscher Absolventen – der Hochschulzugang über die Lehre allein über den additiven Besuch der Berufs- bzw. Fachoberschulen erschlossen wird.

4. Der Bildungsgang ist attraktiv! Bei schrumpfender Ausbildungskapazität der Industrie beim Laborantenberuf ist beim CTA-Beruf die Zahl der Neueintritte Jahr für Jahr gewachsen; Privatschulen haben daran einen gleichbleibend hohen Anteil. Im Jahr 2004 waren es rund 3100 Schüler/innen, und 1700 Anfänger/innen, darunter 800 junge Frauen.¹¹

5. Das CTA-Profil in der heutigen Form bietet eine fundierte Basis für den Berufsstart der Absolventen. Der Verlockung, für Spezialgebiete eigene Ausbildungsgänge, u.a. in der Biotechnik oder Gentechnik, zu schaffen, sollte widerstanden werden. Hat doch die EU, von Lissabon 2000 bis Maastricht 2004, immer wieder betont, Erstausbildung und lebensbegleitende Weiterbildung seien als Einheit anzulegen und Module bildeten die geeigneten Bausteine für beides, die zukunftsbezogene Ausbildung des Nachwuchses und die Aktualisierung der Qualifikation jener, die seit Jahren im Beruf stehen. Ich halte es nicht für zukunftsweisend, wenn in Deutschland zwar Ausbildungsordnungen laufend neu gefasst werden, aber keine Qualifikationsbausteine definiert werden, mit denen die nach den alten Ordnungen ausgebildeten Fachkräfte ihr Profil aktualisieren können. Zu Recht bemängelt daher CEDEFOP, das Europäische Zentrum für Bildung in der EU in Thessaloniki, dass in Deutschland das im Beruf, beim so genannten informellen Lernen, erworbene Wissen nicht zertifiziert und in der Hierarchie der Bildungsstufen nicht anerkannt werde.¹² Als beispielhaft wird England genannt, wo solches längst Usus ist; daneben Frankreich, das schon 1992 die „Validation des acquis de l'expérience“ gesetzlich geregelt hat.¹³

⁸ Vgl. dazu Richard Koch/Manfred Tessaring: Berufsabschlüsse im europäischen Vergleich; in: Alex, L., Stooß, F.: Berufsreport. Daten Fakten, Prognosen zu allen wichtigen Berufen. Berlin 1996, S. 92ff.

⁹ Vgl. dazu „Wird sich im Gefolge des Europäischen Qualifikationsrahmens ein einheitliches Lernmodell durchsetzen? In: cedefop-info Nr. 3/2005, S. 7

¹⁰ Im Interview in DIE ZEIT am 12.04.2006 – Teil CHANCEN

¹¹ Lt. Statistisches Bundesamt, Berlin/Wiesbaden (Hrsg.): Fachserie 11, Reihe 2 Berufliche Schulen 2004, Tab. 4.7.4 Berufsfachschulen (die außerhalb BBiG/HWO ausbilden)

Tabelle 1:
Sozialversicherte
im mittleren
Chemiebereich im
Überblick.
* Spaltenprozent
ohne Praktikant
en/Auszubild
ende bzw. ohne
Angaben zur
Ausbildung
Quelle: Beschäf
tigtendatei der
BA Nürnberg
– IAB-Datensätze.

Status	Diplom-Chemiker	Chemot./CTA	Laboranten	Summe
Beschäftigte absolut	41 000	29 000	54 000	124 000
davon tätig als				
Vollzeit-Angestellte	90%	81%	82%	85%
Teilzeit-Angestellte	9%	12%	13%	11%
Meister/Facharbeiter	1%	7%	5%	4%
Summe	100%	100%	100%	100%
Frauenanteil 2003	23%	39%	55%	41%
Frauenanteil 1993	19%	37%	52%	38%
Von den Sozialversicherten verfügen über ein				
Uni-/TH-Diplom	65%	6%	2%	24%
Fachhochschuldiplom	23%	8%	3%	11%
Abitur/Berufsausbildung	6%	15%	12%	10%
SEK I/Berufsausbildung	7%	71%	83%	55%
Summe	100%	100%	100%	100%

Das Beschäftigungsfeld als berufseigene Domäne stabilisieren

Auch beim zweiten Punkt soll wiederum zuerst die Soll-Position vorgestellt werden, und zwar in Form von vier Thesen:

1. Das Qualifikationsprofil ist als erste Wahl in konkreten Arbeitsfeldern durchzusetzen.
2. „Occupation“ im aktiven Sinne von „besetzen“ ist eine Daueraufgabe der Verbandsarbeit.
3. Der Einsatz in der Breite, über die Enge der Chemie hinaus, wäre weiter auszubauen.
4. Denn gerade über die Breite des Beschäftigungsfeldes lassen sich Beschäftigungsrisiken minimieren.

Die Rolle, die dem Ausbildungsprofil dabei zukommt, beschreibt H.A. Hesse so:¹⁴ „Die Bildungsabschlüsse derjenigen, die in einem Berufsfeld arbeiten, sind ein wichtiges Datum für die Einschätzung, wie weit der Beruf auf dem Wege seiner Gestaltung vorangeschritten ist.“

Je eindeutiger also die Ausbildung und das Abschlussniveau mit einer Berufsbezeichnung verknüpft sind, desto klarer tritt der Arbeitsmarktausschnitt ins

Rampenlicht, der den Absolventen vorbehalten ist. Aktiv ausgestaltet wird die berufseigene Domäne über die „Occupation“-Strategie. Worum geht es dabei? Wer im Lexikon nachschaut, wie „Beruf“ ins Englische zu übersetzen sei, findet dort die Vokabel „Occupation“. Schlägt man im deutschen Fremdwörter-Lexikon „Okkupation“ auf, steht an erster Stelle „Besetzung eines Landes durch fremde Truppen“. Übertragen auf den Arbeitsmarkt geht es eben darum, den Absolventen einer Ausbildung ein Betätigungsfeld zu sichern, in dem sie ihr Wissen und Können anwenden und dafür adäquat entlohnt werden.

Wenn das ILO in Genf (das Internationale Arbeitsamt) seine Systematik der Berufe „International Classification of Occupations (ISCO)“ nennt, so beschreibt es eben damit, welches die einer Ausbildung adäquaten Arbeitsplätze sind, welche Stellen also von den jeweiligen Absolventen „besetzt werden“. Aktive Professionalisierung funktionierte in den westlichen Industriegesellschaften schon immer so, dass am Arbeitsmarkt in der Konkurrenz der Profile das Feld eingegrenzt wird, für das die Absolventen eines Bildungsgangs die erste Wahl sind.

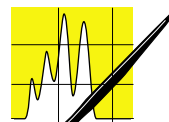
Die feste Verknüpfung von Ausbildungsprofil und Arbeitsgebiet ist also eine der vornehmsten Aufgaben eines Verbandes. Gefordert sind aber genau so die Absolventen; denn sie müssen sich in der Praxis Tag für Tag als die erste Wahl erweisen. Eben dies meinen Soziologen, wenn sie die Festigung und Weiterentwicklung des Berufsfeldes als eine Daueraufgabe der Berufstätigen selbst ansehen und als ein Element definieren, das eine Profession ausmacht.

Nun zur Ist-Seite des Arbeitsmarktes. Ich gehe von vier Komponenten aus, die die Berufschancen der CTA am Arbeitsmarkt bestimmen. De facto ist es eine Art Check, bei dem die „Sollvorgaben“ zu den mittleren, gehobenen und höheren Chemieberufen anhand der Realität überprüft werden sollen.

¹² Vgl. Tessaring, Manfred, Jennifer Wannan: Berufsbildung – der Schlüssel zur Zukunft. Lissabon-Kopenhagen-Maastricht: Aufgebot für 2010. Synthesebericht des CEDEFOP zur Maastricht-Studie. Hrsg. CEDEFOP, Luxemburg 2004, S. 30

¹³ Vgl. Jochen Reitenauer: Erfahrungslernen als gleichwertige Komponente im Bildungssystem. Das französische System der qualifizierenden Anerkennung beruflich und außerberuflich erworbener Kompetenzen. In: Georg Rothe: Alternanz – die EU-Konzeption für die Berufsausbildung. Karlsruhe 2004, S. 132ff.

¹⁴ Vgl. H.A. Hesse, a.a.O: (Fußnote 2), S. 118



1. Allgemein wird davon ausgegangen, in allen drei Berufen seien Angestellte tätig, zu einem geringeren Anteil noch Beamte oder Selbständige. Dazu sind in der folgenden Tabelle die sozialversicherten Beschäftigten der drei Ebenen zusammengefasst.

Die Norm „Angestelltenstatus“ wird also fast durchweg erfüllt. Des Weiteren ist aus der Tabelle abzulesen, dass der Frauenanteil im Berufsfeld auch in Zeiten hoher Arbeitslosigkeit noch gestiegen ist, und dass die Möglichkeit zur Teilzeitbeschäftigung vorhanden ist.

2. Das Beschäftigungsrisiko von Absolventen wird wesentlich davon bestimmt, in welcher Breite sie über die Wirtschaftszweige hinweg eine Anstellung finden. Hierzu einige Anmerkungen zum CTA-Beruf im Vergleich zum Chemielaboranten:

– Die CTA-Ausbildung vermittelt vielfältige Beschäftigungsmöglichkeiten. Das Betätigungsfeld ist breit gefächert: Nur die Hälfte der CTA arbeitet in der Chemischen Industrie bzw. Pharmaindustrie, die andere Hälfte in einer Reihe anderer Industriezweige wie Metall/Elektro, Ernährung etc.; aber auch in Hochschulen und Forschungsinstituten, Untersuchungsämtern, bei Umweltbehörden, beim TÜV, in der Wasserversorgung und -entsorgung oder auch in der Medizin.

– Der Lehrberuf Chemielaborant erscheint ganz auf die Chemische Industrie hin konzipiert zu sein; dort in den Großbetrieben, den mittleren und kleineren Chemiefirmen ist auch das Gros der Absolventen eingesetzt.

3. Das Risiko arbeitslos zu werden, wird international an den Erwerbspersonen eines Berufecusters gemessen, also an der Summe von Erwerbstätigen (Et) plus Arbeitslosen (A); ihr werden die Arbeitslosen gegenübergestellt. Die Arbeitslosenquote (Aq) wird dann nach der Formel:

$Aq (\%) = A : [Et + A] \times 100$ ermittelt. Zu den Sozialversicherten der vorangehenden Tabelle wären also zunächst die Beamten und Selbständigen hinzuzuschätzen. Auf der Basis der Mikrozensus errechnen sich dann für die drei Berufe nach dem Niveau der Berufsbildung zu folgenden Bestandszahlen:

Chemiker (Uni)/Chemieingenieure (mit Uni-/FH-Diplom) = 46 600 (35 %)

Chemotechniker/CTA (mit Berufsfachschul-/Fachschuldiplom) = 33 400 (25 %)

Chemielaboranten (mit Lehrabschluss) = 52 600 (40 %)

Also im Berufsfeld insgesamt = 132 600 (100 %)

Zuletzt hat die BA in Nürnberg, die Arbeitslosen nach Studienabschluss bzw. erlerntem Beruf im September 2003 erhoben, danach wurde diese Statistik eingestellt. Anhand der damaligen Arbeitslosenbestände ergeben sich die nachstehenden Quoten:

Chemiker/Chemieingenieure (Uni/FH) 5526 (49 %);
Arbeitslosenquote = 10,60 %

Chemotechniker/CTA (BFS/FS) 2062 (18 %);
Arbeitslosenquote = 5,81 %

Chemielaboranten (Lehrberuf) 3773 (33 %);
Arbeitslosenquote = 6,69 %

Arbeitslosigkeit im Berufsfeld 11 361 (100%);
Arbeitslosenquote = 7,89 %

4. Ein weiterer Aspekt, der die Arbeitsmarktchancen von Frauen tangiert, ist die Quote der über 45-jährigen. An ihr ist ablesbar, ob es sich um einen typischen Jugendberuf handelt, also eine Durchgangsstation zu anderen Tätigkeiten im fortgeschrittenen Alter: Bei den CTA beträgt die Quote der über 45-jährigen ein Drittel, bei Chemikern und Chemielaboranten jeweils nur 20 %. Im Vergleich zu anderen Berufen mit hohem Frauenanteil ist dies zwar ein guter Wert, er wäre aber noch weiter zu verbessern. Unter allen Erwerbspersonen des Jahres 2003 gab es 39 % über 45-jährige, bei den Frauen 38 %.

Fasst man die Fakten des Berufschancen-Checks zusammen, ist zu einzelnen Komponenten festzuhalten:

- Aufstieg: Das Beschäftigungsfeld CTA ist nach der vorangehenden Tabelle nach oben offen, etliche tausend CTA haben Funktionen inne, die Personalbüros unter den Berufen Chemiker oder Chemieingenieur subsumieren; aber gleichzeitig ist das Feld auch nach unten, hin zum Übergang in niedrigere Positionen, nicht klar abgesetzt.
- Berufsfeldbreite: CTA haben breitere Ansatzmöglichkeiten als die Laboranten, die sich dem Berufsbild gemäß auf die Chemie als Industriezweig konzentrieren.
- Die Arbeitslosigkeit der vollschulisch ausgebildeten CTA ist innerhalb des Felds der gehobenen und mittleren Chemieberufe am niedrigsten.
- Beschäftigung für Ältere: Die Chance, dass CTA auch im Alter über 45 Jahre noch im Beruf arbeiten können, ist gegeben.

Verbesserungen sollten bei allen vier Faktoren angestrebt werden, und zwar:

1. Bei der Abgrenzung des Arbeitsgebiets im nationalen und internationalen Feld gegenüber niedriger eingestufen Funktionen. Und in der künftigen Konkurrenz zum Bachelor die Sicherung des Aufstiegs in anspruchsvolle, verantwortungsvolle Funktionen.

2. Wäre die Breite des Einsatzfeldes nachhaltig zu sichern, auch in Konkurrenz zu den anderen Assistentenberufen der Biologie oder der Physik. Zu prüfen wäre auch, welche Schnittmengen gibt es zu Spezialberufen im Textillabor, bei der Materialprüfung und bei der Qualitätskontrolle?

3. Das im Vergleich zu den anderen Qualifikationsprofilen niedrigere Arbeitsmarktrisiko ist ein Pluspunkt, der zu verteidigen wäre.

4. Die Berufschancen für die über 45-jährigen werden international wesentlich davon bestimmt, welche Weiterbildungswege ihnen angeboten werden. Die von der EU geforderte Zertifizierung und Anerkennung des Wissens und Könnens, das im lebenslangen Lernen erworben wird, sollte CTA-bezogen konkretisiert werden.

Zur Sicherung und Verbesserung der Erwerbs- und Versorgungschancen

Beim dritten Punkt geht es unmittelbar um das Wirken der Verbände und um die Durchsetzung ihrer Ziele. Aus der sozialwissenschaftlichen Literatur sind Standards zu gewinnen, auf welche Weise die Position einer Profession oder eines Berufs gefestigt und verbessert werden kann. Sie beschreiben Strategien, die im Wechselspiel von Ausbildung und Arbeitsmarkt anzuwenden wären. Darauf bezogen sich meine vorangehenden Ausführungen, u.a. zur Breite des Betätigungsfeldes, zur Abdeckung innovativer Spezialgebiete über Module, die ins Berufsbild zu integrieren wären, oder zur Einstufung der Qualifikation in der EU. Thesenartig sei darauf verwiesen, welche Ziele zur Sicherung der Erwerbs- und Versorgungschancen im Verbund mit einer höheren Professionalität des CTA-Berufs anzupeilen wären:

- Den Berufseinstieg nach dem Bildungsniveau und nach der Vergütungshöhe festzulegen;
- Aufstiegswege als Karrierepfade aktiv auszugestalten;
- „Entrepreneur“-Eigenschaften (Wege in die Selbstständigkeit) zu stärken;
- an der Ausgestaltung der Einkommens- und Versorgungschancen mitzuwirken.

Die Ist-Position und damit den Grad der Zielerreichung zu bestimmen, ist Sache des Berufsverbandes; ein Außenstehender ist damit überfordert. Lediglich auf drei Aspekte sei resümierend verwiesen:

- Im Wettbewerb der Profile können die CTA auf Zeit zwar Vorteile aus der Schwäche des Dualsystems ziehen; gleichwohl sollte das CTA-Profil im öffentlichen Bewusstsein stärker als mittlere und gehobene Positionen hervortreten.
- Innerhalb der EU steht die Verortung der Qualifikationen nach einem achtstufigen Raster an. Der in der Verordnung 92/51/EWG erreichte Stand, nach dem die CTA-Position klar der mittleren Ebene 2 zugehört, wäre mindestens zu gewährleisten.
- Alle Versuche, Bildungsgänge der Berufskollegs/Berufsfachschulen und des Dualsystems zu vermengen, wie dies anscheinend mit dem § 7 des neuen BBiG¹⁵ intendiert ist, sollten vor diesem Hintergrund abgewehrt werden.

Schlussbemerkung

Ich habe aus sozialwissenschaftlichen Befunden Überlegungen abgeleitet, an denen gezeigt werden sollte, in welcher Weise die CTA-Position im öffentlichen Bewusstsein, im Bildungswesen und am Arbeitsmarkt gestärkt werden könnte. Die Bilanz fällt, im Vergleich zu den anderen Berufen, zwar positiv aus; Verbesserungen wären gleichwohl zu erwägen.

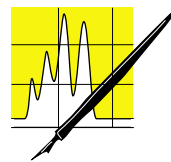
Ich plädiere für die Erhaltung des Breitenprofils ohne additive Spezialisierung in der Ausbildung. Dabei gilt es, die Vorteile der staatlich anerkannten Ausbildung im Inland und in der EU zu sichern, das Tätigkeitsfeld in der Breite zu behaupten, und im Verbund von Ausbildung, Weiterbildung bei gehobenem Sozialstatus das Leitbild der weiteren Entwicklung zu sehen.

CLB

Literatur

- [1] Alex, Laszlo, Friedemann Stoof: Berufsreport. Daten, Fakten, Prognosen. Berlin 1996, 440 S.
- [2] Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg (Hrsg.): Chemisch-technischer Assistent/Chemisch-technische Assistentin; in: Blätter zur Berufskunde, Band 2- I D 10, Bielefeld 1999 (7. Auflage)
- [3] BMBF, Berlin/Bonn (Hrsg.): Ausbildung und Beruf. Rechte und Pflichten während der Berufsausbildung. Bonn/Berlin 2005
- [4] Hesse, Hans Albrecht: Berufe im Wandel. Ein Beitrag zur Soziologie des Berufs, der Berufspolitik und des Berufsrechts. Stuttgart 1972, 203 Seiten
- [5] - ders.: Die gesellschaftliche Bedeutung von Beruf und Berufsbild. In: Arbeitshilfen für den Heimleiter, VLA Bonn, Heft 7/1980, S. 114 – 122
- [6] Rothe, Georg, Alternanz – die EU-Konzeption für die Berufsausbildung. Erfahrungslernen Hand in Hand mit Abschnitten systematischer Ausbildung dargestellt unter Einbeziehung von Ergebnissen aus Ländervergleichen. Karlsruhe 2004, S. 35ff (EU-Stufenkonzept der Qualifikationsebenen)
- [7] Treiman, Donald J., Probleme der Berufsbildung und Operationalisierung in der international vergleichenden Mobilitätsforschung; in: Franz Urban Pappi (Hrsg.): Sozialstrukturanalyse mit Umfragedaten. ZUMA-Monographien Band 2, Königstein/Ts. 1979, S. 124 – 167

¹⁵ Der fragliche Passus im § 7 BBiG im Abs. 1 (2005) lautet: „Die Landesregierungen können nach Anhörung des Landesausschusses für Berufsbildung durch Rechtsverordnung bestimmen, dass der Besuch eines Bildungsganges berufsbildender Schulen oder die Berufsausbildung einer sonstigen Einrichtung ganz oder teilweise auf die Ausbildungszeit angerechnet wird. ...“



AUFSÄTZE



VDC unter neuer Führung

Nach der Feierstunde „50 Jahre Verband Deutscher Chemotechniker und Chemisch-technischer Assistenten e.V.“ in Stuttgart am 14. Juni 2006 (siehe dazu den nebenstehenden Artikel) trafen sich Mitglieder des VDC zur Jahresversammlung. Gastgeber war Ehrenmitglied Wolfgang Flad (unter der Tafel links; daneben links: Bundesgeschäftsführer Bernhard Ruf). Als neue Vorsitzende wählte man Sigrid Pfiz (links neben Bernhard Ruf). Sie löst Annette Spiekermann (stehend) ab. Der bisherige 2. Vorsitzende Werner Schneider (links neben Sigrid Pfiz) gab sein Amt an Hannes Pook (nicht im Bild) ab. Kassenprüfer ist Erich Waldschmidt (links neben Werner Schneider; daneben links: Barbara Enke, Ehrenvorsitzende des VDC; Foto: RK).

Schon heute vormerken:

12. bis 15. März 2007, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Heinrich Heine

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT
DÜSSELDORF

InCom 2007
SYMPOSIUM & EXPOSITION

LifeCom 2007
SYMPOSIUM & EXPOSITION

Acht Jahre Businessplan-Wettbewerb „Science4Life“ Von der Idee zur eigenen Firma

Erstmalig stellten ausgewählte junge Technologie-Unternehmen ihre Beiträge des seit 1998 jährlich bundesweit ausgeschrieben Businessplan-Wettbewerbs „Science4Life“ einem interessierten Publikum in der Frankfurt-Hochster Jahrhunderthalle vor: 71 Geschäftsideen an innovativen Produkten und kreativen Dienstleistungen aus den Bereichen Life Science und Chemie wurden am 27. April 2006 von den erfolgreichen Gründern aus sieben Jahren „Science4Life Businessplan-Wettbewerb“ sowie von neuen Teilnehmern der diesjährigen achten Runde an kleinen aussagekräftigen Ständen präsentiert.

Unternehmensgründer auf der Suche

Um sich mit einer Geschäftsidee auf den deutschen Markt zu wagen, fordert besonders viel Mut, Entschlossenheit und Kenntnisse auf verschiedenen Bereichen der Betriebswirtschaft. Das ist den wenigsten Jung-Unternehmern in die Wiege gelegt oder in der Ausbildung vermittelt worden, wenn sie aus der Verzweiflung vor dem chancenlosen Stellenmarkt mit ihrer Examens-Idee eine Firma gründen wollen oder dem engen Korsett ihrer Firma entfliehen wollen, in dem kreative Kräfte zu wenig Freiräume verspüren.

Viele Unternehmen haben mit ihren eigenen Problemen genügend Arbeit, als dass sie sich noch mit Experimenten und Ideen abgeben können, die aus dem erwählten Rahmen des eigenen Geschäftsfeldes fallen.

Viele Seminar-Anbieter verkaufen teure Kurse zum Sprung in die Selbständigkeit und auch die Literatur ist reichhaltig zu diesem Thema. Der Markt empfängt die Jungunternehmer nicht mit offenen Armen. Zu hoch sind die Anforderungen, als dass sie von

Einzelpersonen noch zu bewältigen sind.

Am wichtigsten ist die Beschaffung von Geld. Dazu müssen die Banken als Geldgeber von der Chance ihrer Produkt- oder Dienstleistungsidee am Markt überzeugt werden. Allein die Aufstellung eines hierfür notwendigen Wirtschaftsplans ist eine Wissenschaft für sich. Es folgen diverse administrative und juristische Herausforderungen von der Anmeldung der Firma, vom Handelsrecht, vom Verbandsrecht bis zum Wirtschafts-, Patent-, Vertrags- und Personalrecht.

In der Podiums-Diskussionsrunde am Messetag mit dem Rundfunkreporter und Börsenberichterstatler Lehmann erfuhr das staunende Publikum von dem schwierigen Akt der Geldbeschaffung für ein junges Pharma-Unternehmen. Als es in der klinischen Erprobung ihres favorisierten Medikaments feststellen musste, dass die Nebenwirkungen überhandnahmen, bedeutete die Einstellung eine Fehlinvestition von 40 Millionen Euro. Ein anderes Medikament forderte für die Genehmigung bei der „Food and Drug Administration“ in den USA ganze 160 000 Seiten an Unterlagen. Die Erstellung allein dieser Papiere dauerte ein Jahr. Sie kosteten dem kleinen Firmen-Team enorme Mühen und Anstrengungen, bis sie auf Paletten nach Übersee verfrachtet werden konnten. An einen auf zehn Stunden limitierten Arbeitstag konnte da keiner Rücksicht nehmen, am wenigsten die Firmengründer. Spezielle Fachkontakte mit seriösen Banken, Firmen und Beratern sind dabei von größter Wichtigkeit.

Aber auch für die Besucher dieser Präsentations-Messe war das Feuerwerk an Geschäftsideen ein Erlebnis. In konzentrierter Form konnten sie sich ein Bild von Erfolg versprechenden Verwertun-

gen von Patent-Ideen machen, sich Zusammenhänge erläutern lassen und über Anwendungen diskutieren. Zur besseren Übersicht wurden noch einmal die Tätigkeiten und Ziel-Branchen aller 71 Aussteller mit ihrem Gründungsjahr und ihrer derzeitigen Mitarbeiterzahl sowie ihrer Internet-Präsentation aufgelistet (siehe Ende).

Der Businessplan-Wettbewerb „Science4Life“

Als Symbol für den bundesweit ausgeschrieben, jährlich stattfindenden Wettbewerb wählten die Initiatoren, das Land Hessen und das in Frankfurt ansässige Pharma-Unternehmen Sanofi Aventis GmbH, den gekrönten Frosch. In dem Märchen „Der Froschkönig“ der in Hessen wirkenden Brüder Jakob und Wilhelm Grimm verwandelte eine Prinzessin den Frosch in einen Prinz-Gemahl. Vielleicht erwächst auch aus der Geschäftsidee gar manch eines Gründers einmal ein weltweit operierendes erfolgreiches Unternehmen. Zu wünschen wäre es allen Teilnehmern, besonders auch den neuen Ideengebern, die am 3. Februar für dieses Jahr an den Start gingen.

Der Wettbewerb läuft in drei Stufen ab. Veranstalter ist die gemeinnützige, von über 100 Unternehmen und Institutionen unterstützte „Gründerinitiative Science4Life“, die auch kostenfreie Beratung, Betreuung und Weiterbildung von jungen Unternehmern in den Branchen Life Sciences und Chemie anbietet. Für die Teilnahme an dem Wettbewerb fallen keine Gebühren an. Alle Termine und Veranstaltungen sind aktuell im Internet zu finden: www.science4life.de.

Stufe 1: Die Idee

In der ersten Stufe stellten die Teilnehmer, Studierende, Doktoranden, wissenschaftliche Mitarbeiter, Angestellte und Jungunternehmer

der Branchen Life Science und Chemie, im diesjährigen Durchgang bis zum 03.02. ihre Geschäftsideen einer Experten-Jury vor. Auf Anfrage oder im Internet steht dafür auch ein Teilnehmerhandbuch zur Verfügung. Die Ideen können Probleme aufgreifen und lösen, bestehende Techniken weiterentwickeln oder etwas ganz Neues präsentieren. Auf die besten zehn Ideen warten jeweils 1000 Euro.

Stufe 2: Der Businessplan

Professionell erstellte Geschäftspläne sind für jedes Unternehmen unabdingbar. Auch dabei hilft das Teilnehmerhandbuch mit dem Grundwissen zur Vorbereitung einer Unternehmensgründung.

Daneben unterstützen die Teilnehmer Seminare und Workshops die Erarbeitung eines speziellen Businessplans. Auch stehen Coaches aus Wirtschaft und Forschung mit Rat und Tat zur Seite. Der Einsendeschluss für den wettbewerbsgemäßen Businessplan, an dem sich noch jeder, unabhängig von der Teilnahme an Stufe 1, beteiligen kann, war in diesem Jahr der 5. Mai. Die besten fünf Businesspläne werden mit der Teilnahme an einem Gründerworkshop belohnt, fünf weitere Einsender erhalten jeweils 1500 Euro.

Stufe 3: Das Unternehmen

Auf dem mehrtägigen Gründerworkshop der fünf Sieger aus Stufe 2 besteht die Gelegenheit, den Geschäftsplan noch einmal von Fachleuten überprüfen zu lassen, bevor er vor einer Jury mit renommierten Fachleuten präsentiert wird. Dabei spielen die Güte der Geschäftsidee, die Qualifikation des Managements sowie die möglichen Chancen am Markt eine bedeutende Rolle. Der zusätzliche Lohn für dieses „Aufbau-Training“ kann sich sehen lassen: 30 000 Euro für den ersten Platz, gefolgt von 15 000, 5000 und zweimal 2500 Euro.

Alle Beteiligte verpflichten sich zur Vertraulichkeit, so dass die Nutzungs- und Veröffentlichungsrechte ausschließlich bei den Einreichern verbleiben.

Beispiele publizierter Gründerideen

Zur Illustration seien fünf Ideen, die auch in der Aufzählung aufgeführt sind, näher beschrieben, ohne dabei eine Wertung vornehmen oder als repräsentativ hinstellen zu wollen.

- **Inhaltsstoffe von Kräutern, Gemüsen und Früchten:** Die in Baden-Württemberg ansässige Anoxymer GmbH spezialisiert sich seit nunmehr sechs Jahren auf die Erforschung und Entwicklung von neuartigen Inhaltsstoffen aus heimischen Pflanzen um daraus wasserlösliche Extrakte zu gewinnen, die als Nahrungsergänzungsmittel vertrieben werden oder als Zusatzstoffe in die Lebensmittel- und Kosmetik-Industrie gehen.
- **Bildungs-Innovation „Blended Learning“:** Die in diesem Jahr neu gegründete Bio-Te[a]ch-Lernstätte im sächsischen BioInnovationsZentrum Dresden hat sich als Dienstleister für die Multiplikation von Life Science-Know-How verschrieben. In didaktisch aufgearbeiteten Lehr- und Lernmodulen für die Nachwuchsgewinnung und beruflichen Anpassungs-Qualifikation wird die Bildungs-Innovation des „Blended Learning“ realisiert. Schwerpunkt der Lernmodule ist der Innovations-Prozess, von der wissenschaftlichen Erkenntnis bis zum wettbewerbsfähigen marktreifen Produkt.
- **Oberflächen-Beschichtung mit Nanotechnik:** Bereits über 33 Mitarbeiter verfügt die 2001 gegründete Nanogate Coating Systems GmbH. Sie hat sich auf den Bereich der Oberflächen-Technologie spezialisiert. Innovative Beschichtungen und vielfältige Anwendersysteme auf der Basis einer speziellen Technologie, die Nano-Chemie, Werkstoffwissenschaft und Verfahrenstechnik vereint, werden entwickelt, produziert und vertrieben. Das Unternehmen verfügt über das Know-How, als Partner entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu fungieren: mit Nano-Compositen, selbstorganisierenden Nano-Strukturen, angepasster Anwendungs-

technik und qualitätsgesicherter Lohnbeschichtung.

- **Pflanzen als Bioreaktoren:** Über drei Standbeine verfügt die Kieler Planton GmbH: Biotechnologie, Produkte und Service-Labor. Mit insgesamt 15 Mitarbeitern werden Pflanzen als Bioreaktoren zur Rohstoff-Herstellung für Medikamente genutzt. Hergestellte antimikrobielle Peptide schützen die Haut vor bakteriellen Infektionen. Das akkreditierte Prüflabor steht mit molekulargenetischen Analysen für die Lebensmittel-, Futtermittel- und Saatgut-Industrie zu Verfügung.
- **Ionische Flüssigkeiten:** Schon 1999 erfolgte die Gründung des Kölner Unternehmens Solvent Innovation GmbH, die sich mit der Vermarktung und Anbieten von Systemlösungen dieser neuen faszinierenden Stoff-Klasse befassen. Diese bei Raumtemperatur etwas zähflüssigen Ionenpaare vereinen so attraktive Eigenschaften, wie Nichtbrennbarkeit und Nichtflüchtigkeit. Ihr Dampfdruck ist praktisch vernachlässigbar. Als reines Lösungsmittel-Substitut sind die Ionischen Flüssigkeiten jedoch mit 100 bis 200 Euro/ Liter noch zu teuer. Als „Functional Materials“ bieten sie jedoch ungeahnte Möglichkeiten in der chemischen und pharmazeutischen Verfahrenstechnik.

Förderungen, Forderungen und „Falsche Fuffziger“

Dass Innovationen die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit ist, hört und liest man allerorten. Auch, dass es mit der Umsetzung der angeblich reichlich vorhandenen Ideen in Vermarktbares bei uns hapert, ist nichts Neues. Wenn man aber erleben muss, wie große Unternehmen nachlässig mit ihrem Humankapital umgehen, wie Patent-Ideen geklaut oder umgangen werden, Arbeitnehmer-Erfinder um ihre Vergütungen gebracht werden und Patent-Gebühren und –Rechtsschutz manch kreativen Erfinder verarmen lassen, kann man schon bei den Wurzeln unserer

Innovations-Kultur seine Zweifel anmelden.

Für Berufene ist die Science4Life-Initiative begrüßenswert und unbedingt zu empfehlen. Der Jung-Unternehmer darf sich jedoch keinen Illusionen hingeben, dass er nicht irgendwann von einem finanzstarken Unternehmen mit situationsbedingten Konditionen aufgesogen wird: wenn er wirklich erfolgreich ist oder in finanziellen Nöten schwebt.

Nach der Förderung kommen die Forderungen. Vom Staat, der Gesellschaft und Verbänden sowie von den Mitarbeitern. Und dann, so heißt es in dem Buch von Bruno Wagner „Business ist wie Krieg führen“ (Eichborn-Verlag), kommt die volle Härte. Dabei bleiben die Schicksale kleinerer Unternehmen der Öffentlichkeit zumeist verborgen.

Wie das P.T. Magazin in ihrer Ausgabe März-Mai, 2006, schreibt, geben in Deutschland jährlich 600 000 Gewerbebetriebe den Kampf um Marktanteile, Umsatz und Erfolg auf. Die Insolvenzquote verdoppelte sich seit 1990, wobei mindestens 40 Milliarden Euro an Forderungen nicht beglichen wurden. 50% von den Unternehmen, die in die Insolvenz getrieben wurden könnten noch leben, Menschen beschäftigen und Steuern entrichten.

Gutgläubig und blauäugig laufen Existenzgründer und Jungunternehmer immer wieder in eines der vielen Messer. Zu viele Bürokraten, egomanische Manager in Wirtschaft, Gesellschaft und Justiz beschwören zwar offiziell wohlklingend gebetsmühlenartig das Gemeinwohl, denken jedoch dabei hauptsächlich und unaufhaltsam an eigene Vorteile und Bereicherungen. Von diesen „Falschen Fuffzigern“, die Wasser predigen und selber Wein trinken, die Hilfe versprechen und sich doch nur selbst helfen, die unqualifiziert ihre hohen Posten bekleiden, eingebettet in Seilschaften, Ränke-Schmieder und Antechambrierer, gibt es einfach zu viele in unseren Unternehmen und in unserer Gesellschaft.

Jeden Monat drohen den neuen Unternehmern am Markt, wie Pflänzchen in dem rauen Klima der Wirtschaft zertreten zu werden, zu verdorren oder ausgerissen zu werden.

Wirtschaft mit Nanotechnik

„Welche Eigenschaften muss ein neu in den Markt einsteigender Unternehmer mitbringen?“ fragte Lehmann einen Unternehmer der Pharma-Branche, der sich bisher über mehrere Jahre im Wettbewerb der Marktwirtschaft halten konnte. „Er muss vom Unternehmertum beseelt sein, hart gegen sich selbst sein können, von Entscheidungsfreude und Durchhaltevermögen geprägt sein und – was besonders wichtig ist – immer liquide sein!“

Es wäre zu wünschen, dass sich nicht nur die Einstiegs-Chancen für Jung-Unternehmer verbesserten sondern auch die Situationen in der Folgezeit. Bei derartig abschreckenden Insolvenz-Zahlen und der äußerst dürftigen Selbständigen-Quote in Deutschland sind hier grundlegendere Einsichten und Reformen notwendig.

Mit deutscher Gründlichkeit haben wir mindestens drei entscheidende Forschungsschwerpunkte zerstört: die Kernphysik und Radiochemie sowie die Gentechnik und die Hüttentechnik. Die Konsequenzen aus unserem dadurch degenerierten Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk können wir noch gar nicht in vollem Umfang erkennen.

An einigen Hochschulen werden keine Versuche mehr mit Blei, Arsen, Selen, Thallium, Cadmium und Uran gemacht. Seltene Erden und Radioaktive Elemente finden ohnehin wenig Berücksichtigung. Hier bahnen sich folgenschwere Fehlentwicklungen an.

Kleine wendige und kreative Unternehmen können hier vieles flicken und kompensieren. So ähnlich wie die Dentaltechnik es mit den Nano-Teilchen aus Zahnschmelz erfolgreich versucht: Löcher werden von nanoskaligen

Flourapatit-Kristallen durch Selbstorganisation ausgebessert.

Und vielleicht erwächst aus einem „Nano-Betrieb“ auch einmal ein „Giga-Unternehmen“.

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch

Folgende Science4Life-Gründerfirmen wurden gefördert (1. Messe, Jahrhunderthalle, Frankfurt-Hoechst, 27.04.2006); Angegeben sind jeweils der Firmenname, der Sitz, das Jahr der Gründung, die Hauptprodukte, die Zielkunden bzw. Themen, die Mitarbeiter-Anzahl und schließlich die Internet-Kontaktadresse:

1. Ademis Sensor Technol. GmbH, Magdeburg, 2005, Konzentrations-Sensoren, Chemie, Biotechnik, Labor, 5, www.ademics.com
2. AlcaSynn Pharmaceut. GmbH, Innsbruck (A), 2004, Morphinan-Verbindungen, Medizinische Chemie, 6, www.alcasynn.com
3. Alpha-Fit GmbH, Würzburg, 2005, sensorische Gewebe, Medizi, Sport, Kfz-Industrie, 3, www.alpha-fit.de
4. AmbAgon Technology, Dortmund, 2005, umweltvertr. Total-Herbizide, Herbizid-Hersteller, 4, www.ambagon.de
5. AMSilk, Garching, k.A., biotechn. hergestellt. Spinnseide, Medizin, Textil, Kosmetik, k.A., www.amsilk.com
6. Anoxymmer GmbH, Esslingen, 2000, Health-Ingredients a. Pflanzen, Nahrungsergänzung, Kosmetik, 5, www.anoxymmer.info
7. AptaRes AG, Luckenwalde, 2002, Monoklonale Aptamere, Diagnostik, Biosensoren, 3, www.aptares.de
8. Array-On GmbH, Gatersleben, 2003, SNP-Genotypisierung m. Chip, Polydimensionale Analysen, 5, www.array-on.com
9. BioSpring GmbH, Frankfurt/ M., 1997, Enzyme, Nukleinsäuren, Auftrags-Synthesen, 16, www.biospring.de
10. BIO-TE[A]CH, Dresden, 2006, Didaktisches Lehrmaterial, Know-How-Transfer Life Sci., 4, www.bio-teach.de
11. Biotectid GmbH, Leipzig, 2000, Diagnostica, Entzündungen, Biotechnologie, 12, www.biotectid.de
12. Carbotec, Bonn, 1998, Kohlenstoff-Nano-Nadeln, Chemische Analytik, 3, www.carbotec.com
13. Cascade Scientific GmbH, Frankfurt/ M., 2002, Oberflächen-Analytik, Oberflächentechnik, 3, www.cascade.co.uk

14. c-LEcta GmbH, Leipzig, 2004, Enzym-Produktion, Enzym-Screening, 10, www.c-lecta.de
15. COSMOlogic GmbH & Co.KG, Leverkusen, 1999, EDV-Property-Calculations, Chemie, Pharma, Hochschulen, 7, www.cosmologic.de
16. Cynora GmbH, Herzogenrath, 2003, Robotergestützte Synthesen, Chemie, Pharma, 4, www.cynora.de
17. DMB Apparatebau GmbH, Wörrstadt, Rh.-Pf., 2001, Ethylenoxid-Sterilisation, Kliniken, 15, www.dmb-apparatebau.de
18. euroderm GmbH, Leipzig, 2002, Arzneimittel, Medizinprodukte, Pharma, Medizin, Biotechn., 9, www.euroderm-biotech.de
19. Gaiasafe GmbH, Marburg, 1999, Gewässer-Monitoring, Schadstoff-Untersuchungen, 2, www.gaiasafe.de
20. Galantos Pharma GmbH, Mainz, 2005, Alzheimer-Medikamente, Pharma, Medizin, 5, www.galantos.com
21. GenXPro GmbH, Frankfurt/ M., 2005, transcript. anal., gen. Marker, Pharma, Medizin, 7, www.genxpro.de
22. Geohumus Int. GmbH & Co.KG, Frankfurt/ M. , 2005, Bodenhilfsstoff, Geohumus, Gartenbau, Forstwirtschaft, 6, www.geohumus.com
23. Gesundheitsagentur Vital Express, Gießen, 2004, Geräte, Produkte, Service, Gesundheitsmarkt, 5, www.vital-express.de
24. HealthTwiSt GmbH, Berlin, 2003, Genetic Contract Research, Pharma, Lebensmittel, 4, www.healthtwist.de
25. Hepa Wash GmbH, Garching, 2004, Dialyse-Technik, Medizin, Klinik, 10, www.hepawash.com
26. IDnostics AG, Schlieren-Zürich (CH), 2005, Animal Identification Solutions, Pharma, Biotechnik, 3, www.idnostics.com
27. inensus GmbH, Clausthal-Zellerfeld, 2005, Regenerative Energie, Energie-Markt, 4, www.inensus.com
28. InovisCoat GmbH, Leverkusen, 2005, Beschichtung d. Photoindustr., Beguss-Technologie, 3, www.inoviscoat.de
29. Inst f. Gewässerschutz MESOCOSM GmbH, Homberg, Ohm, 2003, Gewässer-Untersuchungen, Auftragsforschungs-Labor, 10, www.mesocosm.de
30. Inte:Ligand GmbH, Maria Enzersdorf (A), 2003, Nebenwirkungspotential, Pharma, 9, www.inteligand.com
31. ISYS, Darmstadt, k.A., Sensorik f. mechan. Störungen, Maschinenbau, k. A., tobias.melz@lbf.fraunhofer.de
32. JETLOG Corp., Sunnyvale, Calif.(USA), 2000, Human-Fatigue-Management, Transport, Logistik, 5, www.je5tlog.com
33. JP anatronc, Greifswald, i.Gr., pH-Festkörper-Sensoren, Mess-Instrumente, k. A., poerksen@uni-greifswald.de
34. KFB Regensburg, Regensburg, k.A., Proteine mit Mikroalgen, Pharma, Veterinärfirmen, 5, www.algenbiotechnologie.de
35. KMU Netzwerk Biopolymere, Leipzig, 2004, Biopolymere, Pflanzenbau, 5, www.leipziger-floralat.com
36. LOMAGRI GmbH, Mittenwalde, 2004, Laseroptisches Radar, optimierter Pflanzenschutz, 2, kuemmel_knut@csi.com
37. m2p-labs GmbH, Aachen, 2005, Analyse v. Bioprozessen, Biotechnologie, 3, www.m2p-labs.com
38. MCAT GmbH, Konstanz, 1998, Metallorg. Katalyse, Feinchem., Pharma, Polymer-Chemie, 4, www.mcat.de
39. Millenium Medical Devices, Hannover, k. A. , Medizinische Produkte, Anästhesie, Intensiv-Medizin, k. A., rahe-meyer.niels@mh-hannover.de
40. Molisa GmbH, Magdeburg, 2002, Synthese-Technologie, Infektion., Wirkstoffe gegen Infektionen, 12, www.molisa.biz
41. Motus Engineering GmbH & Co.KG, Marburg, 2000, Maschinen f. d. Pharmatechnik, Pharmatechnik, 7, www.motus-engineering.de
42. nadicom GmbH, Marburg, 2002, Identifizierung v. Biostoffen, Biotechnologie, 6, www.nadicom.com
43. NanoCompound GmbH, Baesweiler, 2004, Herst. von Nano-Carbo-Fulleren, Elektronik, Optik, 8, www.nanocompound.de
44. Nanogate Coating Systems GmbH, Saarbrücken, 2001, Nanocoating-Systems, Oberflächentechnologie, 33, www.nanogate.com
45. N-Zyme BioTec GmbH, Darmstadt, 1999, Transglutaminasen, Biotechnologie, Molekularbiol., 17, www.n-zyme.de
46. omeX, Bochum, k. A., Protein-Protein-Interaktionen, Wirkstoffe, Pharma, Biotechn., k. A., ansgar.poetsch@rub.de
47. PANATecs GmbH, Tübingen, 2004, Bioanalytische Produkte, Pharma, Biotechn., Chemie, 8, www.panatecs.com
48. Pharmacelsus GmbH, Saarbrücken, 2000, Pharmakol., biol. Tests, Pharma, Biotechnologie, 16, www.pharmacelsus.de
49. Pharmacom GmbH & Co.KG, Grevembroich, 2005, Entwickl., Prod., Vermarktung, Pharma, Kosmetik, Nahrung, 1, www.pharmacom.info
50. Phenos GmbH, Hannover, 2002, Simulation von Volkskrankheiten, Pharma, 11, www.phenos.com
51. Planton GmbH, Kiel, 2001, Pflanzen als Bioreaktoren, Pharma, Landwirtschaft., Futterm., 15, www.planton.de
52. Plasmonic Biosensor AG i. Gr., Wallenfels, i. Gr., Affinitätsbiosensor, Medizintechnik, 3, www.plasmonic.de
53. PPA Technologies AG, Jena, 2004, Herz-/Kreisl.-Entlastungssystem, Medizintechnik, 2, www.ppa-tec.de
54. Provecs GmbH, Hamburg, 2005, Immuntherapeutika, Kliniken, 2, hkforster@aol.com
55. PST, Lollar, i. Gr., leitendes organ. Metall, klinische Diagnostik, 2, www.phytsensor.de
56. PURinvent Ltd., Göttingen, 2005, PU-Werkstoff m. 50% Wasser, Flammschutz, 2, www.purinvent.com
57. rehamed-tec Herrmann & Hecht GbR, Beucha, 2004, Geräte f. Muskeln und Nerven, Medizintechnik, 3, www.rehamed-tec.com
58. Scanbec GmbH, Halle/ Saale, 2003, Mikrobiol. Diagnostik, Lebensm., Getränke-Industrie, 6, www.scanbec.de
59. Semantic Machines Inc., Trebur, k. A., Semantische Maschinen, Künstliche Intelligenz, k. A., www.semantic-machines-inc.com
60. sens-A-motion GmbH, Aachen, 2005, Diagn. v. Bewegungsstörungen, Kliniken, k. A. , www.sensamotion.com
61. Sibion biosciences GmbH, Jülich, 2002, Zelluläre Biosensoren, Pharma, 5, www.sibion-biosciences.com
62. Sidanis Pharmaceuticals, Leverkusen, 2004, Immuntherapeutika, Pharma, Human-/ Tiermedizin, 1, www.sidanis.com
63. Solvent Innovation GmbH, Köln, 1999, Ionische Flüssigkeiten, Chemie, Pharma, 10, www.solvent-innovation.com
64. SPORO4Life, Nordsehl, 2006, Therapeutische Stoffe aus Algen, Pharma, 4, www.sporo4life.com
65. TF Instruments GmbH, Heidelberg, 1997, Ultraschallgeräte, Messinstrument., Biotechnologie, 15, www.tf-instruments.com
66. Umotec Technologie GmbH, Bad Sobernheim, 2004, Motoren mit Pflanzenöl, Landwirtschaft, 8, www.umotec.com
67. VariGnost Molecular Diagnostics GmbH, Kassel, 2005, Hilfen zur mediz. Diagnostik, Biotechnologie, Medizin, k. A., www.varignost.de
68. vasopharm Biotech GmbH, Würzburg, 1998, Zerebrale und kardiovaskuläre Th., Pharma, 10, www.vasopharm.com
69. ViaMetrixx GmbH, Gilching, 2004, Protein- und DNA-Analyse, Biotechnologie, Medizintechnik, 4, www.viametrixx.de
70. VitraBio GmbH, Steinach, 2003, Poröse Glas-Partikel, Dentaltechnik, Chemie, Pharma, 5, www.vitrabio-gmbh.com
71. VMscope GmbH, Berlin, 2004, Virt. Mikroskopie-Software, Medizin, Lehre, Forschung, 3, www.vmscope.de

Internationale Kooperation von Proteomforschern

Proteinkorrelation von 1400 Eiweißen

Nach der Entschlüsselung des menschlichen Genoms konzentrieren sich die Wissenschaftler nun auf die Funktion der Gene und damit auf ihre Produkte, die Proteine. Wissenschaftler aus dem Max-Planck-Institut für Biochemie zeigten in Zusammenarbeit mit Forschern aus Dänemark, Kanada, China und USA, wie man mit modernen Methoden den gesamten Bestand an aktiven Proteinen in den Zellorganellen in einem bestimmten Moment erfassen kann.

Seit über 100 Jahren untersuchen Forscher Strukturen und Organellen in der Zelle mit mikroskopischen Methoden und ziehen Rückschlüsse auf ihre Funktion.

Proteine haben in der Zelle viele Funktionen: als Transportvehikel, als Stützgerüst, als Katalysatoren und als Bestandteile von Signalketten. In der aktuellen Studie un-

tersuchten die Proteom-Forscher Leberzellen der Maus. Mithilfe von Massenspektrometrie und Datenbank-Abgleichen konnten die Wissenschaftler mehr als 1400 Proteine aufspüren, die in zehn unterschiedlichen Zellkompartimenten lokalisiert sind. Einige Proteine lassen sich auf der Basis vorangegangener Untersuchungen eindeutig bestimmten Zellorganellen zuordnen. Diese Proteine wurden bei der Auftrennung des Proteingemisches als Marker eingesetzt. Proteine, die gemeinsam mit diesen Marker-Proteinen auftraten, ließen sich nun eindeutig zuordnen. Diese Methode der Proteinkorrelationsanalyse (engl. Protein Correlation Profiling) wurde bereits erfolgreich bei der Bestimmung der Proteinzusammensetzung von einzelnen Zellorganellen eingesetzt.

Nachdem die Proteine der einzelnen „Kompartimente“ iden-

tifiziert waren, verglichen die Wissenschaftler die jeweiligen Protein-Sets der einzelnen Zellorganellen: Von den 1400 verschiedenen Proteinen, die sie den einzelnen Zellorganellen eindeutig zuordnen konnten, kommen rund 40% auch in anderen Zellorganellen vor. Vergleiche mit Studien an Hefezellen zeigten, dass die Proteine „ihrer“ Zellorganelle im Laufe der Evolution treu geblieben waren, und ihre Lokalisation über Millionen von Jahren der Entwicklung von einfachen Organismen bis hin zu Säugetieren offensichtlich stabil beibehalten haben.

Die Forscher hoffen, mit der Proteinkorrelationsanalyse Aussagen treffen zu können, welche Proteine an der Fehlregulation von Zellen beteiligt sein können, und damit zur Erforschung von Krankheiten beizutragen, die auf gestörter Kommunikation in der Zelle beruhen.

Neue Entwicklung in der Messtechnik

Feldlinien als Tasthaare

Zuverlässig und wartungsfrei zurren Durchflussmesser in Benzin-Zapfsäulen und Wasseruhren vor sich hin. In ihrem Inneren zeigen Flügelräder den Verbrauch an. Gießereifachleute träumen nicht erst seit explodierenden Rohstoffpreisen von Durchflussmessern, die auch für Metallschmelzen einsetzbar sind. Doch gibt es kein Material, welches auf Dauer der 1500 Grad heißen Stahlschmelze widerstehen kann. Einem Wissenschaftlerteam an der Technischen Universität Ilmenau ist es gelungen, ein berührungsloses Flügelrad für die Durchflussmessung in Metallschmelzen zu entwickeln.

Das Ilmenauer Messverfahren geht auf eine Beobachtung des schwedischen Nobelpreisträgers Hannes Alfvén zurück. Der Phy-

siker fand im Jahre 1942 heraus, dass sich eine Magnetfeldlinie geringfügig verbiegt, sobald sie die Strömung eines flüssigen Metalls kreuzt. Gleichzeitig übt die Feldlinie auf ihren Ursprungspunkt, zum Beispiel einen Permanentmagneten, eine winzig kleine Kraft aus. Die Feldlinie wirkt wie ein Tasthaar am Schnurrbart eines Katers.

Die Ilmenauer Wissenschaftlern konnten diese Kraft nicht nur messen, sondern mit ihr auch ein Flügelrad antreiben. Dabei wirken die Feldlinien gewissermaßen als magnetische Windmühlenflügel. Die Wissenschaftler haben ein Rad mit leistungsfähigen Permanentmagneten versehen, deren Feldlinien eine strömende Legierung aus Gallium, Indium und Zinn durchkreuzen und dabei gleichsam mitgerissen werden. Das magnetische Flügelrad beginnt sich zu drehen,

wobei seine Drehzahl linear mit der Strömungsgeschwindigkeit des flüssigen Metalls anwächst. Die magnetischen Tasthaare besitzen gegenüber mechanischen Sensoren eine Reihe von Vorteilen. Sie halten beliebig hohen Temperaturen stand, verschleifen nicht und können zentimeterdicke Wände durchdringen.

Das zum Patent angemeldete Verfahren wird bereits in einer Aluminium-Firma eingesetzt. Künftige Experimente werden zeigen, ob das rotierende magnetische Flügelrad oder das ruhende magnetische Tasthaar für industrielle Anwendungen besser geeignet sind.

Der geschilderte Effekt ist nicht auf flüssige Metalle beschränkt. Er tritt bei beliebigen elektrisch leitfähigen Stoffen wie etwa Glaschmelzen, Salzwasser und Blut, und auch bei Plasmen auf.

Stoffwechsel von Pseudomonas-Bakterien

Shampoo als Leibgericht

Wissenschaftler der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) in Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) entdeckten beim Krankheitserreger *Pseudomonas aeruginosa* ein Verdauungsenzym namens SdsA, das Sodiumdodecylsulfat (SDS) spaltet; der Grund der hohen Widerstandsfähigkeit des Keims.

Pseudomonas aeruginosa kann sich in den Atemwegen des Menschen oder in Wunden festsetzen und dort schwere Entzündungen

auslösen. Da das Bakterium ausgesprochen widerstandsfähig ist und oft sogar die Behandlung mit gebräuchlichen Hygiene- und Pflegeprodukten überlebt, ist es mit vorbeugenden Hygienemaßnahmen nur schwer zu bekämpfen. Man findet *Pseudomonas aeruginosa* zum Beispiel in Waschbecken, Spülmaschinen und sogar Shampooflaschen.

Wie die Wissenschaftler nun mittels Röntgenstrukturanalyse zeigen konnten, sondert das Bakterium ein als SdsA bezeichnetes Verdauungsenzym ab, welches

das Molekül SDS spaltet. SDS ist ein Grundbestandteil vieler schäumender Pflege- und Hygieneartikel wie Zahnpasten, Shampoos und Duschgels und für viele andere Bakterien tödlich. Aufgrund seiner seifenähnlichen Eigenschaften löst es ihre Zellmembran auf, wenn sie es nicht wie *Pseudomonas aeruginosa* durch SdsA unschädlich machen können. *Pseudomonas*-Bakterien nehmen die molekularen Bruchstücke des von SdsA gespaltenen SDS auf und nutzen sie als Nährstoffe.

Möglichkeiten und Grenzen des Gendoping

Nachweis von transgener DNA

Spezialisten befürchten seit einiger Zeit die Anwendung genetischer Manipulationen im Spitzensport. Beim Gendoping wird DNA von leistungsrelevanten Genen in die Körperzellen der Sportler eingeschleust. Diese transgene DNA sorgt dann vor Ort für eine erhöhte Produktion körpereigener leistungssteigernder Stoffe. Wissenschaftler der Abteilung Sportmedizin der Medizinischen Universitätsklinik Tübingen haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich geringste Spuren transgener DNA im Blut nachweisen lassen.

Möglich wird Gendoping beispielsweise durch die Verwendung geeigneter Viren als Genfähren, die transgene DNA (tDNA) entweder ins menschliche Genom integrieren oder im Zellplasma einlagern können.

Das resultierende Genprodukt ist mit der natürlichen Substanz identisch und lässt sich daher nicht nachweisen. Allerdings ist bei Anwendung der bisher gängigen Gentransferverfahren am Menschen

davon auszugehen, dass transgene DNA oder Bruchteile derselben in irgendeiner Form im Blut anfallen. Die Menge der im Blut befindlichen tDNA-Moleküle ist dabei prinzipiell davon abhängig wie lange ein Gentransfer zurückliegt und auf welche Weise dieser erfolgte.

Ein klassisches Beispiel für ein Gendoping wäre eine tDNA, welche für das leistungssteigernde (da blutbildende) Protein Erythropoetin kodiert.

Ein Gendoping-Testverfahren sollte in der Lage sein, in einer gängigen Blutprobe von rund zehn ml einige wenige Moleküle transgener DNA spezifisch nachzuweisen. Im Unterschied zur natürlichen DNA-Sequenz des interessierenden Proteins enthält transgene DNA keine Introns. Mit Hilfe dieses Unterschieds und durch Einsatz und Modifikation der in der Präimplantationsdiagnostik bereits eingesetzten single cell PCR (Polymerase chain reaction) wurde ein Verfahren entwickelt, dass die wichtigsten dopingrelevanten tDNAs, die bereits in der klinischen

und experimentellen Gentherapie verwandt werden, hochsensitiv nachweisen kann, aus der DNA von zwei Millilitern Blut konnten vier Moleküle zuvor zugegebener tDNA nachgewiesen werden. Die Methode soll weiter entwickelt werden, so dass sie als Nachweisverfahren von Gendoping verwendet werden kann.

Es bleibt jedoch offen, ob und wie lange sich bei den unterschiedlichen Gentransferverfahren tDNA im Blut nachweisen lässt. Im günstigsten Fall weist ein einmal gendopteter Athlet noch auf Jahre hinaus in geringen Mengen tDNA im Blut auf.

Ein positiver Befund kann auch Jahre nach Gentransfer zustande kommen, wenn transfizierte Zellen in größerem Umfang absterben oder auch geschädigt werden, wie beispielsweise Muskelzellen nach starker sportlicher Belastung- und in der Folge tDNA in das Blut freigesetzt wird. Darauf basiert in der Tumordiagnostik der Direktnachweis tumorspezifischer DNA im Blut und Stuhl.

Empa-Forscher entwickeln Zellkultur-Testverfahren

Mögliche Gefahren von Nanopartikeln

Die Welt wird besser dank Nanotechnologie, verspricht zumindest das Marketing der Nanotechbranche. Hingegen sind mögliche Risiken der winzigen Teilchen für Mensch und Umwelt erst wenig erforscht. Innerhalb des Projekts „NanoRisk“ hat ein Empa-Team Zelltests entwickelt, welche die Toxizität schnell und einfach abschätzen sollen. Erste Ergebnisse zeigen: Nanopartikel ist nicht gleich Nanopartikel.

Materialwissenschaftlern bieten sich seit dem Anbruch des „Nano-Zeitalters“ ungeahnte Möglichkeiten. Denn Nanopartikel, oft nur

wenige Moleküle gross, weisen andere physikalisch-chemischen Eigenschaften auf als grössere Partikel des gleichen Materials. Damit lassen sich erstmals neuartige Werkstoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften herstellen.

Doch welche Auswirkungen haben Nanopartikel auf menschliche Zellen und Gewebe? Da die Nanoteilchen ungefähr die gleiche Grösse haben wie die Eiweissmoleküle einer Zelle, sollten sie von dieser leicht aufgenommen werden können.

Höchste Zeit also, sich der „Nanotoxikologie“ zu widmen, so die Forscher an der Empa, einer Forschungsinstitution im ETH-Bereich in der Schweiz. Ziel der Empa-Forscher war es, ein schnelles und einfaches Testsystem zu entwickeln, um eine erste Abschätzung der Toxizität von Nanopartikeln zu erhalten, ohne auf Tierversuche zurückzugreifen. Ein idealer Kandidat hierfür sind Zellkulturen, wie sie auch bei Toxizitätstests von Chemikalien zum Einsatz kommen.

Sieben industriell wichtige Nanopartikel wurden auf ihre zelltoxische Wirkung untersucht, von dem als harmlos geltenden Siliziumoxid, das schon seit langem als Nahrungsmittelzusatz verwendet wird, etwa in Ketchup, über Titan- und Zinkoxid, das in Kosmetika zum Einsatz kommt, bis hin zu Cer-

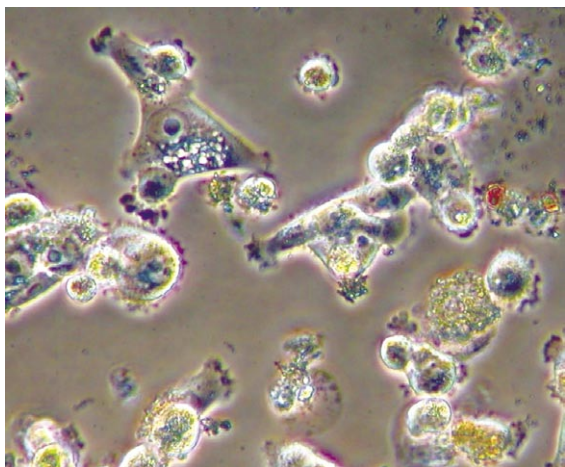
und Zirkonoxid aus der Elektronikindustrie. Zum Vergleich wurden Asbestfasern getestet, deren toxische Wirkung auf Zellen bestens bekannt und untersucht ist.

Zwischen Asbest und Siliziumoxid konnte das Empa-Team eine Art „Toxizitätsrangliste“ aufstellen: Während Eisen- und Zinkoxidpartikel den menschlichen Lungenzellen erheblich zusetzen, erwies sich Trikalziumphosphat (das bei medizinischen Implantaten zum Einsatz kommt) als ähnlich verträglich wie Siliziumoxid. Titanoxid, Ceroxid und Zirkonoxid beeinträchtigen den Zellstoffwechsel zwar kurzfristig, waren aber deutlich weniger toxisch als Asbest.

Im Gegensatz zu Nanopartikeln waren Nanoröhrchen aus Kohlenstoff gerade dann besonders schädlich für die Zellen, wenn sie zu größeren Nadeln zusammengeklebt waren.

In der nächsten Phase werden konkrete Anwendungsbeispiele von Kohlenstoffnanoröhrchen untersucht, und zwar von deren Herstellung über die Fertigung der Nanopartikel enthaltenden Produkte bis zu deren Entsorgung. Ziel dieser Lebenszyklusanalyse ist es, genaue Angaben darüber zu erhalten, wann Nanopartikel in welchen Mengen freigesetzt werden, um daraus mögliche Vorsorgestrategien ableiten zu können.

Menschliche Lungenzellen, die drei Tage lang Eisenoxid-Nanopartikeln (Fe_2O_3) ausgesetzt waren. Die Zellen fangen bereits an sich abzurunden und von der Unterlage zu lösen. Ein erstes Anzeichen dafür, dass Eisenoxidpartikel zytotoxisch sind. Foto: Peter Wick, Empa.



Lupinen als Cholesterinsenker?

Cholesterinsenkung durch Functional Food ist gefragt. Neben Soja-Bohnen wird Lupinengewächsen eine cholesterinsenkende Wirkung zugeschrieben. Ob dieser Effekt tatsächlich nachzuweisen ist, wird von einer Kooperation aus 13 Klein- und mittelständischen Unternehmen, dem Fraunhofer Institut in Freising und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg derzeit untersucht. In In-Vitro-Studien konnte festge-

stellt werden, dass ein Teil des Cholesterins von den Lupinenproteinen adsorbiert werden. Weitergehende In-Vivo-Versuche an Ratten klären Stoffwechselwege und Wechselwirkungen mit anderen Nahrungsproteinen. Molekularbiologische Untersuchungen werden zeigen, welche Gene bei der Zuführung von Lupinenproteinen aktiviert werden, um den Cholesterinspiegel auf das normale Niveau zu senken. Dabei

sind Transkriptionsfaktoren von Interesse, welche die Bildung von Molekülen für die Regulation des Fettstoffwechsels veranlassen. Verlaufen die Experimente an den Nagetieren erfolgreich, können im nächsten Jahr die ersten Untersuchungen am Menschen durchgeführt werden. Bei erfolgsversprechendem Verlauf könnten schon im Jahr 2008 Produkte auf Basis von Lupinenproteinen in den Lebensmittelläden erhältlich sein.

Polymer-Leuchtdioden

Effizienz der PLEDs verbessert

Organische Leuchtdioden (OLEDs) stellen einen vielversprechenden Weg zu effizienten farbigen Displays und großflächigen Lichtquellen dar. Solche Anwendungen erfordern, dass die Bauteile Licht mit einer hohen Effizienz ausstrahlen.

Organische Leuchtdioden können entweder durch das Aufbringen kleiner Moleküle mit aufwändigen Vakuumtechnologien oder durch das kostengünstigere Beschichten von Polymeren aus Lösung realisiert werden. Leider zeigten Polymer-Leuchtdioden (PLEDs) im Allgemeinen eine deutlich kleinere Leuchteffizienz als OLEDs aus kleinen Molekülen.

Forschergruppen am Institut für Physik der Universität Potsdam und am Institut für Physikalische Chemie der Universität Köln konnten nun erstmals aus Lösung prozessierte organische Leuchtdioden mit hohen Effizienzen realisieren. Diese Leuchtdioden basieren auf phosphoreszierenden Iridium-Komplexen, die in eine Polymermatrix eingemischt sind. Wichtiges Element dieser OLEDs sind dünne

vernetzbar Lochinjektions-/Elektronblockierschichten mit einstellbaren elektronischen Eigenschaften. Bei optimaler Abstimmung aller Komponenten konnte erreicht werden, dass nahezu alle in das Bauteil injizierten Ladungen zur Emission von Lichtquanten führten. Damit konnten grüne, rote und blaue Leuchtdioden gebaut werden.

Bei der grün-emittierenden OLED konnte dabei eine Lichtleistungs-Effizienz von 65 Lumen pro Watt und eine externe Quanteneffizienz von 18,8 Prozent erreicht werden. Dieser Wert ist nahe dem theoretischen Limit. Auch mit einer rot-emittierenden Diode konnte auf diese Weise eine Effizienz erreicht werden, die vergleichbar ist mit den besten Werten für OLEDs aus kleinen aufgedampften Molekülen. Damit ist auch ein wesentlicher Schritt hin zu hocheffizienten weiß-emittierenden Leuchtdioden aus Polymeren gemacht. Entsprechende Arbeiten werden in einem von der Firma Merck geleiteten und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Konsortium bearbeitet.

Neues Antibiotikum stört Fettsäure-Synthese

Multiresistente Keime wie beispielsweise Staphylokokken, die für Blutvergiftung, Lungenentzündung, Nahrungsmittelvergiftung oder andere Krankheiten verantwortlich sind, sowie Enterokokken, die Infektionen von Wunden, dem Urin-Trakt, Teilen des Herzens und auch Hirnhautentzündung hervorrufen können, stellen vor allem für kranke oder frisch operierte Menschen eine große Gefahr dar.

Unter 250 000 Teststoffen haben Wissenschaftler eines US-Pharmakonzerns einen Wirkstoff namens Platensimycin gefunden, der die Grundlage für eine neue Klasse von Antibiotika bilden könnte.

Erste Tierversuche verliefen erfolgreich. Platensimycin ist ein Molekül von Streptomyces platensis, einem aus südafrikanischer Erde entnommenen Mikroorganismus.

Platensimycin bindet ein Schlüsselenzym namens FabF, das fetthaltige Säuren herstellt, die Bakterien zum Aufbau ihrer Zellmembran und ihrer Oberfläche benötigen. Bisher hat kein anderes Antibiotikum bei der Fettsäure-Synthese gefährlicher Bakterien angesetzt.

Weitere Tests über die Wirksamkeit und Unbedenklichkeit des Wirkstoffs am Menschen stehen noch aus.

Proteine, Gene und Hormone

Zwei Patienten mit chronischer Granulomatose ist erstmals mit einer Gentherapie geholfen worden. In die von den Patienten entnommenen Blutstammzellen schleuste ein Forscherteam der Universitätsklinik Frankfurt, dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen Heidelberg und dem Kinderspital Zürich gesunde Gene ein. Anschließend wurden die Zellen zurück in den Körper transplantiert.

Herzinfarkt wird standardmäßig durch Wiederherstellung (Reperfusion) des Blutflusses behandelt. Obwohl für die Wiederherstellung des Gewebes notwendig, führt Reperfusion zu einer akuten Entzündung, und schädigt so den Herzmuskel. FX06 von der Firma Fibrex Medical verhindert diese Reperfusionsschäden. Die erste klinische Studie, durchgeführt an der Medizinischen Universität Wien, wurde erfolgreich abgeschlossen und zeigte ein sehr gutes Sicherheitsprofil.

Das Bakterium Anammox (Anaerobe Ammonium Oxidation) ist vollständig sequenziert. Der Einzeller baut Ammonium und Nitrit zu gasförmigem Stickstoff ab. Anammox ist nicht kultivierbar, daher musste die Sequenz aus einer Mischung verschiedener Genome rekonstruiert werden. Bioinformatiker des GSF Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg bei München waren für Verarbeitung, Management und Interpretation der Daten als Teil eines internationalen Konsortiums verantwortlich. **Spinocerebelläre Ataxie** ist ein genetisch bedingtes, unheilbares Nervenleiden. Die Symptome werden von absterbenden Neuronen im Kleinhirn ausgelöst. Ursache für den deren Zelltod sind Eiweißablagerungen, die aus einer pathogenen Form des Proteins Atx-3 gebildet werden. Biochemiker am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch fanden auch eine Beteiligung des Valosin-haltigen Proteins VCP. Den Forschern gelang es, auf dem Protein Atx-3 eine Region zu identifizieren, an die VCP bindet. VCP spielt beim Proteinabbau eine Rolle und verhindert so, dass Eiweißklumpen entstehen. Hat die Zelle zu wenig VCP, kommt es zur Bildung der schädlichen Plaques.

Der Start für die DNA-Verdopplung bei Hefen wird, in Gegenwart von ATP, durch einen Proteinkomplex an bestimmten Regionen der DNA ausgelöst. Beim Menschen beginnt die Verdopplung der 46 Chromosomen an vielen tausend Stellen im Genom. Wissenschaftler am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch konnten zeigen, dass ATP beim Menschen eine strukturelle, stabilisierende Funktion bei der Bildung des Proteinkomplexes hat.

Nerven steuern Muskelfasern. Wissenschaftler vom MPI für Neurobiologie in Martinsried haben mit französischen und amerikanischen Kollegen die Entwicklung von Nervenbahnen bei Mäusen untersucht. Sie fanden heraus, dass spezielle Signalstoffe die Nervenzellen nicht nur wachsen lassen, sondern sie auch geschickt zu den richtigen Muskelfasern leiten

Trendbarometer Förderungen

• Das **Bundesministerium für Bildung und Forschung** (BMBF) fördert ein Verbundprojekt zur **Virotherapie von Lebertumoren** mit über einer Million Euro. Koordiniert vom Universitätsklinikum Tübingen, nehmen das Paul-Ehrlich-Institut in Langen, das Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried sowie das Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München daran teil. In dem Projekt werden Masern-Impfviren gentechnisch so verändert, dass sie Tumorzellen aufspüren, in diese eindringen und sich dort so schnell vermehren, dass infizierte Tumorzellen zerstört werden.

• Ein wichtiger Regulator für das Redox-Gleichgewicht in Zellen sind Glutaredoxine, die in zahlreichen Zellkompartimenten vorkommen, in denen spezifische biologische Prozesse ablaufen und gesteuert werden.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert mit rund 980 000 Euro eine Nachwuchsgruppe an der Philipps-Universität Marburg, die sich im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Mechanismen der zellulären Kompartimentierung und deren krankheitsrelevante Veränderungen“ (SFB 593) der Erforschung der genauen **Funktion der Glutaredoxine** widmet. Vermutlich spielt Glutaredoxin die Rolle eines Sensors und Regulators für das Redox-Potenzial und ist somit an der Entstehung vieler Krankheiten beteiligt.

• Ausgestattet mit rund 2,5 Mio. Euro Fördergeldern der **Deutschen Forschungsgemeinschaft** für die nächsten 4,5 Jahre können 25 Wissenschaftler der Technischen Universität Dresden zukunftsweisende Technologien im Bio- und Nanobereich entwickeln. Um das Zusammenspiel und die **Organisation hochkomplexer mikroelektronischer Systeme** auch künftig effektiv zu realisieren, werden biologische Materialien und Methoden untersucht. Ihr funktionales Potenzial kann möglicherweise zur Verbesserung der Organisation von elektronischen Abläufen im Nanometerbereich beitragen. Darüber hinaus könnten Schaltsysteme weiter miniaturisiert werden. Biomoleküle können auch zum Aufbau von selbstorganisierten Leitbahnen in der Mikroelektronik, zur Verdrahtung oder als Schutzvorrichtungen genutzt werden. Selbst DNA lässt sich nach einer Metallisierung als Grundlage für weitere Prozesse im Nanobereich verwenden.

• Der Sonderforschungsbereich 558 der RUB „**Metall-Substrat-Wechselwirkungen in der heterogenen Katalyse**“ wird von der **Deutsche Forschungsgemeinschaft** mit 4,3 Millionen Euro für die nächsten drei Jahre weitergefördert. Untersucht werden Katalysatoren, die aus nanometergroßen Metallpartikeln auf geeigneten Trägern bestehen. Im Vordergrund stehen dabei kleine Kupferpartikel auf Zink-Oxid-Substraten sowie kleine Goldpartikel auf Titandioxid-Substraten. Das Edelmetall Gold entfaltet eine spektakuläre chemische Aktivität, wenn die Größe der Teilchen auf den Nanometerbereich reduziert wird.

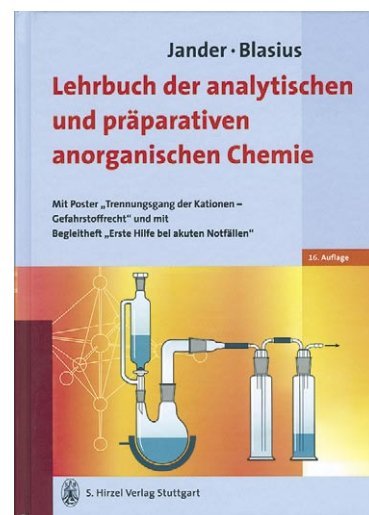
Anorganische Chemie

Joachim Strähle und Eberhard Schweda: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie. 16. überarbeitete Auflage mit 50 Abbildungen, 67 Tabellen und 36 Kristallaufnahmen. 704 Seiten; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2006; ISBN-10: 3-7776-1388-6; ISBN-13: 978-3-7776-1388-8; 46,00 Euro.

Die erste Auflage des traditionsreichen Lehrbuchs wurde im Jahr 1951 von Prof. G. Jander (Berlin) und Dr. H. Wendt (Clausthal-Zellerfeld) herausgegeben. Nach mehrfachem Autorenwechsel sind seit der 14. Auflage die Professoren J. Strähle und E. Schweda von der Universität Tübingen für den Inhalt verantwortlich. In der 16. Auflage wurden Ergänzungen und Aktualisierungen sowie neu gestaltete Abbildungen eingefügt.

Zielgruppe für dieses Werk sind Studenten mit dem Hauptfach Chemie. Das Buch begleitet sie durch die ersten Semester, besonders als Hilfe für die Vor- und Nachbereitung der Praktika. Folgende Hauptkapitel teilen den Stoff sinnvoll ein: Theoretische Grundlagen; Giftgefahren und Arbeitsschutz; Präparative Chemie; Analytische Chemie; Systematischer Gang der Analyse mit Trennungsgängen; Organische Spezialreagenzien und ihre Anwendung in der qualitativen Analyse. Der Anhang beinhaltet die Nomenklatur anorganischer Verbindungen, Tabellen, ein Verzeichnis der Zeichen und Abkürzungen, sowie das Literaturverzeichnis nebst Namen- und Sachregister. Kristallaufnahmen und Linienspektren ausgewählter Ionen am Ende des Buchs tragen zur Veranschaulichung bei. Beigefügt sind dem Buch in der hinteren Umschlagtasche ein Begleitheft über „Erste Hilfe bei akuten Notfällen“ und ein dekoratives Wandposter mit dem „Trennungsgang der Kationen“ sowie, rückseitig, der „Auszug aus der Gefahrstoffliste“.

Ein empfehlenswertes, ausführliches Standardwerk für Chemiestudenten und andere Interessierte. CS



Aus dem Leben

Wolfgang Hasenpusch: *Wie das Leben so spielt* – Prosa und Humor. 92 Seiten; novum Verlag GmbH, Horitschon 2006; ISBN: 3-902546-00-X; 11,90 Euro.

Ihnen ist Prof. Wolfgang Hasenpusch als Autor vieler guter Artikel der CLB über Chemie, Wirtschaft und Gesellschaft bekannt. Er ist aber auch Tauchlehrer, Marathonläufer – und eben auch Karikaturist. Erstmals – mehrere Humorbücher hat er bereits veröffentlicht – umrahmt er jetzt seine Karikaturen mit Prosa. Wer eine kurze Flucht aus dem Laborformalismus unternehmen möchte findet einen Fluchthelfer in diesem kleinen Buch. RK



Detektion von Drogen



Die Biochemiker am Leeds Teaching Hospital loben das API 3000 LC/MS/MS System von Applied Biosystems. Die Aufgaben der Wissenschaftler umfassen die Detektion von Drogen aus biologischen Proben, die Untersuchung der Drogen-Stoffwechselprodukte und die Untersuchung von Arzneimitteln, die zur Therapie von Drogenkranken eingesetzt werden.

Der Biochemiker Mr. Keith Allen erklärt dazu: "Die beiden API 3000 Systeme können bis zu 30 Speichel- oder Urinproben gleichzeitig analysieren. Mittels der LC/MS/MS werden auch die Stoffwechselprodukte analysiert, so dass die Diagnose eines Drogenmissbrauchs sich nicht nur vom Nach-

weis der Ursubstanz herleiten lässt. Wir haben gerade eine Methode publiziert, mit der illegales Heroin von pharmazeutisch hergestelltem Heroin in Speichelproben unterschieden werden kann. Jetzt arbeiten wir an einer neuen Methode, mittels derer der Effekt von Naltrexon-Implantaten bei der Therapie von Drogen-abhängigen Patienten eingeschätzt werden kann.

Verglichen mit Immunoassays ist LC/MS/MS entschieden ein großer Fortschritt".

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

Produkte der Vorausgaben

MASE

Mikrowellenbeschleunigte Lösungsmittel-extraktionen (MASE) finden als Ersatzmethode für die Soxhletextraktion Verwendung. www.cem.de

Kontaktwinkel/Oberfl.spänn.

Das CAM 200-Goniometer misst nach SessileDropMethode und RaisedDropMethode. www.LOT-Oriel.com/de

Mikrowellen-Synthesizer

Fünf neue Mikrowellen-Synthesizer stellte CEM auf der Analytica vor. www.cem.de

Schwingungsviskosimeter

KSV stellt neue Schwingungsviskosimeter vor. www.LOT-Oriel.com/de

Neuer Lichtquellenkatalog

Von LOT-Oriel gibt es einen neuen Lichtquellenkatalog. www.LOT-Oriel.com/de

CMOS-Kamera hoher Qualität

CMOS-Kameras bis 14 Megapixeln liefert LOT-Oriel. www.LOT-Oriel.com/de

Garmo: LM-Rückverfolgung

Eine einfache Rückverfolgung von Lebensmitteln erfolgt bei der Garmo AG durch Geräte und Software von Datalogic. www.datalogic.de

Dip Coater für Monolagen

KSV stellt neue Dip Coater für Monolagen oder die Sol-Gel-Beschichtung vor. www.LOT-Oriel.com/de

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- **Peptid-Aptamere**, die gegen Proteine von Hepatitis-B-Viren oder von krebserregenden humanen Papillomviren gerichtet sind, blockieren die Virusvermehrung bzw. -entwicklung. Wissenschaftler aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg zeigten, dass die normalerweise im Zellplasma gelösten Virusproteine miteinander verklumpen. Die Zelle entsorgt diese Proteinaggregate daraufhin in spezielle Körperchen nahe dem Zellkern, den Aggresomen. Nun wird mit geeigneten Peptiden geprüft, ob sich durch die Blockade wachstumsfördernder Proteine Krebszellen in ihrer Teilungsaktivität hemmen lassen.

- **Das Onkogen Bcl-3** kann unter anderem Leukämie beim Menschen verursachen. Forscher vom Department für Pharmazie der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München konnten im Mausversuch einen neuen Mechanismus aufklären, der dieses wichtige Onkogen aktiviert und reguliert. Ein Protein namens Cyld hält das Onkogen Bcl-3 in Schach und schützt auf diesem Weg vor Tumorwachstum. Die Wissenschaftler konnten den zellulären Signalweg aufklären, der bei einem Defekt des Cyld-Gens unkontrolliertes Wachstum auslöst. Es gibt erste Hinweise, dass auch bei Nieren-, Leber-, Gebärmutter- und Dickdarmtumoren ein defektes Cyld-Gen vorliegen kann.

- **cFLIPs-Proteine** werden in vielen Tumoren vermehrt gebildet. Sie verhindern durch die Hemmung des Enzyms Procaspase 8, dass eine Chemo- oder Strahlentherapie in Krebszellen Apoptose auslöst und so den bösartigen Tumor eliminiert. Im Deutschen Krebsforschungszentrum zeigten Wissenschaftler, dass cFLIP das Überleben einer Zelle noch über einen weiteren Mechanismus fördern kann: Ein Spaltprodukt von FLIP, genannt p22-FLIP, aktiviert den Transkriptionsfaktor NF-kappaB, der viele wachstumsfördernde Prozesse aktiviert. Die Wissenschaftler wiesen die NF-kappaB-Aktivierung in Tumorzellen nach.

- **Wie Äpfel** vor Darmkrebs schützen, wird von Forschern der Universität Jena untersucht. Äpfel und Apfelprodukte sind in Westeuropa ein Hauptlieferant für Flavonoide. Flavonoide unterstützen die Darmzellen beim Abbau und bei der Abwehr toxischer Substanzen und verringern damit das Risiko einer Krebserkrankung. Dabei konnte festgestellt werden, dass die positive Wirkung beim Einsatz des komplexen Apfel-Extraktes stärker war als beim Einsatz einzelner Komponenten aus dem Apfel-Extrakt. Eine bedeutende Rolle spielen auch die Trübstoffe bzw. Schwebstoffe, die in trübem Apfelsaft vorkommen.

- **Mittels der RNA interference** kann die Bildung von Proteinen, die für Krebs oder Viruserkrankungen verantwortlich sind, blockiert werden. Wissenschaftler des Monash Institute of Medical Research (MIMR) im australischen Melbourne haben optimierte short interfering RNAs (siRNA) erzeugt, um unterschiedliche Krankheiten zu bekämpfen.

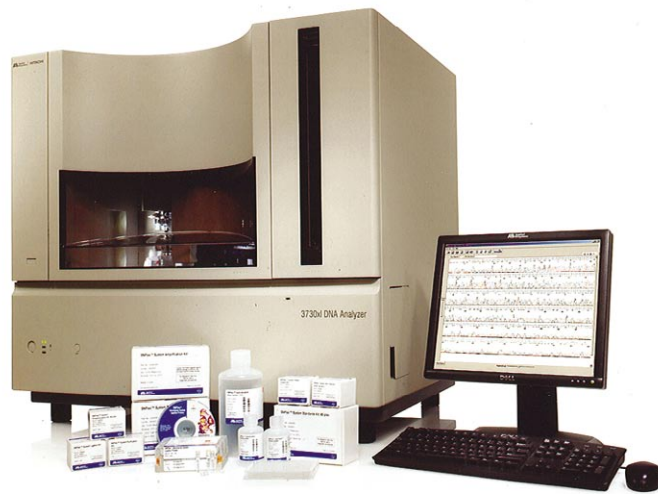
Schnelle, rationelle Resequenzierung

Das TargetSeq Resequenzierungssystem von Applied Biosystems ist eine neue Software für die Optimierung von high-throughput Resequenzierungen kleiner Regionen des Genoms mit Hilfe der 3730 und 3730xl DNA Analyzers. Das System kann in weniger als 20 Minuten 200 bis 400 Basenpaare lesen, 2,8 Megabasen oder 6912 Proben in 72 Durchläufen pro Tag.

Einfach zu installieren, ergänzt das System die bestehende Software, und schließt darüberhinaus auch eine neue Version des KB Basecaller mit ein.

Die 3730 Analyzer Serie und die TargetSeq Software sind das bisher einzige high throughput System für gleichzeitig lange und kurze DNA Fragmente.

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



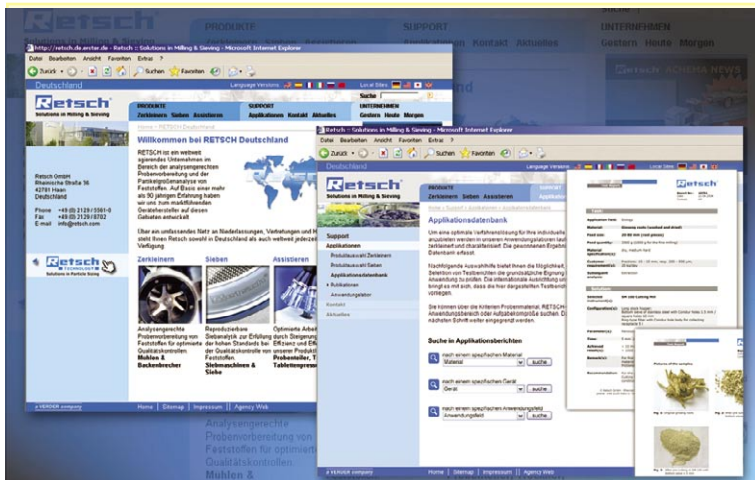
Flüssigkeitspumpen

Liquiport ist die neueste KNF-Membranpumpe für Industrie und Labor: hochleistungsfähig, chemieresistent, multifunktional. Sie ist in zwei verschiedenen Versionen mit regulierbaren Förderleistungen von 0,2 bis 3 l/min erhältlich, für Systemdrücke bis 6 bar ausgelegt.

Dank der Membrantechnologie und den verwendeten Spezialmaterialien (PP, PVDF, PTFE, FPM) weist die Liquiport eine aussergewöhnliche chemische Resistenz auf und eignet sich deshalb für die problemlose Förderung praktisch aller, auch äusserst aggressiver, Flüssigkeiten.

Das attraktive Design, die tadellose Funktionalität und das benutzerfreundliche Control Panel machen die neue Liquiport-Membranpumpe zu einem Highlight der modernen Labortechnik.

KNF Flodos AG
LU - 6210 Sursee, Schweiz
Tel +41 (0) 41 925 00 25
Fax +41 (0) 925 00 37
www.knf-flodos.ch



Funktionales Design, intuitive Navigation und alle aktuellen News auf einen Blick – das ist die **neu gestaltete Homepage** www.retsche.de der RETSCH GmbH, dem Anbieter für Labormöhlen und Siebmaschinen:

- **Gesammelte Produktinformationen:** Hier können Dateien wie Prospekt, Bedienungsanleitung, Video und auch Abbildungen des Zubehörs abgerufen werden
- **Applikationsdatenbank:** Diese Datenbank enthält Protokolle von bereits erfolgreich durchgeführten Vermahlungen und bietet eine erste Orientierungshilfe zur Auswahl des geeigneten Gerätes.
- **Testberichte:** Die Testberichte der Vermahlungen stehen als pdf-Datei zum Download zur Verfügung.
- **Produktvergleich:** Innerhalb einer Geräteserie, zum Beispiel der Backenbrecher, können alle wichtigen Daten in einer Übersicht direkt miteinander verglichen werden.



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



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



köttermann
Das Systemlabor
Köttermann GmbH & Co KG
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.de, info@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



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

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

MIKROSKOPE



hund
WETZLAR

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH-MESSGERÄTE



HANNA
instruments
Deutschland GmbH

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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



HANNA
instruments
Deutschland GmbH

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

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>

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

Ein neues Element: Berkelium

Prof. Glenn T. Seaborg, USA, dessen Name mit zahlreichen Arbeiten über die Uranspaltung, die Erzeugung von Atomenergie und die Atombombe verbunden ist, teilte zu Beginn dieses Jahres mit, daß er und einige seiner Mitarbeiter von der Universität Berkeley in Kalifornien am 19. Dezember 1949 ein neues Element hergestellt haben. Ist dies an sich schon ein Ereignis, welches für alle Chemiker von größtem Interesse ist, so ist es aber besonders erstaunlich, wenn man hört, wie dieses neue Element künstlich geschaffen wurde.

Wie allgemein bekannt, ist es in den vergangenen Jahren im Zusammenhang mit der Entdeckung der Kernspaltung gelungen, die Elemente Neptunium, Plutonium, Americium und Curium, also die Elemente mit den Ordnungszahlen 93–96 künstlich herzustellen.

Während nun das Plutonium kiloweise im „Uran-pile“ (Uranmeiler) hergestellt und somit z. B. zum Bau von Atombomben auch technisch verwendet werden kann, muß man, um das Element Americium herzustellen, Uran mit sehr kräftiger α -Strahlung behandeln. (Alpha-Strahlen bestehen aus Heliumatomkernen, sie tragen zwei positive elektrische Elementarladungen.) Dabei entsteht ein besonderes Isotop (Reinelement) des Plutoniums, das die Masse 241 hat. Dieses Plutonium 241 ($= {}^{241}_{94}\text{Pu}$) sendet langsam β -Strahlen (= Elektronen) aus seinem Kern aus. Dadurch entsteht aus ihm in Spuren das nächst höhere Element: das Americium der Masse 241 ($= {}^{241}_{95}\text{Am}$). Und dieses künstliche erhaltene Isotop bildet das Ausgangselement zur Herstellung des neuen Elementes: Americium 241 wird in einem Cyclotron — einem Teilchenbeschleuniger — mit α -Teilchen beschossen. Dabei entsteht das Berkelium.

Benutzt wurde ein Cyclotron von 60 Zoll Durchmesser, in dem die α -Teilchen eine hohe Energie erhielten. Welche Masse das erhaltene Element 97 — das fünfte transuranische Element — hat, weiß man noch nicht genau. Sie scheint entweder 243 oder 244 zu sein. Aber die Lebensdauer des neuen Elementes, die in der Halbwertszeit ausgedrückt wird, kennt man schon recht genau: Die Halbwertszeit beträgt 4,5 Stunden. Das bedeutet, daß $4\frac{1}{2}$ Stunden nach der Herstellung nur noch die Hälfte der hergestellten Menge vorhanden ist, während die andere Hälfte

zerfallen ist. Nach 9 Stunden ist entsprechend nur noch $\frac{1}{4}$ der Anfangsmenge vorhanden usw. Bei dem Zerfall werden offenbar drei Arten von α -Teilchen verschiedener Energie herausgeschleudert, von denen eine Art recht energiereich ist (für den Fachmann: die Energie beträgt 6,72 MeV).

Bei der oben geschilderten Erzeugung des Elementes, durch Bestrahlung mit Hilfe eines Cyclotrons, wird nur ein Bruchteil des bestrahlten Americiums in Berkelium umgewandelt, und eines der größten Probleme, das sich dadurch zwangsläufig ergibt, ist, die winzigen erzeugten Spuren von dem übrigen Rest abzutrennen. Genaue Einzelheiten sind darüber bei uns noch nicht bekannt. Man weiß nur, daß dabei die theoretisch vor auszusehende Zugehörigkeit des Elementes zur „Actiniden-Serie“ benutzt wird. Die Actiniden-Serie entspricht etwa der bekannten Serie der sog. „Seltene Erden“. Das Berkelium ist drei- und vierwertig und man hat außer den beim Vorliegen so geringer radioaktiver Elementspuren häufig benutzten Niederschlagsmethoden auch die modernen Ionenaustausch-Adsorptionsmethoden benutzt. Der Nachweis dieses neuen Elementes gehört ohne Zweifel zu den Großtaten der modernen Wissenschaft. Denken wir nur daran, daß doch vermutlich nur winzigste, ja wohl unwägbare Mengen zum Nachweis zur Verfügung standen. Und selbst diese Spuren vermindern sich in je $4\frac{1}{2}$ Stunden um die Hälfte!

Wir haben dem neuen Element 97 oben schon den bisher nur vorgeschlagenen Namen Berkelium gegeben. Offiziell anerkannt ist die Bezeichnung, der das Symbol Bk entspricht, noch nicht, doch ist eine Änderung nicht zu erwarten. Der Name wurde von den Entdeckern in Analogie zu den oben genannten Seltenen Erden gewählt. Unter den Seltenen Erden befindet sich das Element Ytterbium, das nach der Stadt Ytterby bei Stockholm benannt wurde, denn dort wurde es mit anderen Seltenen Erden gefunden. Da nun in Berkeley schon einige andere Elemente der sog. Actiniden-Serie gefunden bzw. hergestellt wurden, war es naheliegend das neue Element nach diesem Ort zu nennen.

Müssen wir nun aber erwarten, daß dieses an sich erfreuliche Forschungsergebnis uns eine neue „Atombombe“ bescheren wird? Wie mitgeteilt wurde, besteht nicht die Aussicht, daß das neue Element zur Produktion von Atomwaffen geeignet ist. Wahrscheinlich ist dies ja auch nicht, da die Halbwertszeit des Berkeliums zu klein ist. — Freuen wir uns auch darüber.

A. C.

1950 berichtete die CLB, Element 97 sei gefunden worden. Man habe ihm den Namen Berkelium gegeben. Ende Mai dieses Jahres meldeten Forscher des Schweizer Paul Scherrer Instituts (PSI), des russischen Kernforschungszentrums Dubna und des Instituts für Elektronische Technologie in Warschau, man habe ein chemisches Experiment mit dem Element 112 gemacht — mit nur zwei Atomen! Und was war? Am 11. Mai und am 25. Mai war es gelungen, den Zerfall von zwei Atomen des Elements 112 zu beobachten. Die Messungen legen den Angaben der Forscher zufolge nahe, dass Element 112 sich ähnlich verhält wie ein flüchtiges Schwermetall, wie Quecksilber, und nicht wie etwa Radon. Element 112 mit einer Halbwertszeit von vier Sekunden ordnen sie der Insel superschwerer Elemente zu, die nicht in Bruchteilen von Sekunden zerfallen. 1999 meldeten bereits Forscher aus dem kalifornischen Berkeley, die Elemente 116 und 118 erzeugt zu haben. Sie widerriefen die Entdeckung jedoch später; keine andere Forschungsgruppe konnte die Ergebnisse reproduzieren. Im Februar 2004 konnte ein russisch-amerikanisches Forscherteam wohl die Elemente 115 und 113 erzeugen. Das schwerste offiziell anerkannte Element ist zur Zeit Element 111, das 1994 bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt erzeugt wurde. Von dort stammt auch das schwerste Element mit einem Namen, der sich nicht nur aus den Ordnungszahlen ableitet: Element 110 heißt Darmstadtium.



Diese am PSI entwickelte Messapparatur zum Nachweis einzelner Atome soll entscheidend für die Zerfallsmessung beim radiochemischen Experiment in Dubna gewesen sein (Foto PSI).

Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 150.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.200 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>