

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- **Faszination Chemie: Frühere Jahrmärkte**
- **Wasseranalytik: Qualitätssicherung, Sensoren, Speziesanalytik**
- **Umweltanalytik als Dienstleistung**

Auf den Spuren der Entstehung des Lebens auf der Erde

St. L. Millers Experimente in einer künstlichen Uratmosphäre¹⁾

Wenige Probleme haben den Menscheng Geist so beschäftigt wie die Frage nach der Herkunft des Lebens auf der Erde. Die glänzendsten Geister aller Zeiten haben sich in Vermutungen ergangen, ohne daß mehr herausgekommen ist als Hypothesen. Erst die allerneueste Zeit hat uns die Möglichkeiten in die Hand gegeben, die Zustände zu Beginn der Welt sozusagen im Laboratorium zu rekonstruieren und zu versuchen, diese Hypothesen durch das Experiment zu beweisen. Die Arbeiten, die jetzt aus amerikanischen Laboratorien bekanntwerden, übertreffen sicherlich in einer Hinsicht alle Vermutungen und Erwartungen. Wenn sie sich bei der späteren Nachprüfung als richtig erweisen sollten, dann steht am Beginn des Lebens eine erstaunliche Synthese. Erstaunlich vor allem wegen ihrer Einfachheit. Es ist als sicher anzunehmen, daß vor Entstehung des Lebendigen auf der Erde die Träger des Lebens, die Aminosäuren, vorhanden gewesen sind. Bis jetzt waren diese Bausteine der Eiweißverbindungen nur auf recht komplizierten Wegen zugänglich, und selbst die Pflanzen verwenden, soweit wir dies heute zu erkennen vermögen, nicht weniger umständliche Methoden zum Aufbau der Aminosäuren. Eine der Grundfragen für jede Hypothese, die sich mit der Bildung des Lebens beschäftigt, ist daher die nach der Herkunft der Aminosäuren: ohne Aminosäuren gibt es kein Eiweiß, und ohne Eiweiß ist organisches Leben im irdischen Sinne undenkbar.

Wenn das Leben auf der Erde selbst entstanden ist, so müssen wir seinen Anfang in eine Zeit verlegen, in der die Verhältnisse auf der Oberfläche unseres Planeten von den zur Zeit herrschenden sehr verschieden gewesen sind. Wasser war zwar schon vorhanden, auch die Temperaturen dürfen nicht allzuviel höher gewesen sein als heute, nur der Sauerstoff fehlte. An seiner Stelle haben CO_2 , Methan, Ammoniak

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 4, 479 [1953].

Faszination Leben

Wie das Leben funktioniert erschließt sich der heutigen Forschung nach und nach. Noch immer weiß man jedoch nicht, wie es entstanden ist. Theorien beziehen mittlerweile sowohl Szenarien um heiße Quellen in Ozeanen wie auch katalytische und strukturbildenden Vorgänge an bestimmten Mineralien (z.B. Montmorillonit) ein. Aufsehen erregten vor etwa 50 Jahren die Millerschen Experimente zur Bildung organischer Moleküle in einer Nachahmung der Uratmosphäre unter Zuführung von Energie. Die Faszination dieser Experimente spiegelt sich auch in der entsprechenden Berichterstattung der CLB aus jener Zeit wider, die hier und auf Umschlagseite 3 noch einmal zu lesen ist.

436

Auf den Spuren der Entstehung des Lebens auf der Erde

und Wasserstoff die Atmosphäre gebildet, wie dies auf den Planeten, die weiter von der Sonne abliegen, wohl auch jetzt noch der Fall ist. In dieser Umwelt muß dann das Leben entstanden, müssen die ersten Aminosäuren synthetisiert worden sein.

Ausgehend von den Vorstellungen, die H. C. Urey über die Frühzeit der Erde entwickelt hat, untersuchte der Amerikaner St. L. Miller, ob die Aminosäuren nicht zuerst in der Atmosphäre der Erde aufgetreten sein könnten. Diese sollte nach dem Obengesagten doch bereits alle Elemente der Aminosäuren, also C, H, N, O, enthalten. Es bedurfte nur noch der richtigen Anordnung der Atome, d. h. dem System mußte Energie zugeführt werden, um seine Bestandteile zu aktivieren. St. L. Miller sieht in elektrischen Entladungen eine der Möglichkeiten, die in einer solchen Erdatmosphäre enthaltenen Gase zu aktivieren, denn Wärme scheidet wegen der Temperaturempfindlichkeit der Aminosäuren selbstverständlich aus. In der Tat wurde schon in der Vergangenheit einmal ein ähnlicher Versuch gemacht, der aber völlig in Vergessenheit geraten ist. Der deutsche Forscher W. Loeb unterwarf Kohlenoxyd, Ammoniak und Wasserdampf der stillen elektrischen Entladung und erhielt dabei Glykokoll $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$, die einfachste Aminosäure. Wahrscheinlich dürfte er nicht nur diese erhalten haben, aber die analytischen Möglichkeiten zur Unterscheidung der Aminosäuren waren zu jener Zeit noch nicht soweit fortgeschritten wie heute, so daß er sich mit der Feststellung des Hauptproduktes begnügen mußte.

Die Arbeiten Loeb's sind nun in einem amerikanischen Labor wieder aufgenommen worden. Man hat dort ein Gasgemisch, das etwa der Erdatmosphäre früherer Zeiten entsprechen sollte, der Einwirkung des elektrischen Funkens und stiller Entladungen ausgesetzt. Das Ergebnis ist derart überraschend, daß man Zweifel an seiner Richtigkeit haben könnte, wenn es nicht an einer unbedingt zuverlässigen Stelle veröffentlicht wäre.

Nachdem die Gase etwa eine Woche lang dem elektrischen Funken oder auch einer stillen Entladung ausgesetzt worden waren, konnte man etwa 1 Gramm einer Mischung der verschiedensten organischen Verbindungen isolieren, die in allen Fällen als typische Produkte des organisierten Lebens angesehen werden müssen.

Den zur Synthese verwendeten Apparat zeigt Abb. 1. In dem unteren Glaskolben G wird Wasser zum Sieden erhitzt, der durch die Injektordüse D austretende Dampfstrahl hält den Inhalt der Apparatur in ständig

Auf den Spuren der Entstehung des Lebens auf der Erde

437

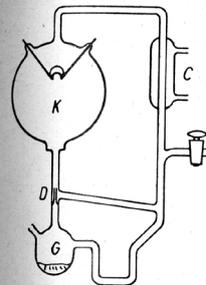


Abb. 1. St. L. Millers Apparat zur Aminosäure-Synthese.

kreisender Bewegung. In der großen Kugel K schlägt die Entladung einer Hochfrequenzquelle (Teslatransformator) zwischen zwei Wolframelektroden über. Die dem System durch den Funken zugeführte Energie beträgt ca. 1500 kcal. Für die Versuche mit stiller elektrischer Entladung wurde der Apparat etwas abgewandelt, oberhalb des Kühlers C befand sich die Entladungsstrecke, die ähnlich der Siemens'schen Ozonzelle gebaut ist. Die Ausbeuten an organischer Substanz betragen übrigens bei der stillen Entladung nur $\frac{1}{3}$ von der aus der Funkenapparatur.

Bei einer Füllung mit CH_4 , NH_3 , H_2O und H_2 fand sich nach einer Woche in den Gasen zusätzlich CO , CO_2 und N_2 , die offenbar im Verlauf der Umsetzungen gebildet worden waren. Die organische Substanz, die teils im Wasser gelöst war, teils auf dem Glas und an den Wolframelektroden haftete, wurde durch kombinierte Verwendung von Ionenaustauschern und Papierchromatographie analysiert. In vielen Fällen konnten die erhaltenen Verbindungen auch durch Derivate charakterisiert und mit bekannten Substanzen verglichen werden.

Zunächst wurde das Reaktionsprodukt in die in der Tabelle aufgeführten Fraktionen eingeteilt; das Schema gibt auch zugleich den Gang der Trennung wieder. Man erkennt, welche Schwierigkeiten dabei zu überwinden waren und welche großartigen Möglichkeiten zur Trennung

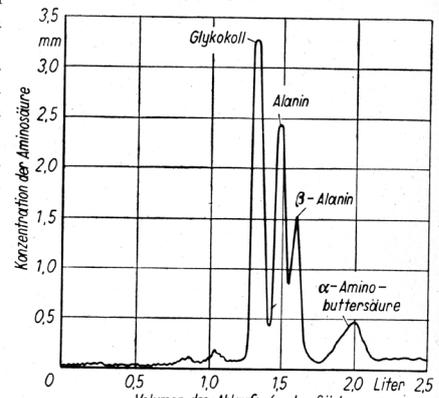


Abb. 2.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

Entscheidungsträger in Wissenschaft und Wirtschaft erkennen die Notwendigkeit, Kinder und Jugendliche an naturwissenschaftliches Denken heranzuführen, investieren mehr und mehr ma-



terielle und immaterielle Mittel dafür (Beispiel „Jahr der Chemie“, aufgegriffen im 1. Teil des Artikels von CLB-Autor Prof. Koch, S. 138 - 140).

Als wie irritiert – um es milde auszudrücken – muss man gesellschaftliche Tendenzen auch in unserem „alten Europa“ einordnen, wenn Folgendes gemeldet wird (vom Berliner

Deutschlandradio, leider in den Tagesnachrichten hierzulande untergegangen): „Italienischen Grundschulern wird künftig nicht mehr die Darwinsche Evolutionslehre beigebracht. Das ist das Ergebnis einer Verordnung von Italiens Bildungsministerin Letizia Brichetto Arnaboldi Moratti. Die Richtlinie, die Bestandteil einer umfangreichen Schulreform ist, soll mit der Veröffentlichung im Regierungsamtsblatt in Kraft treten.“ Diese Entscheidung sei ein Zugeständnis an die katholische Bischofskonferenz. Mit ihr bekommt jedoch der in den USA sehr viel stärkere Kreationismus ein europäisches Standbein. Schon in 31 amerikanischen Bundesstaaten soll es Auseinandersetzungen über die Darstellung der Evolutionslehre geben. Experten schätzen, dass mittlerweile 15 bis 20 Prozent aller Lehrer an US-Highschools kreationistische Konzepte in ihrem Unterricht behandeln – verrückt!

Verständnis für die Desorientiertheit vieler Menschen in unseren Tagen – und damit für ihre Flucht in vermeintlich sichere frühere Erkenntnishorizonte – bekommt man jedoch, betrachtet man das große Ausmaß der Spanne heutiger Meldungen aus Wissenschaft und Technik. So

bringt die „Technology Review“ in ihrer aktuellen Ausgabe ein Interview mit Aubrey de Grey, theoretischer Biologe und Biogerontologe an der renommierten englischen Universität von Cambridge. Darin schätzt der Wissenschaftler, dass Menschen, die in ca. 20 Jahren geboren werden, 1000 oder sogar 5000 Jahre alt werden können – aufgrund des sich potenzierenden Fortschritts in Naturwissenschaft und Technik.

Die CLB selektiert am Rande der Fach- und Übersichtsartikel eine Vielzahl von Informationen, die jedem einzelnen Leser ermöglichen, sich selbst ein Bild der sich eröffnenden Möglichkeiten zu bilden. Dabei gilt es zu beachten, dass keine der Neuentwicklungen in einem isolierten Umfeld stattfindet. Verbindendes Glied ist die Informationstechnik, sowohl zur Auswertung der Daten wie auch zur weltweiten Kommunikation. Wie ist aus dieser Sicht zu bewerten, dass im Fadenwurm das Schlüsselgen zur Zellalterung gefunden wurde (S. 151), wie das Auffinden eines Proteins, das das Programm von Krebszellen auf Tod umschaltet (Meldung Seite 152)? Vielleicht ist der Denkansatz des britischen Biologen im Hinblick auf die Vielzahl der Forschungsergebnisse, die jetzt zusammengetragen werden, ja gar nicht so abwegig.

Ich hoffe, auch diese Ausgabe der CLB gibt wiederum wichtige Anhaltspunkte für Ihren beruflichen oder persönlichen Informationsbedarf.

Ihr

INHALT

Aufsätze

Bestimmung von Pflanzenbehandlungsmitteln mittels HPLC Erfahrungen und Qualitätssicherung _____	128
Schnelle qualitative Wasseranalyse Innovative Sensortechnik und neuronale Netzanalyse _____	132
HPLC-ICPMS-Kopplung bei wässrigen Proben Leistungsfähig in der Speziesanalytik _____	135
Faszination Chemie (Teil 1) Die Jahrmärkte früherer Jahrhunderte _____	138
Linux, Knoppix, Mac OS X, Open Source: Vorteile von Unix et al. in Chemie & Biologie Teil 6: Textsuche mit Schuss: Reguläre Ausdrücke _____	141

Rubriken

Editorial _____	121
Impressum _____	123
F & E im Bild _____	123
Unternehmen _____	124
Personalia _____	126
Förderungen / Preise _____	127
Umschau	
Labors für spezielle Aufgaben 22	
Umweltanalytik als Dienstleistung _____	145
Anästhetikum an der Zulassungsschwelle	
Vollnarkosen mit Xenon-Recycling _____	148
Forschung und Technik _____	150
Wirtschaft _____	154
Neue Produkte _____	156
Bezugsquellenverzeichnis _____	159



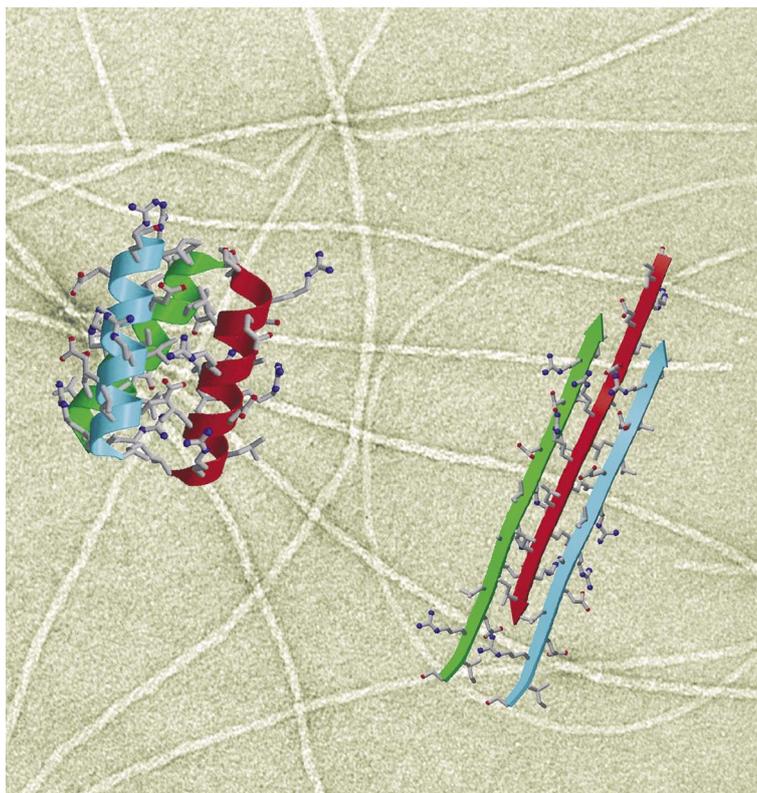
Zum Titelbild:
Der Quacksalber (Nordniederländisch, um 1620; Amsterdam, Rijksmuseum). Die Faszination der Chemie stellte sich im 17. Jahrhundert auch auf dem Jahrmarkt dar (siehe dazu den Artikel „Faszination Chemie“ Seiten 138-140; Bild hier und Bilder im Artikel aus: P. Schramm: „Die Quacksalber – Heilkünstler und Scharlatane“, Edition Rarissima, Tausenstein 1985).

CLB-Memory

Polymerchemie ist mehr als PVC-Produktion Hyperverzweigte und elektrochrome Polymere _____	M25
Von Liebig's Komplexbildungstitration zum Biosensor Cyanid-Analytik gestern und heute _____	M27
NaT-Working-Preis der Robert Bosch Stiftung Lego-Lab und Haushaltsmikrowelle _____	M29
DFG-Projekt zeigt die starke Verbreitung von Weichmachern Gesundheitsrisiko Phthalate _____	M30
Mehr Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausbildung Organisches Praktikum _____	M31
Bund-Länder-Kommission erweitert Programm *Sinus* auch an Grundschulen _____	M31
Rund um Redoxvorgänge Es kann mehr als eine Antwort richtig sein _____	M32

Krankhafte Eiweissablagerung im Reagenzglas studiert

Ein internationales Forschungsteam unter Leitung des Paul Scherrer Instituts (PSI) und der Universität Manchester hat ein Modellsystem entwickelt, mit dem die Bildung von Eiweissablagerungen im Reagenzglas studiert werden kann. Dazu verwenden die Wissenschaftler ein künstlich hergestelltes Miniprotein, das sich bei erhöhter Temperatur zu Fasern umlagert. Viele unheilbare Krankheiten wie Alzheimer, Creutzfeldt-Jakob oder Diabetes Mellitus Typus 2 zeichnen sich durch abgelagerte Proteinfasern aus. Die Forschungsarbeit ist ein wichtiger Mosaikstein hin zum bessern Verständnis dieser Leiden. Das synthetisch hergestellte Miniprotein besteht aus 17 Aminosäuren und sieht aus wie ein dreifacher Korkenzieher (linke Struktur). Bei vier Grad Celsius bleibt es in dieser gutartigen Form über mehrere Tage unverändert löslich. Bei 37 Grad Celsius verwandelt sich das Miniprotein innerhalb von Stunden in unlösliche Proteinfasern (helle Streifen im gelben Hintergrundbild). Experimente mit Röntgenbeugung, Mikroskopie und Spektroskopie zeigen, dass in diesen entarteten Fibrillen die einzelnen Aminosäurenketten gestreckt sind (rechte Struktur). Die etwa ein millionstel Millimeter dicken Fibrillen wurden zu wellblechartigen Strukturen umgelagert, zu beta-Faltblättern. Bei allen bisher bekannten Amyloidfibrillen, etwa bei Alzheimer-Erkrankungen, liegen die Aminosäureketten als beta-Faltblätter vor (Abb.: PSI).



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

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr.
W. Fresenius, Taunusstein · Priv. Doz. Dr.
H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg
Schwedt, Clausthal-Zellerfeld · Prof. Dr.
G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Wer-
ner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
e-Mail: kickuth@clb.de,
Dr. Maren Bulmahn (MB,
e-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark (CS,
e-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekhöfen; Hans
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,
Bad Soden; 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

Anzeigenberatung:
Krampitz Verlagsvertretung
PF 350 262, 47032 Duisburg
Telefon (0203) 4568 266 / 267
Fax (0203) 4568 538
e-Mail: anzeigen@clb.de
oder info@krampitzvv.com

Abonnementbetreuung:
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: 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 jäh-
rlich 87 Euro zuzüglich Versandkosten;
ermäßigter Preis für Schüler, Studen-
ten und Auszubildende (nur gegen Vor-
lage der Bescheinigung) jährlich 67,10
Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel
und den Verlag. Das Abonnement ver-
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-
zugsjahres Kündigung erfolgt.
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder
des VDC sowie des VBTA erhalten CLB
zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002.

Bei Nichterscheinen durch Streiks o. Stö-
rung durch höhere Gewalt besteht kein
Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthalte-
nen einzelnen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung außerhalb der engen Gren-
zen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne
Zustimmung des Verlags unzulässig
und strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mi-
kroverfilmungen und die Einspeicherung
und Verarbeitung in elektronischen Sys-
temen.
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsexemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die **Lyondell Chemical Company** und Bayer MaterialScience AG haben die weltgrößte Produktionsanlage für Propylenoxid / Styrol-Monomer (PO/SM) in Maasvlakte nahe Rotterdam eingeweiht. Rund 250 Personen werden in der Anlage beschäftigt, die eine Jahreskapazität von 285 000 Tonnen Propylenoxid und 635 000 Tonnen Styrol hat.

Henkel übernimmt nach Zustimmung der Aktionäre die Dial Corporation, Scottsdale, Arizona. Das Unternehmen, ein führender Hersteller von Konsumgütern in den USA, erzielte im Geschäftsjahr 2003 mit 2900 Mitarbeitern einen Umsatz von 1,34 Milliarden Dollar.

Hubwoo, der erste horizontale B2B Marktplatz Frankreichs, und cc-chemplorer, der führende e-Procurement Serviceanbieter in Deutschland, haben eine Vereinbarung getroffen, um eine Fusion unter Gleichen durchzuführen. 100% der cc-chemplorer Anteile werden dabei an Hubwoo-Avisium übertragen. Durch diese Fusion entsteht der führende europäische e-Procurement Marktplatz und Serviceanbieter, spezialisiert auf MRO (Maintenance, Repair and Operation) und e-Procurement-Prozesse großer Unternehmen.

Kendro Laboratory Products, ein Unternehmen der SPX Corporation, hat mit der Übernahme von Data Centric Automation (DCA) seine Aktivitäten im Bereich der Life Sciences ausgebaut. Die in Nashville, Tennessee, ansässige Firma Data Centric Automation ist führend in Entwicklung, Produktion und Vertrieb von automatisierten Protein Kristallisationssystemen für Drug Discovery.

Mit Lewa Pumps Dalian, dem neu gegründeten chinesischen Unternehmen, erschließt sich der führende Hersteller von Dosier- und Prozess-Membranpumpen den chinesischen Markt. Das Unternehmen startet mit zunächst 50 Mitarbeitern im Industriepark in Dalian in dem weitere Joint Ventures europäischer Spezialpumpenhersteller angesiedelt sind.

Michell Instruments, der führende Hersteller von industriellen Taupunktmessgeräten, arbeitet jetzt aktiv bei den Verbänden VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik) und AMA (Fachverband für Sensorik) mit. Der VDE hat 33 000 Mitgliedern, davon 1250 Unternehmen, 5000 Studenten. Die AMA hat über 400 Mitglieder.

Die Protagen AG, Dortmund, stellt dem RZPD Deutsches Ressourcenzentrum für Genomforschung GmbH, Berlin, seine UNICLONE-Technologie – eine Plattform zur Erstellung von nicht-redundanten Gen-Bibliotheken – zur Verfügung, das damit den akademischen Markt mit einem breiteren Angebot an Klonen zur Proteinproduktion beliefern wird.

Die Larox-Gruppe, größter Spezialist für die Fest-Flüssig-Filtration mit Hauptsitz im finnischen Lappeenranta, hat das Filtrationsgeschäft von Outokumpu übernommen. Damit verfügt Larox über ein weltweites, Beratungs- und Servicenetz für Anlagenplaner und stoffumwandelnde Industrie.

Schwierige Namensschöpfung bei Bayer

Aus newCo wird Lancess

Die Bayer AG will den größten Teil des Chemiebereichs sowie einige Geschäftsfelder von Bayer Material Science unter dem Namen „Lancess“ an die Börse bringen. Die bisherigen Aktivitäten zur Formierung dieses neuen Unternehmens liefen seit der Verkündung der Portfolio-Veränderungen im November 2003 unter dem vorläufigen Projekt-Namen „NewCo“.

Der Name ist eine Mischung aus dem französischen Wort „lancer“, also in Gang bringen, und dem englischen „success“, Erfolg. Vorausgegangen war ein umfangreicher

Kreativ- und Prüfungsprozess. 1000 Mitarbeiter des zukünftigen Unternehmens hatten insgesamt 1200 Namensvorschläge eingereicht, hinzu kamen 2500 Wortschöpfungen einer Spezialagentur. Alle Namen wurden auf sprachliche Eignung, Aussprechbarkeit, Merkbarkeit, Attraktivität, Unterscheidungskraft und Bedeutung in den Sprachkulturen der Länder, in denen Lancess aktiv sein wird, überprüft. Die nach diesen Untersuchungen verbliebenen Vorschläge wurden mit der Unternehmensphilosophie und den angestrebten Zielen und Werten verglichen.

Deutsch-französische Forschungsfreundschaft

Fraunhofer-Gesellschaft kooperiert mit CNRS

Die Forscher dies- und jenseits des Rheins wollen künftig enger zusammenarbeiten. Ein Kooperationsvertrag zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und der französischen Großforschungsorganisation CNRS wurde am 22. März im Fraunhofer-Haus in München unterzeichnet.

Die Fraunhofer-Gesellschaft vertieft ihre Kontakte zum Centre National de la Recherche Scientifique CNRS, der größten Forschungsorganisation Frankreichs. Geplant sind gemeinsame Aktionen auf unterschiedlichen Ebenen: die Organisation von Konferenzen und Workshops, die Zusammenarbeit von Forschergruppen, Wissenschaftler-Austausch sowie die gemeinsame Nutzung von Geräten und Laboratorien. Der Vertrag, der von Dr. Bernard Larroutou, dem Direktor des CNRS, und Prof. Dennis Tschritzis, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, unterzeichnet wurde, nennt verschiedene Formen der Zusammenarbeit: Neben den internationalen wissenschaft-

lichen Kooperationsprogrammen gibt es europäische Forschungsgruppen sowie europäische Laborverbände. Vorbild für die Laborverbände ist die langjährige enge Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe sowie dem Beta-Laboratorium in Strassburg. Prof. Frieder Meyer-Krahmer, Leiter des ISI, und sein französischer Kollege Patrick Llerena haben ein gemeinsames Forschungskomitee ins Leben gerufen, das bilaterale Projekte definiert und Teams von Wissenschaftlern zusammenstellt. Dieses Modell war bisher äußerst erfolgreich und soll jetzt Schule machen.

Bernard Larroutou (links) und Dennis Tschritzis unterzeichnen (Foto: FhG).



BioCon Valley stellt Jahresbilanz 2003 vor Biotechnologie behauptet

BioCon Valley, das Netzwerk aller auf dem Gebiet der Biotechnologie und Gesundheitswirtschaft tätigen Einrichtungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern, stellte in Rostock den zweiten Jahresbericht vor. Demnach hat sich die junge Branche entgegen dem Trend behaupten können. Die Anzahl der Unternehmen und der Beschäftigten hat sich leicht erhöht.

Die BioCon Valley-Initiative ist mit Verein und GmbH organisatorisch gefestigt. „Unsere Arbeit hat sich neben unserer Hauptaufgabe, der Unterstützung unserer Mitglieder, der Öffentlichkeitsarbeit gewidmet und auf die Akquisition und Bearbeitung von Aufträgen

und Projekten konzentriert“, so der Geschäftsführer Dr. Wolfgang Blank. Beispielhaft hierfür sind: das von der EU ab Mitte 2004 geförderte Vorhaben „ScanBalt Competence Region“, der Aufbau eines Netzwerkes im Bereich der Aquakultur sowie die durch den Landtag Mecklenburg-Vorpommerns übertragenen Aufgaben in der Gesundheitswirtschaft. Im Bereich der Gesundheitswirtschaft soll modellhaft eine Akademie zur Steigerung der Servicequalität in der Gesundheitsbranche mit der Deutschen Seereederei (DSR) in Rostock aufgebaut werden. Die Akademie soll durch private und öffentliche Einrichtungen getragen werden.

Neues Sicherheitsetikett

Eine Koalition gegen Medikamentenfälschung

MediaSec Technologies GmbH stellt auf der Drupa 2004 gemeinsam mit Rako Hologram Company und Schleicher & Schuell SecurityPrinting ein Sicherheitsetikett zum Schutz gegen Fälschungen von pharmazeutischen Produkten vor.

Das neue HiSec Label ermöglicht die Kopieerkennung sowie die Identifizierung und Authentisierung von pharmazeutischen Produktverpackungen. Durch verlässliche Originalitätsprüfung und gezielten Produktverfolgung bietet es ein wirksames Mittel im Kampf gegen Fälschungen und Graumarktimporte. Laut Information der Weltgesundheitsorganisation (W.H.O.) beläuft sich der Anteil an gefälschten Medikamenten inzwischen auf mehr als 7% des Welthandels.

Die Kombination von physikalischen Sicherheitsmerkmalen, wie

Intaglio Druck, Hologramme, UV-Tinte u.a. und neuesten digitalen Technologien wie Kopierererkennungsmuster und Digitale Wasserzeichen ist nach Angaben des Unternehmens einzigartig. Die digitalen Sicherheitsmerkmale und die nicht-wahnehmbaren Zusatzinformationen, können jederzeit von autorisiertem Personal ausgelesen werden und ermöglichen eine maschinelle Unterscheidung von Original und Fälschung.

Chemiehandel Mehr Umsatz

Der Umsatz im Chemiehandel erhöhte sich im Jahr 2003 um 3,9 Prozent auf 8,4 Milliarden Euro. Auch die Ertrags- und Gewinnsituation hat sich seit dem unbefriedigenden Jahr 2001 leicht verbessert, teile jetzt der Verband Chemiehandel (VCH) mit.

Der Export in die EU-Staaten betrug 10,4 Prozent vom Gesamtumsatz. Bei den Drittländern lag die Exportquote bei sechs Prozent. Die Importquote stieg leicht auf 35 Prozent.

Obwohl die Zahl der Mitarbeiter um 1,6 Prozent auf etwa 6600 zurückging, blieb die Ausbildungsquote mit über fünf Prozent ausgesprochen hoch, betonte der VCH. Jedoch würde von den Unternehmen bemängelt, dass – entgegen anderslautenden politischen Aussagen – nicht genügend bzw. nicht ausreichend qualifizierte Bewerber zur Verfügung stünden. Durch Konzentrations- und Rationalisierungsmaßnahmen werde sich der Abbau von Arbeitsplätzen in diesem Jahr fortsetzen. Ein Aufschwung sei noch nicht zu spüren.

New Headquarters for NCE Discovery

Drug discovery company NCE Discovery is opening its new headquarters in one of the last buildings to be completed at the Cambridge Science Park. The new facility will include office space and two separate laboratories dedicated entirely to medicinal chemistry.

New appointments will bring the team to 18 chemists and two molecular modellers. NCE Discovery still retains links with the Wolfson Institute and a team of chemists will continue to be based in London. (Photo from left: NCE Discovery founders Chris Sharman (CEO), David Madge and David Selwood outside the new headquarters).



DIE **ALTANA PHARMA AG** in Konstanz hat **Dietmar Lummitsch** zum Chief Information Officer (CIO) ernannt. Er hat die IT-Verantwortung in den weltweiten Niederlassungen des Konzerns inne. Dietmar Lummitsch, Mitglied des Vorstandes im CIOFORUM Deutschland, war von 1999 bis 2004 CIO der TÜV Süddeutschland Holding AG und in weiterer Funktion Geschäftsführer der TÜV Informatik und Consulting Services GmbH.

DIE **BASF AG** übertrug **Dr. Felix Gress** zum 01. Mai 2004 die Leitung der Zentralabteilung Kommunikation. Zur Zeit ist Dr. Gress (43) innerhalb der Zentralabteilung Obere Führungskräfte und Führungskräfteentwicklung für die weltweite Führungskräfteentwicklung und -planung zuständig.

Die **BUNDESANSTALT** für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) hat einen neuen kommissarischen Leiter, **Professor Dr. Thomas Kühne**, der damit die Geschäfte von Direktor und **Professor Dr. Manfred Neumann** übernahm.

DEUTSCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT (DPG) Zum neuen DPG-Präsidenten wurde **Professor Dr. Knut Urban** (62) gewählt. Schwerpunkte seiner Arbeit sieht Professor Dr. Urban in der Bildungspolitik und in der Kooperation mit Fachgesellschaften aus dem Ausland.

GANYMED PHARMACEUTICALS AG, ein unabhängiges Biotechnologieunternehmen mit Schwerpunkt Krebserkrankungen, ernannte **Dr. Rainer Wessel** zum Vorstandsvorsitzenden. Herr Dr. Wessel ist Mitglied des Aufsichtsrats der ConoGenetix GmbH und Berater für das International Institute of Strategic Studies (IISS) und das Chemical and Biological Arms Control Institute (CBACI), beide in Washington D.C.

MAX-DELBRÜCK-CENTRUM FÜR MOLEKULARE MEDIZIN (MDC) Neuer Leiter des MDC Berlin-Buch ist der Zellbiologe und Krebsforscher **Professor Walter Birchmeier**. Der bisherige stellvertretende Vorstandsvorsitzende des MDC tritt die Nachfolge von **Professor Detlev Ganten** an, der Vorstandsvorsitzender der Charite-Universitätsmedizin Berlin geworden ist.

THERMO ELECTRON CORPORATION, der weltweit führende Hersteller innovativer Messgeräte, gab bekannt, dass **Dr. Hartmut Braun** zum 1. April 2004 die Geschäftsführung von Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH übernahm. Dr. Hartmut Braun bringt für seine zusätzliche Funktion langjährige Erfahrungen in den Bereichen Technologie, Innovation sowie Management mit.



Braun

Ehrungen

Die Deutsche Gesellschaft für Zellbiologie ehrte auf ihrer Jahrestagung am 24. März 2004 in Berlin drei Wissenschaftler für hervorragende Leistungen:

Dr. Cristina Cardoso vom Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch ist mit dem „**Binder Innovationspreis 2004**“ ausgezeichnet worden. Dr. Cardoso untersuchte die Dynamik der DNA-Replikation in lebenden Zellen. Ihre Arbeit ist von besonderer Bedeutung für die Krebsforschung. Für seine Arbeiten zur Entwicklung und Anwendung fluoreszierender Farbstoffe, die die Mikroskopie revolutioniert haben, ist der Biochemiker und Pharmakologe **Prof. Roger Y. Tsien** (Universität von Kalifornien San Diego, La Jolla/USA) mit der **Carl-Zeiss-Lecture** geehrt worden. Mit der **Walther-Flemming Medaille** ist **Dr. Jan Ellenberg** vom Europäischen Labor für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg ausgezeichnet worden. Die DGZ würdigt damit seine Forschungen zum Ablauf der Mitose.



Cardoso

Der **Heinz Maier-Leibnitz-Preis** der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wird in diesem Jahr erneut an sechs junge Wissenschaftler vergeben. **Filipp Furche** (29) von der Universität Karlsruhe, Fachbereich Theoretische Chemie, erhält den Preis für seine Arbeiten zur Entwicklung quantenchemischer Methoden, ihre Implementierung in hoch-effiziente Computerprogramme und deren Anwendung zur Lösung aktueller chemischer Probleme. Weitere Preisträger sind **Dr. Marion Merklein** (30), Fachbereich Werkstoffwissenschaften, Universität Erlangen-Nürnberg mit ihren Untersuchungen zu Fertigungstechnologien, insbesondere zum Formgebungsverfahren für Leichtmetalle, dem Laserstrahlumformen. **Dr. Friedrich Eisenbrand** (32), Fachbereich Informatik, Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken wird für seine Beiträge zur Theorie und Algorithmik der ganzzahligen und kombinatorischen Optimierung geehrt. Ebenso ausgezeichnet wurden **Dr. des. Pavlína Rychterová** (34), Fachbereich Geschichte der Universität Konstanz, **Dr. Volker Springel** (33), Fachbereich Astrophysik des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in Garching und **Dr. Boris Worm** (34), Fachbereich Ökologie/Meereskunde der Universität Kiel. Die mit je 16 000 Euro dotierten Auszeichnungen werden am 8. Juni in Bonn gemeinsam verliehen.

Prof. Wolfgang A. Herrmann, Präsident der TU München, wurde mit dem „**ACS Award in Organometallic Chemistry**“, einem international hoch angesehenen Wissenschaftspreis der amerikanischen Chemischen Gesellschaft (ACS) ausgezeichnet. Die ACS ist mit 163 000 Mitgliedern die größte Fachgesellschaft der Chemie weltweit. Die ACS würdigt Herrmanns Leistungen auf den Gebieten der Metallorganischen Chemie und Katalyse, zu deren international renommiertesten Vertretern er gehört

Professor Dr. Harald zur Hausen erhält das **Große Verdienstkreuz** des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. Mit dieser Auszeichnung würdigt der Bundespräsident zur Hausens Pionierarbeit auf dem Gebiet der Tumorstudiologie sowie seine Leistung als wissenschaftlicher Stiftungsvorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums.

Am 7. Mai erhalten **Brigitte Franke-Berendonk** und **Prof. Dr. Werner W. Franke** das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. Mit dieser Auszeichnung wird das herausragende Engagement des Ehepaars Franke im Kampf gegen Doping und Medikamentenmissbrauch im Spitzensport geehrt. Die frühere Olympiateilnehmerin und Deutsche Meisterin im Diskuswerfen Franke-Berendonk und ihr Ehemann, der Leiter der Abteilung Zellbiologie im Deutschen Krebsforschungszentrum, haben gemeinsam das erschreckende Ausmaß des Dopingschwinds im Sport aufgeklärt und dokumentiert, so das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg.

Große Anzeigen zu teuer?

Einträge im Bezugsquellenverzeichnis kosten nur 4,50 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

Anfragen bitte an anzeigen@clb.de

Multimediawettbewerb Erfindermesse 2004

Mit insgesamt 500 000 Euro Preisgeld will die Multimediainitiative der Landesregierung rlp-inform Ideen zur Förderung des Medienstandortes Rheinland-Pfalz belohnen. Wie die Innovations-Management GmbH (IMG) in Mainz mitteilte, können Bewerber – Konsortien aus mindestens zwei Partnern – bis zum **31. Mai 2004** ihre Projekte zum 5. Multimediawettbewerb Media in Motion – Regionen mit Zukunft einreichen. Für den diesjährigen Wettbewerb werden Ideen und Konzepte gesucht, die „Ausstrahlungskraft entwickeln und den Medienstandort Rheinland-Pfalz noch weiter nach vorne bringen“, heißt es. Seit dem ersten Wettbewerb im Jahr 1999 haben sich 170 solcher Konsortien mit ihren Projektideen beteiligt. Hinter den Konsortien stehen über 1320 Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlichen Einrichtungen.

Wissenschaftler aus dem Ausland fördern

Die Humboldt-Stiftung und die Helmholtz-Gemeinschaft vergeben einen neuen internationalen Forschungspreis für anerkannte ausländische Wissenschaftler. Jährlich können bis zu sechs Wissenschaftler mit dieser Auszeichnung geehrt werden. Die Preisträger erhalten neben der Preissumme von 75 000 Euro zusätzlich die Möglichkeit, gemeinsam mit Wissenschaftlern an einem der 15 Helmholtz-Zentren und in Kooperation mit einem universitären Partner in Deutschland ein selbst gewähltes Forschungsvorhaben durchzuführen. Kandidaten können von Vorständen und leitenden Wissenschaftlern der Helmholtz-Zentren vorgeschlagen werden, außerdem von kooperierenden Hochschulen sowie von bisherigen Preisträgern. Nominierungsunterlagen erhalten Sie unter www.humboldt-foundation.de/de/programme/preise/helmholtz. Weitere Informationen unter www.helmholtz.de.

Jährlich verschwinden Hunderte Forschungsarbeiten, Erfindungen und Ideen auf dem Gebiet der Medizin in den Archiven von Studenten, Ärzten, Pflegern, Ingenieuren oder chronisch Kranken und deren Angehörigen. Der Grund: fehlende Ausdauer der Erfinder oder fehlendes Interesse der Industrie. Grund genug für den Bad Homburger Gesundheitskonzern Fresenius, auch in diesem Jahr zum insgesamt achten Mal Abhilfe zu schaffen. Seit kurzem läuft die Anmeldefrist zur kostenlosen Teilnahme an der Fresenius Erfindermesse vom **24. bis 27. November 2004** im Rahmen der Medica in Düsseldorf, die im vergangenen Jahr mehr als 134 000 Fachbesucher aus aller Welt besucht haben. Die besten Chancen haben Bewerber, deren Erfindung wirklich neuartig ist und bereits eine gewisse Entwicklungstiefe erreicht hat. Die drei besten Ideen werden von einer Experten-Jury ausgewählt und mit dem Fresenius-Erfinderpreis ausgezeichnet, der mit 10 000 Euro dotiert ist.

Engagiert mit Älteren

Das Berliner Zukunftsforschungsinstitut schreibt seinen ersten mit 3000 Euro dotierten Zukunftspreis unter dem Thema: „Engagiert und produktiv mit älteren Menschen – Konzepte und Initiativen“ aus. Bewerben können sich engagierte Personen sowie Wissenschaftler. Bewerbungsschluss ist der **30. September 2004**. Gesucht werden Ansätze, die ein Zukunftsmodell für ältere Menschen entwerfen, und dabei den gesellschaftlichen Wandel und dessen Herausforderungen beachten und/oder konkrete Lösungen und gute Beispiele für eine aktive Gestaltung von Arbeit, Wirtschaft und Gesellschaft für Ältere aufzeigen und bewerten. Die ausführliche Ausschreibung steht im Internet zum Download bereit: http://www.izt.de/institut/zukunftspreis_2004/ausschreibungstext.html.

Erfahrungen und Qualitätssicherung

Rolf Reupert und Georg Meckbach

Die Notwendigkeit der Sicherung der analytischen Qualität bei Untersuchungen in den Medien Wasser und Schlamm und die Vereinheitlichung dieser Anforderungen hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 1987 veranlasst, Rahmenempfehlungen für die Qualitätssicherung von Wasser, Abwasser- und Schlammuntersuchungen zu erarbeiten. Seit 1990 werden die Rahmenempfehlungen durch sogenannte AQS-Merkblätter ergänzt, die in Loseblattsammlungen erscheinen und sich in zwei Serien gliedern. Die Serie A behandelt allgemeine verfahrenübergreifende Regelungen, wie das Führen von Kontrollkarten oder die Durchführung von Laborbegutachtungen, während die Merkblätter der P-Serie sich auf genormte Verfahren beziehen und spezifische Hinweise und Anforderungen an die AQS darlegen. Soweit notwendig werden darüber hinaus Angaben zum Verfahren ergänzt und richtig gestellt. Die Anwendung der AQS-Merkblätter ist vom Grunde her für die Laboratorien nicht obligatorisch, jedoch wird sie in zunehmendem Maße im Rahmen von Zulassungsverfahren der Länder und bei Akkreditierungen gefordert.

Die Bestimmung von Pflanzenbehandlungsmitteln in Wasser mittels HPLC/DAD gehört seit langer Zeit zu den weitverbreiteten Verfahren der Umweltanalytik. Das Verfahren wurde bereits 1993 als deutsche Vornorm verabschiedet, die dann 1997 mit einigen Änderungen in die europäische Norm DIN EN ISO 11369 übergang. Die Norm legt nur wenige Anforderungen zur Durchführung des Verfahrens fest und beschreibt keine konkreten Maßnahmen zur Sicherung der Analysenqualität. Diese Lücke wird durch das AQS-Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser geschlossen, das seit Mai 2002 für die Norm vorliegt. Auf der Grundlage gesicherter Labordaten werden konkrete Anforderungen zur Durchführung des Verfahrens und verschiedene Maßnahmen der Qualitätssicherung beschrieben und darüber hinaus einige Ausführungen der Norm richtig gestellt.

Die Autoren

Rolf Reupert und Georg Meckbach sind Mitarbeiter in der Abteilung Zentrallabor und Emissionsmessungen des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen in Essen, Standort Düsseldorf.

1 Grundlagen des Verfahrens

Auf die Grundlagen des Verfahrens DIN EN ISO 11369 soll hier nur kurz eingegangen werden: Die Anreicherung der Wirkstoffe erfolgt durch Festphasenextraktion unter Verwendung von RP-C18-Material oder von Polymerphasen. Das Probenvolumen beträgt häufig 500 ml und die Wirkstoffe werden um den Faktor von 1000 angereichert. Zur Trennung der Wirkstoffe haben sich silanophile RP-C18-Materialien bewährt. Die Trennung erfolgt durch Gradientenelution, meist unter Verwendung eines Ammoniumacetat-Puffers und Acetonitril. Nachgewiesen werden die Stoffe durch UV-Detektion. Die Identifizierung erfolgt im Vergleich mit der jeweiligen Referenzsubstanz über die Retentionszeit und das Absorptionsspektrum.

Die Stoffauswahl der Norm umfasst 17 Substanzen und geht auf eine Empfehlung des BGA von 1986 zurück. Von dieser sogenannten 36er Liste lassen sich weitere Wirkstoffe mit dem Verfahren bestimmen. Auch wenn die BGA-Liste fast 20 Jahre alt ist, hat sie kaum an Aktualität verloren und einige der hierin genannten Stoffe finden sich heute bei den prioritären Stoffen der WRRL wieder.

2 Anforderungen zur Durchführung

2.1 Anwendungsbereich

Nach der Norm ist das Verfahren anwendbar für die Untersuchung von Trink- und Grundwasser, wobei als abgesicherte Ergebnisgrenze für den einzelnen Wirkstoff eine Massenkonzentration von etwa 0,1 µg/l angegeben wird. Diese Angabe bezieht sich auf den im Ringversuch geprüften Konzentrationsbereich. Das AQS-Merkblatt lässt die Anwendung des Verfahrens auch für Oberflächen- und Abwasser zu, wenn die Eignung des Verfahrens hierfür nachgewiesen wurde. Für Abwasseruntersuchungen wird eine Reinigung des Extraktes empfohlen und hierfür im Anhang des Merkblattes eine Fraktionierung an Silicagel beschrieben. In der Praxis wird das Verfahren seit jeher routinemäßig auf Oberflächenwasser angewandt und im Rahmen der Ermittlung von PBSM-Quellen gab es umfangreiche Abwasserunter-

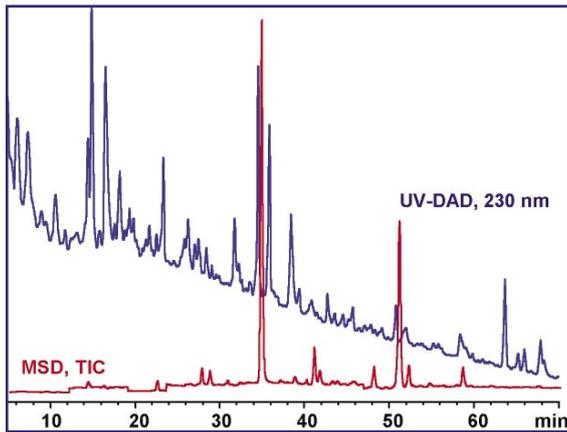


Abbildung 2: Vergleich der Selektivität DAD-MSD.
 Probe: Rur bei End-Steinkirchen, 09-03.

suchungen. Die unteren Anwendungsgrenzen liegen bei Trink- und Grundwasser heute üblicherweise bei 25 ng/l, bei Oberflächenwasser je nach Wirkstoff und Herkunft zwischen 25 und 50 ng/l und bei Abwasser zwischen 0,1 und 0,3 µg/l.

2.2 Reagenzien und Geräte

Es gibt zwei Punkte zu den Reagenzien und Geräten, bei denen die Ausführungen des AQS-Merkblattes sich von der Norm unterscheiden:

- Entgegen der Norm darf kein Aceton als Lösemittel für Stamm- und Bezugslösungen verwendet werden (Peakverbreiterung)
- Zweitens muss für die Stoffidentifizierung ein scannender Detektor verwendet werden. Ein Detektor mit fester Wellenlänge ist entgegen der Norm nicht zulässig. Der Detektor muss in der Lage sein, mindestens 3 Spektren/Peak und ein zeitnahes Basislinienspektrum aufzunehmen. Die Anforderung an die spektrale Auflösung des Detektors wird auf das Spektrum von Methabenzthiazuron bezogen. Hierin sollte deutlich eine Bande bei 294 nm zu erkennen sein.

2.3 Probenvorbereitung

Die Norm spricht von hohen, niedrigen, schlechten und schwankenden Wiederfindungen, sagt aber nicht, was darunter zu verstehen ist. Das AQS-Merkblatt legt diese wichtigen Anforderungen fest, wonach die mittlere, substanzspezifische Wiederfindung zwischen 80 und 110 % liegen muss. Die Standardabweichung sollte dabei 5 % nicht überschreiten.

Mit diesen Anforderungen müssen einige der im Anhang zur Norm aufgeführten Wiederfindungen als niedrig und schwankend bezeichnet werden.

Entgegen der Norm darf \bar{A}_i nicht über das Verhältnis m_{ig}/m_i ermittelt werden, da die Achsenabschnitte der Funktionen ungleich Null sind und damit konstant systematische Abweichungen nicht berücksichtigt

werden. \bar{A}_i muss folglich als arithmetischer Mittelwert berechnet werden. Die Anforderungen an die Wiederfindungen sind durchaus praxisnahe und können unter Verwendung von RP-C18-Material und Elution mit Aceton für die in der Norm genannten Wirkstoffe ohne größere Schwierigkeiten erreicht werden. Die im Anhang zur Norm angegebenen Bedingungen sind nicht repräsentativ. Für eine Konditionierung mit Hexan/Dichlormethan/Methanol gibt es keine Notwendigkeit und bei Elution mit Methanol werden unnötigerweise mehr Begleitstoffe eluiert, als z. B. mit Aceton.

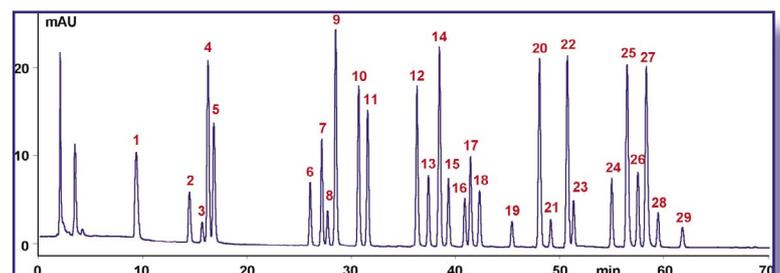
2.4 Chromatographische Trennung

An die Chromatographie sind grundsätzlich zwei Anforderungen zu stellen:

- Die Stoffe müssen voneinander getrennt werden und die Reproduzierbarkeit muss den Anforderungen genügen. Nach dem AQS-Merkblatt sollten die Peaks möglichst bis zur Basislinie ($R = 1,3$) getrennt sein, wobei für kritische Trennungen eine chromatographische Auflösung von mindestens $R = 1,0$ gefordert wird. Für die in der Norm ausgewählten 17 PBSM sind diese Anforderungen leicht zu erfüllen, sie bestehen aber auch, wenn zusätzliche Wirkstoffe mit dem Verfahren untersucht werden, wie bei der auf 29 Stoffe erweiterten Auswahl im AQS-Merkblatt (Abbildung 1). Der 29 PBSM-Standard hat sich in einigen Laboratorien in der Routine etabliert. Er ist als zertifizierter Standard im Handel erhältlich und eignet sich deswegen besonders auch als unabhängiger Kontrollstandard zur Prüfung der Kalibrierung.
- Die Reproduzierbarkeit der Retentionszeiten sollte bei 6 aufeinanderfolgenden Läufen eine Standardabweichung von 0,05 min nicht überschreiten. Bei einwandfrei arbeitenden HPLC-Systemen sollte die Anforderung keine Schwierigkeiten bereiten. Für

Abbildung 1: HPLC-Trennung von 29 PBSM nach AQS-Merkblatt.

Vinj.: 20 µl, Säule: MZ-PBM, 3 µm (250 x 2,1 mm), Eluent A: 1 mmol NH₄AC/Wasser, Eluent B: Acetonitril, linearer Gradient: 12,5 % B bis 45 % B in 60 min, 45 % B bis 90 % B in 30 min, Fluss: 0,2 ml/min, Temperatur: 42°C, Detektion: UC(DAD) 230 nm. Peak- Nr: 1 Desisopropylatrazin, 2 Metamitron, 3 Ethidimuron, 4 Chloridazon, 5 Desethylatrazin, 6 Metoxuron, 7 Carbetamid, 8 Bromacil, 9 Simazin, 10 Cyanazin, 11 Desethylterbutylazin, 12 Methabenzthiazuron, 13 Chlortoluron, 14 Atrazin, 15 Monolinuron, 16 Diuron, 17 Isoproturon, 18 Metobromuron, 19 Metazachlor, 20 Propazin, 21 Dimefuron, 22 Terbutylazin, 23 Linuron, 24 Chloroxuron, 25 Prometryn, 26 Chlorpropham, 27 Terbutryn, 28 Ethofumesat, 29 Metolachlor.



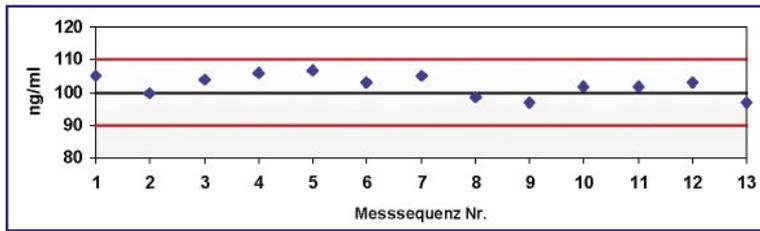


Abbildung 3: Sollwert-Zielkarte Bromacil zur Grundkalibrierung. Sollwert 100 ng/ml, etwa 500 Proben in 13 Messsequenzen.

Flüsse von 0,2 ml/min z. B. liegen die typischen Werte für die Standardabweichung meist unter 0,01 min. Bei Messsequenzen, die in der Regel mehrere Tage dauern, empfiehlt es sich, die Retentionszeiten in der Kalibriertabelle regelmäßig über Kontrollläufe anzupassen.

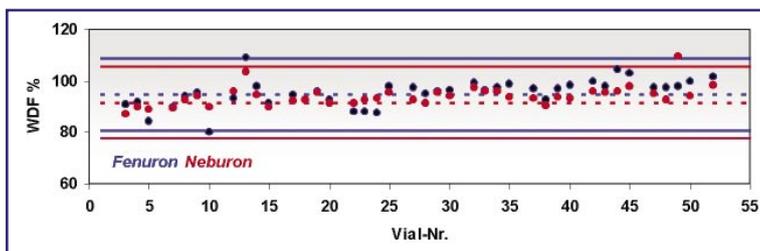
2.5 Identifizierung

Eine wichtige Ergänzung zur Norm sind die Ausführungen und Anforderungen des AQS-Merkblattes zur Identifizierung. Danach gilt eine Substanz nur dann als identifiziert, wenn drei Kriterien erfüllt sind:

- Wie auch in der Norm gefordert, muss die Retentionszeit der zugeordneten Substanz in der Probe mit der Retentionszeit der Referenzsubstanz übereinstimmen (Toleranz $\pm 0,15$ min)
- Zweitens muss das Absorptionsspektrum der Substanz in der Probe, gemessen im Peakmaximum, mit dem Spektrum der Referenzsubstanz übereinstimmen. Diese Übereinstimmung soll nach dem AQS-Merkblatt bei Massenkonzentrationen $< 0,1 \mu\text{g/l}$ mindestens 95 % und bei Massenkonzentrationen $> 0,1 \mu\text{g/l}$ mindestens 98 % betragen.
- Schließlich muss drittens das Spektrum in mindestens einer Peakflanke mit dem Apexspektrum übereinstimmen, wobei hier die Anforderungen mit 80 % eher niedrig gewählt wurden.

Die spektralen Anforderungen an die Identifizierung sind mit den meisten Dioden-Array-Detektoren zu erreichen, vorausgesetzt, die Geräte gehören nicht gerade der ersten Generation an. Auch bei Wirkstoffen mit geringem Response, z. B. beim Bromacil, können die Anforderungen ohne Weiteres erfüllt werden.

Abbildung 4: Wiederfindung-Zielkarte einer Messsequenz von verschiedenen Oberflächenwässern.



Zur Absicherung von positiven Befunden wird in der Norm auf die Möglichkeiten der GC und der DC verwiesen. Die hervorragenden Möglichkeiten der LC-MS waren zur damaligen Zeit in der Tat noch nicht hinreichend bekannt. Die meisten Wirkstoffe enthalten Stickstoff, Schwefel oder Sauerstoff und bieten damit ideale Voraussetzungen für die ESI-MS und auch die chromatographischen Bedingungen könnten für die LC-MS nicht besser sein. Im Landesumweltamt wird die Kopplung des Verfahrens mit einem massenselektiven Detektor seit fast 3 Jahren betrieben, wodurch das Verfahren deutlich an Zuverlässigkeit gewonnen hat. Die Vergleiche zur MS haben gezeigt, dass die scheinbar hohen Anforderungen des AQS-Merkblattes zur Identifizierung beim DAD notwendig sind, um falsch positive Befunde zu vermeiden. Erfüllt die Spektrenübereinstimmung die Anforderungen, wird das Ergebnis fast ohne Ausnahme auch durch MS bestätigt.

Der Vergleich der Spezifität fällt natürlich eindeutig zu Gunsten des MSD aus (Abbildung 2). Ein weiterer Vorteil ist die deutlich höhere Empfindlichkeit gegenüber dem DAD, die je nach Wirkstoff einen Faktor von 20-50 ausmachen kann. Die Stärken des DAD liegen bei der Quantifizierung, die Kalibrierung ist äußerst stabil und das Signal ist unabhängig von der Matrix.

2.6 Kalibrierung

Nach der Norm können zwei verschiedene Verfahren für die Quantifizierung angewandt werden: Die Kalibrierung des HPLC-Messverfahrens (Grundkalibrierung) oder die Auswertung über das Gesamtverfahren. Die Grundkalibrierung muss in jedem Fall durchgeführt werden, da sie für die Bestimmung der mittleren Wiederfindungen benötigt wird. Die Verfahrensstandardabweichungen sollten dabei < 5 ng/ml betragen. Bei der Kalibrierung über das Gesamtverfahren sollten die Verfahrensstandardabweichungen jeweils 20 ng/l nicht überschreiten. Bei sachgerechter Durchführung des Verfahrens können diese Anforderungen ohne Schwierigkeiten erreicht werden. Typische Werte für die Grundkalibrierung liegen meist unter 2 ng/ml und für die Kalibrierung über das Gesamtverfahren werden häufig Werte von < 10 ng/l erhalten. Der typische Arbeitsbereich reicht von 0,025 bzw. 0,05 ng/ml – 0,5 ng/ml bzw. bei der Verfahrenskalibrierung in $\mu\text{g/l}$ und deckt in den meisten Fällen die Anforderungen ab.

3 Qualitätssicherung

Schwerpunkt der AQS-Merkblätter sind die Ausführungen zu den analytischen Qualitätssicherungsmaßnahmen. Das Merkblatt enthält Angaben zur internen und externen Qualitätskontrolle. Zur Kontrolle der Richtigkeit beschreibt es zwei verschiedene Vorgehensweisen:

- Die Kontrolle des Verfahrens durch synthetische Proben oder
 - durch sogenannte Kontrollsubstanzen.
- Unverzichtbarer Bestandteil der Qualitätssicherung ist und bleibt die Teilnahme an Vergleichsuntersuchungen und Ringversuchen.

3.1 Richtigkeitskontrolle durch synthetische Proben

Für die Richtigkeitskontrolle mit synthetischen Proben sind in jeder Analysenserie mindestens zwei aufgestockte Wasserproben zu untersuchen. Gemäß Norm sollte die Aufstockung bei 20 und 80 % des Arbeitsbereiches liegen. Üblicherweise werden die Proben durch Dotierung von Trinkwasser oder Reinstwasser hergestellt. Hierzu ist ein sogenannter Kontrollstandard zu verwenden, der unabhängig vom Kalibrierstandard sein muss. Zur Dokumentation sind von mindestens zwei Zielsubstanzen für beide Konzentrationsniveaus Zielkarten zu führen. Bei Auswertung über eine Grundkalibrierung eine Wiederfindungs-Zielkarte mit \bar{A}_i als Zentrallinie oder bei Verwendung einer Verfahrenskalibrierung eine Sollwert-Zielkarte. Die Ausschlussgrenzen betragen jeweils $\pm 15\%$.

Die Richtigkeitskontrolle durch regelmäßige Untersuchungen von synthetischen Proben wird besonders im Zusammenhang mit einer Verfahrenskalibrierung häufig angewandt. Sie ist relativ aufwendig und hat aus unserer Sicht den Nachteil, dass der Einfluss von Matrix unerkannt bleibt.

3.2 Richtigkeitskontrolle durch Kontrollsubstanzen

Hierbei ist jede Probe vor der Aufarbeitung mit mindestens zwei Kontrollsubstanzen zu dotieren. Als Kontrollsubstanzen sind dabei Stoffe zu verwenden, die den Polaritätsbereich der Zielsubstanzen abdecken und deren Vorkommen in der Probe unwahrscheinlich ist. Bewährt haben sich die Wirkstoffe Fenuron und Neburon. Die Massenkonzentration der Kontrollsubstanzen sollte im oberen Arbeitsbereich liegen. Für jede Probe sind dann die Wiederfindungen der Kontrollsubstanzen zu ermitteln und für jeweils eine Messsequenz in einer Wiederfindungs- bzw. Sollwert-Zielkarte zu führen, je nachdem welche Kalibrierung verwendet wird. Die Ausschlussgrenzen liegen auch hier bei jeweils 15 %.

Dieses Verfahren wird im Landesumweltamt seit vielen Jahren in Verbindung mit einer Grundkalibrierung praktiziert. Nach dem Merkblatt ist die Gültigkeit der Grundkalibrierung in den Messsequenzen mit einem unabhängigen Kontrollstandard zu prüfen und das Ergebnis von mindestens 2 Stoffen in einer Sollwert-Zielkarte zu führen. Die Kalibrierung ist gültig, wenn die gemessenen Massenkonzentrationen für den Kontrollstandard nicht mehr als 10 % vom Sollwert abweichen. Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine Sollwert-Zielkarte für Bromacil von 13 Messsequen-

zen mit jeweils etwa 40 Proben. Üblicherweise ist die Grundkalibrierung sehr stabil.

Abbildung 4 zeigt eine Kontrollkarte von einer Messsequenz mit verschiedenen Oberflächenwässern, die im Rahmen der Bestandsaufnahme zur WRRL untersucht wurden. Gegenüber der Kontrolle des Verfahrens durch synthetische Proben liefert die Richtigkeitskontrolle mit Kontrollsubstanzen zu jeder Probe Informationen über den Verlauf der Probenvorbereitung. Die Wiederfindung von Fenuron gibt dabei Hinweise über die Anreicherung der polaren Zielsubstanzen und anhand der Wiederfindung von Neburon kann die Elution der hydrophoben Stoffe überwacht werden. Damit werden die beiden wesentlichen Prozesse der Probenvorbereitung erfasst. Natürlich gelten auch für die Kontrollsubstanzen die Anforderungen zur Identifizierung. Nach dem Merkblatt muss bei einmaliger Überschreitung der Ausschlussgrenzen die Probe neu aufgearbeitet werden. Bestätigt sich das Ergebnis, ist von einem Matrixeinfluss auszugehen und das Ergebnis für diese Probe ist als nicht qualitätsgesichert zu kommentieren. Werden die Grenzen bei drei aufeinanderfolgenden Proben überschritten, muss die Probenaufarbeitung durch Untersuchung synthetischer Proben geprüft werden.

Fazit

Das AQS-Merkblatt P-10/3 ist eine wichtige Ergänzung zur Norm DIN EN ISO 11369. Es gibt viele nützliche Hinweise zur Durchführung des Verfahrens und stellt verschiedene Ausführungen der Norm richtig. Durch konkrete Anforderungen an die Durchführung des Verfahrens wird die Analysenqualität verbessert und durch die Vorgaben zur Qualitätskontrolle unter Routinebedingungen gesichert.

Wie auch immer kann das Verfahren nicht mit den Möglichkeiten der LC-MS mithalten. Es ist daher nur eine Frage der Zeit, wann die DIN EN ISO 11369 durch ein LC-MS Verfahren abgelöst wird. Aktivitäten im Bereich der Normung gibt es hier allerdings noch nicht.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 11369: Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel-Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion (ISO 11369:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11369:1997
- [2] AQS-Merkblatt P-10/3: Bestimmung von ausgewählten Pflanzenbehandlungsmitteln in Wässern mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion. AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, AQS 11. Lfg. III/03. Hrg. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin



AUFSÄTZE

Innovative Sensortechnik und neuronale Netzanalyse

Robert Bischoff, Gerlinde Bischoff, Wilhelm Lorenz

Während die Wasserqualität an zahlreichen Stellen quantitativ auf Schadstoffe untersucht wird, besteht gegenwärtig doch ein umfassender Bedarf für qualitative Vor-Ort-Messtechnik. Das vorgestellte Sensorsystem soll im Vorfeld der instrumentellen Laboranalytik mit den Aufgaben einer schnellen, aber auch zuverlässigen Vorprüfung der Wasserqualität zu einem schnellen Handeln bei eintretender Umweltverschmutzung dienen. Dies kann auch im Rahmen einer kontinuierlichen Qualitätsüberwachung von Industrieprozessgewässern genutzt werden.

Die natürliche Wasserqualität wird milieubezogen durch Zuströme aus Nebengewässern, bzw. lokalen Einträgen (Landwirtschaft, städtische Einträge, etc.) bestimmt. Isolierte Ergebnisse, die zu einer nachhaltigen Schädigung der Umwelt und Wasserqualität führen, können bei einem engmaschigen Messgeräte-Netz frühzeitig erfasst werden, bevor die Verschmutzung verdünnt, bzw. Verschmutzungstreifen verursacht. Müssen in Verdachtsfällen zunächst Proben genommen, diese dann in ein Umweltlabor transportiert und dort im Rahmen der Routineanalytik untersucht werden, können zwischen dem Zeitpunkt der Emission und der Vorlage der Analyseergebnisse im günstigsten Fall Stunden bis wenige Tage, oft aber sogar Wochen vergehen.

Dabei ist es oft weniger entscheidend, genaue Angaben zu selektiven Substanzen zu erfassen, sondern die Abweichung zu einem bestehenden Substanzmuster schnell zu erkennen, aufzuzeichnen und gegebenenfalls Maßnahmen einzuleiten. Auf dieser Basis wurde ein Sensormessgerät entwickelt, welches von 16 verschiedenen Sensoren Signale aufzeichnet und zeitgleich eine Musteranalyse durchführt.

Messverfahren

Mit einem Messgerät – basierend auf dem Prinzip der Fließinjektionsanalyse – werden wässrige Proben direkt ohne weitere Probenaufbereitung analysiert.

Die Autoren

Robert Bischoff ist Geschäftsführer der SENSOBI Sensoren GmbH, Halle. Dort entwickelt man insbesondere elektrochemische Sensoren. Gerlinde Bischoff und Wilhelm Lorenz sind Mitarbeiter der Firma.

Gegebenenfalls muss bei Naturgewässern vorher filtriert oder sedimentiert werden. Das Schema ist in Abbildung 1 dargestellt. Ein durch die Mikrodosiereinheit definiertes Volumen wird in ein kontinuierliches Trägermedium injiziert und durch enge Kapillaren zu einem Detektor transportiert. Der apparative Aufbau ist aufgrund der oftmals kolloidalen Konsistenz der beispielsweise ölhaltigen Wasserproben meist ohne Trennsäule. Diese kann jedoch optional mit eingebaut werden. Ähnlich wie bei der Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) kommt es zu Diffusions- und Vermischungsvorgängen des Probensegments mit dem ihn umgebenden Trägermedium. Die Diffusion hängt von der Strömungszeit, d.h. der Transportgeschwindigkeit und der zurückzulegenden Strecke zwischen Aufgabeort und Detektor ab. Eine kontrollierte Verdünnung der Probe mit dem Trägermedium lässt sich durch die Wahl des Trägermediums und die Kontaktzeit in bestimmten Grenzen variieren.

Der Detektor enthält 16 Sensoren, die aus leitfähigen Polymeren bestehen. Ein spezielles Alterungsverfahren bei der Herstellung gewährleistet einen langfristigen Einsatz über Monate bei gleicher Signalerfassung. An die Sensoren adsorbieren reversibel Bestandteile der Wasserprobe und ändern konzentrationsbedingt die Leitfähigkeit. Neben anorganischen Ionen führen auch organische Substanzen wie Aromaten, Alkohole, Aldehyde und Ketone zu Sensorsignalen. Jeder Sensor reagiert mit unterschiedlicher Empfindlichkeit, deshalb können aus den Intensitäten Signalmuster mittels neuronaler Netzanalyse mit herkömmlicher Rechner-technik zur Situationserkennung oder sogar Stofferkennung führen. Die Sensorsignalmuster einer Testprobe werden mit zuvor eingegebenen Referenzmustern verglichen.

Sensoranalyse

Die Sensoren werden aus Lösungen mit Oligoheteroaromaten, z.B. Dodeca-3,4-substituierten Thiophenderivaten, vermischt mit Epoxyharzen hergestellt. Um eine große Vielfalt verschiedener Sensoren zu erhalten, werden einerseits unterschiedliche Kettenlängen einer Sensorsubstanz kombiniert, andererseits auch verschiedene Heteroaromaten vergleichbarer Kettenlängen gemischt. 2 – 5 µl der Lösungen werden auf Goldelektrodenstrukturen aufgetropft und für 0,5 bis

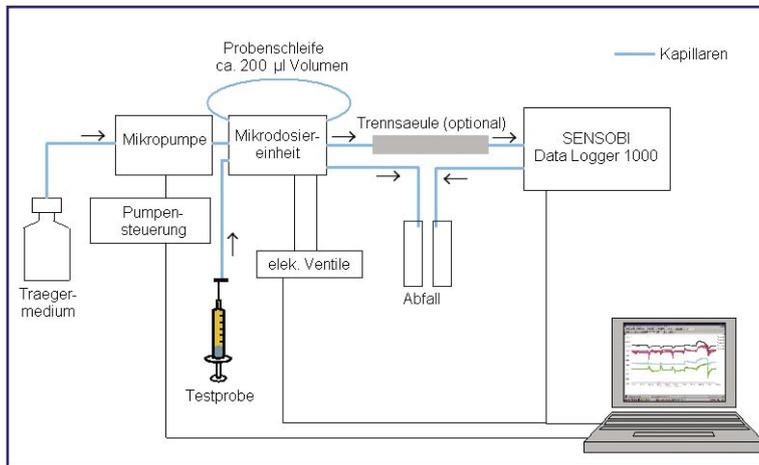


Abbildung 1: Schema einer Vor-Ort-Sensormesstechnik.

5 h bei 30 °C temperiert. Innerhalb dieser Zeit härtet das Epoxidharz aus und es bilden sich selbstassoziierte Strukturen der Oligomere im Harz auf der Elektrode aus. Atomic Force Mikroscope-Messungen (AFM) zeigen, dass auf der Oberfläche ein Nebeneinander von geordneten und ungeordneten Strukturen entsteht. Deren Verhältnis hat einen starken Einfluss auf die Sensitivität und das Ansprechverhalten der Sensoren. Ist der kristalline Anteil zu groß, so reagiert der Sensor auf unzählige Agenzien. Dominiert hingegen der amorphe Anteil, so ist das Ansprechverhalten zu gering.

Im weiteren Verlauf des Herstellungsverfahrens werden die Sensoren mit UV-Licht bestrahlt, auf 150 °C im Vakuumtrockenschrank für maximal 48 h gelagert und anschließend in eine ammoniakhaltige Lösung getaucht. Diese drastische Prozedur führt dazu, dass die verbleibenden Sensoren eine hohe Lebensdauer und Robustheit bei verbleibender Sensitivität haben. Zwei Platten mit je 8 Sensoren werden auf diese Weise produziert und gegenüberliegend, durch einen Abstandhalter getrennt, zu einem Sensorarray von 16 Sensoren montiert. Als Anschlüsse werden Luer-Lock-Verbindungen mit integrierten Peek-Kapillaren für die Schnellmontage verwendet. Nutzerspezifische Sensormodulanschlüsse sind integrierbar.

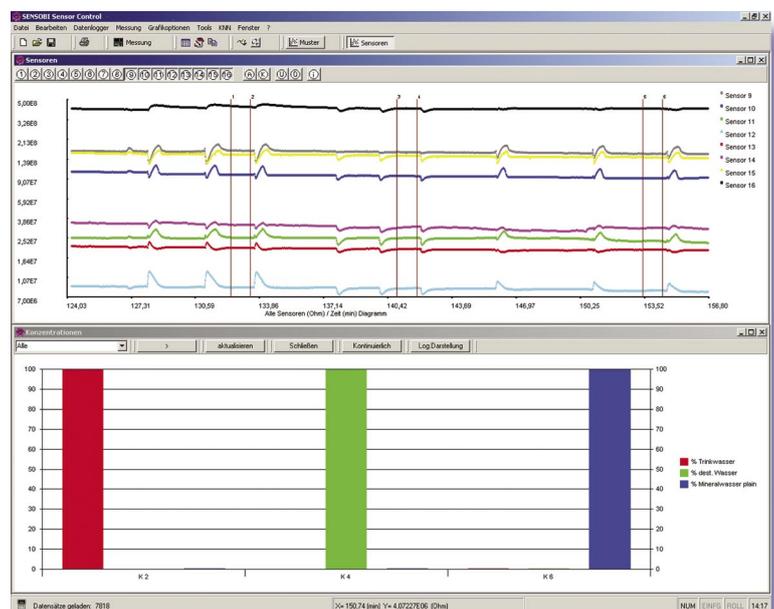
Die Sensoren zeigen ein hochohmiges Verhalten mit resultierenden Leitfähigkeiten von 106 bis 109 Ohm in wässriger Lösung. Das Sensormodul wird in ein Messsystem eingebaut, wo alle 16 Sensorkanäle einzeln erfasst und die Widerstandswerte kontinuierlich gemessen werden. Über eine serielle Schnittstelle werden diese Daten von einem Computer ausgelesen und aufgezeichnet. Zusätzlich können Druck- oder Temperatursensoren installiert werden. Die Datenaufzeichnung erfolgt mit 4 Daten pro Sekunde. Das Trägermedium (z.B. 50 % wässrige Methanollösung) wird ständig mit einer Fließgeschwindigkeit von 1,0 ml/min über die Sensoren geleitet und – um Ressourcen zu schonen – im Kreislauf rückgeführt. Die entstehende Sensorreferenzlinie (Bezugswiderstand R_0) ist temperatur- und druckabhängig. Wird nun eine Probe

injiziert, so ändern sich die Sensorwiderstandswerte und erreichen nach einiger Zeit (ca. 2 bis 5 Minuten) wieder die Basislinie, wenn die Probe die Sensorkammer verlassen hat. Anschließend kann eine erneute Messung erfolgen.

Testmessungen mit Trink- und Mineralwasser

Verschiedene Testmessungen wurden mit dem oben beschriebenen Sensorsystem durchgeführt. Jeweils 0,8 ml einer Wasserprobe werden innerhalb von 10 s in die Mikrodosiereinheit injiziert. Die Probenschleife fasst 200 µl Volumen, das überschüssige Wasser geht in einen Abfallbehälter. Nach Ende der Probennahme werden die Ventile der Mikrodosiereinheit umgeschaltet und das Volumen der Probenschleife mit dem Trägermedium zum Detektor gespült. Nach ca. 30 Sekunden erfolgt eine Signaländerung zu positiven oder negativen Widerstandswerten.

Abbildung 2: Testmessungen mit dem Sensorsystem.



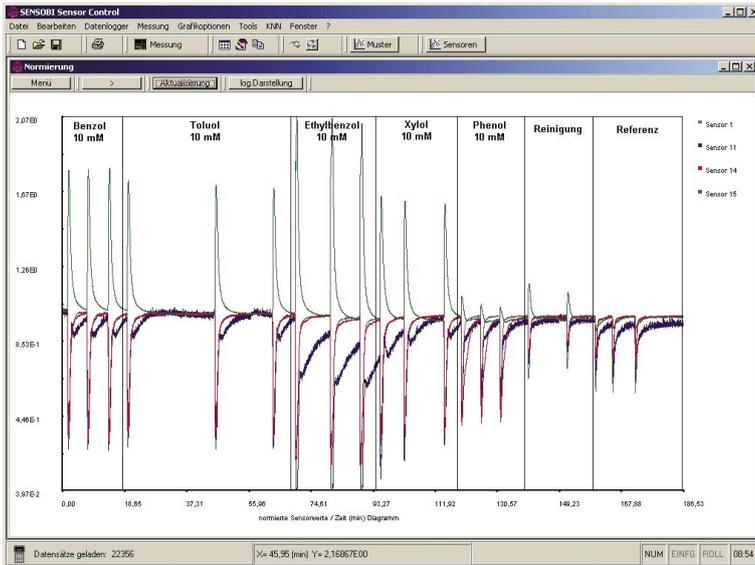


Abbildung 3:
Beispiel einer
verunreinigten
Trinkwasserprobe.

In Abbildung 2 ist dies am Beispiel von Trinkwasser gezeigt. Im oberen Bildbereich sind die Sensorsignale abgebildet. Jeweils dreimal wurden die Wasserproben Leitungswasser, destilliertes Wasser und natürliches Mineralwasser zugegeben. Bei allen drei Signalen sind wiederkehrende Signalverläufe erkennbar, die nur wenig zwischen den Probensorten differieren. Ein zuvor mit den globalen Parametern „Trinkwasser“, „dest. Wasser“ und „Mineralwasser plain“ angelerntes neuronales Netz diente zur Mustererkennung. Im unteren Teil der Abbildung wird die simultane Musteranalyseaussage in % farblich den Parametern zugeordnet angezeigt. Zeitgleich zu den im oberen Bildteil dargestellten braunen Strichen wurde die Musteranalyse gestartet und sollte für das folgende Sensorsignal eine Zuordnung treffen. Ohne eine Einzelkomponentenzuordnung durchzuführen, wurden die Sensormuster erfolgreich zur Identifizierung eingesetzt.

Neuronale Netzanalyse

Das benutzte neuronale Netz ist eine Mustererkennungssoftware, in der die Merkmale der zu identifizierenden Parameter und die Sensorsignalländerungen miteinander verknüpft werden. Diese Verarbeitungselemente werden Neuronen genannt. In der Trainingsphase soll das Netz „lernen“ auf bestimmte Eingaben in gewisser Weise zu reagieren. Dabei stellt das Netz eine künstliche Assoziation zwischen Ein- und Ausgabeparametern her. Als Eingabeparameter dienen dabei die Sensorsignale, die bestimmten Ausgabeparametern entsprechen. Im Rahmen eines gewählten Konzentrationsbereiches und verschiedener Abweichungen werden bestimmte Signalmuster in einer Datenbank niederlegt. Nach Beendigung der Anlernphase verfügt das neuronale Netz über die Fähigkeit bestimmte Ereignisfälle

online zu erkennen, welches für weitere Aktionen genutzt werden kann.

Sehr häufig wird jeder Parameter von der Mustererkennungssoftware mit einem Faktor gewichtet, welcher in die Transferfunktion einfließt. Auf diese Weise sind auch unterschiedliche Parameter mit differierenden Konzentrationsbereichen in einem Netz integrierbar. Dem neuronalen Netz werden für die Anlernphase repräsentative Ereignisse geliefert, in denen es bestimmte Gemeinsamkeiten und Abweichungen „erkennen“ soll. Dazu passend werden Musterkategorien gebildet, in die sich die Eingaben ordnen lassen. Über die Anlernphase kann das Training stattfinden, wenn bestimmte Ereignisse mit erfasst werden müssen.

Zugaben von umweltschädlichen Substanzen zu lokalen Wasserproben

In Abbildung 3 ist ein Exempel gezeigt. Eine lokale Trinkwasserprobe wurde in verschiedene Portionen (jeweils 10 ml) geteilt und jeweils eine Portion mit 10 mM (ca. 1 mg/ml) Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol oder Phenol versetzt. Die Portionen werden mit dem Sensorsystem analysiert und die relative Änderung der Signale (gezeigt sind nur 4 von 16 Sensoren) in Bezug zur Basislinie dargestellt. Jeweils dreimal wurden nacheinander die Proben gemessen, gefolgt von einer Reinigungslösung (100 % Methanol) und der unbehandelten Wasserprobe (Referenz). Die Sensorsignalländerungen der jeweiligen Lösungen können zwischen den Sensoren korreliert werden und ermöglichen mittels neuronaler Netzanalyse eine Informationsverarbeitung.

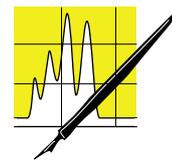
Da diese im Labor eingegebenen Informationen in der Regel für eine jahreszeitlich verschiedene Wasserqualitätsanalyse nicht ausreichen, sind Toleranzen in die Signalanalyse einzubringen, die aus witterungstechnischen Bedingungen resultieren. Vorstellbar sind Algorithmen, die stetig wiederkehrende Ereignisse (wie landwirtschaftlicher Eintrag nach Regenfällen) von Einzelfällen (z.B. Verklappung ölhaltiger Verschmutzung) unterscheiden können, und mit entsprechender Wichtung einer Toleranzanalyse unterziehen. Hiermit ist möglich ein Sensorgerät zu installieren, welches kontinuierlich eine qualitative Analyse an verschiedenen Lokalitäten vornimmt und die Musteranalysen an eine zentrale Stelle sendet.

Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des Projektes „Mikrosensortechnologie zur Spurenanalyse“ von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert worden. Besonderer Dank gilt Frau Petra Veitenhansl, Herrn Günter Schulz und Peter Ködderitzsch von der Firma Sensobi Sensoren GmbH für die Unterstützung.

Leistungsfähig in der Speziesanalytik

Michael Petri



AUFSÄTZE

Das Verhalten von Elementen in der Umwelt hängt von ihrer Bindungsform bzw. ihrer Spezies ab. So ist die Oxidationsstufe eines Elementes oder die Bindung in organischen oder anorganischen Komplexen für die Mobilität des Elementes in der Umwelt von entscheidender Bedeutung, d.h. für die Löslichkeit, Adsorption oder Ausfällung und Sedimentation eines Elementes. Ebenso ist die Spezies von großer Wichtigkeit für die Reaktivität und biologische Wirkung eines Elementes in Organismen (Aufnahme, Toxizität, Metabolisierung, Einlagerung, Ausscheidung usw.) [1].

Das Wissen über Elementspezies und deren Kreisläufe in natürlichen Systemen ist immer noch sehr lückenhaft, zumal die Geo- und Biochemie der Elemente oft sehr komplex ist und viele Spezies nur in sehr geringen Konzentrationen vorkommen. Aber erst die Speziesanalytik ermöglicht eine genaue Abschätzung der Risiken von Elementen für Umwelt und Gesundheit. Allerdings bestimmen viele Analysemethoden nur den Gesamtgehalt der Elemente, sind nicht empfindlich genug oder sind aufgrund der notwendigen Probenvorbereitung viel zu aufwendig [1].

Die Kopplung flüssigchromatographischer Verfahren mit der ICPMS (HPLC-ICPMS) ist heutzutage eine der leistungsfähigsten Nachweisverfahren zur Speziation vieler biochemisch- und umweltrelevanter Elemente [2]. Allerdings hat eine Speziesanalytik mit der HPLC-ICPMS bisher selten den Schritt aus dem Forschungslabor einer Universität in die Routineanalytik eines Dienstleistungslabors geschafft. Die Kommunikationsprobleme zwischen zwei selbständigen und hochentwickelten Systemen - das Chromatographiesystem auf der einen Seite und die ICPMS als Detektor auf der anderen Seite - haben die für Routinelabore wichtigen Automation bisher erschwert wenn nicht sogar verhindert. Dabei hat die Kopplung der HPLC mit der ICPMS aufgrund des großen Leistungsspektrum beider Verfahren große Vorteile: sie verbindet bei geeigneter Auswahl von Trennsäule und Eluenten die hohe Trennleistung der chromatographischen Verfahren mit der massenspezifischen und daher elementspezifischen Detektion der ICPMS bei gleichzeitig hoher Nachweisstärke.

Am Beispiel von einigen anorganischen Brom-, Iod-, Arsen-, Selen- und Metallspezies sollen die Möglichkeiten zum Einsatz einer HPLC-ICPMS-Kopplung zur direkten, schnellen und empfindlichen Bestimmung in wässrigen Proben ohne eine aufwändige Probenaufbereitung oder Aufkonzentrierung gezeigt werden.



Abbildung 1: HPLC-ICPMS-Anlage (ELAN 6100 mit LC-Pumpe und Autosampler Serie 200, Fa. Perkin-Elmer)

Instrumentelles

Zur HPLC-ICPMS-Kopplung wurden folgende Geräte und Softwarepakete verwendet: ICPMS ELAN 6100, Scott-Sprühkammer mit Crossflow-Zerstäuber oder Cyclon-Sprühkammer mit Meinhard-Zerstäuber, Serie 200 Bio LC-Pumpe, Serie 200 Bio Autosampler, Linkbox M600 und M900, ELAN-Software, TotalChrom Workstation und ChromLink (alle Fa. Perkin-Elmer) (Abbildung 1). Alle Geräte werden über einen PC mit entsprechenden Softwareprogrammen gesteuert. Die ELAN-Software steuert das ELAN 6100 und die Datenaufnahme, TotalChrom Workstation steuert die LC-Pumpe und den Autosampler. Das Programm ChromLink konvertiert die vom ELAN aufgenommenen Daten (NC-Files) nach Ende der Datenaufzeichnung sofort in die einzelnen Massenspuren (RAW-Files), die dann mittels TotalChrom Workstation weiterverarbeitet werden können (Peakintegration, Peakerkennung, Quantifizierung und Reporterstellung). ChromLink erweitert bei der Konvertierung die in der ELAN-Software eingegebene Probenbezeichnung mit Datum, Uhrzeit und Masse, so dass immer eine eindeutige

Der Autor

Dipl.-Ing (FH) Michael Petri studierte an der Fachhochschule Fresenius in Wiesbaden und absolvierte zusätzlich ein Aufbaustudium zum Fachingenieur für Analytik und Spektroskopie an der Universität Leipzig. Derzeit ist Michael Petri Mitarbeiter im Betriebs- und Forschungslabor des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung und als Gruppenleiter in der chemischen Analytik tätig.

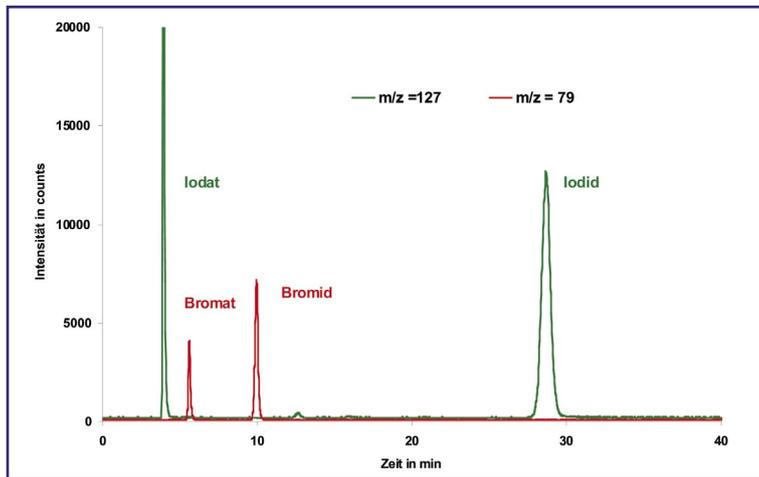
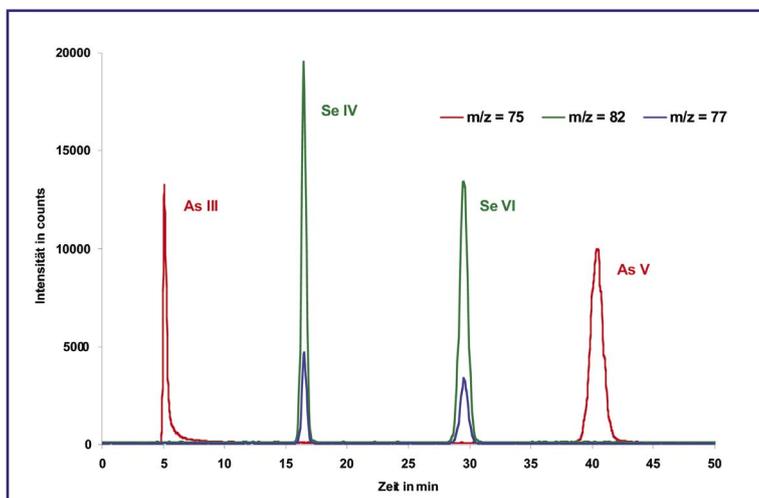


Abbildung 2: Chromatogramme der Massen m/z 79 (Bromid und Bromat) und m/z 127 (Iodid und Iodat) eines Kalibrierstandards.

Zuordnung der einzelnen Chromatogramme (Massenspektren) zu den Proben gewährleistet ist.

Für die chromatographische Trennung können fast alle Trenntechniken, Säulen und Eluenten verwendet werden: Ionenchromatographie (Anionen-, Kationen-, Ionenaarchromatographie), Chromatographie mit RP-Materialien, Größenaufschlusschromatographie usw. Der Auslass der Trennsäule kann mit dem Zerstäuber der ICPMS einfach über eine Kapillare verbunden werden. Da der Zerstäuber keine Probleme mit den Flussraten der chromatographischen Trennung (0,5 bis 1,2 mL/min) hat, kann normalerweise auf eine komplizierte Interface-Kopplungen verzichtet werden. Ebenso sind Kapillarelektrophoretentechniken mit kleinen Flüssen unter Verwendung von Spezialeintragungssystemen für die ICPMS möglich. Bei der Eluentenauswahl ist allerdings zu beachten, dass ein hoher Anteil von Carbonaten oder organischer Substanzen (z.B. Ionenaarchreagenzien, Komplexbildner) zu einer starken Belegung des ICPMS-Eintragungssystem mit Sal-

Abbildung 3: Chromatogramme der Massen m/z 75 (Arsenit: As-III und Arsenat: As-V) und m/z 77 und 82 (Selenit: Se-IV und Selenat: Se-VI) eines Kalibrierstandards.



zen und Kohlenstoff führen kann. Bei Verwendung von RP-Trenntechniken, muss ein hoher Anteil an organischen Lösungsmittel durch Ultraschallzerstäuber mit Desolvatisierung reduziert werden, da ansonsten das Plasma instabil wird.

Bestimmung von Bromid, Bromat, Iodid und Iodat

In iod- und bromhaltigen Oberflächen- und Grundwässern werden bei einer oxidativen Trinkwasseraufbereitung mit Ozon und anschließender Desinfektion mit Chlor neben verschiedenen organischen auch anorganische Desinfektionsnebenprodukte wie Bromat oder Iodat gebildet [3-5]. Da Bromat, das aus Bromid bei einer Trinkwasseraufbereitung mit Ozon entstehen kann, unter Krebsverdacht steht, wird mit der neuen TrinkwV 2001 ab Januar 2003 erstmals ein Grenzwert für Bromat von $25 \mu\text{g/L}$ eingeführt der am 01.01.2008 auf $10 \mu\text{g/L}$ abgesenkt wird.

In wässrigen Proben können Iodid, Iodat, Bromid und Bromat mit der HPLC-ICPMS-Kopplung ohne eine aufwändige Probenaufbereitung oder Aufkonzentrierung bestimmt werden. Als Säule wird eine IonPac AS9HC mit einer Vorsäule AS9GC (beide Fa. Dionex) eingesetzt. Als Eluent wird eine 20 mmol/L Natriumcarbonat-Lösung bei einem Fluss von 0,9 mL/min verwendet. In Abbildung 2 ist ein Chromatogramm einer Standardlösung mit je $10 \mu\text{g/L}$ Iodid und Iodat und mit je $20 \mu\text{g/L}$ Bromid und Bromat dargestellt.

Mit einem Injektionsvolumen von $500 \mu\text{L}$ liegen die Bestimmungsgrenzen für Iodid und Iodat bei $0,20 \mu\text{g/L}$, für Bromat bei $0,50 \mu\text{g/L}$ und für Bromid bei $1,0 \mu\text{g/L}$. Die relative Verfahrensstandardabweichung ist $< 2\%$ und die Messunsicherheit beträgt $\pm 0,1 \mu\text{g/L}$ für Iodid, Iodat und Bromat und $\pm 0,5 \mu\text{g/L}$ für Bromid. Lediglich eine Filtration der Probe über einen $0,45 \mu\text{m}$ -Spritzenfilter ist notwendig, um bei partikelhaltigen Proben das chromatographische System zu schützen.

Bestimmung von Arsenit, Arsenat, Selenit und Selenat

Die Bestimmung der anorganischen Arsen- und Selenpezies in wässrigen Proben hat große Bedeutung für die Aufbereitung von arsen- und selenhaltigen Grundwässern zu Trinkwässern oder bei der Überwachung von Industrie- und Deponieabwässern.

Als Säule wird eine IonPac AS9HC mit einer Vorsäule AS9GC (beide Fa. Dionex) eingesetzt. Als Eluent wird eine 9 mmol/L Natriumcarbonat-Lösung bei einem Fluss von 0,9 mL/min verwendet. Für einen empfindlichen Nachweis unter $1 \mu\text{g/L}$ der jeweiligen Arsen- und Selenpezies ist allerdings ein Austausch des Crossflow-Zerstäubers mit Scott-Sprühkammer gegen einen Meinhard-Zerstäuber mit Cyclon-Sprüh-

kammer sinnvoll, um die Zerstäubereffizienz und damit auch die Nachweisempfindlichkeit zu erhöhen. In Abbildung 3 sind die Chromatogramme einer Standardlösung mit je 10 µg/L Arsenit, Arsenat, Selenit und Selenat dargestellt.

Mit einem Injektionsvolumen von 500 µL liegen die Bestimmungsgrenzen für Arsenit und Arsenat bei je 0,5 µg/L, für Selenit und Selenat bei je 0,1 µg/L. Die relative Verfahrensstandardabweichung ist 2% und die Messunsicherheit beträgt ± 0,1 µg/L für Arsenit und Arsenat und ± 0,05 µg/L für Selenit und Selenat. Als Probenvorbereitung ist nur eine Filtration der Probe über einen 0,45 µm-Spritzenfilter notwendig, um bei partikelhaltigen Proben das chromatographische System zu schützen.

Durch die Verwendung eines schwachen Carbonat-Eluenten (9 mmol/L Natriumcarbonat) kann bei der IonPac AS9HC auch eine mögliche Chlorid-Störung vom Arsenit abgetrennt werden. Chlorid bildet mit dem Argon eine Molekülstörung mit der gleichen Masse wie das As-Isotop ^{75}As : $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}$ und $^{38}\text{Ar}^{37}\text{Cl}$, die bei ICPMS-Systemen mit einem Quadropolmassenspektrometer ohne Reaktions- oder Kollisionszelle nicht aufgelöst oder abgetrennt werden kann: eine Unterscheidung zwischen ^{75}As und $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}$ bzw. $^{38}\text{Ar}^{37}\text{Cl}$ ist somit nicht möglich. Um eine Chlorid-Störung bei der Arsen- und Selen-Speziation mit ICPMS-Detektion festzustellen, ist es notwendig neben der Masse 75 für die Arsenspezies auch die Massen 77 und 82 für die Selenpezies zu messen. Auf der Masse 77 wird neben den Selenpezies auch die Molekülstörung $^{40}\text{Ar}^{37}\text{Cl}$ miterfasst. Ein zeitgleicher Peak in den Chromatogrammen der Massen 75 und 77 deutet somit auf eine Chlorid-Störung hin, wenn auf der Masse 82 kein zeitgleicher Selenpeak sichtbar ist.

Bestimmung von Metallkationen

Auch eine Bestimmung von Metallkationen wie Cd^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , ebenso wie eine Unterscheidung zwischen Fe^{2+} und Fe^{3+} ist mit der HPLC-ICPMS-Kopplung möglich, ohne dass eine Probenvorbereitung wie Anreicherung, Matrixabtrennung oder Derivatisierung notwendig ist.

Als Trennsäule wird eine IonPac CS5A mit der Vorsäule IonPac CG5A (beide Fa. Dionex) eingesetzt. Als Eluent wird der MetPac PDCA-Eluent (Fa. Dionex) in einer Verdünnung von 1:5 und bei einem Fluss von 0,9 mL/min verwendet. Der Eluent enthält Dypicolinsäure (Pyridin-2,6-dicarbonsäure) als Komplexbildner für die oben genannten Metallkationen. Als Zerstäuber wird ein Meinhard-Zersäuber mit Cyclon-Sprühkammer eingesetzt. In Abbildung 4 sind die Chromatogramme der Kationen Cd^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} mit je 2,5 µg/L und von Fe^{2+} und Fe^{3+} mit je 10 µg/L dargestellt. Eine mögliche Störung der Eisenbestimmung mit ICPMS-Detektion auf der Masse 57 durch Calciumoxid und -hydroxid wird chromatographisch abgetrennt: Calcium eluiert unter den genannten Be-

dingungen nach 3,5 min während Fe^{3+} nach 6,5 min und Fe^{2+} nach 15 min eluieren.

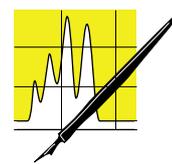
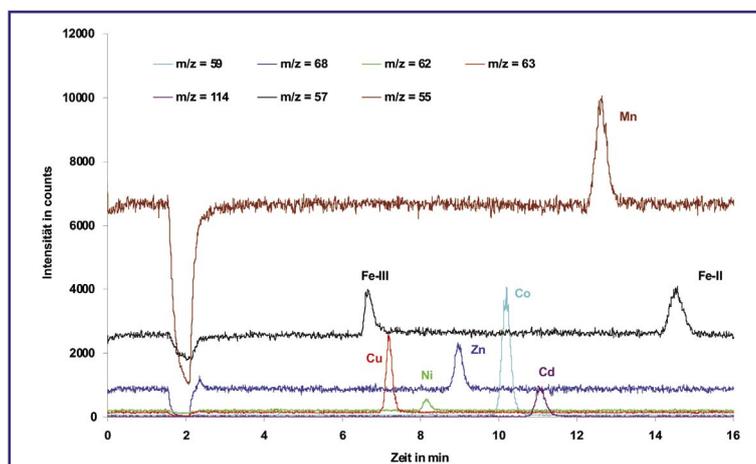
Ausblick

Mit einer umfassenden Automatisierung der HPLC-ICPMS-Kopplung wird endlich der Schritt von einer Anwendung in wenigen Forschungslaboratorien zu einer Routineapplikation möglich sein, um damit der HPLC-ICPMS den Stellenwert in der Analytik zu geben, der ihr gebührt: als eines der leistungsfähigsten Nachweisverfahren zur Elementspeziation. Die Vielzahl an flüssigchromatographischen Trennverfahren und auch die Möglichkeit zusätzlich zerstörungsfreie Detektoren (z.B. UV/VIS, FLU) zwischen Säulenausgang und Zerstäuber einzubinden, schaffen die Voraussetzung für eine nahezu unerschöpfliche Anzahl von Applikationen und Anwendungsbereichen.

Literatur

- [1] Günther, K. und Weber, G.: Elementspeziesanalytik: Ein Überblick, in: Günzler, H. (Hrsg.): Analytiker Taschenbuch Nr. 20, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 71-103 (1998).
- [2] Vanhaecke, F. und Köllensperger, G.: Detection by ICP-Mass Spectrometry, in: Cornells, R., Crews, H., Caruso, J. und Heumann, K.: Handbook of Elemental Speciation: Techniques and Methodology, John Wiley & Sons New York, 281-312 (2003).
- [3] Petri, M., Wilker, M., Stabel, H.-H. und Gilbert, E.: Bildung bromhaltiger Desinfektionsnebenprodukte nach Chlorung von Bodenseewasser in Abhängigkeit von Aufbereitungsschritten und der Bromidkonzentration, Acta hydrochim. hydrobiol. 25, 319-328 (1997).
- [4] Haag, W. R. und Hoigné, J.: Ozonation of Bromide-Containing Waters: Kinetics of Formation of Hypobromous Acid and Bromate, Environ. Sci. Technol. 17, 261-267 (1983).
- [5] Bichsel, Y. und von Gunten, U.: Oxidation of Iodide and Hypoiodous Acid in the Disinfection of Natural Waters, Environ. Sci. Technol. 33, 4040-4045 (1999).

Abbildung 4: Chromatogramme der Massen m/z 55 (Mn^{2+}), m/z 57 (Fe^{2+} und Fe^{3+}), m/z 59 (Co^{2+}), m/z 62 (Ni^{2+}), m/z 63 (Cu^{2+}), m/z 68 (Zn^{2+}) und m/z 114 (Cd^{2+}) eines Kalibrierstandards.



AUFsätze

Die Jahrmärkte früherer Jahrhunderte

Karl Heinz Koch

Über Jahrhunderte hinweg stand die Chemie in hohem Ansehen. Die Chemische Industrie wurde zu einer bedeutenden Branche der Weltwirtschaft. Vor einigen Jahrzehnten führten Umweltskandale und Risikodiskussionen maßgeblich zu einer Änderung im Bewusstsein der Menschen: In der öffentlichen Meinung wandelte sich die Chemie vom Tausendkünstler zum Prügelknaben. Die jüngsten Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft führten schließlich zu einem Umdenken und zu einer neuen Bewusstseinsbildung. In dieser Ausgabe der CLB wird – ausgehend vom Jahr der Chemie 2003 – ein Blick auf das Erleben von Chemie für die Menschen in den Jahrhunderten unmittelbar vor unserer Zeit geworfen. In der kommenden CLB stellt sich chemisches Erleben in Vor- und Frühgeschichte der Menschen den heutigen Sehensweisen gegenüber.

Das Jahr der Chemie 2003 und die Wahrnehmung der Chemie in früheren Jahrhunderten

Das Jahr der Chemie 2003, das von einer Vielfalt von Informationsveranstaltungen für alle Bereiche der Gesellschaft geprägt war und durch einen lebendigen Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit sicherlich einer Desinformation der Bürger – hoffentlich mit nachhaltigem Erfolg – entgegenzuwirken notwendig war, bedeutete eine eindrucksvolle „Werbung“ für die Chemie. Die Veranstaltungen im Jahr der Chemie 2003, einem Jahr aus einer Folge von „Wissenschaftsjahren“, das mehr Besucher verzeichnen konnte als das Jahr der Geowissenschaften 2002 oder das Jahr der Lebenswissenschaften 2001, boten die einmalige Gelegenheit, sowohl breites Interesse für die Naturwissenschaften zu wecken als auch Erfolge, Chancen und Risiken der Chemie öffentlich darzustellen, um so ein lebensnahes Bild der Chemie von heute frei von ideologischen Verzerrungen zu zeichnen. Die starke Resonanz der Bevölkerung bezeugt die Offenheit für Fragen der naturwissenschaftlichen Forschung, die ei-



Der Autor

Professor Dr. Karl Heinz Koch, Honorarprofessor an der Technischen Universität Wien, ist nach jahrzehntelanger leitender Tätigkeit in der Stahlindustrie und der Mitarbeit in zahlreichen nationalen und internationalen Fachgremien derzeit Vorstandsmitglied der Gesellschaft zur Förderung der Spektrochemie und angewandten Spektroskopie e. V., Dortmund. Über 20 Jahre war K. H. Koch Mitherausgeber der CLB.

ne wesentliche Voraussetzung für Innovationen und Fortschritt darstellt und der langfristigen Sicherung des Wissenschaftsstandortes Deutschland dient. Die Entwicklung der öffentlichen (politischen) Meinungsbildung und das Entstehen von Fehleinschätzungen in den letzten Jahren, die unter anderem in den über mehrere Jahre hinweg stetig gesunkenen Zahl der Chemie-Studenten sichtbar wurden, fordern eine verstärkte „Werbung“ für die Naturwissenschaften insbesondere für die Chemie, um einem absehbaren und zunehmendem Nachwuchsmangel in den Natur- und Ingenieurwissenschaften entgegen zu wirken. Erste Erfolge vielfältiger Aktivitäten werden inzwischen erkennbar, denn vertiefte Einsichten und verbesserte Berufschancen scheinen diesen Trend langsam abzuschwächen.

Im Vergleich zu diesen vielversprechenden, zukunftsorientierten Bemühungen stellt sich die interessante Frage: Wie wurde die Chemie in vergangenen Jahrhunderten wahrgenommen? Die Antwort auf diese Frage gibt zunächst ein kurzer Blick auf einige der für den einzelnen Bürger bedeutungsvollen chemisch-technische Entwicklungen im 18. und 19. Jahrhundert, also auf eine Zeitspanne von rund 200 Jahren, von der heute gesagt wird, dass sich das Leben in jener Zeit stärker verändert hat als in den 7000 Jahren vorher [1], während auf Anschauungen und Bewusstseinsbildungen im Altertum und im Mittelalter später eingegangen werden soll. Insbesondere seit etwa 1750 verändert sich die Welt infolge der revolutionierenden Erfindungen rasant. Es war die Zeit bedeutsamer politischer Umbrüche (z.B. Französische Revolution, 1789 - 1792; „Befreiungskriege“, 1812 - 1815; Märzrevolution 1848, Frankfurter Nationalversammlung) und der großen chemischen und technischen Erfindungen, die die Lebenshaltung der Menschen verbilligten und sie von den ärgsten Existenznöten befreiten. So waren sie nun imstande, sich mit Dingen, die außerhalb ihrer täglichen Arbeit zur nackten Existenzsicherung lagen, zu beschäftigen, wie der Bildung und der Teilhabe am öffentlichen Leben.

Der Siegeszug der Chemie beginnt eindrucksvoll mit der Erfindung eines Verfahrens zur Sodaherstellung aus Steinsalz durch N. Leblanc (1742 – 1806). Die dadurch mögliche industrielle Herstellung von Soda schuf die Basis für eine Reihe von Grundstoffindustrien und ermöglichte die drastische Verkürzung der Vorgänge des Waschens, Bleichens und Färbens bei der Woll- und Leinenverarbeitung. Aufgrund dieser Entwicklung, die sich für breiteste Bevölkerungs-

schichten auswirkte, ist der Schluss erlaubt, dass die Leblanc'sche Erfindung wahrscheinlich mehr dazu beigetragen hat, die Welt zu verändern, als die Episode der Französischen Revolution [1]. Weitere Meilensteine in der Entwicklung der Textilindustrie waren der Einsatz von Schwefelsäure, seit 1741 technisch nach dem Bleikammerverfahren gewonnen, und von Chlor zum Bleichen, wobei letzteres eine Verkürzung des Bleichvorganges von mehreren Monaten auf wenige Stunden gestattete. Dieser Bereich der technischen Chemie und der verbreitete Einsatz der von James Watt erfundenen Dampfmaschine begründeten letztlich den wirtschaftlichen Aufstieg Englands zur Weltmacht im 18. Jahrhundert. Die aufblühende Sodaindustrie schuf ferner die Voraussetzung für die Massenerzeugung von Gläsern der verschiedensten Art und war die Basis für die aufkommende Seifenindustrie. Noch im Mittelalter war der Gebrauch von Seife sehr selten. Als Reinigungs- und Waschmitteldiente zum Beispiel Pottasche. Nun wurde die tägliche Reinigung und die gründliche Wäsche von Kleidung und Textilien nach und nach ein allgemein üblicher Vorgang. Diese neue Form der Hygiene verminderte natürlich erheblich die Zahl der krankheitserregenden Keime, so dass als Folge weitverbreitete Hautentzündungen und ansteckende Krankheiten stark zurückgingen. So verringerten sich dank größerer Sauberkeit beispielsweise auch die Erkrankungen an Kindbettfieber, und die Säuglingssterblichkeit ging auf einen Bruchteil zurück.

Es können an dieser Stelle nicht alle bedeutsamen Erfindungen und technischen Entwicklungen erwähnt werden. Daher sollen zur Charakterisierung dieser Zeit des chemisch-technischen Aufbruchs ergänzend zu den oben skizzierten Darstellungen nur einige wenige Beispiele dienen. So schaffte der Einsatz von Steinkohle in Form von Koks in den Hochöfen (1760) die Voraussetzung zur Massenstahlerzeugung, die schließlich durch die auf der Kenntnis der chemischen Vorgänge beruhenden Erfindungen des Bessemer- und des Thomasverfahrens (1855 bzw. 1878), bei denen Luft zur Oxidation der unerwünschten Begleitelemente durch eine in einem birnenförmigen Schmelzgefäß befindlichen Roheisenschmelze geblasen wird, weltweit verwirklicht wurde. Das Entstehen der Sodaindustrie, der Glashütten sowie der Eisen- und Stahlindustrie, deren Prozesse in feuerfesten Öfen abliefen, führte zwangsläufig zu einem neuen technischen Zweig, nämlich der industriellen Herstellung feuerfester Baustoffe. Abschließend seien zur Abrundung dieser Betrachtung noch einige Daten genannt: Im Jahre 1834 entdeckt F.F. Runge den ersten Teerfarbstoff, 1841 beginnt die Produktion der in Haushalten zu Beleuchtungszwecken dienenden Paraffinkerzen, 1840 – 1850 entsteht die deutsche Anstrichfarbenindustrie (Blei- und Zinkfarben) und 1858 beginnt der Abbau von Kalisalzen, die als künstlicher Dünger verwendet werden. (Auf Justus von Liebig als Begründer der Agrarchemie wird später noch eingegangen.) Schließlich sei noch die Er-

findung von Dynamit und anderer Sprengstoffe durch A. Nobel (erste Patenterteilung 1863) erwähnt, die nicht nur die Waffentechnik sondern vor allem den Bergbau revolutionierte. Aus diesen Schilderungen und kurzen Hinweisen wird unmittelbar verständlich, dass angesichts der für jedermann sichtbaren Erfolge und eingetretenen Erleichterungen, die ihm die Chemie bescherte, ein nachhaltig hohes Ansehen in jener Zeit resultierte.

Jahrmärkte in früherer Zeit als medizinisch-chemische Werbe- und Verkaufsveranstaltungen

Vom beginnenden 16. bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts erfuhren die Menschen die Faszination der Chemie viel unmittelbarer als heute in unserem Medienzeitalter. Es waren vor allem die vielerorts stattfindenden Jahrmärkte, die besonders in ländlichen Gebieten die Bevölkerung mit Waren, Medikamenten, ärztlicher Hilfe und einer besonderen Form der Unterhaltung, die sie die Eintönigkeit und Beschwerlichkeit ihres Alltags für ein paar Stunden vergessen ließ, versorgten und auf denen die Menschen die Chemie, verknüpft mit Arzneiwesen und ärztlichen Verrichtungen, eindrucksvoll „erlebten“ [2]. Sie waren damit zugleich Werbe- und Verkaufsveranstaltungen mit einem hohen Vergnügungswert für den einfachen Bürger. Diese Art der Bedarfsbefriedigung brachte über eine lange Zeit hinweg einen besonderen Typ des bis ins 19. Jahrhundert festzustellenden Jahrmarktunternehmers, des Quacksalbers, hervor [3] (Abbildung 1), auf den die Bevölkerung, die in jener Zeit zu rund 80

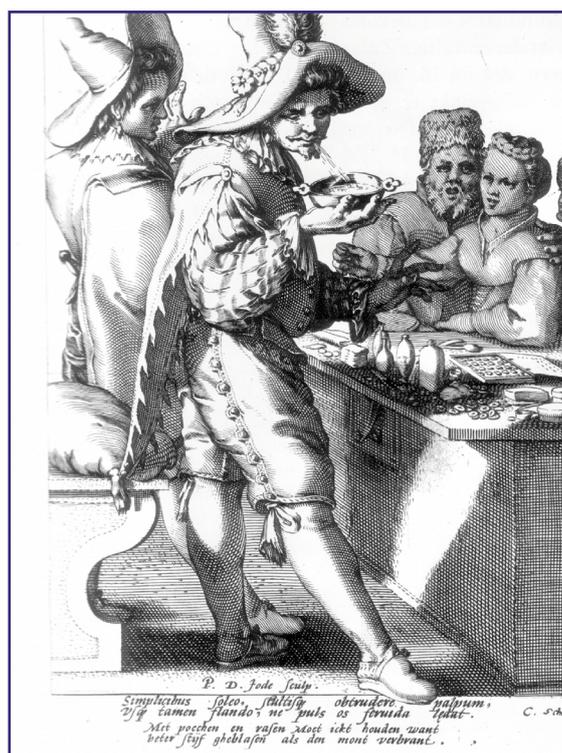


Abbildung 1: Der Quacksalber und sein Ausrufer (Kupferstich von 1536) [4].

Abbildung 2:
Der Quacksalber
(Gerrit Dou (1613
– 1675); Rotter-
dam, Museum
Boymans - van
Beuningen; siehe
auch das Titelbild)
[4].



Prozent auf dem Land ansässig war, vor allem zu ihrer medizinischen Versorgung dringend angewiesen war. (Die Bezeichnung Quacksalber leitet sich vermutlich von „quacken“ = schwatzen, prahlen und „salbari“ = (althochdeutsch) Salbenhändler, Arzt ab; es bedeutet also „Prahlarzt“.)

Neben diesen rein merkantilen Aktivitäten in jener mit dem 16. Jahrhundert beginnenden Epoche sei aber auch an das Wirken eines großen Naturwissenschaftlers und Arztes, dessen Leben von hohem ethischen Anspruch und äußerster persönlicher Anspruchslosigkeit geprägt war, erinnert: Theophrastus Bombastus von Hohenheim, genannt Paracelsus (1493 – 1541), der unter anderem mit der Verwendung chemischer Substanzen zu Heilzwecken die Chemicatrie als Vorläuferin der Pharmazeutischen Chemie begründete. Durch sein chemisches Wissen und Wirken, mit deren Hilfe er die Chemie in den Dienst der Medizin stellte, sowie seine auf chemischen Kenntnissen beruhenden Heilerfolge hat er sicher bedeutend dazu beigetragen, dass in jener Zeit, für viele unmittelbar erkennbar, eine große Faszination von der Chemie ausgehen konnte.

Da die Quacksalber und ihre Gehilfen die von ihnen verkauften Arzneien selbst herstellten, mussten sie über beträchtliche chemische Kenntnisse verfügen. Zu ihrem Repertoire gehörten aber auch eine Reihe chemischer Zaubertricks und Schauexperimente (Abbildung 2), die weniger der Unterhaltung des Publikums als vielmehr der gezielten Verkaufsförderung dienen sollten. Bedeutende Quacksalber umgaben sich im Sinne erfolgreicher, nach Gewinnmaximierung strebender Unternehmer mit einer Schar aus eigenen Hilfsärzten, Zauberern, Seiltänzern, Feuerspielern, Musikanten, Gauklern, Possenreißern und vereinzelt

sogar mit eigenen Dichtern [2]. Als Beispiel kann hier Carlo Goldoni (1707 – 1793), der als Erneuerer der italienischen Komödie gilt und unter anderem Theaterdirektor und Lehrer am französischen Hof war, erwähnt werden, und der in jungen Jahren lange mit einer Quacksalbertruppe durch Italien gezogen ist. Große Quacksalbertruppen hatten ihre festen, oft in der Stadt gelegenen Standquartiere, wo sie auch das Laboratorium für die Herstellung ihrer pharmazeutischen Produkte unterhielten (Abbildung 3). Neben diesen Großunternehmen gab es aber auch „Einmannbetriebe“, die Quacksalber, Artist und Arzneimittelverkäufer in einer Person waren und die meist ihre Präparate vor den Augen des Publikums auf dem Marktplatz herstellten. Stets verstanden es also die Quacksalber, ein breites Publikum durch spektakuläre Vorführungen in ihren Bann zu ziehen. Der große Zulauf zu diesen „Heilkünstlern“ war natürlich auch eine Folge der erschreckenden ärztlichen Versorgung vor allem auf dem Lande aber auch teilweise in der Stadt. Die Wundergläubigkeit der Menschen jener Zeit und das Einfühlungsvermögen der Quacksalber in die Psyche der Menschen waren die weiteren Gründe, die diesen ein goldenes Zeitalter bescherten. Erst als die Naturwissenschaften, insbesondere die Chemie neue Möglichkeiten in der Diagnostik und Therapie eröffneten, verschwand die kulturgeschichtliche Gestalt des Quacksalbers von den Messen und Märkten, die er 300 Jahre lang beherrscht hatte [3].

In diesem Zusammenhang dürfte noch die Beobachtung erwähnenswert sein, dass mit dem Aufkommen der Experimentalvorlesungen an den Hochschulen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts teilweise auf Versuche, die auf den Jahrmärkten tausendfach erprobt worden waren und ihre Publikumswirksamkeit erwiesen hatten, zurückgegriffen wurde und die nun mit entsprechender naturwissenschaftlicher Interpretation Eingang in den akademischen Bereich fanden.

Zweiter Teil in der kommenden Ausgabe

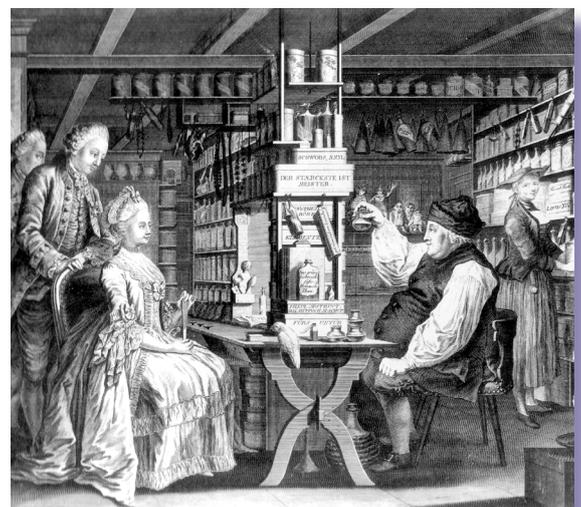


Abbildung 3: Der Quacksalber Michael Schuppach
(Kupferstich von 1776) [4].

CLB – Memory

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

April 2004

Polymerchemie ist mehr als PVC-Produktion

Hyperverzweigte und elektrochrome Polymere

Auf der Tagung der Fachgruppe Makromolekulare Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) Mitte März in Düsseldorf ging es unter anderem um neue Polymerarchitekturen wie hyperverzweigte Polymere; aber selbst über das seit 50 Jahren bekannte Polycarbonat gibt es hinsichtlich Anwendungen und Herstellverfahren Neues zu berichten. Rote und blaue elektrochrome Polythiophene – elektrisch leitfähige Polymere, die ihre Farbe in Abhängigkeit von der angelegten Spannung ändern – gibt es schon länger. Nun haben amerikanische Forscher um Fred Wudl auch einen grünen Polythiophen-Abkömmling konstruiert – dies ist ein wichtiger Schritt für die Entwicklung optoelektronischer Komponenten auf Polymer-Basis wie etwa Kunststoff-Displays.

Kunststoffe wie ein Baum: Dendrimere

Dendrimere sind baumartig verästelt aufgebaute Moleküle. Ausgehend von einem Kernbaustein verzweigt sich das Molekül immer stärker. Nach einigen „Generationen“ von Verzweigungen führt dies an der Peripherie eines Dendrimere-Moleküls zum räumlichen Gedränge der vielen Zweigenden (Abbildung 1). Bringt man an der Peripherie funktionelle (zum Beispiel fluoreszierende) Gruppen an, so lässt sich eine Verstärkung des

Effekts (hier Fluoreszenz) vergleichen mit einem klassischen Molekül erreichen.

Dendrimere sind also vielfach verzweigte Architekturen mit hoher Dichte von funktionellen Gruppen. Anders als Polymere (polydispers: unterschiedlich große Moleküle) können Dendrimere sehr regelmäßig aufgebaut werden (monodispers, jedes Moleküle ist identisch) oder auch Defekte aufweisen (wenn beispielsweise einzelne Zweige fehlen). Diese Molekülarchitektur (Kaskaden-Moleküle) wurde 1978 erstmals beschrieben. Dendrimere sind bereits kommerziell im Handel, zum Beispiel als Chemikalien-Ausgangsstoffe oder als Kit für die Gentransfektion.

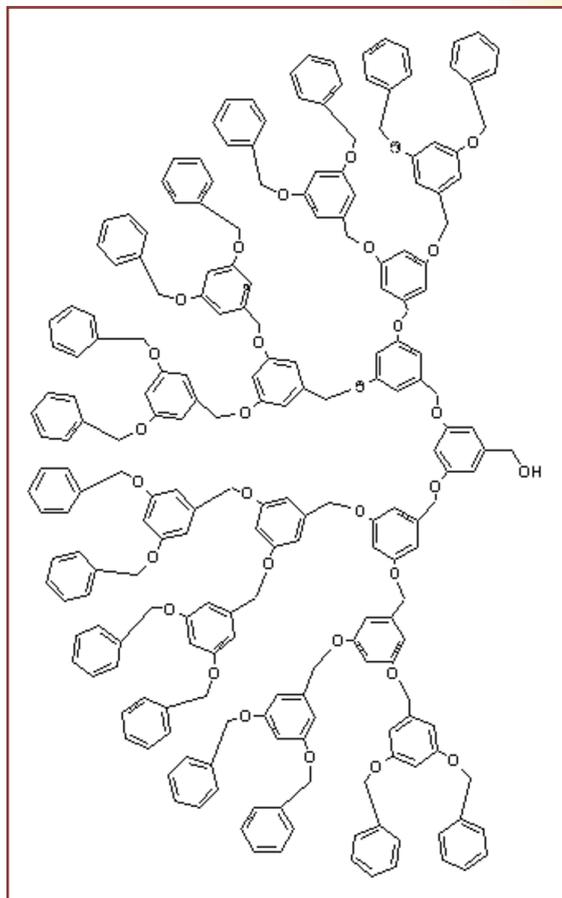
Dendrimere umfassen ein im Verhältnis zu ihrem Molekulargewicht großes Volumen. Die Nischen im Inneren können Platz für andere Teilchen bieten. Außerdem können das Innere und die äußere Hülle des Dendrimers durchaus unterschiedliche Eigenschaften haben: So können hydrophile Gruppen in der Peripherie für eine gute Wasserlöslichkeit des Dendrimers sorgen, während das lipophile Innere wasserunlösliche Gäste aufnehmen kann. Auf diese Weise erhält man eine „unimolekulare Micelle“.

Nicht definierte Verästelungen: Hyperverzweigte Polymere

Während Dendrimere chemisch genau definierte Makromoleküle darstellen, die sich aber industriell nicht so leicht herstellen lassen,

kann man die hyperverzweigten Polymere recht einfach in einer Eintopfreaktion im industriellen Großmaßstab synthetisieren. Sie sind zwar Gemische unterschiedlichster Verzweigungsmuster und Molekülgrößen, aber genauso hochfunktionell und flexibel an den Einsatzbereich anpassbar. Das

Abbildung 1: Ein Benzylether-Dendrimere G4 - das heißt, es gibt vier „Generationen“ von Verzweigungen – ist sehr regelmäßig aufgebaut.



ermöglicht ihre Anwendung als Sensoren oder als Träger pharmazeutischer Wirkstoffe. Sie verbessern aber auch die Eigenschaften von Autolacken oder Druckfarben und erweitern die Einsatzmöglichkeiten linearer, also konventioneller Polymere. Die Anwendungen könnten noch vielfältiger werden, wenn man durch die chemische Synthese zu einer begrenzteren Molekülvielfalt käme und so die Eigenschaften der hyperverzweigten Polymere, wie Temperatur- und Löslichkeitsverhalten, die Molekülgröße oder auch die Oberflächenstruktur gezielter einstellen könnte. In der Industrie, in Hochschul- und Forschungsinstituten wird intensiv auf diesem Gebiet geforscht.

Polycarbonat wird immer kratzfester und umweltfreundlicher

Ein Plenarvortrag auf der Tagung der Fachgruppe Makromolekulare Chemie befasste sich mit der Geschichte und Zukunft des Werkstoffs Polycarbonat, der vor nunmehr fast 51 Jahren von Dr. Hermann Schnell entdeckt wurde. Polycarbonat (Abbildung 2) aus Bisphenol A hat wegen seines Eigenschaftsprofils – temperaturfest, transparent, schlagzäh, legierfähig – jährliche Wachstumsraten von fünf bis zehn Prozent und eine sehr diversifizierte Anwendungspalette. Optische Datenspeicher (CD, DVD) gehören dazu ebenso wie Spritzgussanwendungen (Gehäuse, optische Komponenten), Blasformteile (Wasserflaschen) Folien (ID-Karten) und Plattenware (Sicherheitsverschiebung). Erfolgreich war auch die Einführung von Automobilscheinwerfern aus Polycarbonat. Geforscht wird aber nach wie vor an der Verbesserung des Witterungs- und Kratzfestschutzes dieses Kunststoffes. Er soll auch nach längerem Einsatz transparent bleiben, noch zäher (Sicherheit) und leichter werden. Polycarbonat wird mittlerweile industriell auch über einen Schmelze-Umesterungsprozess hergestellt, der als umweltfreundlicher und sicherer gilt. Phosgen als eine Re-

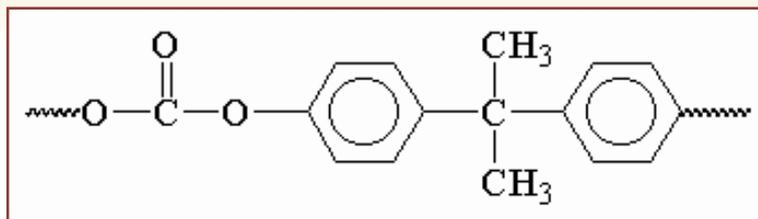


Abbildung 2: Ein Monomer des Kunststoffes Polycarbonat (PC), der aus Bisphenol A herstellbar ist. PC ist temperaturfest, transparent, schlagzäh und legierfähig.

aktionskomponente kann damit umgangen werden, Lösungsmittel und Salzfrachten werden eingespart.

π -Systeme ermöglichen Leitfähigkeit und Farbe

Polymere kann man durch Zumischung von leitfähigen Füllstoffen wie Ruß, Kohlefasern, Stahlfasern oder Aluminium-Plättchen leitfähig machen. Elektrische Leitfähigkeit in Polymeren kann man aber auch auf chemischem Wege erzeugen. Nur Polymere mit ausgedehnten π -Systemen wie in Polyacetylen (PA), Poly(p-phenylen), Polythiophen (Abbildung 3) oder Polypyrrol sind dafür verwendbar. Am Beispiel des PA lassen sich leicht die Bedingungen aufzeigen, die für leitende Kunststoffe erfüllt sein müssen: Die Polymerketten sind vollkommen durchkonjugiert, das heißt es wechseln sich Einfach- und Doppelbindungen ab. Damit es aber zum Stromfluss kommen kann, muss die Elektronenstruktur etwas gestört werden. So kann man entweder einzelne Elektronen zusätzlich in die Kette einfügen (n-Dotierung) oder entfernen (p-Dotierung). Um die Gesamtneutralität zu wahren, müssen dafür zum Ausgleich Gegenionen in die Polymermatrix eingebaut werden. Beim Dotieren, das heißt dem Behandeln mit Oxidations- oder Reduktionsmitteln, entstehen bewegliche Ladungen im π -System. Typische Oxidationsmittel sind Br_2 , I_2 , AgClO_4 , FeCl_3 , AsF_5 und ClO_2 . Als Reduktionsmittel verwendet man Alkalimetalle.

Besonders einfach gelingt die Herstellung von leitfähigem Polypyrrol, denn Pyrrol läßt sich elektrolytisch zu einem leitenden Polymer oxydieren und muss nicht extra dotiert werden. Als Elektro-

lyt dient eine Lösung von Pyrrol und einer organischen Sulfonsäure in 2-Propanol. Die Sulfonsäure ermöglicht den Stromfluss und liefert die Gegenionen. Solch ein Versuch sollte in jedem Schullabor durchführbar sein.

Die höchsten erreichten Leitfähigkeiten der intrinsischen elektrisch leitfähigen Polymere sind Werte von 1000 Siemens pro Zentimeter (S/cm), was im Bereich von Metallen liegt. Ein Problem ist es aber, die Leitfähigkeit über längere Zeiträume konstant zu halten. So nimmt die gute Leitfähigkeit von Polyacetylen schon nach kurzer Zeit stark ab. Das zur Zeit stabilste leitfähige Polymer ist Polypyrrol. Als elektrochemisch hergestellte Folie ist es gegen Luftsauerstoff und thermische Zersetzung weitgehend unempfindlich. Es wird daher trotz seiner relativ niedrigen Leitfähigkeit (bis 100 S/cm) vielseitig eingesetzt. Auch Polymere auf Basis von Polythiophenen weisen eine gute Stabilität und hohe Leitfähigkeit in der dotierten Form auf.

Aus Rot, Blau und Grün lässt sich jedwede Farbe erzeugen

Auf dem Fernseh-Bildschirm oder Computer-Monitor entstehen farbige Bilder, weil jeder der winzigen Bildpunkte (Pixel) aus drei einzelnen, mit Farbfiltern ausgestatteten Arealen besteht, die getrennt angesteuert werden. Bei heutigen Flachbildschirmen funktioniert dieses Ansteuern, indem eine Spannung an eine mit Flüssigkristallen gefüllte Zelle angelegt wird, die wie eine Art schaltbares „Licht-Ventil“ transparent oder lichtundurchlässig sein kann. Die Flüssigkristallzellen könnte man einsparen, wenn sich die Farbfilter direkt schalten ließen. Prinzipiell ist eine solche

Lösung vorstellbar – mit Hilfe farbiger, elektrisch leitfähiger Kunststoffe, die Elektrochromie zeigen. Elektrochromie bedeutet, dass das Polymer die Farbe wechselt, wenn sich die elektrische Spannung ändert. Für eine Anwendung in Displays sollen die Polymere zwischen einer der drei Grundfarben und einem transparenten Zustand wechseln.

Während rote und blaue elektrochrome Polymere relativ leicht zugänglich sind, ist es schwierig, eine grüne Variante zu entwickeln. Die Farbe kommt zu Stande, weil ein Teil des sichtbaren Lichts in einem bestimmten Wellenlängenbereich vom Elektronensystem der Poly-

mermoleküle absorbiert wird. Die durch die Kunststoffschicht durchtretenden übrigen Lichtwellen addieren sich zu dem beobachteten Farbeindruck. Damit Rot oder Blau entsteht, muss das Polymer nur eine Absorptionsbande haben, für die Farbe Grün dagegen braucht es sowohl eine Bande im roten als auch im blauen Spektralbereich. Wird das Molekül durch Anlegen einer Spannung aus dem neutralen in einen oxidierten Zustand versetzt, soll es transparent werden, beide Banden müssen also in ein und dem selben Spannungsbereich verschwinden – fast ein Ding der Unmöglichkeit. Das Wudl-Team konstruierte ein Polymermolekül,

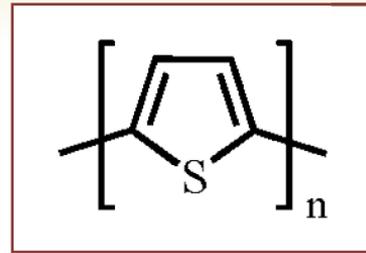


Abbildung 3: Auf der Grundlage von Polythiophenen kann man leitende und farbige Kunststoffe erzeugen.

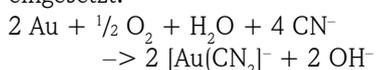
dessen Rückgrat zwei voneinander unabhängige farbgebende Elektronensysteme trägt, für jede der beiden benötigten Absorptionsbanden eines. Der neue Polythiophen-Abkömmling ist das erste elektrisch leitfähige Polymer, das im Neutralzustand grün ist.

MB

Von Liebig's Komplexbildungstitation zum Biosensor Cyanid-Analytik gestern und heute

Cyanid-Analytik ist ein schwieriges Unterfangen. In freier Form als Blausäure ist Cyanid hoch giftig – in Komplexverbindungen sind Cyanide enorm stabil. So muss einer Untersuchung im allgemeinen ein Aufschluss voran gehen. Anschließend kann man Cyanid beispielsweise mit einer argentometrischen Titration, mit Hilfe ionensensitiver Elektroden oder jetzt auch mit einem Biosensor quantitativ bestimmen.

Bei einem Kind kann bereits der Verzehr von wenigen Bittermandeln zum Tod führen. Verantwortlich dafür sind Cyanid-Verbindungen, die der Körper zu Blausäure umsetzt. Auch Pflanzen wie Aprikosen oder Bohnen enthalten Cyanide. In der Industrie werden Cyanide bei der Stahlhärtung, beim Korrosionsschutz und auch für die Extraktion von Gold und Silber aus edelmatellarmen Erzen eingesetzt:



Die den Cyaniden zu Grunde liegende Säure ist die Cyanwasserstoffsäure beziehungsweise Blausäure HCN. Cyanid bildet mit zahlreichen Schwermetallionen Komplexverbindungen, in denen Cyanid und Metall sehr enge Bindungen eingehen. So gibt beispielsweise gelbes Blutlaugensalz ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) weder eine chemische Reaktion auf Eisen, noch auf Cyanid. Diese Komplexverbindung ist daher auch nicht giftig.

Die tödliche Dosis Cyanid für den Menschen liegt bei etwa 50 mg HCN und 150 bis 200 mg Kaliumcyanid (KCN, Zyankali). Die Toxizität beruht darauf, dass lebensnotwendige eisenhaltige Atmungsenzyme durch Cyanid-Ionen blockiert werden., was wiederum auf die stark ausgeprägte Neigung der Cyanid-Ionen zur Komplexbildung mit Schwermetall-Ionen zurückzuführen ist.

Als Liganden in Komplexen nutzt man Cyanid-Ionen beispielsweise in der Galvano-Technik, um positiv geladene Schwermetall-Ionen

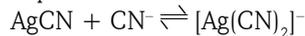
in negativ geladene Cyano-Komplexe zu überführen. Aus denen kann man dann bestimmte Metalle durch Elektrolyse abscheiden, zum Beispiel Silber für die Versilberung aus Lösungen von Kaliumdicyanoargentat ($\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$).

Zum Aufschluss komplexer Cyanide verwendet man im analytischen Praktikum eine Disulfatschmelze oder in manchen Fällen auch eine kochende Sodalösung: Die Schwermetallsalze der komplexen Cyano-säuren werden dadurch in deren lösliche Natriumsalze und die Carbonate beziehungsweise Hydroxide der Metalle zerlegt.

Cyanid-Bestimmung nach Liebig

Versetzt man eine schwach alkalische Alkalimetallcyanidlösung tropfenweise mit Silbernitratlösung, so beobachtet man an der Eintropfstelle das Auftreten eines weißen Niederschlags von Silbercyanid, der aber beim Umschütteln sofort wieder verschwindet. Das im Überschuss vorhandene Cyanid bildet mit dem Silbercyanid

den löslichen Dicyanoargentat(I)-Komplex:



Sind im Laufe der Titration nahezu alle Cyanidionen komplex gebunden, so erzeugt ein weiterer Tropfen Silbernitratlösung eine bleibende Trübung von Silbercyanid:



Damit ist das Ende der Titration erreicht. Zur Erleichterung der Erkennung des Endpunktes stellt man das Titriergefäß auf eine dunkle Unterlage. Die Lösung soll schwach alkalisch sein ($\text{pH} < 13$) und darf keine Ammoniumsalze enthalten. Das Vorhandensein von Ammoniak verhindert die Ausfällung des Silbercyanids.

Bestimmung nach Volhard

Volhard, ein Schüler und Freund Liebig's, entwickelte ab 1874 eine Methode zur Silberbestimmung, die sich auch zur Halogenid- und Cyanid-Analytik eignet: Die Ana-

lysenlösung versetzt man mit überschüssiger Silbernitratlösung; Silbercyanid fällt aus. Nach dem Abfiltrieren von Silbercyanid titriert man den Überschuss an Silberionen mit Thiocyanatlösung zurück. Als Indikator dient $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2$ – am Titrationsende bildet sich tiefrotes Eisenthiocyanat.

In Stahlindustrie und Brennerien

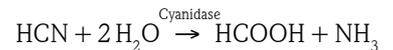
Moderne Cyanid-Analysatoren arbeiten oft mit Ionensensitiven Elektroden (siehe CLB 12/2003 Seite M89 ff). So erfolgt beispielsweise in der Stahl-Industrie eine kontinuierliche Cyanid-Messung mit einer Nachweisgrenze von 0,1 mg/l. In Abwasseranlagen kann alle fünf Minuten eine solche Messung erfolgen.

Es gibt auch Schnelltests, die auf photometrischer Basis arbeiten: Zum Beispiel den „Schnelltest zur Prüfung des Blausäuregehalts (Cyanidgehalt) in Obstdestillaten“ mit einem Messbereich von einem bis 30 mg/l., geeignet für Rohbrände, Feinbrände, trinkfertige Spirituosen und Probebrände. Durch die einfache Handhabung kann man bei jedem Brand den Blausäuregehalt prüfen, eine mögliche Gefahr der Ethylcarbamatbildung erkennen und so für den nächsten Brand geeignete Maßnahmen zur Reduzierung des Blausäuregehalts treffen.

Biosensor mit Cyanidase

Biosensoren sind Messfühler, die eine biologische Komponente – etwa Enzyme oder ganze Zellen – einsetzen, um bestimmte Moleküle oder Substanzen zu erkennen und ihre Menge zu bestimmen. Sie nutzen dabei das Schlüssel-Schloss-Prinzip der Natur, nach dem es für die chemische Umwandlung eines Stoffes immer auch ein „passendes“ Enzym gibt. So baut das Enzym Cyanidase Cyanid ab. Forscher haben dieses Enzym mit einem speziellen Halbleiterchip verbunden. Sie erhielten damit für das Cyanid, das von der Cyanidase zerlegt wurde, ein messbares elektrisches Signal und damit einen Nachweis selbst

für kleinste Mengen. Die Cyanidase zerlegt Blausäure in Ameisensäure und Ammoniak:



Dadurch ändert sich der pH-Wert der Lösung. Diese Veränderung wird vom Halbleiterchip als elektrische Kapazitätsänderung registriert. Das Schlüssel-Schloss-Prinzip der Cyanidase stellt dabei sicher, dass die registrierten Substanzen wirklich aus Cyanid entstanden sind und nicht aus irgendeiner anderen Quelle stammen.

Die Hydrolyse der Blausäure geschieht auch ohne Cyanidase, ist dann aber sehr viel langsamer und somit nicht als analytisch nutzbare Reaktion geeignet.

Als Wirtsorganismus für die „Produktion“ der Cyanidase diente den Forschern das Darmbakterium *Escherichia coli*. Dieses Bakterium wird zur Herstellung ganz unterschiedlicher Proteine verwendet. Bekanntestes Beispiel ist die Herstellung von Human-Insulin. Die genetische Information zur Herstellung der Cyanidase stammt aber ursprünglich von *Pseudomonas*-Bakterien, die typischerweise im Boden vorkommen. Da sie dort mit allen möglichen Nahrungsquellen zurechtkommen müssen, haben diese Bakterien im Laufe der Evolution die Fähigkeit entwickelt, Cyanid als Energiequelle zu nutzen.

Für einen erwachsenen Menschen ist die Aufnahme von etwa 50 Milligramm Cyanid tödlich. Der von Schöning und Keusgen entwickelte Biosensor spricht bereits auf den Millionstel Teil dieser Menge an. Ein weiterer Vorteil des Sensors ist, dass er keine aufwändige Vorbereitung der zu untersuchenden Proben verlangt.

MB

Die Lösung, die auf ihren Cyanidgehalt hin untersucht werden soll, wird in den Biosensor gespritzt. Selbst kleinste Mengen kann man so nachweisen (Abbildung: Forschungszentrum Jülich).



Lösungen zu Seite M32:

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

NaT-Working-Preis der Robert Bosch Stiftung

Lego-Lab und Haushaltsmikrowelle

Die Robert Bosch Stiftung zeichnete im Deutschen Hygiene-Museum in Dresden fünf herausragende Netzwerkinitiativen von Schülern, Lehrern und Forschern mit dem NaT-Working-Preis 2004 aus.

„Welche Farbe haben Atome? Wie macht eine Solarzelle Licht?“, fragen Kinder und Jugendliche – die Antwort bleibt im Chemie- oder Physikunterricht aber häufig offen. Trockene Lehrpläne und mangelnder Praxisbezug lassen bei deutschen Schülern wenig Begeisterung für Naturwissenschaften und Technik aufkommen, und Hochschulen klagen über rückläufige Studentenzahlen in naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen.

„NaT-Working – Naturwissenschaften und Technik: Schüler, Lehrer und Wissenschaftler vernetzen sich“ heißt das Programm der Stiftung, das inzwischen über 1000 Schulen in ganz Deutschland mit Wissenschaftlern an Hochschulen verbindet. Mit Hilfe engagierter Wissenschaftler gestalten Schüler selbständig Projekte und erhalten dadurch einen neuen Zugang zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Seit dem Start des Programms im Jahr 2000 arbeiten über 20 000 Schüler und Lehrer sowie 500 Wissenschaftler im NaT-Working-Netzwerk zusammen. Insgesamt hat die Stiftung diese Projekte mit rund 2,6 Millionen Euro gefördert.

Der mit 5000 Euro dotierte erste Preis der Robert Bosch Stiftung ging in diesem Jahr nach Bayreuth an das NaT-Working-Netz „C#NaT: Chemie vernetzt Naturwissenschaften und Technik“: Mit einfallreichen Inhalten gelingt es den Lehrern und Wissenschaftlern dieses Netzwerks in hervorragender Weise, Jugendliche für Chemie zu begeistern. Direkt im Labor der Hochschule bearbeiten Unter- und Mittelstufenschüler gemeinsam mit Chemikern der Universität Bay-

reuth Themen wie „Strom aus Licht – eine organische Solarzelle selbst gemacht“ oder „Auf Duftwolke 7: sieben Experimente zu Aroma- und Duftstoffen“. Kernpunkte des Projektes sind die Konzeption von bis zu 10 Unterrichtseinheiten zu aus Schülersicht interessanten und aus Lehrersicht unterrichtsrelevanten Themen. Dabei spielt der Lernort Universität eine entscheidende Rolle. Die Einheiten werden in Zusammenarbeit von Lehrern und Hochschullehrern erstellt und werden im Internet publiziert (www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/hintergrund.htm). Sie stehen allen Chemielehrern, auch an Realschulen, zur Verfügung.

Träger des zweiten Preises über 4000 Euro ist das Göttinger „DLR_School_Lab“. In einem eigens eingerichteten Experimentallabor des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Göttingen erleben die Jugendlichen hautnah, wie Hightech-Experimente durchgeführt werden und erhalten spannende Einblicke in die Forschungsbereiche Strömungs- und Flugphysik.

Das Netz „Schülerinnen im Umgang mit modernen Technologien des Alltags“ aus Karlsruhe prämierte die Robert Bosch Stiftung mit dem dritten Preis in Höhe von 3000 Euro: In Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik, beschäftigen sich Mädchen von Gymnasien aus der Region mit technischen Systemen des Alltags, wie dem Bau und der Steuerung einer Ampelanlage.

Der vierte Preis (2000 Euro) ging an das NaT-Working-Netz „Chemie und Physik in der Haushaltsmikrowelle und im Ultraschallbad“, das Wissenschaftler des Instituts für Didaktik der Chemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt initiiert haben. Dieses Netzwerk zeichnet sich durch die

besondere Originalität der Experimente aus: Chemische Versuche mit einem Küchengerät beeindruckten die jugendlichen Workshop-Teilnehmer so, dass schon mehrere Arbeiten für „Jugend forscht“ aus diesem NaT-Working-Netz hervorgegangen sind.

Das Ultraschallbad, besonders aber der Mikrowellenofen, sind wohl jedem als Haushaltgeräte bekannt. Glas und Metall in einem gewöhnlichen Mikrowellenofen in wenigen Minuten zum Schmelzen oder ein Gas zum Leuchten zu bringen – das sind beeindruckende und erstaunliche Experimente, die bei Schülern und Lehrern schnell Interesse wecken, selbst mit diesen Geräten zu experimentieren.

Das prämierte Projekt möchte Schüler und Lehrer zum Experimentieren ermutigen und sie dabei mit neuen Experimentiertechniken vertraut machen. Wichtig ist dabei, dass die Experimente nicht einfach ‚abgearbeitet‘ werden, sondern zu eigenen Fragen anregen, denen weiter nachgegangen wird. Die Experimentiertechniken und Experimente sollen durch das Projekt in die Schulen getragen werden, um einen Beitrag für einen aktuellen und lebensweltbezogenen naturwissenschaftlichen Unterricht leisten zu können.

Schülerinnen einer 6. Jahrgangsstufe aus Burgkunstadt beim Chemie-Teil des Themas „Legolab Bayreuth“: sie untersuchen gerade einen aufgelösten Lego-Stein (Foto: Uni Bayreuth).



DFG-Projekt zeigt die starke Verbreitung von Weichmachern Gesundheitsrisiko Phthalate

Seit geraumer Zeit stehen die vornehmlich als Weichmacher eingesetzten Phthalate im Verdacht, mit der Zunahme von Unfruchtbarkeit vor allem bei Männern in Verbindung zu stehen. Phthalate sind stark verbreitet und gelten als höchst gesundheitsgefährdend, weil sie in den Hormonhaushalt des Menschen eingreifen. Bislang ungeklärt ist jedoch die Frage, in welchem Umfang Phthalate in den menschlichen Körper gelangen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert an der Universität Erlangen-Nürnberg ein Forschungsprojekt, in dem unter der Leitung von Professor Jürgen Angerer untersucht wird, welche Mengen an Phthalaten die Bevölkerung aus der Umwelt aufnimmt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass diese Mengen vor allem bei Kindern weitaus größer sind als bisher vermutet. Etliche Behörden haben bereits auf die Ergebnisse reagiert.

Phthalate wie der Weichmacher Diethylhexylphthalat (DEHP) gehören zu den wichtigsten Industriechemikalien und werden in sehr großen Mengen erzeugt. Von den jährlich weltweit produzierten zwei Millionen Tonnen DEHP werden 90 Prozent als Weichmacher für PVC eingesetzt. Phthalate kommen aber auch in vielen anderen Bereichen zum Einsatz, etwa bei der Herstellung von Körperpflegeprodukten und Textilien, und sind somit in der Umwelt allgegenwärtig. Der Mensch nimmt die Phthalate vorwiegend mit der Nahrung und der Atemluft auf. Auf diesem Weg gelangen sie in den Organismus, wo sie auf den Hormonhaushalt wirken.

Führende Wissenschaftler und internationale Expertenkommissionen bringen die Phthalataufnahme der Bevölkerung in Verbindung mit dem seit Jahrzehnten beobachte-

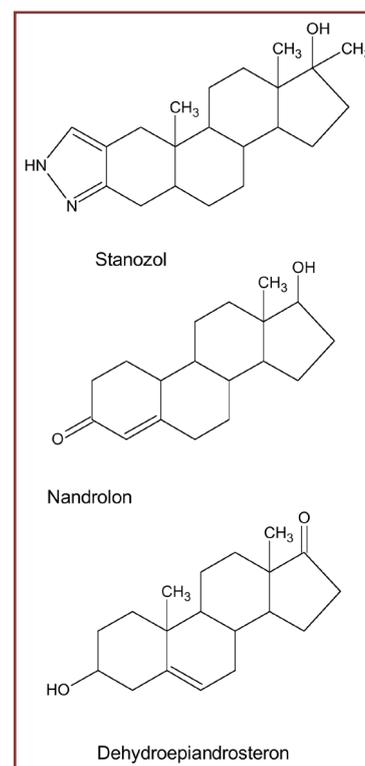
ten Rückgang der Spermienzahlen und damit der männlichen Fruchtbarkeit. Auch die Zunahme von Hodenkrebsfällen und Missbildungen der männlichen Geschlechtsorgane wird im Zusammenhang mit der Phthalatbelastung diskutiert. Die Erlanger Forscher haben nachweisen können, dass der Mensch Phthalate in weitaus größeren Mengen aufnimmt, als dies bisher angenommen wurde. Die Ergebnisse überschreiten in einigen Fällen sogar den TDI-Wert (tolerable daily intake), also die Dosis, die ein Mensch über das ganze Leben hinweg täglich aufnehmen kann, ohne dass schädliche Wirkungen auftreten.

Diese Ergebnisse sind nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch bei deutschen und europäischen Behörden auf große Resonanz gestoßen. So hat das Wissenschaftliche Komitee für Toxikologie, Ökotoxikologie und Umwelt der Europäischen Kommission (CT-

SEE) die Ergebnisse der Erlanger Wissenschaftler weitgehend übernommen. Dies betrifft die unerwartet hohe Belastung der Allgemeinbevölkerung durch DEHP ebenso wie die neuen Erkenntnisse zum Stoffwechselverhalten dieses Phthalats. Auch das im DFG-Projekt angewandte erweiterte Untersuchungsverfahren, das genauere und zuverlässigere Messergebnisse liefert, fand auf europäischer Ebene uneingeschränkte Zustimmung.

Die Erlanger Forscher haben darauf hingewiesen, dass bei der Neubewertung der Gesundheitsrisiken durch DEHP der auf Hormone besonders empfindlich reagierende Organismus von Neugeborenen und Kindern geschützt werden muss. Dies hat das Umweltbundesamt veranlasst, sich gemeinsam mit dem Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg um eine Verbesserung der Datenlage zu bemühen.

Unserem Autor Martin Holfeld sind im Artikel „Steroide – Aufbau, Wirkung und Analytik“ in der CLB 03/2004 auf Seite M17 leider Fehler in Abbildung 1 unterlaufen, die er hiermit korrigieren möchte. Rechts sehen Sie die korrekten Strukturformeln der entsprechenden Steroide.



Mehr Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausbildung Organisches Praktikum

Bei der Ausbildung von Schülern und jungen Chemikern sollen Aspekte der Nachhaltigkeit zukünftig stärker berücksichtigt werden. Dies bekundeten kürzlich die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) auf einer gemeinsamen Veranstaltung in Osnabrück.

Zum Auftakt des Treffens präsentierten die Partner eine neue interaktive Materialsammlung mit dem Titel „Nachhaltiges organisches Praktikum“ als Ergebnis einer dreijährigen DBU-Förderung. Die Materialsammlung kombiniert klassische Lehrinhalte mit Aspekten der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes und der Ökotoxikologie und wurde bereits an einigen Hochschulen sowie in Dresden bei der Sächsischen Bildungsgesellschaft für Chemieberufe für die

Lehrlingsausbildung exemplarisch im Unterricht eingesetzt. Zugang und Werkzeug für diese Sammlung von Praktikumsvorschriften ist das Internet, wo sich Interessierte kostenlos unter www.oc-praktikum.de rund 70 modellhaft ausgewählte Synthesen aussuchen und herunterladen können.

Entstanden ist das Werk durch ein Team von Wissenschaftlern an sechs Hochschulstandorten, die ihre jeweils eigene Expertise aus unterschiedlichen Gebieten einbrachten: So erscheinen auch Aspekte wie Ökobilanzierung, Energieverbrauch oder toxikologische Bewertung. Das Endprodukt des Projektes ist kein geschlossenes Lehrbuch mit ausschließlicher Fokussierung auf Synthesechemie, sondern eine interaktive Datensammlung, die durch ihre offene Form viele nutzen, ergänzen und weiterpflegen können.

Bund-Länder-Kommission erweitert Programm

Sinus auch an Grundschulen

Das BLK-Programm *Sinus* zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde 2003 erfolgreich beendet. Das daran anschließende Programm *Sinus-Transfer* dient dazu, den Ansatz einer kooperativen unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung auf eine deutlich größere Zahl von Schulen im Sekundarbereich I auszuweiten. Mit der Übertragung auf eine weitere Schulstufe startet nun das fünfjährige BLK-Programm *Sinus-Transfer Grundschule*. Programmträger ist das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel.

Anliegen des Programms ist es, den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an

Grundschulen weiterzuentwickeln. Es zielt

- auf ein mathematisches und naturwissenschaftliches Verständnis, das Kinder in ihrer aktuellen Lebenswelt anwenden und nutzen können;
- auf Kompetenzen, die eine solide Grundlage für das nachfolgende Lernen in schulischen wie außerschulischen Kontexten bereitstellen;
- darauf ab, die Bedeutung von Mathematik und Naturwissenschaften sichtbar zu machen, Neugier zu wecken und längerfristig die Entwicklung von Interessen bzw. einer aufgeschlossenen, kritischen Haltung zu unterstützen.

Das Gutachten zum Programm steht als Download unter www.blk-bonn.de zur Verfügung.

Aus der Bildungslandschaft

- Ab sofort können sich Schüler der Oberstufe, Grundwehrdienst- und Zivildienstleistende sowie Auszubildende mit Abitur zum **Juniorstudium** an der Universität Hannover anmelden. Im Sommersemester 2004 werden circa 20 Vorlesungen aus sechs unterschiedlichen mathematisch-, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen sowie der Informatik angeboten. Ohne reguläre Immatrikulation bietet das Juniorstudium die Möglichkeit, Prüfungen abzulegen und die erworbenen Scheine in einem späteren Studium anerkennen zu lassen. Auf diese Weise können die Studienzeiten verkürzt, die eigene Leistung kontrolliert, sowie die Anforderungen eines Studiums besser eingeschätzt werden. Als bundesweit erste Hochschule hat die Universität Hannover diese Möglichkeit durch eine entsprechende Ordnung geregelt.

- Nordrhein-Westfalens Universitäten bieten Anfängern in naturwissenschaftlichen Studiengängen für das kommende Wintersemester 2004/05 kostenfreie **Vorkurse** vor Studienbeginn an. Ziel der Vorkurse ist es, den gerade in naturwissenschaftlichen Fächern wie Mathematik, Physik, Chemie und Informatik häufig auftretenden Problemen beim Übergang von der Schule zur Hochschule durch eine intensive Lernphase vor Beginn des Studiums entgegenzuwirken. Ein weiteres spezielles Angebot sind **Brückenkurse** für Studierende mit Fachhochschulreife, die in integrierten Studiengängen an den ehemaligen Gesamthochschulen aus dem Fachhochschulzweig in den Studienbereich mit Universitätsabschluss wechseln wollen.

- Kürzlich trafen sich europäische Computer- und Bildungsexperten aus Praxis und Wissenschaft, um Vor- und Nachteile von Software mit frei verfügbarem Programmcode für den Bildungsbereich zu diskutieren. Beim Auftakt-Workshop des von der Europäischen Union geförderten Projekts „**Special Interest Group on Open Source Software in Education in Europe**“ (SIGOSSEE) wurden erste Schritte zum Aufbau einer Interessengemeinschaft zur Förderung freier Software im Bildungsbereich unternommen. An den Diskussionen der Gemeinschaft kann jeder auf www.ossite.org teilnehmen. Dort werden im Laufe der Zeit auch die Projektergebnisse veröffentlicht.

- Zum Wintersemester 2004/05 kann man an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg „**Biosystemtechnik**“ studieren. Themen aus dem Ingenieurwesen, der Medizin und den Naturwissenschaften werden durch Vorlesungen zu Fächern der Mathematik und Informatik ergänzt. Ziel des neuen Studiengangs ist eine systembiologisch orientierte Ausbildung von Ingenieuren. Während in den USA oder Japan ähnlichen Ausbildungskonzepten bereits mit zahlreichen Initiativen und Studienmöglichkeiten Rechnung getragen wird, ist dieser Studiengang bundesweit derzeit wohl einmalig.

Rund um Redoxvorgänge

Es kann mehr als eine Antwort richtig sein

1 In welcher Verbindung hat Stickstoff die niedrigste Oxidationszahl?

- A NO
- B NH₃
- C NH₂OH
- D HNO₂
- E HNO₃

2 Wobei handelt es sich nicht um einen Redoxvorgang?

- A thermische Zersetzung von Bleinitrat
- B Zugabe von Chlorwasser zu einer wässrigen Kaliumiodid-Lösung
- C Zersetzung von Chlorwasser im Sonnenlicht
- D Zersetzung von Schwefelwasserstoff beim Stehen an der Luft
- E thermische Zersetzung von Ammoniumcarbonat

3 Welche Aussage ist falsch?

- A Zinkatome reduzieren Kupferionen
- B Kupferatome reduzieren Silberionen
- C Eisenatome reduzieren Magnesiumionen
- D Eisenatome reduzieren Silberionen
- E Silberatome reduzieren Kaliumionen

4 In welchem Fall entstehen bei der vollständigen Oxidation von 1 mol der Substanz 4 mol Wasser?

- A 1,3-Butadien
- B Ethanol
- C Methanol
- D Propan
- E Butan

5 Welches der Elemente tritt gewöhnlich nicht in der Oxidationsstufe +1 auf?

- A Iod
- B Quecksilber
- C Zink
- D Natrium
- E Wasserstoff

6 Zwei Elektrolysezellen sind hintereinandergeschaltet. In der

einen Zelle werden aus einer CuSO₄-Lösung 2 mol Kupfer abgeschieden. Wieviel Mol Silber werden in derselben Zeit abgeschieden?

- A 6 mol
- B 4 mol
- C 2 mol
- D 1 mol

7 Welches der folgenden Reagenzien kann nicht zum Nachweis eines Oxidationsmittels benutzt werden?

- A angesäuerte Eisen(II)-sulfat-Lösung
- B Iodid-Stärke-Papier
- C konzentrierte Salzsäure
- D angesäuerte Kaliumdichromat-Lösung
- E Schwefelwasserstoff-Wasser

8 Welche der Gleichungen beschreibt eine Redoxreaktion?

- A $3 \text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- B $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
- C $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3 \text{HCl}$
- D $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- E $\text{Mg} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$

9 Welcher Stoff agiert nicht als Oxidationsmittel?

- A Wasserstoffperoxid
- B angesäuerte Kaliumchromat(VI)-Lösung
- C angesäuerte Kaliummanganat(VII)-Lösung
- D heiße, verdünnte Salpetersäure
- E heiße Kaliumchloridlösung

10 In welcher der Reaktionsgleichungen wird die ganz links stehende Substanz oxidiert?

- A $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3 \text{HCl}$
- B $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$
- C $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- D $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$
- E $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

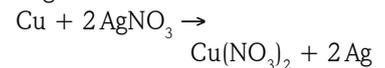
11 In welchem Fall agiert Wasserstoff als Oxidationsmittel?

- A Reaktion mit Ethen zu Ethen
- B Reaktion mit Brom zu Bromwasserstoff
- C Reaktion mit Calcium zu Calciumhydrid
- D Reaktion mit Stickstoff zu Ammoniak
- E Reaktion mit Schwefel zu Schwefelwasserstoff

12 Welches Salz kann in wässriger Lösung als Oxidationsmittel fungieren?

- A Natriumcarbonat
- B Natriumchlorid
- C Natriumsulfid
- D Natriumsulfat
- E Natriumchlorat

13 Als was fungiert Kupfer in der folgenden Reaktion?



- A als Katalysator
- B als reduzierte Substanz
- C als oxidierte und reduzierte Substanz
- D als Reduktionsmittel
- E als Oxidationsmittel

14 Wieviele Elektronen werden pro Nitrat-Ion übertragen, wenn Nitrat-Ionen in saurer Lösung zu Stickstoffdioxid reduziert werden?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

15 Was entsteht bei der Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung an der Kathode?

- A Natrium
- B Chlor
- C Sauerstoff
- D Wasserstoff

16 Was entsteht bei der schwachen Oxidation eines primären Alkohols?

- A Keton
- B organische Säure
- C Ether
- D Aldehyd
- E Ester



Teil 6: Textsuche mit Schuss: Reguläre Ausdrücke

Röbbe Wünschiers

In Teil 3 der Unix/Linux Serie (CLB 01/04) haben Sie bereits Wildcards kennen gelernt. Sie dienen uns als Jokerzeichen bei der Suche oder dem Kopieren, Verschieben, Umbenennen und Löschen von Dateien. So können wir mit dem Befehl `rm *.txt` alle Dateien im aktuellen Verzeichnis löschen, welche die Endung `.txt` besitzen. In Abbildung 4 in Teil 3 (CLB 01/04) sind die verfügbaren Wildcards aufgelistet. Wildcards sind hervorragend geeignet um Dateinamen zu beschreiben – dafür wurden sie entwickelt. Sie sind aber ungeeignet, wenn Sie nach komplizierten Textmustern innerhalb von Textdateien suchen möchten. Dafür gibt es reguläre Ausdrücke (*regular expressions*), die ich Ihnen in dieser Ausgabe vorstellen möchte.

Wenn Sie sich im Umgang mit regulären Ausdrücken vertraut machen, dann haben Sie eines der mächtigsten Unix-Werkzeuge in der Hand die es gibt. Reguläre Ausdrücke sind universell einsetzbar. Fast jedes Programm und jede Programmiersprache erlaubt den Einsatz von regulären Ausdrücken. Selbst in Anwendungsprogrammen wie OpenOffice (das frei erhältliche Pendant zu MS-Office) erlaubt den Einsatz von regulären Ausdrücken bei der Suchfunktion. Keine Frage, dass auch `vim`, der Texteditor dem wir in der letzten Ausgabe begegnet sind, reguläre Ausdrücke versteht.

Reguläre Ausdrücke sind aus zwei Zeichentypen aufgebaut. Spezialzeichen, wie z.B. der Stern (*), heißen *Metazeichen*, alle anderen Zeichen, meist Buchstaben, sind *Literale*. Bei regulären Ausdrücken geht die Verwendung von Metazeichen weit über die Möglichkeiten von Wildcards hinaus. Daher sehen reguläre Ausdrücke meist auch sehr abschreckend aus: `([^ \]) \ 1 \ 1` (bitte beachten Sie, dass das Quadrat (□) stellvertretend für ein Leerzeichen steht). Dieser reguläre Ausdruck spürt die dreifache Wiederholung eines beliebigen Zeichens mit Ausnahme des Leerzeichens auf: z.B. das Tripel-f in Sauerstoffflasche.

Reguläre Ausdrücke und Programme

Wie bereits gesagt, sind reguläre Ausdrücke universell einsetzbar und werden von den meisten Programmen verstanden. Wir werden uns im Folgenden auf die Anwendung zwei sehr einfacher Programme beschränken: `egrep` und `sed`. In der letzten Folge haben

sie in Terminal 3 (CLB 02/04) bereits `grep` kennen gelernt. Mit `grep` können wir in einer Textdatei nach Zeichen oder Wörtern suchen. Alle Zeilen, auf die das Suchmuster zutrifft, werden auf den Bildschirm ausgegeben. `egrep` ist eine Erweiterung von `grep`, die das Suchmuster als regulären Ausdruck interpretiert.

Der Zeilen orientierte Editor `sed` (*stream editor*) bietet nicht nur die Möglichkeit in Dateien nach Text zu suchen, sondern diesen auch zu editieren. Im Gegensatz zu `vim` bietet `sed` kein Editierfenster und lässt die Quelldatei unberührt. Die Ausgabe erfolgt auf den Bildschirm. Der große Vorteil von `sed` ist, dass er rasant schnell ist und den Arbeitsspeicher schont, da die Textdatei zeilenweise bearbeitet wird. Dies interessiert z.B. diejenigen, die mit mehreren Megabyte großen Datendateien (von Messgeräten oder ähnlichem) hantieren müssen. `sed` ist dann das Werkzeug der Wahl um z.B. bei allen Zahlen das Dezimalkomma durch einen Dezimalpunkt oder alle Semikolons durch einen Tabulator zu ersetzen.

Die Auswahl der Programme `egrep` und `sed` ist nicht ganz zufällig getroffen. Vielmehr bilden beide Programme wichtige Meilensteine bei der Anwendung regulärer Ausdrücke in der elektronischen Datenverarbeitung.

Reguläre Ausdrücke und Neurone

Der Keim zu regulären Ausdrücken wurde in den frühen 40er Jahren von den beiden Neurophysiologen Warren McCulloch und Walter Pitts angelegt. Sie entwickelten Modelle für die Funktion des Nervensystems auf der Ebene der Neurone [1]. Der Mathematiker Stephen Kleene formulierte einige Jahre später für diese Modelle eine Algebra, die er reguläre Mengen nannte. Zusätzlich entwarf er eine Notation zu der Algebra und nannte diese *regular expressions*, also reguläre Ausdrücke. In den 50er und 60er Jahren waren reguläre Ausdrücke ein beliebtes Forschungsobjekt der theoretischen Mathematik. Der wahrscheinlich erste Einsatz regulärer Ausdrücke bei Computern wird in einem Artikel mit dem Titel "Regular Expression Search Algorithm" von Ken Thompson, neben Dennis Ritchie einem der Entwickler von Unix, beschrieben [2]. Diese Arbeiten führten im weiteren Verlauf zur Entwicklung des ersten Unix Editors, ed

(editor). Auf der Grundlage von ed wurde später der Zeilen orientierte Editor sed entwickelt. Sowohl ed als auch sed kennen einen Befehl, der Zeilen ausgibt, die auf einen regulären Ausdruck passen: g/regulärer ausdruck/p (lies: global/regular expression/print). Diese Funktion wurde so häufig benötigt, das einige Programmierer in den 70er Jahren dafür ein eigenständiges Programm entwickelt haben, grep bzw. egrep.

Die Syntax der regulären Ausdrücke

Die Metazeichen der regulären Ausdrücke lassen sich in bestimmte Klassen einteilen, die nachfolgend aufgeführt sind. Um mit regulären Ausdrücken Spaß zu haben muss man sie ausprobieren. Daran führt kein Weg vorbei. Kochen Sie sich eine Kanne Rooibusch Tee, kreieren Sie sich Zeichenketten und wenden Sie darauf reguläre Ausdrücke an. Eine elegante Hilfe bietet hierfür der Texteditor vim (siehe unten).

In der Tabelle 1 finden Sie die wichtigsten Metazeichen aus denen reguläre Ausdrücke aufgebaut sind. In den nachfolgenden Beispielen werden exemplarisch einzelnen Elemente näher erläutert. Als Beispieldatei, in der wir mit egrep und sed suchen werden, sollten Sie die Datei namens *beispiel.txt* mit folgenden Inhalt erstellen:

Terminal 1

```
01 $ cat beispiel.txt
02 Genomics
03 Genom
04 Proteomics
05 123; 43; 2344;7445; 34,
06 2323.912; 4711
07 2374
08 Methan
09 Ethan
10 C6H12O6
11 $
```

In Terminal 1 zeigen wir den Inhalt der Datei *beispiel.txt* auf dem Bildschirm an. Die Datei enthält also die Zeilen 2-9.

Einzelzeichen Metazeichen

Einzelzeichen Metazeichen sind Joker für ein einzelnes Zeichen. Das folgende Beispiel in Terminal 2 verdeutlicht dies.

Terminal 2

```
01 $ egrep 'Ge.om' beispiel.txt
02 Genomics
03 Genom
04 $
```

Alle Zeilen der Datei *beispiel.txt* welche die Zeilenfolge G, e, beliebiges Zeichen, o und m enthalten werden auf den Bildschirm ausgegeben. Achtung: Unix unterscheidet zwischen Groß- und Kleinbuchstaben!

In eckigen Klammern können Sie mehrere Zeichen zur Auswahl stellen.

Terminal 3

```
01 $ egrep '[eE]than' beispiel.
02 txt
03 Methan
04 Ethan
05 $
```

Quantifizierer

Mittels der Quantifizierer können Sie festlegen, wie oft ein bestimmtes Zeichen (oder eine Zeichenauswahl) auftreten muss.

Terminal 4

```
01 $ egrep '4*' beispiel.txt
02 Genomics
03 Genom
04 Proteomics
05 123; 43; 2344;7445; 34;
06 2323.912; 4711
07 2374
08 Methan
09 Ethan
10 C6H12O6
11 $ egrep '4+' beispiel.txt
12 123; 43; 2344;7445; 34;
13 2323.912; 4711
14 2374
15 $ egrep '4{2}' beispiel.txt
16 123; 43; 2344;7445; 34;
17 2323.912; 4711
18 $
```

In Zeile 1 von Terminal 4 suchen wir alle Zeilen in denen die 4 ein oder kein Mal vorkommt. Das sind alle Zeilen. In Zeile 10 suchen wir nach allen Zeilen in der Datei *beispiel.txt* in denen die Zahl 4 mindestens einmal vorkommt. Dies betrifft zwei Zeilen. Schließlich suchen wir in Zeile 13 alle Zeilen, in denen die 4 genau zweimal in Folge auftritt. Weitere Quantifizierer können Sie der Tabelle 1 entnehmen.

Anker

Sehr hilfreich sind oftmals auch die Anker, die bestimmte Positionen innerhalb einer Zeile festlegen. Insbesondere die Anker für den Beginn und das Ende einer Zeile finden häufig Anwendung. So trifft der reguläre Ausdruck $^{\wedge}$ \$ auf alle leeren und $^{\wedge}$.+\$ auf alle nicht leeren Zeilen zu.

Escape Zeichen

Von besonderer Bedeutung ist das Escape Zeichen (Backslash). Es wird einem Metazeichen vorangestellt, wenn es als Literal erkannt werden soll. Schauen wir uns ein Beispiel an, das gleichzeitig den Streameditor sed vorstellt.

Terminal 5

```
01 $ sed 's/\./,/g' beispiel.txt
02 Genomics
03 Genom
04 Proteomics
05 123; 43; 2344;7445; 34;
   2323,912; 4711
06 2374
07 Methan
08 Ethan
09 C6H12O6
10 $
```

Die Syntax von **sed** gleicht der von **egrep**. Auf den Programmaufruf (**sed**) folgt in einfachen Hochzeichen('...') ein Befehl. Als letztes folgt der Dateiname auf den der Befehl angewendet werden soll. Die Ausgabe erfolgt wiederum auf dem Bildschirm, während die bearbeitete Datei unverändert bleibt. Um die Änderungen zu speichern muss die Ausgabe von **sed** in eine Datei umgeleitet werden (>, siehe Terminal 1 in Teil 3, CLB 01/04). Wir werden hier nur einen Befehl von **sed** nutzen: ersetzen (*substitute*). Die Syntax ist: **s/A/B/g** (lies: *substitute A by B globally*). *A* bezeichnet das Suchmuster (einen regulären Ausdruck oder einfach nur Text), der durch *B* (Text) ersetzt wird. Das abschließende *g* steht für *globally* und besagt, dass alle Treffer von *A* durch *B* ersetzt werden sollen. In unserem Falle ist *A* gleich \. und *B* gleich ,. Das bedeutet, dass alle Punkte durch Kommata ersetzt werden. Würden wir dem Punkt kein Escape Zeichen voranstellen, dann würde der Punkt dem regulären Ausdruck „ein beliebiges Zeichen“ entsprechen – alle Zeichen würden dann durch Kommata ersetzt werden. Probieren Sie es einmal aus. Der Ersetzungsbefehl von **sed** wird sehr häufig benötigt. Mit ihm können sehr einfach alle Dezimalkommata durch Dezimalpunkte oder Tabulatoren durch Leerzeichen usw. ersetzt werden.

Zwischenspeicher

Wie die Speichertaste eines Taschenrechners, so bieten auch reguläre Ausdrücke die Möglichkeit zur Speicherung von Suchmustern an. Dazu dienen die runden Klammern. Wird ein regulärer Ausdruck in runden Klammern geschrieben, dann wird der übereinstimmende Text gespeichert. Aufgerufen wird der Speicher mit \1. insgesamt stehen 9 Speicher zur Verfügung.

Terminal 6

```
01 $ sed 's/\(.*an\)## \1 ##/g'
   beispiel.txt
02 Genomics
03 Genom
04 Proteomics
05 123; 43; 2344;7445; 34;
   2323.912; 4711
06 2374
```

```
07 ## Methan ##
08 ## Ethan ##
09 C6H12O6
$
```

Vermutlich sind Sie etwas verwirrt, weil den runden Klammern in Zeile 1 ein Escape Zeichen vorangestellt ist. Das ist eine Eigenart von **sed**. Eingeschlossen in den runden Klammern ist der reguläre Ausdruck **.*an**, also eine beliebige Anzahl (*) beliebiger Zeichen (.) plus **an**. Der zutreffenden Textstring wird in der Variable 1 gespeichert und über \1 wieder aufgerufen. Die Ersetzung die wir vornehmen ist eine Formatierung, wie das Ergebnis in den Zeilen 7 und 8 zeigt.

Reguläre Ausdrücke und vim

Tabelle 1 gibt Ihnen eine Übersicht über Metazeichen die in regulären Ausdrücken verwendet werden können. Wie wir gesehen haben, spielen reguläre Ausdrücke bei der Textsuche und -formatierung eine große Rolle und sind unglaublich vielseitig einsetzbar. Um den maximalen Nutzen aus regulären Ausdrücken zu ziehen, müssen Sie sie häufig anwenden. Eine elegante Möglichkeit den Umgang mit regulären Ausdrücken zu üben bietet der Texteditor **vim**, den wir bereits in Teil 4 (CLB 02/04) besprochen haben. Starten Sie **vim** und geben einen kleinen Text zum üben ein. Wechseln Sie nun in den Kommandomodus und geben folgenden Befehl ein: **:set hls** und drücken **ENTER**. Dadurch wird die Markierung von Suchergebnissen aktiviert (*set highlight search*). Immer noch im Kommandomodus drücken Sie jetzt **/** und **ENTER**. Sie sehen am unteren Rand das / Zeichen und können jetzt nach Text suchen – dabei können Sie reguläre Ausdrücke einsetzen. Wenn Sie nun **ENTER** drücken, werden alle mit dem Suchmuster übereinstimmende Textstellen markiert. Um eine neue Suche zu starten geben sie wieder **/** **ENTER** gefolgt von dem Suchmuster ein. Auf diese Weise lassen sich reguläre Ausdrücke prima üben.

Reguläre Ausdrücke in der Genomforschung

Im wissenschaftlichen Bereich finden reguläre Ausdrücke z.B. bei der Genomanalyse breite Anwendung. Das Genom eines Organismus ist im einfachsten Sinne ein langer Text der aus den vier Buchstaben A, C, T und G besteht [3]. An bestimmte Sequenzabschnitte können so genannte Transkriptionsfaktoren binden. Sie regulieren die Aktivität eines Gens, bestimmen also ob ein Gen abgelesen und das entsprechende Protein kodiert wird oder nicht. Hat man einmal experimentell die DNA-Bindungsstelle eines Transkriptionsfaktors bestimmt, so kann man, das Vorhandensein der gesamten Genomsequenz vorausgesetzt, nach allen potentiellen Bindungsstellen in diesem Genom suchen. Gene, die auf die so detektierten Bindungsstellen folgen, stehen also potentiell unter der Kontrolle

des entsprechenden Transkriptionsfaktors. Nehmen wir das folgende Beispiel. Das Protein NtcA (*nitrogen control factor A*) reguliert den Stickstoffhaushalt bei vielen Bakterien. Für ein bestimmtes Bakterium, dessen Genom bereits sequenziert wurde, hat man folgende Bindungsstellen empirisch nachgewiesen: TGTN₉ACA und TGTN₁₀ACA, wobei das N für ein beliebiges Nukleotid steht und der Index die Anzahl der Nukleotide angibt. Nach diesem Muster kann man mit dem Kommando `egrep 'TGT.{9,10}ACA' genome.file` suchen. Da die Sequenzsuche zum täglichen Geschäft in der Molekularbiologie zählt, stehen bereits eine Reihe hilfreicher kleiner kostenloser Unix-Programme zum Download bereit. Mit `agrep` (*approximate grep*) steht z.B. ein Werkzeug zur Verfügung, das Fehler (Mutationen) zulässt [4]. `tacg` ist

ein Programm, welches speziell für Molekularbiologen entwickelt wurde und auf die Suche von Mustern in DNA-Sequenzen spezialisiert ist [5].

Neue Befehle in dieser Ausgabe

`egrep` `grep` mit regulären Ausdrücken
`sed` Streameditor

Literatur

[1] McCulloch & Pitts (1943) Bulletin of Math. Biophysics 5
 [2] Thompson (1968) Communications of the ACM, Vol. 11, No. 6
 [3] Wünschiers (2003) CLB 54: 8-13
 [4] Wu & Manber (1992) Communications of the ACM, Vol. 35, No. 10
 [5] Mangalam (2002) BMC Bioinformatics 3: 8

Tabelle 1:
 Metazeichen. Die Bausteine regulärer Ausdrücke

Einzelzeichen Metazeichen (<i>single-letter meta character</i>)	
.	ein beliebiges Zeichen
[aA]	eines der angegebenen Zeichen (hier a oder A)
[^abc]	ein beliebiges außer der angegebenen Zeichen
[0-9a-z]	beliebiges Zeichen zwischen 0 bis 9 und a bis z
Quantifizierer (<i>quantifier</i>)	
?	kein oder ein Mal
+	mindestens ein Mal
*	beliebig oft
{num}	genau <i>num</i> Mal
{min, }	mindestens <i>min</i> Mal
{min, max}	mindestens <i>min</i> und höchstens <i>max</i> Mal
Anker (<i>anchor</i>)	
^	Beginn einer Zeile
\$	Ende einer Zeile
\<	Beginn eines Wortes
\>	Ende eines Wortes
Escape Zeichen (<i>escape character</i>)	
\	wird Metazeichen vorangestellt, wenn sie als Literal erkannt werden sollen
Auswahl (alternation)	
(RA1 RA2)	Einer der regulären Ausdrücke <i>RA1</i> oder <i>RA2</i> muß zutreffen
Speicher (<i>back references</i>)	
(RA1)	Der zum regulären Ausdruck <i>RA1</i> passende Text wird gespeichert und kann mit <code> </code> wieder aufgerufen werden. Es können mehrere Klammern eingesetzt werden.
\n	Aufruf des gespeicherten Suchmusters; <i>n</i> ist eine ganze Zahl
Zeichenklassen (<i>character classes</i>)	
[:alnum:]	beliebiges alphanumerisches Zeichen (0-9, A-Z, a-z)
[:digit:]	beliebige Zahl
[:alpha:]	beliebiger Buchstabe (A-Z, a-z)
[:upper:]	beliebiger Großbuchstabe (A-Z)
[:lower:]	beliebiger Kleinbuchstabe (a-z)
[:blank:]	Leer- oder Tabulatorzeichen
[:space:]	Leerzeichen
[:punct:]	Punktierung (. , " ' ? ! ; :)
Sonderzeichen (<i>special characters</i>)	
\n	neue Zeile
\t	Tabulator
\.	Punkt
*	Stern

Labors für spezielle Aufgaben 22

Umweltanalytik als Dienstleistung

Bayer Industry Services (BIS) heißt eine der drei Servicegesellschaften, die aus der Umstrukturierung des Bayer-Konzerns hervorgegangen sind. Mit über 6500 Mitarbeitern managt BIS den Bayer Chemiapark – den größten deutschen Chemiapark – mit den Standorten Leverkusen, Dormagen, Krefeld-Uerdingen und Brunsbüttel.

Im Bayer Chemiapark haben sich neben den vier operativen Teilkonzernen Bayer Polymers, Bayer CropScience, Bayer HealthCare und Bayer Chemicals bereits mehr als 25 Partner-Unternehmen aus dem In- und Ausland etabliert und nutzen die umfangreichen Serviceleistungen von BIS. Zu diesen gehört auch eine leistungsfähige Umweltanalytik. Dort werden nicht nur Proben aus Luft, Wasser und Boden analysiert, sondern auch Abfälle und Abwässer, die zur Entsorgung bestimmt sind. Ein weiterer Leistungsschwerpunkt liegt auf der Produktsicherheit und der ökologischen Stoffbewertung. Im Labor für Ökotoxikologie werden Alt- und Neustoffe auf ihre biologische Abbaubarkeit und ihre ökotoxikologische Wirkung untersucht und Dossiers für behördliche Anforderungen erstellt. Für CLB sprach Hans-Dietrich Martin mit Dr. Regina Schade-Lehn, Sales Manager BIS-Analytics, und Dr. Reinhard Kanne, Abteilungsleiter „Produkt- und Umweltanalytik I“.

„Unsere erfahrenen Spezialisten decken ein breites Leistungsspektrum ab, das von chemisch-physikalischen Analysen über biologisch-ökologische Prüfungen bis hin zur Erstellung von Stoffdossiers reicht“, erklärt Schade-Lehn, „und auch im Ereignisfall bietet die Umweltanalytik Unterstützung. Wir sind immer ansprechbar und führen schnell die erforderliche Aufklärung und

Bewertung von organischen und anorganischen Stoffen in Luft, Boden, Wasser und Abfall durch – bis in den Ultraspurenbereich hinein.“

BIS-Analytics bietet über die Umweltanalytik hinaus vielfältige kundenspezifische Lösungen und Dienstleistungen an. Adressaten sind neben den Bayer-Teilkonzernen Partner-Unternehmen im Bayer Chemiapark und zunehmend auch Kunden außerhalb des Bayer Chemiaparks im In- und Ausland. Das Tagesgeschäft reicht dabei von strukturanalytischen Projekten bis hin zu standardisierten Prüfverfahren. Aber auch bei der Zulassung von Stoffen und der Verteidigung von Produkten aus ökologischer Sicht sind die BIS-Expertisen in der Branche gefragt.

Interne und externe Kunden

Schade-Lehn (Abbildung 1) beschreibt ihre Aufgaben: „Als Sales Manager bin ich in erster Linie für die Vermarktung der Leistungen zuständig, die in der Umweltanalytik und in der Produktsicherheit erbracht werden. Zu meinen Aufgaben gehört es, neue Kunden zu gewinnen und bestehende Kunden zu betreuen, einschließlich der gesamten Angebots- und Auftragsabwicklung. Meine Kunden sind dabei nicht nur im Bayer Chemiapark angesiedelt, sondern wir agieren zunehmend auch auf dem externen Markt außerhalb des Chemiaparks. Um uns hier noch besser zu positionieren, wollen wir unser Leistungsspektrum möglichst vielen potenziellen Kunden vorstellen und mit maßgeschneiderten Angeboten und einer zuverlässigen und professionellen Auftragsdurchführung unsere Leistungsfähigkeit zu marktgerechten Preisen unter Beweis stellen. Hohe Kundenzufriedenheit zu erreichen ist dabei unser oberstes Ziel. Allerdings lässt sich nicht jede



Abbildung 1: Dr. Regina Schade-Lehn, zuständig für die interne und externe Vermarktung der analytischen Dienstleistungen von Bayer Industry Services (Foto: Bayer Industry Services).

hochwertige Leistung, die wir in der Analytik erbringen, zu Billigpreisen anbieten. Was uns jedoch von anderen Anbietern unterscheidet, ist neben dem umfassenden Produktportfolio und der langjährigen Erfahrung in der Umweltanalytik und Produktsicherheit die Möglichkeit, komplexe und auch übergreifende Fragestellungen aus einer Hand beantworten zu können. Von dieser Expertise, die wir in einem chemisch-pharmazeutisch ausgerichteten Unternehmen über viele Jahrzehnte aufbauen konnten, profitieren unsere Kunden und wir - auch weiterhin.“

Wer kann denn als Kunde zu BIS kommen? Schade-Lehn erläutert: „Unser Kundenkreis ist grundsätzlich nicht eingeschränkt. Wir können sowohl Standarduntersuchungen in großem Umfang durchführen als auch sehr spezifische Fragestellungen lösen.“

Könnte z. B. auch ein Privatmann, der Probleme mit seinem Garten hat, eine Erdprobe zu Ihnen bringen und sie analysieren lassen, um festzustellen, warum da nichts wächst – und ist das

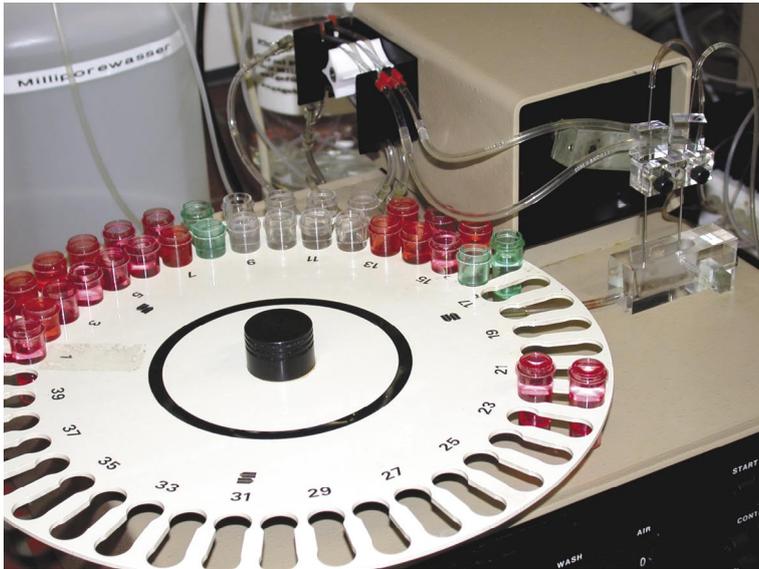


Abbildung 2:
Probenkarussell
für die ionenchromatographische
Untersuchung
(Foto: Presse-
dienst Chemie).

bezahlbar? Schade-Lehn lacht: „Das ist die zweite Frage. Natürlich nehmen wir auch gerne die Anfragen von Privatkunden entgegen, wobei zu bedenken ist, dass eine kleine Einzelanalyse zu einem relativ hohen Preis führen kann. Aber wir erstellen das entsprechende Angebot und der Privatmann kann dann entscheiden, ob er bereit ist, den Preis für die gewünschte Leistung zu bezahlen. Im Einzelfall gibt es aber auch hier einen gewissen Verhandlungsspielraum. Häufiger als Privatkunden wenden sich kleinere Firmen an uns, die sich beispielsweise mit Boden-sanierungsarbeiten beschäftigen und von uns entsprechende Bodenanalysen durchgeführt haben wollen, um zu prüfen, ob Belastungen aus früherer Zeit vorliegen. Die behördlichen Zulassungen in unseren Fachabteilungen sind in dieser Beziehung sehr umfassend, so dass wir ein breites Spektrum an Fragestellungen in Richtung Bodenanalytik und Sanierungskonzepten abdecken können.“

Produkt- und Umweltanalytik zusammengefasst

Dr. Reinhard Kanne, Leitung „Produkt- und Umweltanalytik I“, erläutert die Aufgaben seiner Abteilung: „Zunächst ein paar Hintergründe. Die Produkt- und Umweltanalytik ist entstanden aus den Laboratorien der Zentralen

dass wir möglichst große Synergieeffekte erzielen. Diese Integration ist sehr sinnvoll, denn wir können dann verwandte Methoden bzw. Verfahren für unterschiedliche, bisher in unserer Analytik getrennt betrachtete Anwendungsbereiche nutzen. Wir sehen da ein deutliches Sparpotenzial, einmal von der Geräteauslastung, aber auch von der Personalseite her.“

Mit welchen Analysenverfahren wird hier gearbeitet? Kanne: „Neben chromatographischen Verfahren wie GC, GCMS, LC und LCMS verwenden wir die klassischen nasschemischen Verfahren und Summenparameter. Alles, was zur Charakterisierung von chemischen Substanzen dient, bieten wir als Verfahren unseren Kunden an. Wir führen diese Verfahren in praktisch sämtlichen Matrices durch – Produkt, Boden, Abfall, Wasser, Luft –, so dass wir ein breites Anwendungsspektrum geräte- und personalmäßig einheitlich bearbeiten. Und wir versprechen uns dadurch signifikante Kosteneinsparungen.“

Beim Rundgang durch die Labors erläutert Kanne einzelne der vielen vorhandenen Geräte: „Hier haben wir beispielsweise die Continuous Flow Analysis CFA. Ein anderes Gerät ist die Ionenchromatographie (Abbildung 2), welche die unterschiedliche Elutionsgeschwindigkeit von anorganischen Ionen auswertet.“

Forschung und dem Bereich Umweltanalytik, der ursprünglich der Umweltüberwachung zugeordnet war. Wir befinden uns zurzeit in einem Integrationsprozess um beide Aufgabenstellungen, nämlich die Produkt- und die Umweltanalytik, so zu aufzustellen,

Im Boden- und Abfalllabor fallen kräftige Brech- und Mahlgeräte auf. Kanne: „Feststoffe muss man erst einmal feinstens zerkleinern und homogenisieren, damit man sie analysieren kann. Dazu sind Geräte erforderlich, wie unter anderem dieser Backenbrecher hier, in dem der Stein oder der Beton grob zermahlen wird. Dann kommt das Ganze in eine Kugelmühle und wird pulverisiert, so dass dann hinterher ein staubfeines Material vorliegt.“

Ein weiterer, traditioneller Schwerpunkt ist die Überwachungsanalytik für Abwasser und Abluft. Kanne berichtet: „Dieses Labor ist rund um die Uhr besetzt. Wir überwachen hier kontinuierlich Abwasserströme auf ihre Inhaltsstoffe. Beim Auftreten erhöhter Konzentrationen werden sofort Auffangvorgänge und je nach Absprache mit dem Kunden weitere Maßnahmen gestartet, denn im Ereignisfall kommt es darauf an, alle Untersuchungen so zeitnah wie möglich durchzuführen. Dafür verfügen wir über eine umfassende Geräteausstattung.“

Basis der Stoffbewertung

Kanne schildert ein weiteres wichtiges Anliegen: „Wir können nach außen als Partner auftreten, der Problemlösungen aus einer Hand anbietet – nicht nur die reine Analytik, sondern auch die Stoffbewertung. Für mich gehört das zusammen, weil Analytik im Grunde erst die Datenbasis schafft, die eine Bewertung ermöglicht. In der Produkt- und Umweltanalytik haben wir eine Arbeitsgruppe, die das, was in den Laboratorien an Daten erarbeitet wird, in einer Bewertung zusammenfasst. Wir übernehmen dazu auch humantoxikologische Daten aus der Toxikologie und führen das alles zu Dossiers über das Risiko zusammen, das gegebenenfalls mit der Handhabung und Verwendung dieser Stoffe einhergehen kann.“

Damit wird die ökotoxikologische Bewertung von Chemikalien möglich. Besonders aktuell ist zur Zeit die Diskussion über REACH

(Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals), also die geplante Chemikalienverordnung der EU. Dieses Bewertungssystem für Chemikalien will die EU für die chemische Industrie einführen. Und gerade hier sehen wir eine Möglichkeit, kleinen und mittelständischen Unternehmen mit unserer Erfahrung zur Seite zu stehen, die in ihren eigenen Betrieben selbst nicht auf diese Expertise zurückgreifen können. Gerade auf dem Gebiet der Risikobewertung von Chemikalien verfügen wir über ein umfassendes Know-how.“

Tierversuche möglichst vermeiden

Führt die BIS-Analytik auch ökotoxikologische Untersuchungen durch? Kanne nickt bestätigend: „Wir machen in erster Linie Untersuchungen an Fischen, Kleinkrebsen, Algen und Bakterien. Den klassischen Testfisch, die Goldorfen, setzen wir jedoch nur noch dort ein, wo sie gesetzlich vorgeschrieben sind. Generell aber sind wir bestrebt, die Zahl der Tierversuche so gering wie möglich zu halten.“

Eine interessante Entwicklung ist deshalb die Normung des Fischeitests, an der wir mitgearbeitet haben. Im Fischeitest untersucht man die Wirkung der Keimentwicklung im befruchteten Ei (Abbildung 3). Als Alternative zum akuten Fischtest kann er dazu beitragen, die Zahl der Tierversuche deutlich zu verringern. Ein weiteres Beispiel ist der Gentoxizitätstest mit bakteriellen Systemen. Hier soll die Wirkung von Stoffen auf das Erbgut untersucht werden.“

Neutraler Beurteiler

Kanne schneidet einen neuen Aspekt an: „Die rechtliche Selbstständigkeit von BIS seit dem 30. Dezember 2003 ist für uns von Vorteil, weil wir nun wie unsere Wettbewerber auch unser umfassendes Angebot im Bereich Produkt- und Umweltanalytik als neutraler Dienstleister anbieten können. Vorher konnten uns ein-

zelne Kunden sehr viel stärker als Teil des Bayer-Konzerns wahrnehmen und möglicherweise – je nach Portfolio – als direkte Konkurrenz empfinden.“

Erkennen die zuständigen Behörden die Ergebnisse der BIS-Untersuchungen auch an? Kanne bejaht das: „Wir sind eine akkreditierte Prüfeinrichtung und arbeiten bei bestimmten Untersuchungen unter behördlich überwachten GMP- und GLP-Regularien. Davon abgesehen pflegen wir einen sehr engen und direkten Kontakt mit unseren Überwachungs- und Bewertungsbehörden, weil wir in fachlichen Diskussionen mit diesen Behörden die Bewertung der Produzentenseite und der Behördenseite kritisch diskutieren, aber immer ein gemeinsames Ergebnis suchen. Wir sind bekannt bei den entsprechenden Behörden, dementsprechend hoch ist die Akzeptanz dessen, was wir anzubieten haben – ob wir das jetzt für Bayer tun oder für externe Kunden –, und ich glaube, das ist ein Vorteil, den man nicht unterschätzen darf. Man hat Vertrauen zu uns.“

Daran wollen wir weiterarbeiten, denn das ist unsere Zukunftssicherung. Aus diesem Grund arbeiten wir in vielen Gremien mit, auch in Normungsgremien, wo wir Verfahren zur Normungsreife bringen und bewerten. Auf diese Weise bleiben wir auf dem neuesten Stand der Entwicklung.“

Beruf Analytik

Was sind das für Leute, die hier arbeiten? Wie groß ist die Abteilung? Kanne: Nach den Strukturmaßnahmen des letzten Jahres bei der Zusammenführung der beiden ursprünglichen Abteilungen haben wir ca. 170

Mitarbeiter. Das sind naturwissenschaftlich ausgebildete Akademiker – Chemiker, Physiker und Biologen –, und ein entsprechender Stab an Chemieingenieuren, Chemotechnikern bis zum Laboranten und Chemie-Jungwerker. Also das ganze Spektrum an Chemie-Berufen, wobei auf die mittleren Chemieberufe etwa 80 Prozent entfallen. Wenn uns ein junger Mensch fragt, wo er arbeiten könne, wird er bei uns oder einem ähnlichen Unternehmen sicher eine Aufgabe finden, sowohl im tariflichen wie im außertariflichen Bereich.

Ist eigentlich zu befürchten, dass die Automatisierung einmal alle Arbeitsplätze in der Analytik überflüssig werden lässt? Kanne schüttelt den Kopf: „Das geht nicht, zumindest für die Auswertung und die Bewertung brauchen wir immer noch den Menschen. Zumindest in absehbaren Zeiträumen – wir leben in den Laborbereichen ja schon heute mit einem hohen Automatisierungsgrad. Den Laboranten, der am Labortisch steht und eine Analyse per Hand macht, den werden Sie bei uns relativ selten finden. Der Automatisierungsgrad ist gerade im Routinebereich heute schon weitgehend realisiert. Aber es wird nie ganz ohne den Menschen gehen.“

Hans-Dietrich Martin

Abbildung 3: Mikroskopische Begutachtung zur Fischeidifferenzierung (Foto: Bayer Industry Services).



Anästhetikum an der Zulassungsschwelle

Vollnarkosen mit Xenon-Recycling

Die Nachteile konventioneller Narkosegase – Schädigung der Ozonschicht, Stärkung des Treibhauseffektes, Keimschädigung beispielsweise – fallen bei Xenon fort. Für dieses narkotisch wirkende Edelgas läuft ein Zulassungsverfahren als Anästhetikum. An der Uni Ulm entwickelte man jetzt ein Recyclingverfahren des teuren Gases.

Eine anästhetische Substanz, die bei Raumtemperatur flüssig ist und in Narkoseverdampfern verdampft wird, wird als volatiles Anästhetikum bezeichnet. Gegenwärtig werden die Substanzen Halothan (eine Entwicklung aus den 50er Jahren und in Europa fast nicht mehr im klinischen Gebrauch), Enflurane und Isoflurane (aus den 80er Jahren) eingesetzt. Neure Entwicklungen sind die fluorierten Kohlenwasserstoffe Desflurane und Sevoflurane. Lachgas wird als Ergänzung zu den volatilen Anästhetika verabreicht. Mit Lachgas allein lassen sich jedoch keine Narkosen durchführen.

Die vordere große Gasflasche ist gefüllt mit Xenon im Wert von etwa 70 000 Euro. Eine Xenon-Narkose mit Rückgewinnung soll ca. 120 Euro kosten, eine konventionelle um die 80 Euro (Fotos: Kickuth).



onen Litern volatiler Anästhetika. Der weltweite Ausstoß dieser Stoffe kann aus der Zahl der jährlich durchgeführten Narkosen berechnet werden, die etwa bei 50 Millionen liegt. Da es sich bei den volatilen Anästhetika um teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (FCKWs) handelt, wurde 1992 beschlossen, deren Einsatz bis zum Jahre 2030 gänzlich einzustellen.

Desflurane und Sevoflurane sind keine FCKWs, sondern Fluorkohlenwasserstoffe (FKWs), die zwar weniger als Ozonkiller, dafür aber als Treibhausgas gelten. Deren weltweite Reduktion wurde bereits in Kyoto 1997 gefordert. Die seinerzeitigen Beschlüsse sind jedoch noch nicht von allen Staaten ratifiziert worden. Bei Lachgas verursacht die Medizin etwa zehn Prozent der weltweiten Emissionen. Der Rest stammt aus natürlichen Quellen. Lachgas hat sowohl ozonzerstörende als auch erderwärmende Eigenschaften. Zwar ist sein Einsatz bisher nicht verboten; jedoch gibt es – vor allem in der deutschen Anästhesie – starke Bestrebungen gegen dessen allgemeine Verwendung („Say no to N₂O“).

Als Folgen chronischer Arbeitsplatzbelastungen mit Narkosegasen werden teratogene (keimschädigende), mutagene (erbgutverändernde) und frühgeburtsauslösende Effekte diskutiert. Die Gegner dieser Annahmen berufen sich auf das Fehlen kontrollierter Studien, die aus ethischen Gründen jedoch kaum jemals durchgeführt werden können. Weltweit orientiert man sich daher eher an empirisch und aufgrund technischer Gegebenheiten festgelegten Arbeitsplatz-Maximalwerten.

Eine gewisse Entlastung könnte die Verwendung von Xenon als Anästhetikum bewirken. Xenon ist das einzige Edelgas, das bei Normaldruck eine anästhetische Wirkung zeigt. Diesen Effekt vermutete man schon seit 1939 aufgrund von Bewusstseinsstörungen beim Über-

druckeinsatz von Edelgasen bei Tauchern. Infolge der damaligen geringen technischen Verfügbarkeit der Substanz konnte die Annahme nicht überprüft werden.

1941 wurden die narkotischen Eigenschaften von Xenon durch den russischen Wissenschaftler Nikolay Vasilievich Lazarev nachgewiesen, der seine Beobachtungen wegen des Krieges jedoch nicht veröffentlichten konnte. Die ersten publizierten Studien über Xenonnarkosen (Exposition von Mäusen) stammen aus dem Jahr 1946. Im Jahre 1951 verabreichte Cullen Patienten Xenon in Konzentrationen bis zu 82 Prozent mit ausgezeichnetem Erfolg.

Der narkotische Effekt des Xenons ist 1,5 Mal stärker als der von Lachgas. Aufgrund seiner extrem geringen Blutlöslichkeit wird Xenon schneller abgeatmet als alle bisher bekannten Anästhetika. Es ist weder ozonschädlich noch ein Treibhausgas, es brennt nicht und ist ungefährlich für Schwangere. Während einer Xenon-Narkose bleiben die Kreislaufverhältnisse äußerst stabil, so dass sie besonders für Patienten mit Herz-Kreislauf-Schäden geeignet ist. Zur Zeit läuft die von Messer Griesheim beantragte Zulassungsverfahren für Xenon als Anästhetikum nach dem Arzneimittelgesetz (AMG). Die Zulassung in Deutschland wird für 2004 erwartet, später für die gesamte EU-Region.

Als natürlicher Bestandteil der Luft verhält sich Xenon umweltneutral. Es entstammt der Erdatmosphäre, in der es in einer Konzentration von 0,089 ppm (= parts per million, 1 ppm = 1 Milliliter pro Kubikmeter) enthalten ist. Das entspricht einer Gesamtmenge von etwa 800 Millionen Tonnen. Xenon kann wirtschaftlich bislang ausschließlich in sehr großen kryogenen Luftzerlegungsanlagen durch fraktionierte Verflüssigung der Luft als Nebenprodukt der Sauerstoff- und Stickstoffgewinnung erzeugt werden.



Trennanlage für Krypton und Xenon mit zwei Tieftemperatur-Rektifikationen.

Die weltweite Jahresproduktion liegt derzeit bei etwa sechs bis acht Millionen Litern flüssigen Xenons. Davon geht der weitaus größte Teil in technische Anwendungen wie Beleuchtungstechnik, Elektronik und Halbleiterfertigung sowie in Lasergas für die Wissenschaft. Ein geringer Teil wird für Ionentriebwerke in der Raumfahrt genutzt.

Für den Einsatz in der Medizin wird in Zukunft die Produktion deutlich ansteigen. Xenon ist aufgrund seiner Eigenschaften und seiner Verfügbarkeit allerdings kein Ersatz für Lachgas und etablierte Anästhetika, sondern wird sie ergänzen. Für bestimmte Indikationen hat Xenon aufgrund seiner Eigenschaften deutliche Vorteile im Vergleich zu anderen Mitteln. Die reinen Stoffkosten werden zwar höher ausfallen, bezogen auf die Kosten der Gesamtbehandlung wird Xenon jedoch deutlich preiswerter sein.

Eine weitere Möglichkeit zur Kostensenkung besteht darin, das benutzte Xenon durch Recycling erneuter Verwendung zuzuführen. Arbeitsgruppen in Deutschland (Universität Ulm), Italien (Universität Pisa), Portugal (Universität Porto) und Russland (Moskau) haben verschiedene Recyclingsysteme entwickelt und patentieren lassen. Im routinemäßigen Einsatz sind die Systeme noch nicht. Als erste Forschungsgruppe in Deutschland hat sich bereits in den 90er Jahren die damalige Sektion Anästhesiologische Technologie und Verfahren-

entwicklung der Uni Ulm zunächst mit der Rückgewinnung volatiler Anästhetika beschäftigt. Aus diesem Projekt erwuchs die Idee der Rückgewinnung von Xenon, ein Projekt, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert wurde.

Dr. Thomas Marx und seine Mitarbeiter in der Abteilung Kardioanästhesiologie der Uni Ulm haben in jüngerer Zeit ein kryogenes Verfahren entwickelt, mit dem Xenon verflüssigt und schließlich abgetrennt werden kann. Im Tierversuch konnte die Ulmer Gruppe damit etwa zwei Drittel des zur Anästhesie eingesetzten Xenons in einer Reinheit von mehr als 90 Prozent zurückerlangen. Dadurch erweitert sich das Anwendungsgebiet für die Xenon-Anästhesie auf Operationen mit sehr hohen Gasverbräuchen wie etwa am Herz-Kreislauf-System. Marx erhielt jetzt für seine Arbeiten einen der drei internationalen Messer-Innovationspreise.

Derzeit sind die einschlägigen Ulmer Arbeiten Teil eines europäischen Gemeinschaftsprojektes, in dem die Abteilung Kardioanästhesiologie mit den Universitäten Porto, Madrid, Belfast, dem Forschungszentrum GKSS/Geesthacht, dem Membranhersteller Blü Membranes (Wiesbaden) und dem Narkosegerätehersteller Dräger (Lübeck) kooperiert. Das inzwischen patentierte kryogene Rückgewinnungsverfahren der Ulmer Gruppe wird in diesem Projekt durch Membrantrennungsverfahren ergänzt.

Peter Pietschmann

Proteine, Gene und Hormone

Vancomycin-resistente Staphylokokken und Enterokokken könnten in Zukunft mit einem neuartigen Wirkstoff bekämpft werden. Wissenschaftler des Hans-Knöll-Instituts für Naturstoff-Forschung (HKI) haben eine dem Tetracyclin verwandte Substanz aus Streptomyceten gefunden, die weder die Zellwand-, noch die DNA-, RNA- oder die Proteinsynthese behindert. Proteomanalysen sollen nun die Fragen nach dem Wirkmechanismus beantworten.

Die Osteoporose-Forschung bekommt einen neuen Impuls aus der Entwicklungsbiologie. Am Beispiel des afrikanischen Krallenfrosches *Xenopus* wurde der Rezeptor LRP 5 auf Osteoblasten entdeckt. Bindet das Protein Dkk1 (Dickkopf 1) daran, wird die Knochenbildung blockiert. In Zusammenarbeit mit einem Pharmaunternehmen aus Paris untersucht das DKFZ aus Heidelberg Wirkstoffe, die das Andocken von Dkk1 an LRP 5 verhindern.

Die Stärke der Myelin-Schichten um Nervenfasern ist im gesunden Organismus stets proportional zur Stärke der Nervenfasern. Ein Wissenschaftlerteam des MPI für experimentelle Medizin entdeckte, dass die Myelinproduktion über einen Wachstumsfaktor, den axonalen Neuregulin-1-Faktor (Nrg1) reguliert wird. Diese Entdeckung ist wichtig für ein besseres Verständnis körpereigener Reparaturprozesse und für Therapien demyelinisierender Erkrankungen wie der Multiplen Sklerose.

Knock-out-Mäuse, denen das Fatp4-Gen, ein Gen für den Fettsäuretransport, fehlt, haben eine verdickte, fast panzerartige Haut und sind nicht lebensfähig. Wissenschaftler der Medizinischen Universitätsklinik Heidelberg fanden in den „Ceramiden“, Schutzstoffen der Haut, die sie normalerweise geschmeidig und gleichzeitig robust machen, zu wenig langkettige Fettsäuren. Diese Erkenntnisse könnten Bedeutung als Therapieansatz für Neurodermitis oder Fischschuppenerkrankung (Ichthyose) des Menschen haben.

Das Genom der Ratte wurde als drittes Säugetiergenom (nach Mensch und Maus) nahezu vollständig entziffert und analysiert. An dem Projekt haben sich über 20 Forschergruppen aus sechs Ländern beteiligt. Das Rattengenom besteht aus ungefähr 25 000 Genen, fast ebenso viele Gene wie der Mensch und die Maus. Nahezu alle Gene des Menschen, die bei der Entstehung von Krankheiten eine Rolle spielen, haben ihre Entsprechung bei der Ratte.

Mutationen im FOXP2 Gen führen bei Menschen zu einem Sprachproblem, insbesondere bei der Artikulation und dem Sprachverständnis. Neurobiologen des Berliner Max Planck Instituts und der Duke University, USA, entdeckten eine nahezu identische Version dieses Gens bei Vögeln und konnten anschließend das entsprechende Protein in genau jenen Hirnregionen nachweisen, die massgeblich am Gesangslernen beteiligt sind.

Aerosol-Forschung mit neuer Smogkammer

Megamoleküle durch Sonnenlicht

Ein Team des Paul Scherrer Instituts (PSI) und der ETH Zürich erforscht, wie sich Aerosolpartikel (Feinstaub) aus gasförmigen Stoffen bilden. Dafür benutzen die Forschenden die kürzlich am PSI aufgebaute Smogkammer sowie eine Vielzahl analytischer Methoden, einschliesslich der Laser-Massenspektrometrie der ETH Zürich für die chemische Charakterisierung. Die Untersuchungen zeigten, dass Folgereaktionen im gebildeten Aerosol zu neuen Substanzen führen, die wesentlich weniger flüchtig sind als die Ausgangsstoffe und so den Anteil der Aerosolpartikel erheblich erhöhen.

Wo der Mensch Öl, Gas, Kohle oder Holz verbrennt, gelangen täglich weltweit Millionen Tonnen kleinste, unsichtbare Teilchen in die Atmosphäre. Solche Aerosole sind kleiner als ein tausendstel Millimeter und schweben in fester oder flüssiger Form in der Luft.

Epidemiologische Studien belegen, dass Aerosolpartikel gesundheitliche Auswirkungen haben. Sie dringen tief in die Lungen ein und sind teils Krebs erregend sowie mitverantwortlich für Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen.

Auch beeinflussen sie den Strahlungshaushalt der Erde, unter anderem dadurch, dass sie Sonnenlicht zurück ins Weltall streuen. Die Aerosole haben damit eine abkühlende Wirkung und wirken dem Effekt der Treibhausgase entgegen.

Um diese Folgen besser untersuchen und auch quantifizieren zu können, müssten aber die chemischen, physikalischen und optischen Eigenschaften der Aerosole und ihrer Bestandteile genauer bekannt sein.

Bisher ging man davon aus, dass bei hohen Temperaturen die Aerosole am Nachmittag verdunsten und sich demzufolge die Masse der Partikel verringert. Die Simulation

eines Sommertages in der neuen Smogkammer am PSI zeigt jedoch: Je länger die Sonneneinstrahlung dauert, desto mehr nehmen diese an Masse und Volumen zu. Ein wesentlicher Anteil der Aerosolpartikel kommt nicht direkt aus Auspuff oder Kamin, sondern wird erst unter Sonneneinwirkung in der Atmosphäre gebildet. In der Smogkammer stellte man in einem durchsichtigen 27-Kubikmeter-Teflonsack vorerst einen repräsentativen Mix von Abgasstoff (Trimethylbenzol), Stickoxid und Wasserdampf bereit. Anschließend wurde mit vier starken Sonnensimulatoren – insgesamt verfügen sie über 16 Kilowatt Lichtleistung) – ein Sommertag simuliert. Innerhalb einer Stunde bildeten sich aufgrund der ablaufenden Atmosphärenchemie aus den Gasen Aerosolpartikel.

Chemische Untersuchungen mittels Laser-Massenspektrometrie an der ETH Zürich zeigten, dass im Lauf der bis zu 24-stündigen Experimente sich Moleküle mit sehr hohem Molekulargewicht bildeten

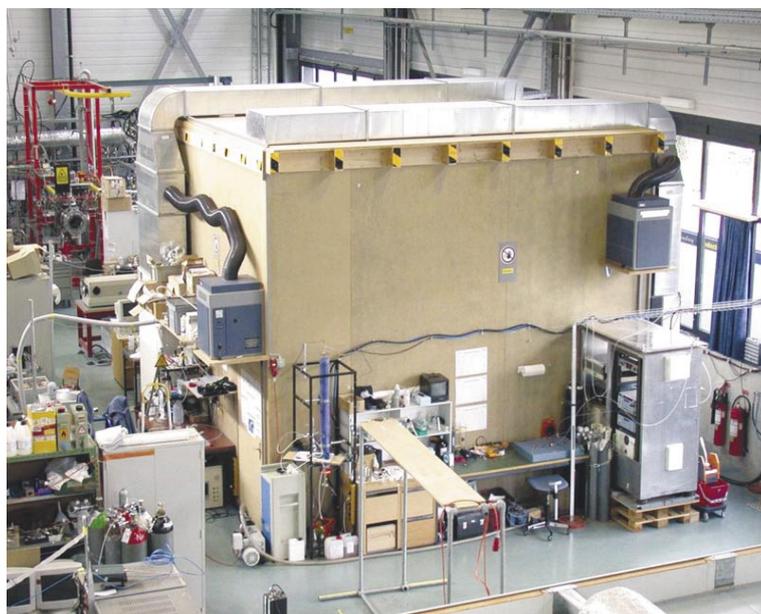
(bis zu 1000 atomaren Masseneinheiten). Die Entstehung solcher Megamoleküle weist auf Polymerisationsreaktionen hin.

Weiter untersuchte man die Flüchtigkeit der gebildeten Aerosolpartikel. Dabei war deutlich zu erkennen, wie diese bei längerer Einstrahlzeit abnimmt. Die Aerosolteilchen werden stabiler, verdampfen bei Erwärmung weniger stark.

Diese Ergebnisse ergeben neue Erklärungen von bisher rätselhaften Resultaten aus Felduntersuchungen. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die neu entdeckten Polymere bis über 50 Prozent der gesamten Aerosolmasse ausmachen, was ein wesentlicher Schritt hin zu einer vollständigen Charakterisierung der Aerosole darstellt.

Die Tatsache, dass damit ein großer Anteil der Aerosolmasse identifiziert werden konnte, stellt wohl einen wichtigen Fortschritt dar im Hinblick auf die noch wenig erforschten gesundheitlichen und klimatologischen Auswirkungen der Aerosole. *Beat Gerber*

Die neue Smogkammer des PSI ermöglicht Klimaforschung unter kontrollierten Bedingungen (Foto: PSI).



Neues von Quantenpunkten

Gefilmte Zellsignale – Transistor aus einem Elektron

Mit Hilfe von Quantenpunkten (Quantum Dots, QDs, Halbleiter-Nanokristalle) ist es Göttinger Wissenschaftlern gelungen, die Übermittlung von Steuersignalen für die Gene in einer Zelle im Film festzuhalten. Japanische Wissenschaftler haben einen Ein-Elektronen-Transistor hergestellt.

Forschern gelang es so zum ersten Mal, die Signalübermittlung innerhalb der erbB-Rezeptorenfamilie, der Zielsubstanz vieler Krebsmedikamente, zu visualisieren. Dabei wurden etwa der Prozess der Endozytose und die Übermittlung von epidermalen Wachstumsfaktoren in der Zelle sichtbar gemacht. Gleichzeitig ist es zum ersten Mal überhaupt gelungen, die von Wachstumsfak-

toren abhängige Kommunikation einer Zelle mit ihrer Umgebung in bewegten Bildern festzuhalten.

Die Experimente wurden am Göttinger Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Diane Lidke et al.) in Zusammenarbeit mit zwei Forschergruppen der Universidad de Buenos Aires, Argentinien, durchgeführt und in *Nature Biotechnology*, Februar 2004, veröffentlicht. Quantum Dots (QDs) können als winzige Marker benutzt werden. Die auf diese Weise entstehenden Quantum Dot-Komplexe (Quantum conjugates) binden an ihr Zielmolekül und können – abhängig von ihrer Größe – in allen Farben und bis zu 1000fach heller leuchten als Fluoreszenzfarbstoffe. Bisherige Hilfsmittel, wie fluoreszierende

Farbstoffe oder Polymerkugeln, bleichen zu schnell – oft in nur wenigen Sekunden – aus, um für Videoaufnahmen über einen längeren Zeitraum in Frage zu kommen. QDs ermöglichen es dagegen, viele Bestandteile einer Zelle über einen Zeitraum von Minuten oder sogar Stunden zu beobachten.

Den japanischen Wissenschaftlern um Prof. Toshiro Hiramoto ist es nach eigenen Angaben gelungen, Quantenpunkte mit rund zwei Nanometer Durchmesser herzustellen. Sie können einzelne Elektronen speichern und wieder abgeben. Das Verhalten des Elektronenspeichers lässt sich über eine von außen angelegte Spannung steuern. Die Forscher betrieben den winzigen Transistor bei Zimmertemperatur. Sie konnten zeigen, dass die Gate- und Quellspannungen und der Stromfluss durch den Transistor über eine logische XOR-Funktion miteinander verknüpft sind.

Im Fadenwurm gefunden

Schlüsselgen der Zellalterung

Die Freiburger Molekulargenetiker Prof. Maren Hertweck und Prof. Ralf Baumeister vom Institut für Biologie haben im Fadenwurm *C. elegans* ein langgesuchtes Schlüsselgen entdeckt, das die Alterung steuert.

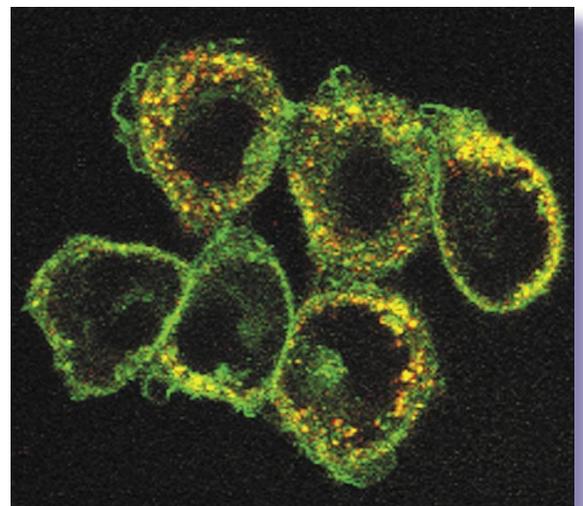
Es bildet ein Enzym namens SGK-1, das unter der Kontrolle des Hormons Insulin steht. SGK-1 verhindert normalerweise, dass ein körpereigener Schalter lebensverlängernde Gene aktivieren kann. Hertweck und Baumeister zeigen nun, dass die Manipulation von SGK-1 – entweder durch Mutation des Gens oder unter dem Einfluss von Stress und chemischen Substanzen – diese Blockade aufhebt. Dadurch wird die Alterung des Wurms um über zwei Drittel verlangsamt. „*C. elegans* lebt normalerweise nur etwa 14 Tage, und im letzten Drittel seines Lebens zeigt er typische Alterserscheinungen,“ sagt Baumeis-

ter. „Die Würmer, in denen wir SGK-1 manipuliert haben, sind dagegen auch nach zwei Wochen noch agil wie junge Tiere.“

Der Insulin-Signalweg und seine Steuerung des Lebensalters ist bereits seit einigen Jahren bekannt, wurde zuerst in *C. elegans* gefunden. Nach dem jetzt gefundenen Schlüsselgen hatten Forscher weltweit seit Jahren fieberhaft gesucht. Über 60 Prozent der Gene des Fadenwurms sind mit denen des Menschen verwandt.

„Auch der Mensch besitzt ein Gen für SGK-1, über 75 Prozent der Aminosäure-Bausteine in den entscheidenden Bereichen sind identisch. Vieles spricht dafür, dass es ähnlich funktioniert wie das Wurm-Gen“, kommentiert Baumeister. Das Labor von Baumeister hatte in den vergangenen Jahren mehrfach gezeigt, dass Gene in *C. elegans* und Mensch überraschend häufig gleiche Funktionen haben. *R.-W. Dreier*

Lebende Zellen, die Rezeptoren für den epidermalen Wachstumsfaktor EGF als Fusionsprotein mit grün-fluoreszierendem Protein (GFP, grün) exprimieren. Quantum Dots (rot), die den Wachstumsfaktor EGF mit sich tragen, docken an diese Rezeptoren an und aktivieren sie. Die Wachstumsfaktor-Rezeptor-Komplexe werden rasch aufgenommen und in Vesikel eingeschlossen, die durch Überlagerung der beiden Fluoreszenzfarben gelb erscheinen. Das Bild wurde an einem konfokalen Mikroskop bei Zimmertemperatur aufgenommen (Bild: MPI für biophysikalische Chemie).



Proteine, Gene und Hormone

Streptokokken stellen sich mit Hilfe des Alarmmoleküls pppGpp, ein mehrfach phosphoryliertes Guanin-Nucleosid, auf Stress ein. Forscher der Universität zu Lübeck klärten die Kristallstruktur des Enzyms RelS auf, welches sowohl seine Synthese als auch den Abbau katalysiert. Dieses Alarmsystem ist für das Überleben der Bakterien entscheidend, bei Säugern aber nicht vorhanden. Aus diesem Grunde bietet das Enzym einen neuen Angriffsort für antibakterielle Wirkstoffe.

Krebszellen können durch den Vorgang der Apoptose gestoppt werden. Forscher des „Nationalen Genomforschungsnetzes“ (NGFN) haben ein Protein konstruiert, das eine Signalkette unterbricht, die viele Krebszellen unbedingt zum Überleben brauchen. Das Protein lagert sich an das Zellprotein Stat3 an und schaltet damit das Zellprogramm von Vermehrung auf Apoptose um.

Rapamycin ist ein neuartiges Medikament, das zur Verhinderung der Organabstoßung nach Nierentransplantation eingesetzt wird. Es bremst es das Zellwachstum, indem es die Produktion von Ribosomen blockiert, haben Forscher des Krebsforschungszentrums in Heidelberg herausgefunden. Es ist die einzige bekannte Wirksubstanz, deren Angriffsziel ein einzelnes Enzym ist. Deshalb könnte sich Rapamycin als Präzisionswaffe gegen schnell wachsende Zellen erweisen.

Das Genom von Thermus thermophilus, ein hitzestabiles Bakterium aus heißen Quellen in Japan, ist von Wissenschaftlern der Universität Göttingen entschlüsselt worden. Einzelne, besonders stabile Proteine, können nun für die Waschmittelindustrie, für die Stärke- und Lebensmittelindustrie, aber auch für die Forschung nachgebaut werden. Ausserdem ist das Bakterium in der Lage, Fremd-DNA aus seiner Umgebung aufzunehmen, was es zu einem attraktiven Modellorganismus für die Erforschung und Herstellung von Proteinen macht.

Die funktionelle Veränderung eines bestimmten Gens scheint der Grund für die Entwicklung verschiedener Krebsarten zu sein. Wissenschaftler der in Sydney gelegenen University of New South Wales wiesen nach, dass Menschen, bei denen dieses Gen abgeschaltet ist, ein erhöhtes Risiko haben, im Laufe ihres Lebens an Krebs zu erkranken. In weiteren Schritten wird das Forscherteam nun die chemische Modifikation der DNS genauer untersuchen, die zu der Funktionsänderung des Gens führt.

Die Gene Hey1 und Hey2 agieren als molekulare Schalter bei der Entstehung von Arterien. Werden sie angeknipst, dann aktivieren sie weitere Gene, und das hat zur Folge, dass sich im Embryo unreife Blutgefäße zu Arterien entwickeln. Forscher vom Biozentrum der Uni Würzburg erwarten neue Erkenntnisse zur Bekämpfung von Tumoren oder bei der Wundbehandlung.

Elektrisch leitender Kunststoff Löslich in Aceton et al.

Einen in organischen Lösungsmitteln löslichen, elektrisch leitenden Kunststoff hat jetzt die US-Firma TDA Research entwickelt. An das polymere Material sollen sich auch leicht funktionale Molekülteile anbinden lassen, um neue Materialien zu entwickeln, teilte die das Projekt fördernde amerikanische National Science Foundation (NSF) jetzt mit.

Leitende Polymere sind zwar länger bekannt, waren aber durch ihre Unlöslichkeit nur schwer zu verarbeiten. Erst kürzlich wurden wasserlösliche leitende Polymere entdeckt, die Pedots (Polyethylenedioxythiophen). Wasserreste können jedoch die Lebensdauer des Endproduktes verkürzen, und die ist bislang das Hauptproblem von elektrisch leitenden Polymeren. Sie sollen ja in Form neuer Bildschirme mit OLEDs (Organic Light-Emitting-Diodes) den LCDs Konkurrenz machen.

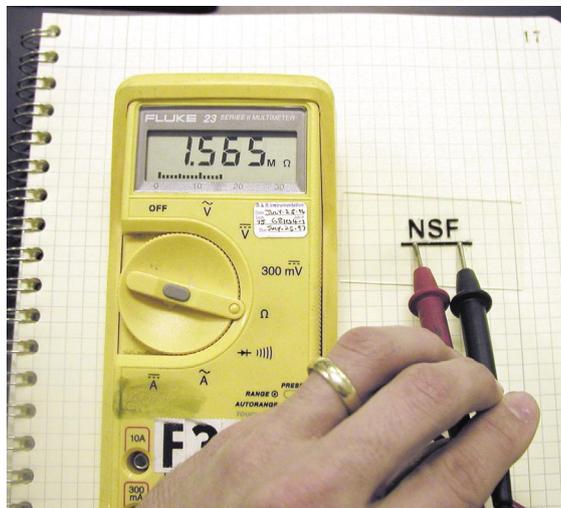
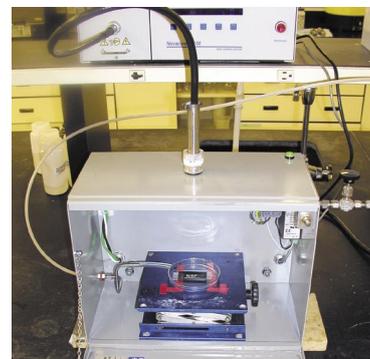
Die Moleküle des neuen Polymers „Oligotron“ aus Wheat Ridge, Colorado, haben ein leitendes Zentrum nach Pedot-Struktur, umgeben von zwei nichtleitenden Endstücken. Diese ermöglichen die Löslichkeit beispielsweise in Aceton. Wissenschaftler haben schon vorgeschlagen, eins der Enden mit Strukturen darzustellen, die Licht in Elektrizität



„Oligotron“ mit UV-empfindlichen Molekülteilen in organischem Lösungsmittel, dazu eine Belichtungsmaske (Fotos: Elliott, TDA Research).

verwandeln, um so ein billiges Solarzellenmaterial zu schaffen.

Oligotron mit einer photosensitiven Endgruppe lässt sich auch in Mustern „drucken“, indem man einen Film des Materials mit ultraviolettem Licht belichtet. Belichtete Teile werden auf einer Kunststoffoberfläche fixiert, bleiben aber flexibel – Grundlage für flexible Bildschirme.



Oben: UV-Belichtung des neuen Materials durch die Maske (unter Argon); links: Test der Leitfähigkeit des „gedruckten“ NSF-Logos.

Uran im Urin

Nachweisgrenze nach unten verschoben

Ergebnisse einer am Mineralogischen Institut der Universität Frankfurt durchgeführten Studie zeigen, dass sich abgereichertes Uran im Boden wie auch zum Teil in geringen Mengen im Urin von Bewohnern der von den Golfkriegen I und II (Irak) betroffenen Gebiete und der dort eingesetzten (amerikanischen) Soldaten nachweisen lässt.

Abgereichertes Uran wird und wurde als Kern in zahlreichen Geschossen verwendet, da es ihnen aufgrund der hohen Dichte des Urans eine erhöhte Durchschlagskraft verleiht. Der Uranstaub, der bei der Detonation beziehungsweise dem Einschlagen der Geschosse freigesetzt wird, steht im Verdacht - wenn eingeatmet - die Gesundheit von Zivilbevölkerung und Soldaten zu schädigen.

Dr. Axel Gerdes, Forscher am Institut für Mineralogie der Universität, hat eine Methodik zur Bestimmung der Uran-Isotopenzusammensetzung im Urin am NERC (Natural Environment Research Council) Isotopenlabor in Nottingham mitentwickelt und kann jetzt aufgrund der apparativen Ausstattung in Frankfurt noch kleinere Anteile abgereicherten Urans in biologischen und geologischen Proben exakter bestimmen, als dies bisher in anderen Laboren weltweit möglich war.

Neue Reinstluftlabore in Frankfurt und ein modernes Multikollektor-Massenspektrometer vom Typ „Neptune“ (Thermo-Finnigan) erlauben die gleichzeitige Analyse verschiedener Isotope eines oder mehrerer Elemente über den enormen Konzentrationsbereich von 1×10^{-7} bis 2×10^{-16} Gramm/Milliliter. Neben den drei natürlichen Isotopen lässt sich auch das im Kernreaktor entstandene U-236 im Urin in vorher noch nicht nachweisbar kleinen Mengen (0.5×10^{-15} bis 150×10^{-15} Gramm/Liter

bzw. 0.5 bis 150 Femtogramm/Liter) belegen.

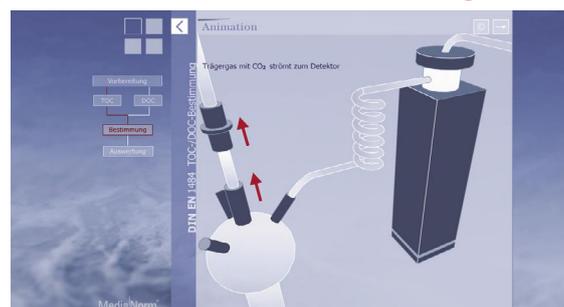
Mit der Untersuchung der Proben wurde Gerdes durch das Uranium Medical Research Center, Toronto, beauftragt. Die privat finanzierte Forschungseinrichtung, die von einem ehemaligen Arzt der amerikanischen Armee gegründet wurde, hatte die Entnahme von Bodenproben so wie Urin-Proben der Zivilbevölkerung im Irak im vergangenen September (ohne offiziellen Auftrag) veranlasst. Die Urinproben der amerikanischen Armeeangehörigen wurden von der Tageszeitung New York Daily News beschafft und die Analyse am Frankfurter Institut in Auftrag gegeben. Trotz der in den Urinproben nach gewiesenen geringen Mengen – nur 0.2 bis etwa 10 Prozent des gesamten Urans (1,1 bis 65,3 Nanogramm/Liter) im Urin repräsentieren abgereichertes Uran – lassen sich daraus noch keine abschließenden Wertungen hinsichtlich des gesundheitlichen Gefährdungspotenzials ableiten; dies bedarf weiterer Untersuchungen.

Denn wenn die Uranpartikel durch Inhalation von Staub in die Lunge aufgenommen werden, dann lässt der Urintest nur bedingt eine Abschätzung des Ausmaßes der eingeatmeten Menge zu. Diese unter sehr hohen Temperaturen gebildeten Partikel sind nahezu unlöslich in der Lungenflüssigkeit und verbleiben daher möglicherweise über Jahrzehnte im Körper. Die radioaktive Wirkung des Urans, die äußerlich eher vernachlässigbar ist, hat im Inneren des Körpers eine andere Qualität, da die beim Zerfall entstehenden Alphateilchen sehr energiereich sind und direkt und über lange Zeit auf das Gewebe einwirken können.

Abgereichertes Uran (Depleted Uranium) fällt als Abfallprodukt beim Herstellungs- und Wiederaufbereitungsprozess von reaktorfähigem Uran an und behält dabei

etwa 60 Prozent seiner Radioaktivität. Im Vergleich zu natürlichem Uran ist es abgereichert an U-235 und U-234; wobei die U-235 und U-234-Anteile in natürlichem Uran ohnehin nur 0,7 bzw. 0,006 Prozent in der Natur ausmachen; (quantitativ) bedeutendstes der drei natürlichen Isotope ist das U-238. Natürliches Uran kommt in der Natur vorwiegend gebunden im Kristallgitter von Mineralien vor, aus dem es sich nur schwer herauslösen lässt. Der Mensch nimmt es in kleinsten Mengen (ppm; parts per million bzw. parts per billion = milliardstel) über die Nahrung oder beim Trinken auf. Weniger als ein Prozent davon gelangt in den Blutkreislauf, aus dem es zu über 90 Prozent innerhalb der ersten 24 Stunden wieder mit dem Urin ausgeschieden wird. Normale Uran-Konzentrationen im Urin sind häufig so niedrig (wenige ppt, parts per trillion = billionstel), dass sie unterhalb der Nachweisgrenze der meisten Bestimmungsmethoden liegen. Dr. Ralf Breyer

Ein multimediales Lehr- und Lernprogramm etwa für die TOC-/DOC-Bestimmung jetzt kostenlos für ein CLB-Abo. Wie: Siehe hintere Umschlagseite!



Wirkstoffforschung:

F&E-Budgets langsam wieder größer

2003 war im Biotechnik- und Pharmabereich bereits eine leichte Erhöhung der Ausgaben für Forschung und Entwicklung zu verzeichnen. Der positive Trend soll sich weiter fortsetzen. Im Jahr 2002 noch auf 19,6 Milliarden US-Dollar beziffert, sollen sich die weltweiten Ausgaben für die Wirkstoffforschung im Jahr 2006 bereits auf 25,1 Milliarden US-Dollar belaufen.

In der Pharmaindustrie hatten sich in den letzten Jahren unter anderem die schlechten Verkaufszahlen hochpreisiger Medikamente negativ auf das F&E-Budget ausgewirkt. Allerdings wächst derzeit der Druck auf Pharmaunternehmen, die Wirkstoffforschung und damit die Entwicklung neuer Therapieformen voranzutreiben. Gleichzeitig besteht die dringende Notwendigkeit, das Marktwachstum zu be-

schleunigen. Diese Faktoren und die erhöhten Ausgaben für biologische Kriegsführung werden dem Markt laut Branchenanalyst Isaac Meek von Frost & Sullivans Drug Discovery Technologies Group neue Impulse verleihen.

Auch in der Biotech-Industrie zeichnet sich ein Trend ab, der zu einer Steigerung der F&E-Investitionen beitragen dürfte: „Viele der großen Wirkstoffforschungsunternehmen im Bereich Biotechnologie verwandeln sich langsam, aber sicher in produktzentrierte Pharmafirmen und nutzen dabei starke Produkt-Pipelines“, erläutert Meek. „Auch Agrobiotech-Unternehmen werden künftig mehr Geld in Forschung und Entwicklung stecken, weil die Nachfrage nach Biotech-Saatgut für die Landwirtschaft steigt.“

Insgesamt hat der verstärkte Einsatz von Data Mining und neuen Rechentechniken in der Wirk-

stoffforschung zu veränderten Verkaufszahlen bei Verbrauchartikeln, Reagenzien und Instrumenten geführt. Während bei den Produkten zur Separation von Nucleinsäuren und Proteinen kontinuierliche Zuwächse zu verzeichnen sind, entwickelt sich der Einkauf teurer Geräte und der damit verbundenen, für die Sequenzierung notwendigen Verbrauchsartikel eher rückläufig.

Herstellern von Forschungsausrüstung rät Frost & Sullivan dazu, ihre Strategien neu auszurichten und innovative Technologien für Genomik und Proteomik zu entwickeln sowie ausgereifte Instrumente mit höherem Durchsatz und größerer Empfindlichkeit anzubieten. „Mit solchen Neuerungen dürfte sich auch das schrumpfende Budget des US-amerikanischen National Institute of Health (NIH) ausgleichen lassen“, meint Meek.

EU-Erweiterung:

Chancen für die europäische Life Sciences-Industrie

Die europäische Pharmaindustrie wird auf lange Sicht von der Erweiterung der Europäischen Union um zehn Staaten am 1. Mai profitieren. Zu diesem Schluss kommt eine Untersuchung der Unternehmensberatung Cap Gemini Ernst & Young.

Neben einem größeren Markt wird sich im Bereich der Arzneimittelentwicklung der hohe Ausbildungsstandard von Arbeitskräften in den Beitrittsländern bei gleichzeitig niedrigen Löhnen auswirken. Hinzu kommen bessere Rahmenbedingungen für klinische Studien bei zusätzlich steigendem Patent- und Urheberrechtsschutz.

Bislang war die mangelnde Absicherung von Patenten und Urheberschaft ein Hinderungsgrund für ein stärkeres Entwicklungsengage-

ment von Pharmafirmen in Osteuropa. Die sukzessive Übernahme von EU Recht in das jeweilige nationale Recht in den Beitrittsstaaten schafft künftig mehr Sicherheit. „Der steigende Kostendruck in Forschung und Entwicklung wird dabei die Verlagerung der Arzneimittelentwicklung sicher noch beschleunigen“, meint Günther Illert, Vice President Life Sciences bei Cap Gemini Ernst & Young. Die Unternehmen treffen in den Erweiterungsstaaten vor allem auf bessere Rahmenbedingungen für die arbeitsintensiven klinischen Studien: Geringere Personalkosten, weniger Regularien als in West-Europa sowie eine höhere Bereitschaft von Patienten an Studien teilzunehmen wirken sich hier aus. Auf den Bereich der Produktion hingegen wird die EU Osterweiterung zunächst

keinen Einfluss haben. Komplexe Zertifizierungen von Produktionsprozessen unter anderem durch die amerikanische Federal Drug Association machen einen Aufbau von neuen Fertigungsstätten für Medikamente nicht rentabel.

Die Verlagerung von forschungsintensiven Aktivitäten in die neuen EU-Staaten wird zusätzlich einen bereits absehbaren Trend in der europäischen Life Sciences Industrie verstärken: das Entstehen von Unternehmensnetzwerken mit spezialisierten Einheiten für Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Marketing und Vertrieb. Vorbild ist hier der Biotechnologie-Bereich mit seinen forschenden Kleinunternehmen und den kooperierenden Konzernen, die Marketing und Vertrieb übernehmen.

Informationstechnik im Labor

Integrationsfähigkeit der Systeme stärkt Wachstum

Der Europamarkt für Laborsoftware und -systeme, der Laborinformationssysteme (LIS) und Laborinformationsmanagementsysteme (LIMS) umfasst, ist in eine Phase dynamischer Veränderungen eingetreten. Nach einer neuen Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan soll das Umsatzvolumen des Gesamtmarktes von heute 172,3 Millionen Euro auf 216,2 Millionen Euro im Jahr 2006 anwachsen.

Hauptwachstumsfaktor ist das Interesse an einer verbesserten Vernetzung innerhalb von Unternehmen und medizinischen Einrichtungen. Das größte Problem für die Anbieter ist gegenwärtig die Mittelknappheit bei den öffentlich finanzierten Kliniken. Zwar versprechen die Integration der Kliniksoftware und die Einführung elektronischer Patientenakten mit Echtzeitzugriff auf Labor- und Röntgenbefunde langfristig echte

Kosteneinsparungen. Angesichts knapper Kassen schrecken die Verantwortlichen jedoch vor den Investitionskosten zurück, sodass langfristige Gewinne für kurzfristige Einspareffekte geopfert werden. Entsprechend sollen die Umsätze bis 2005 bei jährlich etwa 97 Millionen Euro stagnieren.

Hoffen lässt der Trend zum Einsatz neuer Technologien wie mobiler Gesundheitsdienste. Der erste große Auftrag im Wert von fast 107 Millionen US-Dollar wurde an die Firma Sema Schlumberger vergeben. Die Nachfrage nach Laborinformationsmanagementsystemen (LIMS) kommt im Wesentlichen aus dem Pharmasektor, aus den Bereichen Proteomik und Genomik.

Aufgrund der Notwendigkeit, wachsende Datenmengen effektiv zu managen, veraltete Betriebssysteme und Hardwareplattformen in vorhandenen LIMS-Installationen zu ersetzen und die Vernetzung unter den Institutionen zu fördern,

soll das Marktvolumen von derzeit 73,9 Millionen Euro weiter expandieren.

Wichtige Branchenvertreter sind Thermo Electron Informatics Inc., Labware Europe Ltd., Innaphase Corporation Inc., A J Blomesystem GmbH, MIPS n.v. und ACT Medisys (Misys). Dabei ist das Wettbewerbsgefüge im LIS- und im LIMS-Segment im Wandel begriffen. Die meisten kleineren und unabhängigen Anbieter dürften entweder ausscheiden oder übernommen werden und das Feld größeren Anbietern von Krankenhausinformationssystemen (KIS) oder Systemintegratoren überlassen. In dem Maße, wie LIMS-Anwender dazu übergehen, Laborsysteme mit Unternehmenssoftware zu integrieren, mehren sich die Wachstumsaussichten. Die Anbieter müssen jedoch beachten, dass eine solche Veränderung zunächst eine typische Abwartehaltung bei den Anwendern auslöst.

Ankündigung auf der 3. LifeCom in Düsseldorf:

„Trusted B2B-Auktionsportal“ für Pharma/Chemie

Das Informations-, Bestell- und Liefer-Internetportal www.interpharm.de für zunächst Osteuropa kündigte Werner Günther jetzt auf der 3. LifeCom an.

Der Ausrichter der Vortrags- und Ausstellungsveranstaltung an der Universität Düsseldorf, der schon 1989 die InCom gründete, verfolgt jetzt das Ziel, Anfragende im Chemie- und Pharma-Produktbereich aus Osteuropa durch verlässliche Internetvermittlung zum geeigneten Partner in Deutschland zu führen. Das Projekt wird vom Land Nordrhein-Westfalen unterstützt.

Kennzeichnend für das Portal ist neben dem Auktionscharakter die Anonymität von Nachfragenden und Bietern, gleichzeitig die verlässliche

Abwicklung der Geschäftsbeziehungen zwischen den nachfragenden und anbietenden Firmen (business to business, B2B). Daher will man seitens des Portalbetreibers strenge Aufnahmebedingungen für die anbietenden Firmen in Deutschland (ca. 5000, davon 1100 in NRW) aufstellen. So sei eine Qualitäts-Zertifizierung unabdingbar. Gleichzeitig sollen von Seiten der Portalbetreiber Mittel eingerichtet werden, die die Verlässlichkeit der osteuropäischen Nachfrager wie beispielsweise die Zahlungsfähigkeit prüfen. Zudem soll den Nachfragern ein Expertenpool zur Verfügung stehen, der die Produkt- und Dienstleistungsanfragen sicher an die geeigneten Bieter in Deutschland weiterleitet. Dazu



steht rund um die Uhr eine mit Dolmetschern besetzte Hotline zur Verfügung.

Mehr als 60 Firmen waren auf der LifeCom präsent. Ein Schwerpunkt der vielen Fachvorträge war die Tumorbiochemie, nach der Neuroanalytik vor zwei bzw. der DNA-Analytik vor vier Jahren. Dazu kam – wie CLB-Leser wissen – die Wasseranalytik. RK

Werner Günther auf der 3. LifeCom (rechts), daneben Mitorganisator Prof. Dr. Detlev Riesner (Foto: Kickuth).



Partikelvermessung

Zur Analytica 2004 stellt die Firma Retsch Technology GmbH Neuerungen an den Partikelanalyse-Systemen Camsizer und Crystalsizer vor, mit denen Korngrößen- und Kornformanalysen wesentlich verbessert und vereinfacht werden. Die Geräte decken dabei einen Messbereich von 0,7 Mikrometer bis 30 Millimeter ab. Mit einer Softwareerweiterung lassen sich im Camsizer aus den ermittelten Werten die Unterschiede verschiedener Messverfahren darstellen und kompensieren. So können die Ergebnisse der traditionellen und in vielen Normen verankerten Siebanalyse jetzt auch durch digitale Bildverarbeitung erzielt werden. Zusätzlich erhält der Anwender Informationen über Kornformparameter wie absolute Längen, Breiten-/Längenverhältnisse, Symmetrie und Rundheit. Neben der höheren Wirtschaftlichkeit bieten die Messergebnisse ein sehr präzises Bild des Probenguts. Die neue Software liefert darüber hinaus Tagesberichte, Trendanalysen und Mittelwertbildungen. Dadurch ist eine lückenlose Qualitätssicherung möglich. Auch beim Partikelmessgerät Crystalsizer über-



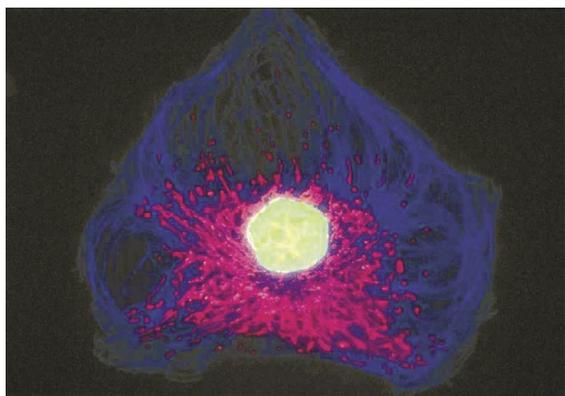
prüft eine Software kontinuierlich die gerätespezifischen Einstellungen und justiert diese erforderlichenfalls nach. Besonders wichtig für einen Einsatz unter Industriebedingungen ist die nun automatisierte Erkennung und Kompensation von Verschmutzungen. Die Wartungsintervalle können dadurch ausgedehnt werden. Neben der hohen Robustheit ist nach wie vor eine optimale Empfindlichkeit für Präzisionsmessungen gewährleistet.

Durch die Herstellung von Partikeln im Nanometerbereich müssen neue Analysensysteme entwickelt werden, die neben der Ermittlung der Korngrößenverteilung auch eine sichere und einfache Handhabung aufweisen sollten. Das System Hori-

ba LB-550 kann Partikel im Bereich von 1 Nanometer bis 6 Mikrometer in flüssigen Dispersionen vermessen, sowohl für wässrige als auch für organische Lösungsmittel. Durch den großen Konzentrationsbereich von 1 parts per million bis 40 Vol-Prozent eignet sich das Gerät auch zur Analyse kleinster Probenmengen. Grundlage der Messung ist die zur Berechnung der Teilchengrößenverteilung benötigte Viskosität der Probe kann automatisch über ein integriertes Viskosimeter ermittelt werden, das optional erhältlich ist.

Retsch Technology GmbH
42781 Haan
Tel 02129 5561 149, Fax 02129 5561 87
www.retsch-technology.de

Neueste Fluoreszenz-Techniken



Molecular Probes wird auf der Analytica 2004 im Rahmen der Produktpräsentation von Invitrogen seine neuesten Fluoreszenz-Techniken vorstellen.

Es wird Informationen über das EZQ Protein-Quantifizierungs-Kit geben. Dieser leicht durchzuführende, fluoreszenzbasierende Test kann für die schnelle Schätzung des Proteingehalts bei Reinigungs- und Fraktionierungsverfahren angewendet werden. Farbstoffe, Detergentien, Harnstoff und reduzierende Agentien werden toleriert. Es lassen sich beim Einsatz von einem Mikroliter Probe 50 Nanogramm bis 5 Mikrogramm Protein

nachweisen. Die Linearität wird bis zu einem Mikrogramm pro Milliliter Protein gewährleistet.

Ebenso wird eine Reihe spezieller fluoreszierender „probes“ für PAGE-Anwendungen vorgestellt, die für „Multiplexed Proteomics“ angewendet werden können. Diese neue Plattform erleichtert die Genom-Analyse durch die Detektion und Quantifizierung sowohl des Gesamtproteins als auch spezieller Proteine in nur einem Gel.

Molecular Probes
2333 AA Leiden, The Netherlands
Tel +31 71 524 1894, Fax +31 71 524 1883
www.probes.com

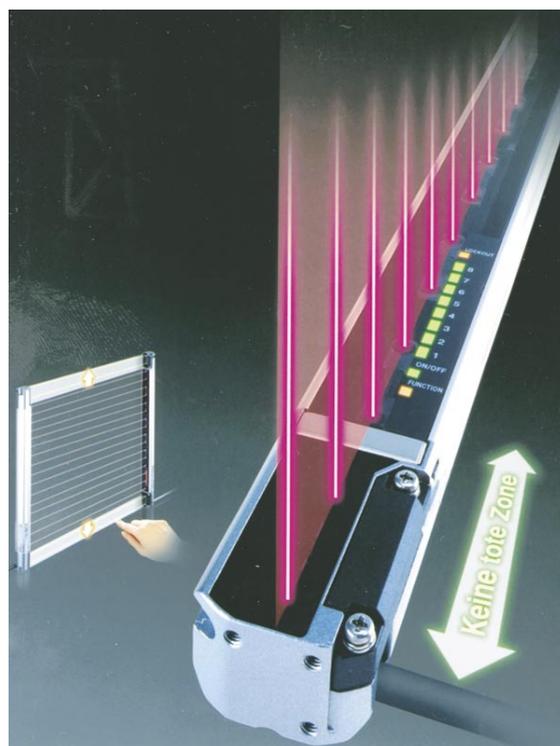
Sicherheits-Lichtvorhänge

Mit den Sicherheits-Lichtvorhängen der Modellreihe SL-C bietet das Unternehmen Keyence, Neu-Isenburg, erstmalig Produkte für die Arbeitssicherheit und damit dem Schutz von Personen an. Die Lichtvorhänge haben keine toten Zonen und bieten damit überall einen vollflächigen Schutz bei weniger als 5 Millimeter Durchdringungsraum. Sie verfügen über eine LED-Balkenanzeige mit elf Leuchtdioden, die über das aktuelle Ausgabesignal, Ausrichtung der Strahlachsen und den Fehlerstatus Auskunft geben. Durch technische Neuerungen ist die Montage platz- und zeitsparend durchführbar. 15 verschiedene Modelle mit Längen von 150 (8 Strahlachsen) bis 1270 (64 Strahlachsen) Millimeter sind lieferbar. Der Strahlachsenabstand beträgt jeweils 20 Millimeter. Durch das eigene Bussystem

können bis zu vier Lichtvorhänge mit einem Serienkabel zusammengeschaltet werden. In Kombination mit dem Sicherheitsrelais SL-R11 lassen sich Ausblendungs- und Deaktivierfunktionen programmieren. Damit ist es beispielsweise möglich, ständig oder nur zeitweise in den Lichtvorhang hereinragende Gegenstände auszublenden. Mit Hilfe eines speziellen Kabels lassen sich zudem störende Lichteinflüsse von außen kompensieren. Da die elektrische Steuerung bereits eingebaut ist, kann der sonst übliche große Schaltkasten entfallen.

Die Sicherheitsvorhänge SL-C gemäß Typ 4 entsprechen den Vorschriften zahlreicher internationaler Sicherheitsnormen wie CE, TÜV und UL.

Keyence Deutschland GmbH
63263 Neu-Isenburg
Tel +49 6102 3689 0
Fax +49 6102 3689 100
www.keyence.de



Neue Möglichkeiten für die Rastersondenmikroskopie

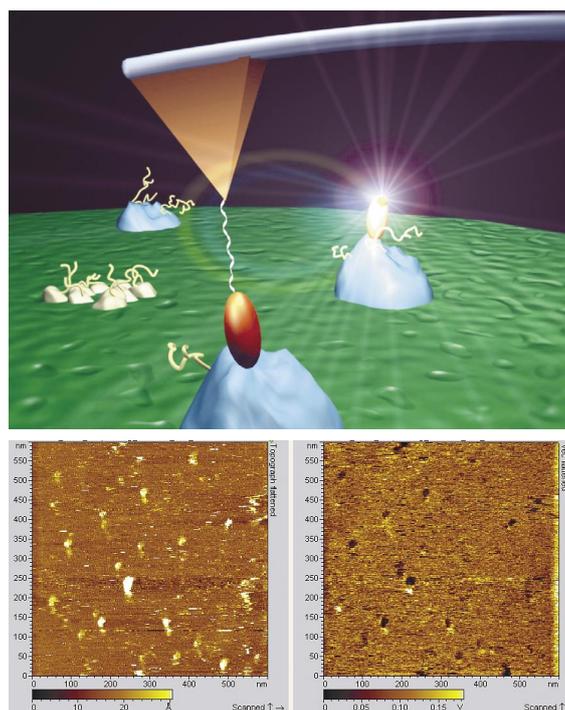
Die Rastersondenmikroskopie (Atomic Force Microscopy, AFM) wird immer öfter eingesetzt um molekulare Wechselwirkungen auf Einzelmolekülebene zu untersuchen. Die Topografie eines herkömmlichen AFM-Bildes wird im wesentlichen durch die Anziehungs- und Abstoßungskräfte zwischen Spitze und Probe bestimmt. Am häufigsten werden dafür Cantilever aus Silizium oder Siliziumnitrid verwendet. Die molekulare Erkennung erlaubt darüber hinaus eine spezifische Erkennung von Molekülen auf der Probe. Dazu ist es notwendig, die AFM-Spitze zu funktionalisieren.

Konventionell wird die gesamte Oberfläche der Messspitze aktiviert und dann dicht mit Sensormolekülen besetzt. Nur ein kleiner Teil dieser direkt an die Oberfläche gebundenen Sensorproteine hat noch eine Erkennungsfunktion und auch diese ist beeinträchtigt durch die starre Fixierung des Sensormoleküls auf der Messspitze. Die elegante Alternative besteht darin, ein einzelnes beziehungsweise wenige Sensormoleküle

über ein flexibles "Seilmolekül" an die Messspitze zu binden. Das Seil (PEG-Linker) hat die gleiche Länge wie ein Antikörpermolekül (8 Nanometer). In der Standardmethode der Firma Molecular Imaging wird im ersten Schritt der speziell hergestellte PEG-Linker mit einem Ende an die Messspitze geheftet. Im zweiten Schritt wird dann das Sensorprotein ans äußere Ende des PEG-Linkers gekoppelt. Bei hohen Flächendichten kann die Wechselwirkung zwischen dem Substrat-gebundenem Probenmolekül und Spitzen-gebundenem Sensormolekül sofort mit der Kraftspektroskopie (Kraft-Abstandszyklen) analysiert werden. Bei niedrigen Dichten muss das Probenmolekül zunächst aufgefunden werden. Das ideale Werkzeug hierzu ist das neue PicoTREC der Firma Molecular Imaging, welches mit dem Topologie-Bild gleichzeitig eine „Landkarte“ aller Orte liefert, an denen das Sensormolekül ein Probenmolekül gefunden hat. Die asymmetrische Amplitude der oszillierenden

Messspitze liefert während des Scans gleichzeitig das Signal für das Topologie-Bild und für das Erkennungsbild.

L.O.T. Oriol GmbH, 64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 44, www.lot-oriel.de



Ultrakurzpulslaser

TimeBandwidth, Hersteller von Ultrakurzpulslaser und Partner von LOT-Oriel hat mit den beiden Lasersystemen Lynx (Luchs) und Cheetah-X (Gepard) zwei OEM-erprobte ps-Oszillatoren. Diese Laser sind in einem monolithischen Aluminiumgehäuse untergebracht. Das Gehäuse ist gedichtet. Nach dem Einschalten des Netzgerätes wird ein Check durchgeführt und innerhalb 5 Minuten liefern die Laser stabile ps-Pulse bei der Oszillatorfrequenz. Typisch sind 80 MHz Pulsfrequenz. Da die Laser mit Nd-basierenden Lasermateria-

lien arbeiten liegt die Wellenlänge um die 1064 Nanometer. Die Verdoppelung mittels SHG-Kristall liefert grünes (etwa 532 Nanometer) Licht und UV-Photonen bei etwa 355 Nanometer werden mit Verdreifachung erzeugt. Eine typische Anwendung für ps-Laserpulse sind Untersuchungen von 2-Photonenprozessen. Die kurzen Pulse haben eine genügend hohe Pulsspitzenleistung damit eine 2-Photonenabsorption erfolgen kann. Der Vorteil gegenüber den energiereichen ns-Pulse gütegeschalteter Systeme liegt in der geringen Energie im Einzelpuls. Eine Absorption zweier grüner Photonen (532 Nanometer)

ist äquivalent mit einer Anregung durch ein 266 Nanometer UV-Photon. Der Vorteil ist, dass die Optik (und die Probe) nicht auf UV ausgelegt sein muss – Grün handhabt sich einfacher.

Applikationen: 2-Photonenprozesse, synchrones Anregen von Farbstoffen, zeitaufgelöste Fluoreszenz-Spektroskopie, Mikroskopie, nicht-lineare Effekte, seeden von Verstärkern.

L.O.T. Oriel GmbH
64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 46
www.lot-oriel.de



Die Laser im Überblick:

Lynx	Cheetah-X	
Leistung bei 1064 nm	800 mW	10 W
Pulslänge	7 ps	10 ps
Pulsfrequenz (fest)	50 MHz – 2,5 GHz	50 – 400 MHz
Strahlprofil / M2	TEM ₀₀ (1,1)	TEM ₀₀ (1,1)
Optionen	SHG, (THG)	SHG, THG, FHG
Anschlusswerte	230 V	230 V
Kühlung	Komplett luftgekühlt	Luftgekühlt, internes Kühlwasser

Echtzeit-PCR-Systeme

Applied Biosystems, ein Unternehmen von Applera Corporation, hat zwei neue Echtzeit-PCR-Systeme als preiswerte Alternativen in der Genomforschung herausgebracht. Die 7300 Real-Time- und 7500 Real-Time PCR Systeme kombinieren PCR, Fluoreszenz-Detektion und anwendungsspezifische Software für Gen-Expressionsanalyse, Pathogen-Quantitation und SNP-Genotypisierung.

Im Vergleich zu manueller PCR Quantifizierungstechnik bietet Echtzeit-PCR Zeitersparnis, größere Sensitivität und Präzision. Beide Systeme benutzen das Peltier-basierende PCR-System, mit Volumina von 25-100 Mikroliter. Angegliedert ist eine leistungsfähige Software für das experimentelle

set-up und automatischer Datena-

lyse. Das 7300 System bietet die vier-Farben Detektion, während das 7500 System mit fünf Farben und einer leistungsfähigen optischen Konfiguration für die Detektion einer großen Bandbreite von Fluorophoren ausgestattet ist. Zusätzlich stehen den Kunden die gebrauchsfertigen Produktlinien TaqMan Assays-on-Demand und TaqMan Assays-by-DesignSM für beide Systeme zur Expressionsanalyse und SNP-Genotypisierung zur Verfügung.

Applied Biosystems
Tel +44 0 1925 825650
Fax +44 0 1925 282502
<http://europe.appliedbiosystems.com>



Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

Ilse Beetz
Mikroanalytisches Laboratorium
Postfach 1104, D-96301 Kronach
Industriestr. 10, D-96317 Kronach
Tel. 09261 2426, Fax 09261 92376

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 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

LOT
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

LOT
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

CHRIST
Gefriertrocknungsanlagen

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



STERIS®

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



HOHLKATHODENLAMPEN

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



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE

Hettich
ZENTRIFUGEN

Gartenstr 100
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Kendro
Quality Products – Lifetime Care

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



KÜVETTEN

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



LABORCHEMIKALIEN

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060



LABOREINRICHTUNGEN

Köttermann GmbH & Co KG
Industriestr. 2-10
D-31311 Uetze/Hänigsen
Tel. 05147 976-0 Fax 05146 976-844
www.koettermann.com, info@koettermann.de

Waldner Laboreinrichtungen
GmbH & Co. KG
Haidösch 1, D-88239 Wangen
Tel. 07522 986-480, Fax 07522 986-418
www.waldner.de, labor@waldner.de

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

LABORHILFSMITTEL

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 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

Hettich
ZENTRIFUGEN

Gartenstr 100
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Kendro
Quality Products – Lifetime Care

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



SIGMA
Laborzentrifugen

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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



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

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

OLYMPUS OPTICAL CO. (EUROPA) GMBH

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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



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

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

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

POLARIMETER



SCHMIDT + HAENSCH GmbH & Co
Waldstr. 80/81; D-13403 Berlin
Tel: 030 417072-0; Fax 030 417072-99

REFRAKTOMETER



SCHMIDT + HAENSCH GmbH & Co
Waldstr. 80/81; D-13403 Berlin
Tel: 030 417072-0; Fax 030 417072-99

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

Cryophysics GmbH
Dolivostr. 9, D-64293 Darmstadt
Tel. 06151 8157-0, Fax 06151 8157-99
info@cryophysics.de

VAKUUMKONZENTRATOREN

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

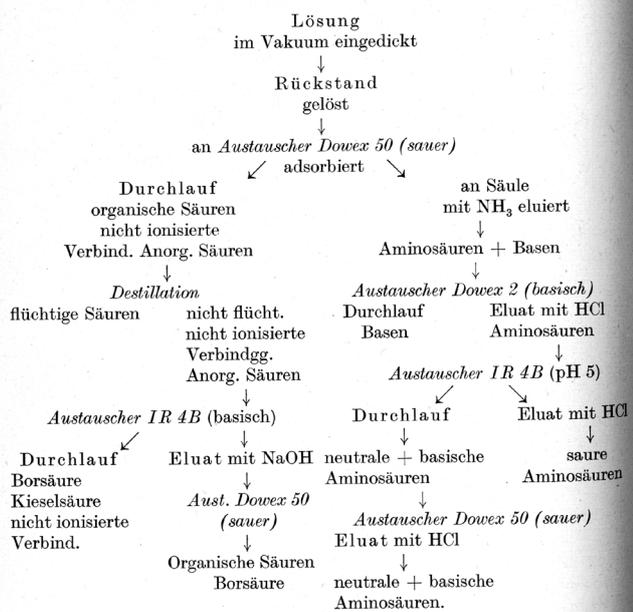
WASSERDESTILLIERAPPARATE



Ges. f. Labortechnik mbH
Postfach 1152
D-30927 Burgwedel
Tel. 05139 9958-0
Fax 05139 9958-21
info@GFL.de
www.GFL.de

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

auch komplizierter Gemische heute die modernen Ionenaustauscher bieten:



Die Aminosäurefraktionen selbst wurden nun durch fraktionierte Elution mit verdünnten Säuren aus einer Austauschersäule aufgeteilt. Zu diesem Zweck adsorbiert man die gesamte Substanz an *Dowex 50 (sauer)* und eluiert mit 1,5 n HCl. Die ablaufende Flüssigkeit wird dabei im Fraktionsscheider vielfach unterteilt und die einzelnen Fraktionen getrennt auf ihren Gehalt an Aminosäuren untersucht. Nach dem Einzeichnen in ein Diagramm liefern die Ergebnisse der Analyse einen guten Überblick über die Zusammensetzung der Mischung (Abb. 2).

Glykoll (H_2N-CH_2-COOH), Alanin ($CH_3-CH-NH_2-COOH$), β -Alanin ($H_2N-CH_2-CH_2-COOH$) und α -Amino-Buttersäure (CH_3-

$CH_2-CH \cdot NH_2-COOH$) konnten auch durch die Schmelzpunkte verschiedener Derivate identifiziert werden. Schließlich wurden in Papierchromatogrammen auch noch Sarkosin (Methylglykokoll $H_3C-NH-CH_2-COOH$) und Glutaminsäure ($HOOC-CH_2-CH_2-CH \cdot NH_2-COOH$) aufgefunden.

Die besten Ansätze lieferten folgende Mengen an Aminosäuren:

Ausbeute bezogen auf eingesetztes Methan		
Glykoll	47 mg	2,1 %
Alanin	30 mg	1,7 %
Sarkosin	4 mg	0,3 %
β -Alanin	13 mg	0,8 %
Aminobuttersäure	5 mg	0,3 %
1. nicht identifizierte Fraktion	1 mg	0,07%
2. nicht identifizierte Fraktion	3 mg	0,2 %

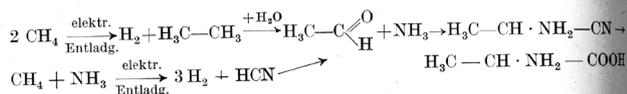
In der Fraktion der sauren Aminosäuren fanden sich Glutaminsäure und Asparaginsäure ($HOOC-CH_2-CH \cdot NH_2-COOH$).

Unter den nicht flüchtigen Säuren wurden durch Auftrennung an einer Silikagelsäule (mit 0,5 n Schwefelsäure als stationäre Phase) Milchsäure ($CH_3-CHOH-COOH$) und Glykolsäure ($HO \cdot CH_2-COOH$) aufgefunden. Durch Überführung in die Säure-p-toluidide, z. B. $CH_3-CHOH-CO-NH-C_6H_4-CH_3$ und Bestimmung von Schmelz- und Mischschmelzpunkten wurde der Befund gesichert. Die in dieser Fraktion gefundenen anorganischen Säuren, Bor- und Kieselsäure, stammen natürlich aus dem Glas der Apparatur. Außerdem machte sich die Anwesenheit der Borsäure noch dadurch bemerkbar, daß die Titration der Milch- und Glykolsäure mit Laugen gestört wurde. Der Effekt muß auf eine Komplexbildung aus Borsäure und Polyoxyverbindungen (Zucker?) zurückgehen. Damit wäre wenigstens indirekt ein Hinweis auf das Vorliegen von kohlenhydratähnlichen Substanzen gewonnen.

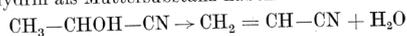
An flüchtigen Säuren befanden sich in den Ansätzen Ameisensäure ($COOH$), Essigsäure (CH_3-COOH) und Propionsäure (CH_3-CH_2-COOH). Von den höheren Fettsäuren wird nur mitgeteilt, daß ihre Menge nicht größer war als 5% von der Ausbeute an Propionsäure, von der sich in einem guten Ansatz 9 mg fanden.

Über den Mechanismus der Bildung von derart komplizierten Gemischen aus den einfachen Bausteinen Methan, Ammoniak, Wasser und Wasserstoff (von denen der letztere vermutlich nicht unbedingt

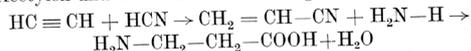
notwendig ist) kann man natürlich nur Vermutungen anstellen. Nimmt man, während die Reaktion im Gange ist, Proben, so finden sich darin HCN und Carbonylverbindungen; Formaldehyd konnte durch die spezifische Reaktion mit Chromotropsäure ebenfalls nachgewiesen werden. Miller vermutet daher, daß der Aufbau der Aminosäuren sich etwa nach der Streckerschen Synthese vollzieht, indem zuerst Aldehyde aus Kohlenwasserstoffen und Wasser entstehen, die dann HCN anlagern:



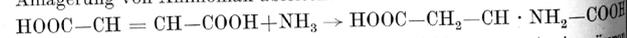
und unter Umsetzung mit Ammoniak über das Aminonitril schließlich Aminosäuren liefern. Natürlich entstehen so nur racemische Verbindungen, es fand sich auch in allen Ansätzen keinerlei Hinweis darauf, daß eine optisch aktive Aminosäure entstanden wäre. Das β -Alanin müßte aus Acrylnitril aufgebaut werden, das selbst wiederum Acetaldehyd-cyanhydrin als Muttersubstanz haben müßte:



oder aus Acetylen und Blausäure im Lichtbogen entstehen könnte:



Asparaginsäure ließe sich von der Malein- oder Fumarsäure durch Anlagerung von Ammoniak ableiten:



Im ganzen gesehen scheint also die erste Bildung von Aminosäuren auf der Erde mit diesen Versuchen eine überraschende Lösung gefunden zu haben. Es spricht nichts dagegen, daß in den Zeiten, in denen das Leben seinen Ursprung hat, die Verhältnisse in der Erdatmosphäre gewesen sein könnten, wie es Miller vermutet. Elektrische Entladungen in Form von Gewittern und Blitzen dürfte es auch schon damals gegeben haben. Da ja die Temperaturempfindlichkeit der Aminosäuren anzeigt, daß die Erdoberfläche zur Zeit, da die ersten organischen Verbindungen entstanden, nicht sehr heiß gewesen sein kann, waren in sicherer Weise auch Meere vorhanden, in denen sich die Reaktionsprodukte der elektrischen Entladungen ansammelten. Es gehört nur wenig Phantasie dazu sich vorzustellen, daß sich diese dann in abgeschnittenen

Meeresarmen ebenso anreicherten, wie in späteren Zeiten die Salze. Wie und wann dann schließlich aus den noch unorganisierten Gemischen von Aminosäuren, Oxysäuren, Kohlenhydraten usw. das erste „lebende“ Eiweiß entstanden sein könnte, das bleibt freilich auch jetzt noch in Dunkel gehüllt.

Literatur: ¹⁾ St. L. Miller: J. Amer. Chem. Soc. 77, 2351 [1955]
²⁾ W. Loeb: Ber. dtsh. chem. Ges. 46, 684 [1913]

Gasanalyse

Von Dieter Martin, München

Die Gasanalyse¹⁾ hat in den letzten Jahrzehnten gerade für die chemische Technik immer mehr an Wichtigkeit gewonnen, denn es ist für die Industrie oft von entscheidender Bedeutung, die Zusammensetzung eines Gases genau zu kennen. Als Beispiel sei das Verfahren nach Claus angeführt, bei dem es darauf ankommt, daß genau zwei Volumenteile H_2S mit einem Volumenteil SO_2 umgesetzt werden; setzt man dabei zu viel von einem Gase zu, so entstehen Verluste, die die Rentabilität des ganzen Verfahrens in Frage stellen können.

Als der Begründer der Gasanalyse im heutigen Sinne gilt *Bunsen*, der 1857 seine Ergebnisse in den „Gasometrischen Methoden“ niederlegte. *Bunsen* verwendete vorwiegend Verbrennungsmethoden, dagegen nur wenige Absorptionsmittel. Seine Methoden waren zwar äußerst genau, aber für die Technik zu kompliziert, und so wurden in der Folgezeit Spezialgeräte konstruiert. An dieser Entwicklung waren Forscher wie *Winkler*, *Hempel*, *Orsat* und *Drehschmidt* maßgeblich beteiligt.

Heute werden in der Gasanalyse folgende drei Verfahren bevorzugt:

1. Gasvolumetrische Bestimmungen. Hierher gehören alle Methoden, bei denen Gasmengen aus ihrem Volumen bestimmt werden. Ein gemessenes Volumen eines Gasgemischs wird beispielsweise durch ein Absorptionsmittel geleitet und die Volumenabnahme bestimmt. Oft sind diese Methoden mit Verbrennungsmethoden kombiniert, wie z. B. bei der Bestimmung von Wasserstoff oder Methan. Hierher gehört auch die gasvolumetrische Bestimmung von Stoffen, die eine äquivalente Menge eines Gases abgeben; so kann etwa Stickstoffwasserstoffsäure HN_3

¹⁾ Vgl. auch diese Ztschr. 5, 516 [1954].

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

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

Top-Angebot: Jetzt gibt es für jedes neue persönliche Abonnement eine der vier in der nebenstehenden Anzeige angebotenen CD-ROMs nach Wahl gratis.

Neue Firmenabonnenten erhalten sogar den kompletten Satz mit allen vier CD-ROMs kostenlos!

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 87 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

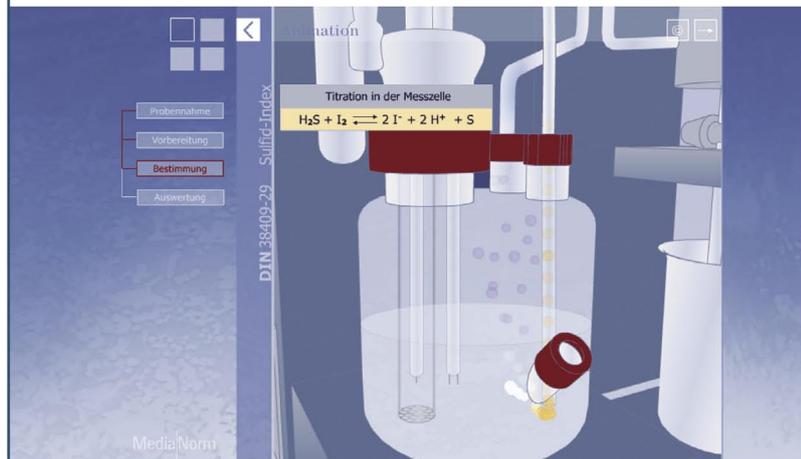
Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

Multimediale Lehr- und Lernsoftware

Wasseranalytik

- CSB-Küvettest nach DIN ISO 15705
- TOC/DOC nach DIN EN 1484
- SAK nach dem Norm-Entwurf zur DIN 38404-3
- Sulfid-Index nach dem Norm-Entwurf zur DIN 38409-29



Animation aus der Lernsoftware zur DIN 38409-29 (Sulfid-Index)

Bausteine der Software

Eine *Animation* zeigt das Verfahren in Kurzform und bietet so einen idealen Einstieg.

Im *Seminar* werden die theoretischen Grundlagen und praktische Hinweise zur Methode anschaulich und unterhaltsam vermittelt.

Im *Katalog* wurden für Einsteiger und Fortgeschrittene Informationen zum Verfahren selbst und zu dessen Umfeld auf einzeln wählbaren Seiten zusammengefasst. Hier findet der Nutzer auch die Geräte- und Reagenzienübersichten.

Im Abschnitt *Erfahrungen* wurden Erkenntnisse von Fachleuten, die mit dem jeweiligen Verfahren arbeiten, zusammengetragen. Mögliche Probleme werden genannt und zweckmäßige Lösungsvorschläge angeboten.

Bezugsmöglichkeiten über www.media-norm.de

CD-ROM mit allen vier Analysenverfahren:

149,00 Euro (zzgl. MwSt.)

Lernprogramme einzeln bzw. individuell kombinierbar:

49,00 Euro (zzgl. MwSt.) je Analysenverfahren

MediaNorm®

MediaNorm GmbH

Weinbergweg 23 | D-06120 Halle (Saale) |

Telefon: +49 (345) 27 99 06-0 | Fax: +49 (345) 205 1222 |

www.media-norm.de | E-Mail: info@media-norm.de