

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

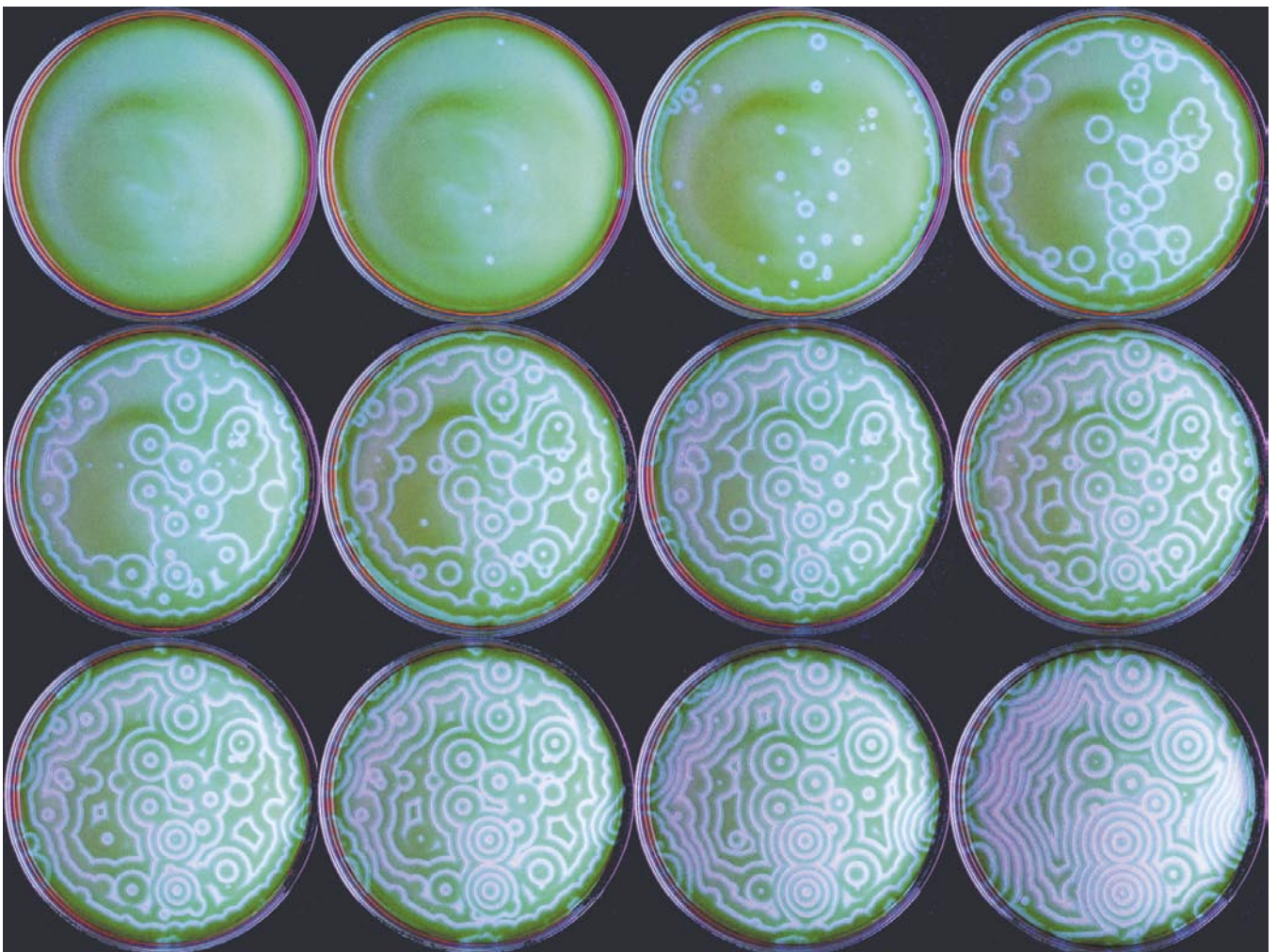
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Selbstorganisation
- Haaranalytik
- Wissensmanagement Chemie

Quantitative Bestimmung des Äthylalkohols im Blut und in der Atemluft

Von Dr. E. Pfeil, Chem. Institut der Universität Marburg a. d. Lahn

Es gibt wohl kaum eine analytische Mikromethode, die in der letzten Zeit populärer geworden wäre, als die Bestimmung des Alkohols im Blut nach *Widmark*¹⁾. Sie ist Gegenstand heftiger Diskussionen, Kommissionen befassen sich mit der Frage nach ihrer Zuverlässigkeit, private und staatliche Stellen veranstalten Experimente, um je nach der Fragestellung die völlige Unzuverlässigkeit der Methode zu beweisen oder ihre Zuverlässigkeit sicherzustellen. Wie immer, wenn ein wissenschaftliches Problem, und ein solches ist die Bestimmung des Blutalkohols ja zweifellos, in die Tagesliteratur gerät, sind auch hier Mißverständnisse und Fehler nicht zu vermeiden. Vielfach ist die Diskussion überhaupt auf Nebengebiete abgeglitten.

Seit ihrem Bestehen ist die *Widmarksche* Blutalkoholbestimmung, man kann fast sagen, in periodischen Abständen immer wieder Angriffen ausgesetzt gewesen, die zum Teil verständliche Gründe haben, zum Teil auf gewissen tatsächlich vorhandenen Schwächen der Methode selbst basieren. Trotzdem ist die gerichtsmedizinische Praxis von dem Verfahren nicht abgegangen, weil es in seiner Einfachheit unerreichbar ist. Dazu kommt, daß eine wachsende Erfahrung gelehrt hat, wo und aus welchen Ursachen Fehler auftreten können, so daß man diese relativ sehr selten zu erwartenden Fälle im voraus erkennen und entsprechend behandeln kann. Erst in neuerer Zeit ist der *Widmarkbestimmung* eine ernsthafte Konkurrenz in der sogenannten ADH-Methode erwachsen, die ihr an Spezifität überlegen ist.

Schon vor *Widmark* wurde versucht, den Trunkenheitsgrad durch Bestimmung des Alkoholgehaltes im Blut zu bestimmen. Die vorgeschlagenen Verfahren waren zum Teil zu umständlich, zum Teil unspezifisch, wie z. B. die Bestimmung des Brechungsindex des Blutserums im Interferometer. Die im Jahre 1922 von *Widmark* vorgeschlagene Oxydometrische Bestimmung war von den meisten Fehlern ihrer Vorgänger frei. Sie benutzt als grundlegende Reaktion die Oxydation des Äthylalkohols zur Essigsäure nach der Gleichung:



¹⁾ Vgl. auch Nachr. a. Chemie u. Technik Nr. 5, 1954, S. 51.

Quantitative Bestimmung des Äthylalkohols

205

Als Oxydationsmittel verwendet *Widmark* Bichromat in konz. Schwefelsäure, ein Reagens, das auch von anderen zur Bestimmung von Alkoholen verwendet wird. Bekannt ist z. B. die Bestimmung des Glycerins mit Bichromatschwefelsäure, die ausgezeichnete Ergebnisse liefert.

Natürlich ist es unmöglich, etwa eine bestimmte Menge Blut in die Bichromatlösung einzuwägen und dann den Verbrauch an Oxydationsmittel zu bestimmen. Das Blut enthält eine ganze Reihe anderer Substanzen, die Bichromat verbrauchen, so daß auf diesem Wege ganz falsche Werte gefunden würden. Um den Alkohol von allen anderen, nicht flüchtigen Blutinhaltsstoffen abzutrennen, verwendet *Widmark* die sogenannte isotherme Destillation, d. h. er destilliert den Alkohol bei Temperaturen unterhalb seines Siedepunktes aus dem Blut heraus und fängt ihn in dem Oxydationsgemisch auf. Auf diese einfache Weise werden Störungen durch andere oxydierbare Stoffe ausgeschaltet. Es können also bei der *Widmarkmethode* nur noch solche Blutinhaltsstoffe Alkoholwerte vortäuschen, die erstens flüchtig sind, und zweitens Bichromat verbrauchen. *Widmark* selbst hatte im Laufe seiner ersten Arbeiten bereits gezeigt, daß in normalem Blut derartige Stoffe nicht auftreten, die Oxydation von Bichromat unter seinen Arbeitsbedingungen also als spezifisch für den Äthylalkohol anzusehen ist. Natürlich können im Prinzip Methylalkohol, Propylalkohol, und die höheren Alkohole mittels der *Widmarkmethode* von Äthylalkohol nicht unterschieden werden. Da diese jedoch ebenfalls Rauschzustände hervorrufen, ist es, von der Seite der gerichtlichen Praxis aus gesehen, weniger wichtig, wodurch die Trunkenheit und damit die Verkehrsuntüchtigkeit des Untersuchten hervorgerufen worden ist.

Gelegentlich wurde auch behauptet, daß Fruchttester, wie sie z. B. im Apfelaroma vorkommen, erhöhte Blutalkoholwerte vortäuschen können. Das ist im Prinzip richtig. Ester sind ja Verbindungen aus Säuren und Alkoholen, sie werden in der Bichromatschwefelsäure in ihre Komponenten gespalten, wobei der Alkoholanteil ebenso wie freier Alkohol oxydiert werden kann. Im Blut aber können Ester nur in sehr kleiner Konzentration vorliegen, weil in allen Nahrungsmitteln die geruchsragenden Verbindungen nur spurenweise vorkommen und nur wieder kleine Bruchteile davon ins Blut übergehen. Kein Mensch ist in der Lage, derartig unmäßige Mengen Äpfel zu essen oder Apfelsaft zu trinken, daß er einen merklichen Blutspiegel von Estern aufwiese.

Ähnlich steht es mit dem Aceton, das gerade in der neuesten Zeit

Auf den Seiten 368-373 beschreibt CLB-Korrespondentin Uta Neubauer, wie man längerfristigem Drogenmißbrauch auf die Spur kommt: durch die Analyse von Haaren. Drogen und Giften mussten die Analytiker aber schon lange auf die Spur kommen, auch in Matrices wie dem Blut oder der Atemluft: Die Volksdroge Alkohol muss beispielsweise bei Verkehrskontrollen alltäglich schnell nachgewiesen werden können. Heute laufen dabei Geräte mit speziellen Sensoren dem „Pusteröhrchen“ den Rang ab. Dennoch ist es sicherlich interessant zu wissen, wie sich die Chemie der Alkoholbestimmung in Blut und Atemluft im Jahre 1955 darstellte; das zeigt der nebenstehende und auf der Umschlagseite 3 weitergeführte Artikel.

206

Quantitative Bestimmung des Äthylalkohols

erhebliche Diskussionen hervorgerufen hat. Unter gewissen physiologischen Bedingungen, z. B. bei Zuckerkrankheit oder sehr großen Anstrengungen bei geringer Nahrungszufuhr, können kleine Mengen Aceton im Blut nachgewiesen werden. Die auftretenden Konzentrationen sind aber so gering, daß sie auch nicht annähernd solche Blutalkoholwerte vortäuschen können, wie sie schon bei leichten Rauschzuständen erhalten werden. Die in der Presse heftig erörterte Möglichkeit, daß Aceton auch nach Schreckzuständen im Blut erscheinen könnte, wurde auf der letzten Tagung der Gerichtsmediziner in Kiel gründlich widerlegt. In einer ganzen Reihe von Fällen, bei denen die Versuchspersonen ganz erhebliche seelische Schockwirkungen über sich ergehen lassen mußten (es handelte sich dabei um Opfer von schweren Verkehrsunfällen), war auch mit sehr empfindlichen Methoden im Blut kein Aceton nachzuweisen. Eine Störung der *Widmarkmethode* durch Aceton ist also nicht zu befürchten.

Ebenfalls nur theoretisch bleibt die Störungsmöglichkeit durch Fäulnisstoffe. Bei den heute geübten Verfahren wird das Blut niemals in faule Zustände zur Untersuchung kommen.

Arbeitstechnik

Die Arbeitstechnik der *Widmarkschen* Methode ist außerordentlich einfach. Die dazu benötigten Geräte sind in Abb. 1 zusammengestellt, der sogenannte *Widmarkkolben* ist in Abb. 2 gesondert gezeichnet. Man erkennt die Destilla-

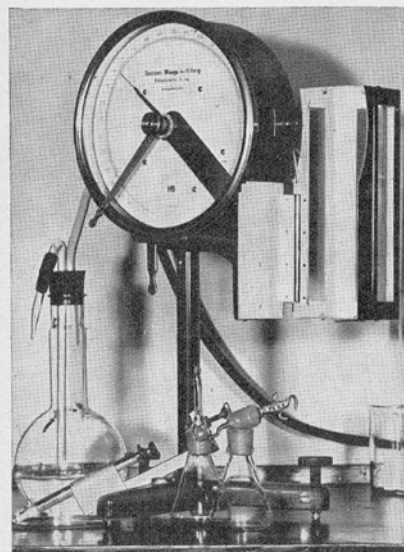


Abb. 1. Für die Alkoholbestimmung nach *Widmark* benötigte Geräte. (Erklärung im Text.)

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

Diskussionen Ende der 70er Jahre – zu Zeiten starken Aufstiegs grüner Politik – malten oft die Begriffe Technik/Natur wie einen schwarz/weiß-Kontrast an die Wand. Ich kam damals zu der Überzeugung, Technik ist eine Fortschreibung der Evolution mit anderen Mitteln: Statt einer chemischen Informationsübermittlung bei den Repräsentanten der Evolution – etwa über DNA – läuft die Entwicklung nunmehr durch Informationsweitergabe über physikalische Übertragungswege ab. Das beschleunigt selbstverständlich die Entwicklung enorm. Menschen sprechen viel und schnell miteinander, Schrift transportiert Wissen über Zeiträume hinweg, Fernsehen erreicht gleichzeitig eine Vielzahl von Individuen, und der Computer lässt diese sogar interaktiv miteinander reagieren. Auch die Technik hat jedoch einen unverkennbaren Bezug zur Natur, von natürlichen Wesen unter Nutzung der Naturgesetze erschaffen, und sogar mit Nutzung natürlicher Mechanismen. Wie man sich die Selbstorganisation in Chemie und Technik zunutze macht, zeigt unser Artikel auf den Seiten 374-380.

Vielleicht hilft die Fähigkeit zur Selbstorganisation auch den Deutschen dabei, einen wirtschaftlichen Vorsprung in die Zukunft hin zu retten. Wir sehen uns nämlich nicht nur in Bereichen der Produktion, sondern auch in Forschung und Entwicklung zunehmend stärkerer Konkurrenz aus China und Indien ausgesetzt. Die unglaublichen Hochschulabsolventenzahlen aus China – 360 000 in den Naturwissenschaften jährlich (18 000 in Deutschland), 250 000 in der Informatik (120 000 in Indien, nur 5000 in Deutschland) stellen nach Expertenangaben nicht nur Masse dar, sie seien auch Klasse (siehe Seite 387). Einzig die Art der Ausbildung, die noch sehr auf starres Lernen ausgerichtet sei, bedeute einen kleinen Nachteil gegenüber Deutschland, sagte Prof. Dr. Norbert Schadler gegenüber der CLB. In Deutschland arbeitet man hingegen in Schulen und Universitäten weit mehr projektbezogen. In diesem Zusammenhang muss der Forderung von Degussa-Forschungsvorstand Dr. Alfred Oberholz, jeder müsse lernen, unternehmerisch zu denken und zu handeln, besonderes Gewicht zugemessen werden. Hier gilt es, sich und seine Arbeit selbst zu organisieren und zu optimieren.

Allerdings ist es gleichermaßen notwendig, dafür die entsprechenden Freiräume zu schaffen. Gesetze und Verordnungen von beispielsweise der Handwerksverordnung bis hin zu dem Dickicht der Chemikaliengesetze, die sicherlich ihre Berechtigung hatten oder in veränderter Form haben können, müssen hinsichtlich ihres Nutzen/Schaden-Verhältnisses auf den Prüfstand.

Möglichkeiten zur Selbstentfaltung für Schüler, die Unterrichtsstoff nachzuholen haben, beschreibt dann den Artikel im CLB-Memory „Wissensmanagement Chemie“ (Seiten M73-M76). Dem Artikel ging auch ein Selbstorganisationsprozess voraus: Er stammt von Teilnehmern des Wettbewerbs „Jugend forscht“.

Von dieser CLB an können wir auf ein verstärktes Team von Herausgebern bauen. Ich freue mich, Prof. Dr. Karl Kleinermanns, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Lehrstuhlinhaber für molekulare Spektroskopie und Nanosysteme, Institut für Physikalische Chemie, sowie Prof. Dr. Jürgen Schram, Instrumentelle und Umweltschutzanalytik an der Hochschule Niederrhein in Krefeld als Herausgeber begrüßen zu können. Sie bringen ihren unverzichtbaren Anteil am Erfolg der Symposiums- und Ausstellungsveranstaltung InCom in Düsseldorf ein. Durch die Kooperation von CLB und InCom wird sich ihre Kompetenz künftig auch inhaltlich in der CLB niederschlagen.

Unterhaltsame Weiterbildung mit der CLB wünscht

Ihr



INHALT

Aufsätze

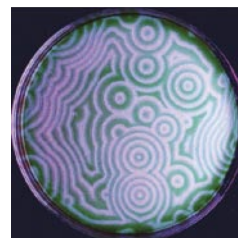
Drogenanalytik in Haaren „Fahrtenschreiber“ mit Tücken	368
Technische Nutzung der Selbstorganisation Die Natur für sich arbeiten lassen	374
Linux, Knoppix, Mac OS X, Open Source: Vorteile von Unix et al. in Chemie & Biologie Teil 12: Awk – Skalare, Arrays, Hashes	382

Rubriken

Editorial	361
Impressum	363
F & E im Bild	363
Unternehmen	364
Personalia	366
Förderungen / Preise	367
Messe / Kongress / Ereignisse	387

Umschau

100. Todestag von Clemens Alexander Winkler Der Entdecker des Germaniums	390
Umfeld Wissenschaft	392
Literatur	393
Neue Produkte	394
Bezugsquellenverzeichnis	399

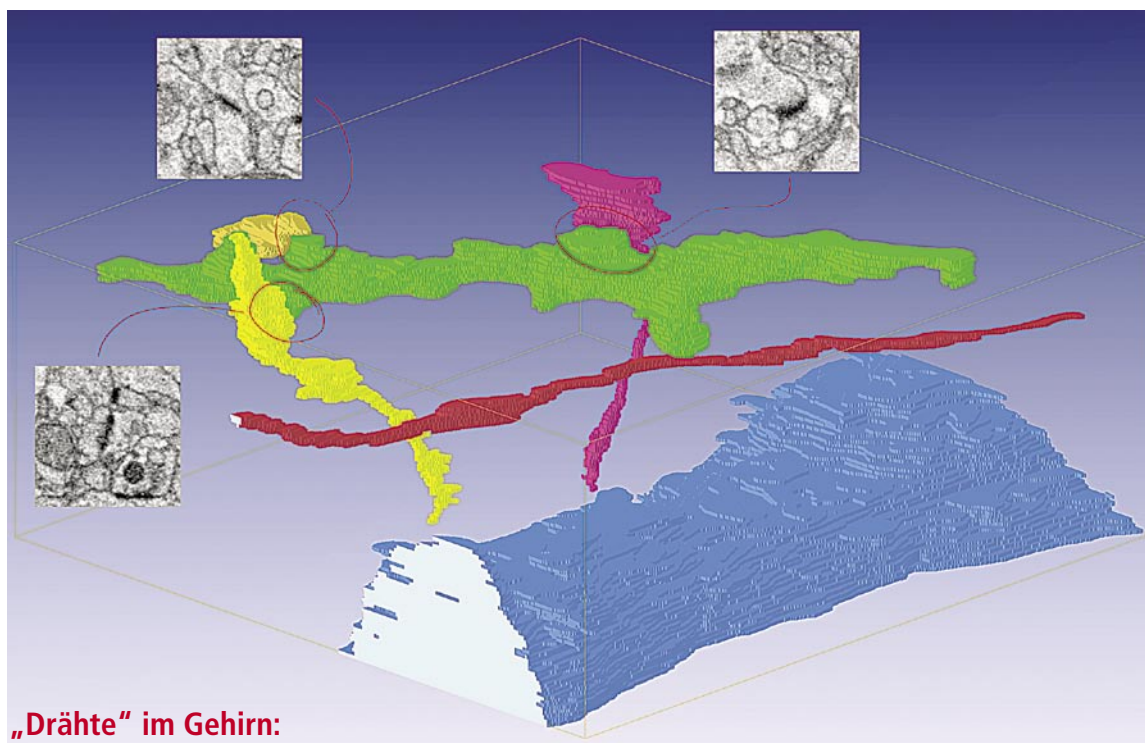


Zum Titelbild:

Ein Paradebeispiel der Synergetik ist die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion. Wird die Reaktionslösung nicht gerührt, bilden sich Muster aus (siehe dazu den Artikel ab Seite 374, Abb.: Juraj Lipscher, Manuel Pörtner, Kantonschule Baden, Schweiz).

CLB-Memory

Eine Präsentation des Chemieunterrichts Klasse 8 zum Selbststudium Wissensmanagement Chemie	M73
Symposium und Studie zu optischen Technologien zeigen: „Licht ist der Rohstoff für die Zukunft“	M77
Vorsicht beim Umgang mit Scoubidou-Bändern Lösemittel und Weichmacher	M79
Fast schon Physik: Leitende Chemie Mehrere richtige Antworten sind möglich	M80



„Drähte“ im Gehirn:

Das Bild zeigt einen dreidimensionalen Bilderstapel, der mit der SBFSEM-Technik gewonnen wurde. In den Bildausschnitten sind die synaptischen Verbindungen zwischen den „Drähten“ zu sehen. Blau gezeichnet ist ein Hauptdendrit, der Eingangssignale von den Synapsen einsammelt, grün ein dendritischer Seitenast. Bei den anderen Fortsätzen handelt es sich um Axone (Abb.:MPI für medizinische Forschung).

Wissenschaftler am Max-Planck Institut für medizinische Forschung haben eine Methode entwickelt, um die „Verdrahtung“ des Gehirns zu entschlüsseln und damit den Informationsfluss beim Denken zu verfolgen. Das von Winfried Denk und Heinz Horstmann entwickelte Gerät erlaubt es, automatisch dreidimensionale Bilder von biologischen Geweben zu erstellen. Da Nervenfortsätze oft weniger als 100 Nanometer im Durchmesser messen, haben die Forscher ein Elektronenmikroskop mit einem in der Probenkammer montierten Mikrotom kombiniert. Das Mikrotom schneidet etwa 50 Nanometer dicke Scheibchen von einem Plastikblock ab, in dem das zu untersuchende Gehirngewebe eingebettet ist. Nach jedem Schnitt macht das Elektronenmikroskop ein Bild der Schnittfläche. So entsteht ein digitaler Bilderstapel und damit ein dreidimensionales Abbild der Gewebeprobe. Diese „serielle Rasterelektronenmikroskopie der Blockoberfläche“ (SBFSEM) unterscheidet sich von bisherigen Verfahren dadurch, dass man zur Abbildung nicht Elektronen nutzt, die durch den dünnen Gewebeschicht hindurch scheinen (TEM), sondern jene, die von der Oberfläche des Gewebeblocks zurückgeworfen werden.

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr.
K. Kleinermanns, Düsseldorf · Priv. Doz. Dr.
H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. J. Schram,
Krefeld · Prof. Dr. Georg Schwedt, Claus-
thal-Zellerfeld · Prof. Dr. G. Weichbrodt,
Aalen · Prof. Dr. G. Werner, 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 Käser, Diekhofen; 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

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

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

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder
des VDC sowie des VBTA erhalten die
CLB zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 43 vom 12.8.2004.

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder
Störung durch höhere Gewalt besteht kein
Anspruch auf Lieferung.

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

Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsbeispiele kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die **Serono Pharma GmbH**, Unterschleißheim, vertreibt ab Oktober 2004 das neue Psoriasismittel Raptiva. Die Europäische Zulassungsbehörde EMEA (European Agency for the Evaluation of Medicinal Products) hat die Marktzulassung für Raptiva (Efalizumab) in 25 Ländern zur Behandlung der mittelschweren bis schweren Plaque-Psoriasis bei Erwachsenen erteilt.

Mettler Toledo Standard Industrial, Schwerzenbach/Schweiz, hat mit Siemens Automation and Drives (A&D), Nürnberg, eine Kooperation für das Wägetechnik-Geschäft vereinbart. Beide Unternehmen zertifizieren gemeinsam die definierten Produktkombinationen.

Siemens Automation and Drives (A&D) wurde bei der BASF als Lieferant von Prozessleitsystemen in die Liste der „Global DCS Supplier“ (Distributed Control System) aufgenommen. Das Ludwigshafener Unternehmen hat seine Prozessleittechnik-Strategie im Jahr 2004 aktualisiert, und legt besonderen Wert auf die Lebenszykluskosten, die für die Gesamtkosten entscheidend sind.

Henkel und Clorox haben vereinbart, dass Henkel seine Beteiligung an Clorox (28,8%) für eine Tochtergesellschaft eintauscht, die eine Kombination aus operativen Geschäften, der Clorox-Beteiligung an der Henkel Iberica und Barmitteln von 2,1 Milliarden US-Dollar ist. Dadurch werden das Henkel-Geschäft mit Haushaltspflegemitteln in den USA und die Henkel-Aktivitäten in Asien gestärkt. Außerdem übernimmt Henkel die Sovereign Specialty Chemicals, Inc., ein führender amerikanischer Anbieter von Spezialklebstoffen, Dichtstoffen und Montageklebern.

Die Degussa AG und Headwaters, Inc., South Jordan, Utah, unterzeichneten ein 50:50 Joint Venture für die Entwicklung und den Vertrieb eines Syntheseprozesses von Wasserstoffperoxid. Dieses soll in Großanlagen zu niedrigen Kosten produziert werden.

Analytik Jena hat jetzt einen Prototyp eines ICP-TOF-Massenspektrometers in Betrieb genommen. Seit Anfang des Monats arbeiten Wissenschaftler des Lehrstuhls für Analytische Chemie der Universität Hamburg mit dem ICP-Flugzeit-Massenspektrometer. Das Entwicklungsprojekt wurde in Kooperation mit der Gesellschaft zur Förderung angewandter Optik, Optoelektronik, Quantenelektronik und Spektroskopie e.V. (GOS) sowie dem ISAS - Institute for Analytical Sciences Department Berlin.

MWG Biotech AG hat eine Fokussierung des Unternehmens auf das Kerngeschäft beschlossen. Das bedeutet eine Konzentration auf die Produkte und Dienstleistungen der Geschäftsbereiche Genomic Synthesis (synthetische Nukleinsäuren, Oligonukleotide) und Genomic Information (Gene von ein- und mehrzelligen Organismen) konzentrieren. Von Genomic Diagnosis (Microarrays) und Genomic Technology (Laborautomation) will man sich trennen.

Degussa AG

Stärker in China

Die Degussa AG, Düsseldorf, baut ihr Engagement in China zielstrebig weiter aus. In Shanghai soll ein Multi-User-Standort für neue Produktionsaktivitäten mehrerer Degussa Geschäftsbereiche entstehen.

Ein entsprechendes Kooperationsabkommen wurde in Düsseldorf vom Degussa-Vorstandsvorsitzenden Prof. Utz-Hellmuth Felcht und Yanhua Ruan, Präsident des „Shanghai Chemical Industry Park“, (SCIP) in Anwesenheit von Yanhao Hu, Vizebürgermeister der Stadt Shanghai, unterzeichnet.

Der neue Multi-User-Standort liegt im SCIP am südlichen

Rand der Stadt. Die Investitionen werden in der Degussa Specialty Chemicals (Shanghai) gebündelt, einer Tochtergesellschaft der chinesischen Holding Degussa (China) Co., Ltd.. Erstes Projekt ist eine Polyester-Anlage des Geschäftsbereichs Coatings & Colorants, in der ab Anfang 2006 hochqualitative Produkte und Systemlösungen für die chinesische Lackindustrie hergestellt werden sollen.

Im Rahmen seiner China-Strategie hatte das Unternehmen bereits im Frühjahr in Shanghai ein Forschungszentrum eröffnet. Dort entwickelt man spezifische Produkte für den lokalen Markt.

Dienstleister Analysis GmbH

Zehn Jahre – Hunderte Studien

Die Analysis Biomedizinische Test GmbH, Köln, wird zehn Jahre alt. Das Prüflabor ist Serviceleister der Pharmaindustrie, die Arzneimittel aus potenziell virus- oder prionenbelasteten biologischen Quellen herstellt.

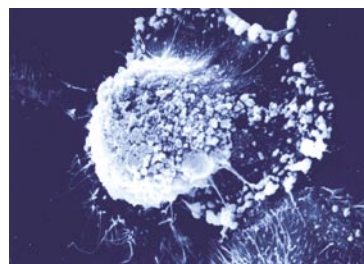
Analysis bietet Virus- und Prionensicherheitsstudien (Validierungsstudien) der Stufe 2 und der Hochsicherheitsstufe 3 für nationale und internationale Arzneimittelhersteller an. Gerinnungsfaktoren, Immunglobuline und Albumin aus menschlichem Plasma, Impfstoffe, monoklonale Antikörper aus Zellkulturen und Proteine aus gentechnisch veränderten Zellen können

kontaminiert sein. Deshalb werden in den Herstellungsprozess virus- und prionenabreichernde Schritte integriert. Diese Schritte gilt es zu validieren, das heißt auf Zuverlässigkeit zu überprüfen.

Seit der Gründung im Jahre 1994 wurden mehrere hundert Studien erfolgreich abgeschlossen. Analysis ist GLP-zertifiziert und arbeitet gemäß international verbindlicher Richtlinien der Zulassungsbehörden PEI, EMEA und FDA.

Geschäftsführer Dr. Andreas Immelmann zum Qualitätsanspruch seines Unternehmens: „Wir verstehen uns nicht nur als Dienstleister, der den Auftraggeber von der kosten- und personalintensiven Bioanalytik befreit. Zu unserem Leistungsspektrum gehört auch die Beratung unserer Kunden hinsichtlich Auswahl und Studiendesign der zu validierenden Prozessschritte sowie die gemeinsame Diskussion mit Behördenvertretern. Die Analysis GmbH konnte ihr Geschäftsfeld über die vergangenen Jahre hinweg kontinuierlich ausbauen. Dieser Trend zeichnet sich auch für die Zukunft ab.“

HIV-infizierter Makrophagen (Abb.: analysis GmbH).



Ehrfeld Mikrotechnik zu Bayer Technology Services Für komplexe Reaktionen

Bayer Technology Services GmbH (BTS) stärkt seine Kompetenz im Wachstumsmarkt der Mikrotechnik und erwirbt das Geschäft und die Assets der Ehrfeld Mikrotechnik AG, Wendelsheim.

Die Ehrfeld Mikrotechnik AG wurde 2000 als mittelständisches Start-up Unternehmen im Bereich der Mikrotechnologie gegründet. Kerngeschäft sind die Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Mikroreaktor-Modulen sowie die Verfahrensentwicklung im Kundenauftrag. Mit dem Erwerb dieses in der Mikroreaktionstechnik füh-

renden Unternehmens erhält BTS Zugriff auf weit fortentwickelte Technologien und erschließt damit zukunftsweisende Anwendungsgebiete der Mikrotechnik.

Insbesondere die Mikroreaktionstechnik ermöglicht, komplexe oder kritische Reaktionen der Feinchemie (Spezialprodukte, Agro- und Pharma-Chemikalien) exakt zu steuern, was die Sicherheit der chemischen Produktion weiter erhöht. Gleichzeitig können Anlagen bei höherer Ausbeute effizienter betrieben, kleiner gebaut und mit geringeren Investitionen realisiert werden.

R&D100 für CEM-Mikrowelle



Die CEM GmbH, führender Hersteller von Mikrowellen-Technik für das Labor, hat mit seinem neuen Mikrowellen Peptidsynthesizer Odyssey den R&D 100 Award 2004 gewonnen, der jährlich vom R&D Magazin für 100 „innovative neue Produkte oder Prozesse“ vergeben wird. Das Odyssey automatisiert und optimiert den gesamten Prozess der Peptid-Synthese, die Reaktionen laufen in Minuten ab.

Weitere Probleme bei Lion Bioscience

Rücktritte von Vorstand und Aufsichtsrat

Beim defizitären Bioinformatikunternehmen Lion Bioscience sind Vorstand und Aufsichtsrat mit sofortiger Wirkung zurückgetreten. Dieser Schritt soll nach Unternehmensangaben nicht mit einem Liquiditätsproblem in Zusammenhang stehen.

Die zurückgetretenen Vorstandsmitglieder Martin Hollenhorst und Daniel Keesman hatten erst zum Jahresanfang die Unternehmensführung übernommen. Der Aufsichtsrat um den ehemaligen Aventis-Vorstandschef Jürgen Dormann, Ex-Schering-Finanzvorstand Klaus Pohle und den früheren Microsoft-Manager Richard Roy legte nach einer Sitzung die Ämter nieder. „Die Entscheidung bedeutet nicht, dass wir ein Liquiditätsproblem haben“, sagte ein Sprecher auf Anfrage. Für das Geschäftsjahr 2004/2005 erwartet das Heidelberger Unternehmen bei einem Umsatz von rund 12,5 Mio. Euro einen Verlust von etwa 10,5 Mio. Euro. Es sei Lion Bioscience nicht mehr

möglich gewesen, eine wirtschaftlich vertretbare Managerhaftpflichtversicherung abzuschließen, hieß es zur Begründung. Die bestehende Versicherung laufe in den nächsten Tagen aus und sei im Verhältnis zur Unternehmensgröße nicht mehr vertretbar. Die Versicherung deckt Schadenersatzansprüche aus der Organtätigkeit ab.

Nach Angaben eines Sprechers bemüht sich das Unternehmen seit Monaten darum, die Notierung an der US-Technologiebörse Nasdaq aufzugeben. Branchenexperten hatten Lion in der Vergangenheit wegen mehrfacher Strategiewechsel als „chaotisch“ bezeichnet.

Ein neuer Vorstand wird mit Joseph Donahue und Thure Etzold aus den eigenen Reihen besetzt. Der Aufsichtsrat werde durch das Amtsgericht Heidelberg bestellt. Firmengründer und Anteilseigner Friedrich von Bohlen habe seine Unterstützung signalisiert. „Das wird voraussichtlich in den Aufsichtsratsvorsitz münden“, sagte der Lion-Sprecher.

Das besondere Gefühl
von Sicherheit und Pflege

Einmalhandschuhe
mit AloeVera

Nitril oder Latex
mit hautpflegender Innenbeschichtung
Fordern Sie noch heute Ihr Muster an

www.einkaufsinitiative.net
Fax: 03378 2081032



einkaufsinitiative life science
günstiger einkauf für eine starke region

FREEMAN TECHNOLOGY

(Malvern, Großbritannien) Das Unternehmen ernannte **Dr. Terry Cooper** zum Verkaufsdirektor. Terry Cooper bringt eine umfangreiche internationale Verkaufs- und Managementenerfahrung in die neue Position ein. Die neue Position wurde im Rahmen des anhaltenden Expansionsprogramms von Freeman Technology eingerichtet, getrieben vom Erfolg des FT Pulverrheometers sowohl in Großbritannien als auch auf vielen internationalen Märkten.



Cooper

GDNÄ

Die 1822 gegründete Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, älteste wissenschaftliche Vereinigung, wird ab 2007 für zwei Jahre von der deutschen Medizin-Nobelpreisträgerin **Prof. Christiane Nüsslein-Volhard** als Präsidentin geleitet, der ersten Frau in diesem Amt. Sie hat sich den intensiven Austausch zwischen den Naturwissenschaften und der Gesellschaft zum Ziel gesetzt.

HENKEL

Zum 1. Juli 2005 wechseln planmäßig zwei Mitglieder der Geschäftsführung. Nachfolger von **Dr. Klaus Morwind** wird der Österreicher **Dr. Friedrich Stara**, seit 1976 bei Henkel im Waschmittelbereich tätig. **Prof. Dr. Uwe Specht** vom Bereich Kosmetik/Körperpflege wird durch den Belgier **Hans Van Bylen** ersetzt, seit 1984 in unterschiedlichen, internationalen Positionen bei Henkel tätig.

MWG BIOTECH AG

Der Vorstandsvorsitzende des Unternehmens **Thomas Becker** hat sein Amt niederlegt. Für sein Ausscheiden nennt Thomas Becker persönliche Gründe. Bis zur Berufung eines Nachfolgers wird das Unternehmen von den beiden Vorständen **Dr. Wolfgang Pieken** und **Dr. Volker Muschalek** geführt. Dr. Wolfgang Pieken übernimmt die Bereiche Finanzen und IR und Dr. Volker Muschalek die Bereiche Personal und IT.

MWG BIOTECH AG

Der Aufsichtsrat wählte **Dr. Wolfgang Pieken** und **Dr. Volker Muschalek** in den Vorstand. Die dritte Vorstandsstelle wird gestrichen. Dr. Wolfgang Pieken wird Vorstandssprecher und verantwortet die Bereiche Finanzen, F&E, S&M und IR/PR, Dr. Volker Muschalek ist verantwortlich für das Operationale Geschäft, Personal und IT sowie das Indiegengeschäft.

VCI

Die Mitgliederversammlung des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) hat bei der Nachwahl zum Präsidium am 24. September 2004 in Baden-Baden **Dr. Rainer Follmann**, Gesellschafter der Follmann Management Holding, Minden, zum Vizepräsidenten gewählt. Die Amtszeit endet mit der Mitgliederversammlung 2005.

EHRUNGEN

Die Stiftung Industrieforschung zeichnet **Professor Wolfgang A. Herrmann**, Präsident der Technischen Universität München, mit dem diesjährigen **Initiativpreis** aus. Der mit 25 000 Euro dotierte Preis soll die Durchsetzung neuer Ideen fördern, die dazu beitragen, technische oder betriebswirtschaftliche Innovationen auf den Weg zu bringen. Professor Herrmann hat mit einer der bisher umfassendsten Hochschul-Reformen hervorragende Voraussetzungen geschaffen, um die Leistungsfähigkeit der Technischen Universität München zu stärken.



Herrmann

Den Literaturpreis des Fonds der Chemischen Industrie

erhält in diesem Jahr **Professor Dr. Oliver Sacks**, Neurologe und Autor populärwissenschaftlicher Bücher über Psychiatrie, für sein Buch „Onkel Wolfram“. Der Preis des Fonds der Chemischen Industrie ist mit 10 000 Euro dotiert.

VGB PowerTech e.V., ein internationaler Verband der Erzeuger von Strom und Wärme, verleiht seit über zwanzig Jahren den **Heinrich-Mandel-Preis** für herausragende Leistungen junger Ingenieure auf dem Gebiet der Strom- und Wärmeerzeugung. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis geht diesmal an den 31-jährigen **Dr.-Ing. Heyko Schultz**. Er entwickelte am Lehrstuhl für Umwelttechnik ein Verfahren, mit dem Gashydrate sicher und kostengünstig geborgen werden können.

Gewinner der EMBO Gold Medal

ist **Maria Blasco**, Direktor des Molecular Oncology Program des Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) in Madrid. Die Auszeichnung wird jedes Jahr an einen jungen, europäischen Wissenschaftler aus der Molekularbiologie vergeben, dieses Mal beim EMBO-Treffen „Frontiers of Molecular Biology“ im Oktober 2004 in Wien. Maria Blasco's vielbeachtete Arbeit über Telomere hat fundamentale Bedeutung für die Krebsforschung.

Mit der höchsten Auszeichnung

des Verbandes der Deutschen Biologen wurde der Pionier der Bionik-Forschung in Deutschland geehrt. Die **Treviranus-Medaille** wurde **Herrn Prof. Werner Nachtigall** von der Universität des Saarlandes während des Biologentages im ehrwürdigen Museum König Bonn verliehen. Durch zahlreiche, verständliche Publikationen ist es Prof. Nachtigall gelungen, in der Bevölkerung, den Medien und auch der Politik ein wachsendes Interesse am Forschungsbereich Bionik zu wecken.



Nachtigall

Kluge Fragen zur Technik gesucht

Die VDI Technologiezentrum GmbH sucht interessante technische Fragestellungen für die Gestaltung eines Wissensspiels. Dazu wurde ein Gewinnspiel gestartet, um Fragen zu sammeln. Fertig gestellt bietet das Wissensspiel Einblick in moderne Technik und vermittelt anwendungsorientierte Aspekte aus der Physik. Diese Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wendet sich vor allem an Schulen und Schüler. Thematisch orientieren sich die Fragen an den Fachgebieten Oberflächen- und Plasmatechnik, Nano- bzw. Nanobiotechnologie, Magnetismus und Supraleitung sowie Optik und Lithografie. Sie finden das TechQuiz-Gewinnspiel unter www.techportal.info. Einsendeschluss ist der **31. Dezember 2004**.

Wissensvermittlung

Zum sechsten Mal schreibt die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) den mit 50000 Euro dotierten Communicator-Preis aus, Wissenschaftspreis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft. Dieser Preis wird an Wissenschaftler aller Fachrichtungen vergeben, die sich in herausragender Weise um die Vermittlung ihrer Ergebnisse in die Öffentlichkeit bemühen. Dies kann in Form von Vorträgen, Artikeln, Ausstellungen, Filmen und anderen möglichen Formen der Präsentation geschehen. Der Preis kann sowohl an einzelne Wissenschaftler als auch an eine Gruppe von Forschern verliehen werden. Es werden Arbeiten ausgewählt, die im deutschen Sprachraum angesiedelt sind. Es sind sowohl Selbstbewerbungen als auch Vorschläge möglich. Bewerbungen sollten bis zum **31. Dezember 2004** bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, eingegangen sein.

Businessplan-Wettbewerb

Der alljährlich vom Science4Life e.V. ausgetragene Businessplan-Wettbewerb „Science4Life Venture Cup“ richtet sich bundesweit an unternehmerisch denkende Persönlichkeiten, die in den Bereichen Life Sciences und Chemie ein eigenes Unternehmen gründen wollen. Die Teilnehmer sollen eine Idee zum Geschäftskonzept haben und sie dann zum Businessplan weiterentwickeln und schließlich in einer Unternehmensgründung realisieren. Aufgeteilt ist der Preis in drei Wettbewerbsstufen, Konzept, Businessplan und Prämierung. Von Beginn an gibt es für alle Teilnehmer praxisnahe Informationen und Unterstützung. Dazu gehören Seminare und Workshops, aktives Feedback auf alle Anfragen und individuelles Coaching durch Branchen-Experten. Den Gewinnern winken Preisgelder von insgesamt 72 500 Euro. Detaillierte Informationen unter www.science4life.de.

Naturstoff-Forschung

Der Forschungsausschuss Biotechnologie, Arbeitsschuss „Niedermolekulare Naturstoffe mit biologischer Aktivität“ der Dechema e.V. schreibt die Vergabe des Nachwuchswissenschaftler-Preises für Naturstoff-Forschung aus. Die Auszeichnung geht an herausragende junge Wissenschaftler/innen, die mit richtungweisenden Arbeiten auf den verschiedenen Arbeitsfeldern der Naturstoff-Forschung hervorgetreten sind, insbesondere auf Grenzgebieten zwischen Biologie und Chemie. Der Preis, wird während der 17. Irseer Naturstofftage 2005 zum fünften Mal vergeben und umfasst neben einer Urkunde einen Geldbetrag von 2000 Euro. Bewerbungen und Vorschläge mit einer kurzen Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten und einer Kurzbioraphie sind bis zum **15. November 2004** zu richten an: Dr. Christoph Steinbach, Dechema e.V., Postfach 150104, 60061 Frankfurt.

Photowettbewerb zur Kölner Universität

Die Universität zu Köln lädt ein zur Teilnahme am Photowettbewerb zum Thema „Universität (er)leben“. Mitmachen können Studierende, Gasthörer, Mitarbeiter, Absolventen der Kölner Universität und alle anderen mit der Universität zu Köln verbundenen Interessenten. Die Photographien der Preisträger und die besten Arbeiten werden zum Universitätstag 2005 am 3./4. Juni 2005 in der Universität ausgestellt und prämiert. Die Bilddokumente sind beim Rektorat der Universität zu Köln, Redaktion Kulturelles Veranstaltungsverzeichnis, Kerpener Str. 15, 50923 Köln, einzureichen. Einsendeschluss ist der **30. April 2005**. Der zweijährlich ausgeschriebene **L. Fritz Gruber-Preis** wird erstmalig 2004 im Rahmen der photofair-cologne mit dem Thema „Universität (er)leben“ ausgelobt und öffentlich vorgestellt. Die photofair-cologne ist eine Messe für zeitgenössische Photographie nach 1945. Bei dieser Veranstaltung präsentieren rund 20 internationale Galerien mit dem Programmschwerpunkt Photokunst ihre Werke und Künstler in Köln. Weitere Informationen zum Photowettbewerb unter www.uni-koeln.de/uni/photowettbewerb/ zur Verfügung.

Laborgeräteservice

Reparatur und Wartung von verschiedensten Geräten in Labor und Praxis

Testlösungen für LC und GC

M-LTech
Pfaffenhäule 50, 78224 Singen
Tel: 07731 143216
Mobil: 0160 5523969
E-mail: info@m-ltech.de
www.m-ltech.de

M-LTech
Mess- und Labortechnik
Max Miller



„Fahrtschreiber“ mit Tücken

Uta Neubauer

Der Nachweis von Heroin, Cocain und anderen Drogen in Haaren hat sich in der Gerichtsmedizin etabliert. Aber: Ein negatives Testergebnis schließt einen Drogenkonsum nicht aus; ein positives Ergebnis beweist nicht unbedingt, dass jemand illegale Substanzen konsumiert hat. Zahlreiche Faktoren beeinflussen das Ergebnis einer Haaranalyse. Die Haarfarbe ist nur einer davon.

Rapunzel hatte lange, prächtige Haare, fein wie gesponnenes Gold – und erstaunlich schnell im Wachstum. Als die böse Zauberin das schöne Kind in den Turm sperrte, war es gerade zwölf Jahre alt, seine Haare aber bereits mehr als zehn Meter lang. Es sei den Brüdern Grimm verziehen, dass sie dem Mädchen ein Haarwachstum von mehr als zehn Zentimetern pro Monat andichteten. Wie hätte die Zauberin sonst den Turm erklimmen sollen? Und wer weiß schon, dass Haare nicht beliebig lang wachsen, sondern bedingt durch ihren Lebenszyklus selten länger als 75 Zentimeter werden. Fünf bis sieben Jahre lang wächst ein Haar etwa einen Zentimeter pro Monat, dann fällt es aus und ein neues wächst nach.

Mit solchen Details müssen sich Märchenerzähler nicht beschäftigen. Für diejenigen aber, die in Haaren nach Drogen fahnden oder – wie Ärzte und Juristen – ihre Befunde auf Haaranalysen stützen, ist dieses Wissen unerlässlich. Fritz Pragst vom Institut für Rechtsmedizin der Charité Berlin betont, dass die Fehlerquellen nicht in erster Linie in der praktischen Durchführung oder der eigentlichen Messung (meist GC-MS) lauern, sondern in der Interpretation der Ergebnisse (Toxichem + Krimtech, 2004, 71 (2), S. 69-83).

In Medizin und Recht ergänzt die Haaranalyse die Untersuchung von Körperflüssigkeiten wie Blut oder Urin und ist Methode der Wahl, um einen länger zurückliegenden Konsum nachzuweisen. Das Ergebnis einer Haaranalyse entscheidet mit darüber, ob jemand seinen Job verliert wie Fußballtrainer Christoph Daum, seinen Führerschein behalten darf oder während einer Tat nur bedingt schuldig war. Ärzte können anhand einer Haaranalyse überprüfen, ob ein Patient Medikamente regelmäßig einnimmt.



Die Autorin:

Dr. Uta Neubauer ist freie Wissenschaftsjournalistin. Sie studierte Chemie in Hamburg und Oldenburg, promovierte an der ETH Zürich über Schwermetalle in Böden und lebt jetzt in Bad Soden am Taunus



Eine Strähne von Rapunzels Haaren könnte zeigen, ob und wann die Zauberin sie mit Drogen betäubt hat. Bei der Auswertung der Haaranalyse wäre allerdings Vorsicht geboten, denn mit Rapunzels Haaren stimmt etwas nicht. Normalerweise werden Haare nicht länger als etwa 75 Zentimeter.

Gebunden an Proteine, Pigmente oder an Lipide der Zellmembranen bauen Haare Drogen in ihre Struktur ein und speichern sie monatelang. Zum Vergleich: Der Urin eines Cocainkonsumenten enthält die Droge bis zu einem halben Tag nach dem Konsum, bei hoher Dosis und mit hochempfindlichen Methoden gelingt der Nachweis maximal noch zwei Wochen später. Aus dem Blut verschwindet das Alkaloid bereits nach etwa sechs Stunden. Ein weiterer Vorteil der Haaranalyse: Fast immer enthalten Haare die Muttersubstanz selbst, Körperflüssigkeiten häufig nur noch die Stoffwechselprodukte.

Der Pigmenteffekt

Ob schwarz oder blond wie die Haare von Rapunzel, ob gefärbt oder sonnengebleicht, naturkraus oder dau-

ergewellt – die Eigenschaften eines Haares bestimmen seine Speicherkapazität für Fremdstoffe. Der Frage, wie und wo das Haar Substanzen einlagert, widmet sich ein Wissenschaftlerteam um Gisela Skopp von der Ruprecht-Karls-Universität in Heidelberg und Lucia Pötsch von der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz. Schon vor einigen Jahren erkannten sie, dass der Drogengehalt von der Farbe eines Haares abhängt. Die Wissenschaftler hatten sechs Tricolor-Meerschweinchen, die weißes, rotbraunes und schwarzes Fell besitzen, mit dem Antibiotikum Ofloxacin gefüttert. Die Analyse der Fellhaare – fein sortiert nach Farbe – zeigte für alle Tiere den selben Trend: Weiße Haare enthielten am wenigsten, schwarze am meisten Ofloxacin. Der Gehalt in den rotbraunen Haaren lag dazwischen. Andere Wissenschaftler bestätigten das Ergebnis für Substanzen wie das Schmerzmittel Phencyclidin (in der Drogenszene auch als peace pill bekannt), das hustenstillende Morphin-Derivat Codein und das Entzugsmittel Methadon. Als Meerschweinchen-Analogen dienten zum Beispiel graumelierte Personen, deren weiße Haare weniger Fremdstoffe enthielten als die pigmentierten.

Basische Drogen binden gut an Melanin

Haare bestehen hauptsächlich aus Proteinen, Lipiden und Wasser. Der Anteil des Pigmentes Melanin, dem Menschen ebenso wie Meerschweinchen ihre Haarfarbe verdanken, beträgt bis fünf Prozent. Melanin ist ein polymeres Polyanion. Es liegt gebunden an das Proteingerüst des Haares vor und bildet zwei Unterklassen, die sich chemisch unterscheiden: Eumelanin und Phäomelanin. Während das dunkelbraun bis schwarze Pigment Eumelanin ein Polymer aus vorwiegend 5,6-Dihydroxyindol und 5,6-Dihydroxyindol-2-Carbonsäure ist, besteht das gelb bis rotbraune Phäomelanin vor allem aus Benzothiazin-Bausteinen. Braunes und schwarzes Haar verdankt seine Farbe vor allem Eumelanin, das man unter dem Mikroskop als ellipsoide Körnchen erkennt. In blonden und roten Haaren überwiegt Phäomelanin, das kleinere, eher rundliche Granula bildet. Der Gesamtmelaningehalt in hellblonden Haaren beträgt etwa $2 \mu\text{g}/\text{mg}$ Haar. Rötliche Haare enthalten durchschnittlich doppelt, schwarze sechsmal soviel Melanin. Das Mischungsverhältnis von Eumelanin zu Phäomelanin, das die Haarfarbe bestimmt, ist individuell sehr unterschiedlich und nicht immer kann man aus dem visuellen Eindruck auf den Gesamtmelaningehalt schließen.

Phäomelanin bietet Drogen andere Bindungsstellen als Eumelanin und ist außerdem chemisch instabiler. So ist es gut alkalilöslich und empfindlicher gegen UV-Strahlen.

Als Faustregel gilt: Basische Substanzen wie das Alkaloid Cocain binden gut an das Melanin-Polymer. Saure oder neutrale Drogen wie das Barbitursäurederivat Phenobarbital oder die aus Hanf stammenden Tetrahydrocannabinole zeigen keine Präferenz bezüg-

lich ihrer Verteilung in pigmentierten und nicht pigmentierten Haaren. Die meisten Substanzen, die auf die Psyche wirken, sind basisch.

Blonde bei der Haaranalyse im Vorteil?

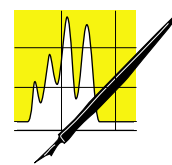
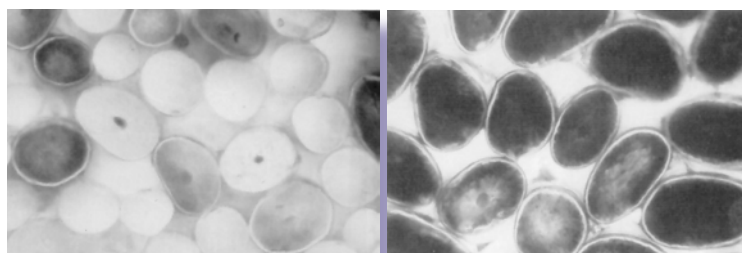
Wie viele Fremdstoffe Haare binden und wie leicht sie diese wieder freisetzen – zum Beispiel während der Extraktionsschritte einer Haaranalyse – hängt unter anderem von den Pigmenten im Haar ab. „Vorteil für Blonde bei der Haaranalyse“ betitelt die Universität Heidelberg eine Pressemitteilung, die ein Projekt von Gisela Skopp und ihren Kollegen vorstellt. Diese Überschrift treffe jedoch nicht den Kern ihrer Arbeit, findet die Wissenschaftlerin und betont: Wenn jemand regelmäßig Drogen konsumiere, decke die Haaranalyse das auf – egal ob blond oder schwarzhaarig. Die Haaranalyse ist schließlich keine quantitative Methode. Den Einfluss von Melanin auf die Speicherung von Fremdstoffen bestreitet die Wissenschaftlerin aber nicht. Im Gegenteil: Ihr Ziel ist, die Mechanismen der Einlagerung aufzuklären. Gisela Skopp und ihre Kollegin Lucia Pötsch packen das Problem an der Wurzel, genauer: am Haarfollikel. Dort, wo das Haar entsteht, sitzen melaninbildende Zellen, Melanocyten, und verwandeln Aminosäuren in Pigmente. Sämtliche Bausteine für das Haar liefert das Blut über feine Kapillaren. Über diesen Weg erreichen auch Fremdstoffe wie Drogen die Haarwurzel.

Die Einlagerung von Substanzen in Haare lässt sich schlecht direkt verfolgen. Skopp und Pötsch untersuchen die Prozesse daher in Modellversuchen mit Zellkulturen. Hornstoff (Keratin)-produzierende Keratinocyten, welche die Hauptmasse eines Haares ausmachen, fütterten sie mit Tritium-markierten Psychopharmaka und Cocain. Mit der Flüssigkeitsszintillationsspektrometrie bestimmten sie die Gehalte in den Zellen nach Inkubationszeiten von einer halben Stunde bis zu drei Tagen.

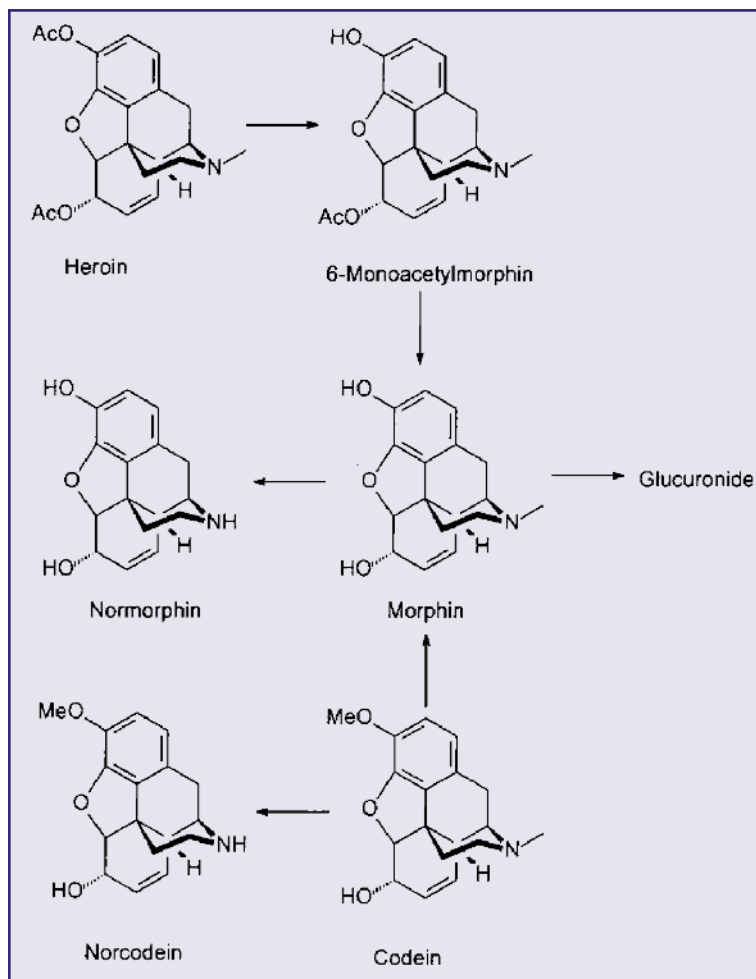
Üblicherweise reichern Haare basische Fremdstoffe an, die Konzentration im Haar ist meist höher als die entsprechende im Blut (bezogen auf die jeweiligen Trockenmassen). Im Modellversuch hingegen nahmen die nicht pigmentierten Keratinocyten nur geringe

Haarquerschnitte menschlicher Kopfhare (links: hellblondes, europäisches Haar, rechts: asiatisches Haar). In der Haaranalytik spielen Pigmente eine wichtige Rolle, da sie Fremdstoffe binden.

(Lichtmikroskopische Aufnahme aus „Haaranalytik. Technik und Interpretation in Medizin und Recht“, B. Madea, F. Mußhoff (Hrsg.), S. 43, Deutscher Ärzte-Verlag).



AUFSÄTZE



Metabolismus von Heroin und Codein

(Abbildung aus „Haaranalytik. Technik und Interpretation in Medizin und Recht“, B. Madea, F. Mußhoff (Hrsg.), S. 140, Deutscher Ärzte-Verlag).

Mengen der Drogen auf. Die Gehalte in den Zellen erreichten in keinem Fall die des Mediums – im Einklang mit der Beobachtung, dass weiße Haare verhältnismäßig wenig Fremdstoffe speichern.

Ein ähnliches In-vitro-System mit Pigment-bildenden Zellen zeigte, dass Melanin körperfremde Substanzen bindet. Die zunächst unpigmentierten Zellen bildeten während der Inkubation Melanin und bauten die dem Medium zugegebenen Psychopharmaka Haloperidol und Imipramin in das Pigment ein: 80 Prozent des aufgenommenen Haloperidols und 30 Prozent des Imipramins lagen eingeschlossen in Melanin vor. Mehr als die Hälfte des aufgenommenen Imipramins (55 Prozent), aber nur 12 Prozent des Haloperidols fanden die Wissenschaftler im Cytoplasma und in den Membranen. Ein geringer Anteil der Psychopharmaka hatte an Proteine gebunden.

Nur der oxidative, alkalische Aufschluss mit Natronlauge und Wasserstoffperoxid setzte die beiden Wirkstoffe vollständig wieder frei. Die Behandlung mit Methanol im Ultraschallbad – eine gängige Aufarbeitungsmethode in der Haaranalyse – erfasste immerhin über 80 Prozent des Imipramins und etwa 70

Prozent des Haloperidols, setzte also einen Teil der im Pigment eingeschlossenen Fremdstoffe wieder frei. Die Extraktion mit einem wässrigen Puffer hingegen konnte die während der Pigmentbildung eingeschlossenen Psychopharmaka nicht lösen.

Heikle Extraktion

Ist die Extraktionsdauer zu kurz oder das Extraktionsmittel zu mild, unterschätzen Haaranalytiker den tatsächlichen Fremdstoffgehalt. Auch hier zeigt sich der Pigmenteffekt: Dunkle Haare sind erst nach häufigen Extraktionen drogenfrei, hellblonde Haare oft schon nach der ersten Methanol-Extraktion.

Eine milde Extraktion mit einer geringeren Ausbeute muss man billigend in Kauf nehmen, wenn eine stärkere Methode wie der Natronlaugeaufschluss die nachzuweisenden Stoffe zerstören würde. Auch alternative Techniken haben Tücken: Enzymatische Verfahren mit Proteinasen schließen die Haarmatrix zwar schonend auf, katalysieren aber die Umwandlung einiger Analyten. Die Extraktion mit superkritischem CO_2 , die bei Zugabe von Modifiern wie Methanol oder Essigsäureethylestern hohe Ausbeuten für Cocain und Amphetamine zeigt, ist apparativ aufwendig. Das jeweilige Vorgehen richtet sich nach der zu untersuchenden Substanz. Standardverfahren gibt es nicht.

Die Probenvorbereitung birgt außerdem die Gefahr, den Fremdstoffgehalt in Haaren zu überschätzen. Denn dank ihrer großen Oberfläche und dem direkten Kontakt mit der Umwelt bieten Haare ideale Voraussetzungen, um Stoffe aus der Luft zu binden. Wer sich mit Haschisch-Rauchern in einem Raum aufhält, dessen Haare lagern Cannabinoide an. Vor der

Wer vor einem Drogentest steht, sollte die Finger von Mohnbrötchen lassen. Sie können das Ergebnis des Urin-Screenings verfälschen. In Haaren scheint Mohngebäck keine Spuren zu hinterlassen. (Foto: Jörg Lobbes).



eigentlichen Extraktion oder dem Aufschluss einer Haarprobe muss die Strähne daher von solch adsorbierten Fremdstoffen gereinigt werden, zum Beispiel mit wässrigen Puffern.

Die Trennung zwischen äußerer und innerer Belastung gelingt nicht immer. Zum einen können selbst wässrige Waschlösungen eingelagerte Substanzen lösen, zum anderen binden einige Stoffe aus der Luft irreversibel an die Haarmatrix. Um sicher zu gehen, dass es sich bei einer nachgewiesenen Droge um eine konsumierte handelt, fahnden die Analytiker in den Haaren zusätzlich nach Stoffwechselprodukten: bei Haschisch oder Marihuana-Rauchern zum Beispiel nach Carboxy-Tetrahydrocannabinol, einem Abbauprodukt des Cannabis-Wirkstoffes Tetrahydrocannabinol (THC), bei Cocain-Konsumenten nach Norcocain.

Ultra Clean bedeutet nicht drogenfrei

Wenn schon wässrige Lösungen Fremdstoffe aus Haarproben entfernen, kann sich ein Drogenkonsument dann selbst rein waschen? Eine amerikanische Firma bietet – neben urinreinigenden Getränken – das Spezial-Shampoo Ultra Clean an. Laut Herstellerangaben dringen dessen Inhaltsstoffe – die sich allerdings nicht von denen in herkömmlichen Produkten unterscheiden – in den Haarschaft und entfernen mit einer einzigen Haarwäsche unerwünschte Verunreinigungen. Doch der Erfolg hält sich in Grenzen. Wie Wissenschaftler um Pötsch und Skopp anhand von 14 belasteten Haarproben nachwiesen, nahmen die Konzentrationen an Drogen zwar ab – der THC-Gehalt um mehr als ein Drittel (untersucht in vier Haarproben), der von Cocain um etwa fünf Prozent (zehn Haarproben). Ultra Clean senkte die Gehalte aber in keinem Fall unter die Nachweisgrenze.

Auch Dauerwellen, Bleichen mit Wasserstoffperoxid oder Sonnenstrahlen verändern den Fremdstoffgehalt in Haaren. Zum einen kurbeln Licht und chemische Haarbehandlungen den Abbau der eingelagerten Drogen an, zum anderen zerstören sie Bindungsstellen des Haarpigmentes und setzen eingelagerte Fremdstoffe frei.

Keine Mohnbrötchen im Gefängnis

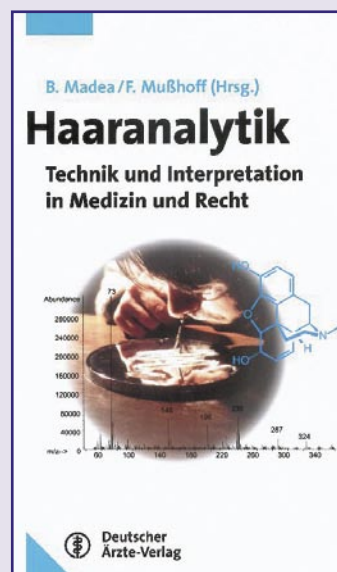
Nicht immer beweisen die in Haaren, Blut oder Urin nachgewiesenen Fremdstoffe einen illegalen Konsum von Drogen. Ein Beispiel: Allein der Nachweis von Morphin im Urin sagt noch nichts über die Quelle aus. Stammt die Substanz aus Heroin? Oder aus Codeinhaltigem Hustensaft? Oder gar aus Mohnbrötchen? Noch mehrere Stunden nach Genuss von zwei Mohnbrötchen, sogar bis zu vier Tagen nach dem Verzehr von Mohnkuchen, können erhöhte Morphin-Gehalte im Urin das Ergebnis eines Drogentests verfälschen. Daher versagte das Oberlandesgericht Karlsruhe einem Strafgefangenen den Genuss von Mohnbrötchen. Hilke Andresen und Achim Schmoldt vom Institut für Rechtsmedizin der Universität Hamburg empfehlen, vor einem Drogentest im Rahmen einer Fahreignungsprüfung oder einer Einstellungsuntersuchung auf Mohngebäck zu verzichten.

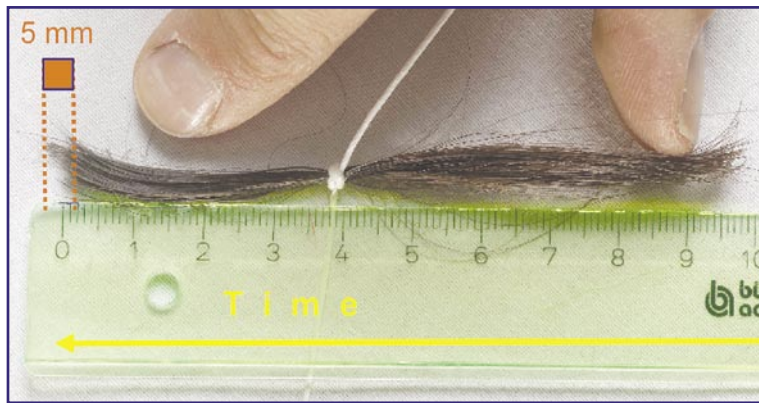
Zwar deuten verschiedene Marker auf die eine oder andere Morphin-Quelle hin. So ist 6-Acetylmorphin ein Hinweis auf Heroin, das Alkaloid Thebain (das nur in Mohnsamen, aber nicht in Heroin vorkommt) auf Mohnbrötchen. Aber Verlass ist auf diese Marker nicht: der Thebain-Gehalt in Mohnsamen schwankt stark und die Substanz ist daher nicht immer im Urin zu finden. Für Mohnkuchen-Liebhaber erhöhte die oberste US-Gesundheitsbehörde, das Department



Verständliche Haaranalyse

Da es der Haaranalytik an standardisierten Analysemethoden (noch) mangelt, erfordert die Auswertung besondere Sorgfalt. Eine wertvolle Stütze bietet hier das Referenzwerk „Haaranalytik. Technik und Interpretation in Medizin und Recht“, herausgegeben von dem Rechtsmediziner Burkhard Madea und dem Toxikologen Frank Mußhoff im Deutschen Ärzte-Verlag Köln, ISBN 3-7691-0437-4. Die Autoren erklären sowohl Grundlagen – was ist ein Haar und wie bindet es Drogen oder andere Fremdstoffe –, als auch Details der Probenvorbereitung, Analytik und Qualitätssicherung. Einzelne Kapitel widmen sich speziellen Analyten wie Cocain, Arzneiwirkstoffen oder Spurenelementen. Zahlreiche Tabellen erlauben dem Leser einen Vergleich mit eigenen Ergebnissen. Fallbeispiele sowie eine Bestandsaufnahme aus juristischer Sicht, die Gesetzesvorschriften und Beispiele aus der Rechtsprechung einbezieht, runden die Monographie ab. Kurzum: Den Autoren ist ein praxisrelevantes Werk für Naturwissenschaftler, Ärzte und Juristen gelungen, das die Problematik trotz der inhaltlichen Bandbreite detailliert erörtert.





Die zeitliche Einordnung eines Drogenkonsums gelingt nur mit einer akkurat entnommenen Haarsträhne. Ein fransiger Schnitt erschwert die Auswertung. Fünf Millimeter spiegeln einen Zeitraum von etwa zwei Wochen. (Abbildung aus *Toxichem + Krimtech*, 2004, 71 (2), S. 69-83, mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers)

of Health and Human Services, die Grenzwerte bei Kontrollen am Arbeitsplatz: für Opiate im Urin liegt er jetzt bei 2000 ng/ml statt 300 ng/ml. Außerdem gilt erst der als Heroinkonsument, dessen Urinprobe 6-Acetylmorphin in einer Konzentration von mehr als 10 ng/ml enthält. Die Zusatzanalyse ist unverzichtbar, denn schon ein Stück Mohnkuchen kann zu einer Opiatkonzentration im Urin von 4000 ng/ml führen, wie eine Studie vom Institut für Rechtsmedizin der Universität Kiel zeigte.

Ist die Haaranalyse in solchen Fällen verlässlicher? Im Blut von Mohngebäck-Konsumenten fanden die Kieler Wissenschaftler zumindest kein Morphin – demnach dürften Brötchen und Kuchen keine Spuren in den Haaren hinterlassen. Auch die Hamburger Rechtsmediziner Andresen und Schmoltdt empfehlen die Haaranalyse, statt entsprechende Richtwerte für die Gehalte im Urin anzuheben. Die Hamburger Wissenschaftler konnten bei Versuchspersonen, die regelmäßig Mohnbrötchen aßen, keine Einlagerung von Morphin in den Haaren nachweisen.

Eine Bemerkung am Rande: Morphin im Mohngebäck stammt aus einer Verunreinigung der Mohnkörner mit dem opiathaltigen Milchsaft der Samenkapseln. Statt die Samen aus den reifen Kapseln herauszuschüteln – wie früher üblich – quetschen die Mohnbauern sie heute maschinell, wobei der Saft mit den Samen in Berührung kommt.

Haare als „Fahrtenschreiber“

Im Gegensatz zu Blut und Urin geben Haare darüber Aufschluss, ob jemand regelmäßig oder gelegentlich, vielleicht nur ein einziges Mal, Drogen genommen hat. Eine Segment für Segment analysierte Strähne kann das zeitliche Protokoll des Konsums offenbaren, vorausgesetzt die Haare wurden direkt über der Kopfhaut akkurat abgeschnitten. Ein fransiges Ende erschwert die

genaue zeitliche Zuordnung – immerhin spiegeln fünf Millimeter Haar einen Zeitraum von zwei Wochen.

Doch selbst in Strähnen, die mit größter Sorgfalt entnommen wurden, unterscheiden sich die einzelnen Haare im Wachstum – und damit im Gehalt an eingebauten Substanzen. Ein Kopfhaar wächst etwa zwei bis sechs Jahre (Wachstums- oder Anagenphase) und schiebt sich anschließend mit der Wurzel in ein bis zwei Wochen Richtung Kopfhautoberfläche (Übergangs- oder Catagenphase). Hier bleibt es zwar noch einige Monate verankert, wächst aber nicht mehr (Ruhe- oder Telogenphase). Schließlich wird es von einem neuen Haar verdrängt oder fällt beim Kämmen oder Haarewaschen aus. Im Mittel befinden sich 85 bis 90 Prozent der Kopfhaare in der Wachstumsphase, ein bis drei im Übergang und 12 bis 15 Prozent im Ruhestadium. Auch dass die Haare eines Individuums (die von verschiedenen Menschen sowieso) unterschiedlich schnell wachsen, verschmirt die zeitliche Bestimmung. Es ist durchaus möglich, dass ein Haar einer Strähne 0,8 Zentimeter im Monat wächst, ein anderes das doppelte.

Jede Stelle eines Haares, das einen Zentimeter im Monat wächst, hat etwa vier Tage lang Substanzen aus dem Blut aufgenommen (auf der etwa 1,2 bis 1,5 Millimeter langen Strecke von der Zellteilungs- bis zur Verhornungszone). Danach gelangen Fremdstoffe noch durch Hintertürchen ins Haar: über Schweiß, Talg oder Gewebedepots. So berichtet Fritz Pragst von einer Frau, die nur gelegentlich auf Techno-Parties Ecstasy konsumiert, deren Haare aber über die gesamte Länge mit dem relativ seltenen Amphetamin-derivat MBDB belastet waren. Vermutlich hatten die verschwitzten Haare der Techno-Tänzerin die Droge über den Schweiß aufgenommen.

Abweichungen von Haar zu Haar und von Labor zu Labor

Wie viel Drogen Haare einlagern, ist individuell sehr unterschiedlich. Bereits die Konzentration im Serum variiert von Konsument zu Konsument, die Haarfarbe und unterschiedliche Haarbehandlungen sorgen wie oben erwähnt für weitere Abweichungen. Aus dem gemessenen Fremdstoffgehalt im Haar können Analytiker daher nicht die aufgenommene Dosis berechnen. Vorsicht ist auch bei einem negativem Befund geboten: Ein einmaliger oder seltener Drogenkonsum hinterlässt nicht immer seine Spuren im Haar.

Und wie oft in der Analytik: Die Ergebnisse einer Haaranalyse variieren von Labor zu Labor. Fritz Pragst stellt in seinem Übersichtsartikel die Ergebnisse von zwei Ringversuchen vor. Letztes Jahr analysierten 17 Laboratorien eine Haarprobe auf Cocain und dessen Hydrolyseprodukt Benzoyllecgonin. Die Werte für Cocain zeigten eine Bandbreite von 0,5 bis 4,5 ng/mg (zum Vergleich: bei regelmäßigem Konsum bewegen sich die durchschnittlichen Cocainkonzentrationen im

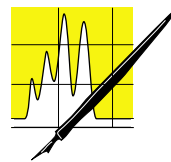
Haar zwischen 0,5 und 30 ng/mg). Die Benzoyllecgonin-Werte schwankten ähnlich stark, wobei die Analytiker, die hohe Cocainwerte meldeten, auch hohe Benzoyllecgonin-Konzentrationen fanden. Ein etwas besseres Ergebnis zeigte ein Ringversuch, bei dem 20 Laboratorien eine Haarprobe auf die Heroinmetaboliten 6-Acetylmorphin und dessen hydrolytisches Abbauprodukt Morphin untersuchten. Besonders niedrige Gehalte an Acetylmorphin korrelierten hier mit hohen Morphinkonzentrationen. Das zeigt, dass der Grad der Hydrolyse von Acetylmorphin zu Morphin abhing vom jeweiligen Labor und dem dort gängigen Analysenverfahren. Kritisch ist hier die Extraktion. Selbst bei der Behandlung mit einem wässrigen Puffer hydrolysiert 6-Acetylmorphin zu Morphin und Essigsäure. Eine standardisierte Analysenmethode könnte in diesem Fall die Schwankungsbreite verringern. Informationen zu Ringversuchen bietet die Gesellschaft für Toxikologische und Forensische Chemie im Internet auf www.gtfch.org an.

Nicht nur Kopfhare

Für die Haaranalyse entnimmt man meist eine Strähne vom Kopf, bevorzugt vom Hinterkopf. Denn hier ist zum einen der Anteil an Haaren, die sich im Wachstum (in der Anagenphase) befinden, am größten, zum anderen wachsen sie hier am gleichförmigsten. Für eine ergänzende Untersuchung oder bei Mangel an Kopfharen bieten sich Körperhaare wie Achsel-, Scham- und Barthaare an. Notfalls sogar Fingernägel – wie eine Gruppe von Forschern aus Taiwan kürzlich im *Journal of Analytical Toxicology* (Band 28, Nummer 5, September 2004, S. 411-417) berichtete. Wie Haare gehören Nägel zu den Hautanhangsgebilden. Die

Forscher schnitten die Fingernägel von 97 Frauen, die Amphetamine (unter anderem als Streckmittel für Cocain verwendet) oder Opiate, teilweise beides, konsumiert hatten. In 62 Fällen fanden sie Amphetamine, allerdings in geringerer Konzentration als in den parallel untersuchten Haaren.

Die Haaranalyse hat sich einen festen Platz in der Gerichtsmedizin erobert. Fingernägel werden Haaren diesen Platz kaum streitig machen: Sie wachsen dreimal langsamer als Haare – und werden häufiger geschnitten. Der Nachweis eines sporadischen oder einmaligen Drogenkonsums, auch die Erstellung eines zeitlichen Protokolls dürfte mit einer Nagelanalyse kaum gelingen. Denn Fingernägel so lang wie die vom Struwwelpeter gehören ebenso in die Märchenwelt wie die goldene Haarpracht von Rapunzel.



AUFsätze

Haaranalyse als Gesundheits-Check? „Rausgeschmissenes Geld“

Die Zeitschrift „test“ hat in ihrer Ausgabe vom Oktober 2004 ebenfalls das Thema Haaranalyse aufgegriffen. Sie untersuchte dort Angebote von Reformhäusern, Apotheken, Laboren, Heilpraktikern und Internetanbietern, durch Haaranalyse Erkrankungen aufzudecken. Ergebnis: „Rausgeschmissenes Geld“. Die Analyseergebnisse wiesen erhebliche Mängel und starke Schwankungen auf, seien zur Beurteilung des Gesundheitszustandes nicht geeignet. Zudem gingen die Definitionen von Mangel oder Überschuss an Stoffen in den Auswertungen der Anbieter weit auseinander. Die medizinischen Aussagen seien teilweise irreführend.

CLB

Abo-Bestellcoupon Seite 381

Wollen Sie die CLB nicht erst als 4., 5. oder 6. in Ihrer Firma lesen?

Für nur 87 Euro pro Jahr erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil. Das ermäßigte persönliche Abonnement kostet sogar nur 67,10 Euro pro Jahr (jeweils incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten).

Die Natur für sich arbeiten lassen

Rolf Kickuth

Aktuelle technische Entwicklungen und deren Fortschreibungen in die nähere Zukunft stoßen in ungeahnte Dimensionen vor. Miniaturisierung und Komplexität sprengen alles bislang Vorstellbare – und auch die Grenzen konventioneller Technologien. Die Entwickler besinnen sich daher immer mehr auf eine Urkraft der Natur: die Selbstorganisation. Statt von oben herab bis ins Kleinste nach unten alles selbst zu konstruieren schaffen die Wissenschaftler und Ingenieure ein Umfeld, das den Bausteinen ihrer technischen Entwicklungen ermöglicht, von allein geordnete Strukturen einzunehmen. Der Aufbau der Systeme erfolgt daher von der nano- und mikroskaligen Ebene her. Man spricht daher von einem „bottom-up“-Verfahren, im Unterschied zu dem bisherigen „top-down“-Vorgehen. Auch auf makroskopischer Ebene lassen sich Phänomene der Selbstorganisation in Technik und Wissenschaft nutzen.

Im Mikro-Bereich kommen als top-down-Verfahren in der Technik unter anderem die Photolithographie, die Elektronenstrahl-Lithographie, die Ionenstrahl-Lithographie, Laser-Ablation sowie Imprint-Techniken zur Anwendung. Das Paradebeispiel für die erfolgreiche technische Anwendung einer top-down-Methode ist die Photolithographie in der Halbleitertechnik. Bei der heutigen Siliciumchip-Generation werden Strukturen mit 90 Nanometern Breite erzeugt. Die International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) prognostiziert für das Jahr 2018 Strukturbreiten von 18 Nanometern. Das Erzeugen immer kleinerer Strukturen im top-down-Verfahren bedeutet allerdings eine enorme technische Herausforderung und führt zu exponentiell steigenden Investitionskosten für die Fertigungsanlagen.

Bottom-up-Verfahren beruhen auf ganz anderen Herstellungsverfahren. Beispiele dafür sind die Molekularstrahl-Epitaxie, Verfahren der Gasphasenabscheidung, laser- oder plasmainduzierte Gasphasenreaktionen, Verdampfungs-Kondensations-

Mechanismen, Sol-Gel-Methoden oder nasschemische Wege.

Auch die konventionelle chemische Synthese, bei der Baustein für Baustein in der Regel durch kovalente Bindungen miteinander verknüpft wird, gehört zu den bottom-up-Verfahren. Dies ist jedoch vielfach mit einem enormen Syntheseaufwand verbunden. Nach einer Schätzung der Frankfurter Allgemeinen Zeitung aus dem Jahre 2000 wären für die Totalsynthese eines Naturstoffes wie des Palytoxins mit einem Molekulargewicht von 2680 fast zehn Jahre Forschungs- und Entwicklungsaufwand mit mehr als 100 Mitarbeitern nötig. Es ist also vor allem die Komplexität, die die Herstellung kostspielig oder gar unmöglich macht und die den Wunsch nach neuen „einfacheren“ und effizienteren Herstellungsverfahren weckt.

Als eine Methode, die die Unzulänglichkeiten der konventionellen Herstellungsmethoden umgeht, könnte sich die technische Nutzung der Selbstorganisation erweisen. Unter der „Technik“ der Selbstorganisation lässt sich im allgemeinen die Kontrolle und die Nutzung geeigneter Selbstorganisationsphänomene als Konstruktionsprinzip für funktionelle Schichten, Partikel oder Bauteile verstehen. Nach dem Vorbild der Natur werden in diesem Ansatz größere Einheiten aus einzelnen Bausteinen aufgebaut.

Selbstorganisation und Synergetik

Die Nutzung der Selbstorganisation muss nicht auf atomare oder molekulare Größenordnungen beschränkt sein. In der Natur lassen sich Selbstorganisationsphänomene von der molekularen bis zur makroskopischen Ebene beobachten. Allgemein versteht man unter Selbstorganisation das spontane Entstehen neuer Strukturen in offenen dynamischen Systemen, das auf das Zusammenwirken von Teilsystemen zurückgeht. Eine wichtige Theorie dahinter nennt sich Synergetik, formuliert beginnend in den

Der Autor:

Rolf Kickuth ist Verleger der CLB. Schon während seines Chemiestudiums war er etwa für *FAZ*, *Bild der Wissenschaft* und *Chemische Rundschau* wissenschaftsjournalistisch tätig. Später war er u.a. Herausgeber der *AXON* für Anwendungen von Methoden der künstlichen Intelligenz wie auch Chefredakteur des *Informatik Spektrum*, der Zeitschrift der Gesellschaft für Informatik. Jetzt ist er auch Mitorganisator und -ausrichter der InCom und LifeCom in Düsseldorf.



Grundlage dieses Artikels ist – mit freundlicher Genehmigung – der Monitoring-Bericht „Ansätze zur technischen Nutzung der Selbstorganisation“ (Dr. Heinz Eickenbusch, Dr. Andreas Hofknecht, Dr. Dirk Holtmannspötter, Dr. Volker Wagner, Dr. Axel Zweck), Band 48 der Reihe „Zukünftige Technologien“ des VDI-Technologiezentrums Düsseldorf.



Synergetik – im kleinen Foto oben rechts ihr Begründer Hermann Haken – ist nicht nur auf atomare oder molekulare Selbstorganisationsprozesse beschränkt; man kann sie durch ein kleines Experiment erfahren: Hält man die Zeigefinger parallel zueinander und bewegt die Arme dann synchron nach rechts und links, funktioniert das zunächst wie gewünscht; die Finger bleiben parallel. Wenn man die Frequenz der Schwingungsbewegung jedoch erhöht, bildet sich automatisch eine antiparallele Schwingung der Arme aus. Der Übergang von der parallelen zur symmetrischen, gegenläufigen Bewegung ist Hinweis darauf, dass im Gehirn Selbstorganisationsvorgänge ablaufen (Fotos: Kickuth).

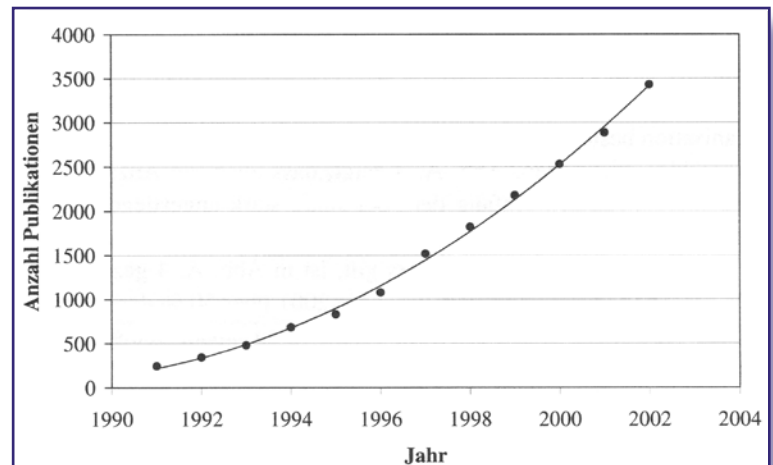
60er Jahren von Hermann Haken. Sie beschreibt die Selbstorganisation von Systemen, die sich aus hinreichend vielen miteinander wechselwirkenden Einzelsystemen zusammensetzen. Die Synergetik liefert eine einheitliche mathematische Beschreibung dieser Phänomene, die universell in der Physik, Chemie, Biologie und Soziologie vorkommen.

Ausgangspunkt der Synergetik war die statistische Physik der Nichtgleichgewichtssysteme. Sie behandelte demgemäß zunächst rein physikalische Systeme der Selbstorganisation fern vom thermodynamischen Gleichgewicht, deren bekanntestes der Laser ist. In ihm bilden sich selbstorganisiert aus einer Vielzahl eingestrahelter, ungeordneter (chaotischer) Lichtwellen Lichtwellen gleicher Frequenz und Phase aus, er emittiert monochromatisches Licht.

Grundlage für den Selbstorganisationsprozess sind Kontrollparameter, zum Beispiel die Zufuhr von Energie in das System. Die Erzeugung von Strukturen höherer Ordnung hat dann andererseits zur Folge, dass „höherwertige Energie“ in „niederwertige Energie“ umgewandelt wird und die Unordnung (Entropie) im Umfeld des betrachteten Systems zunimmt.

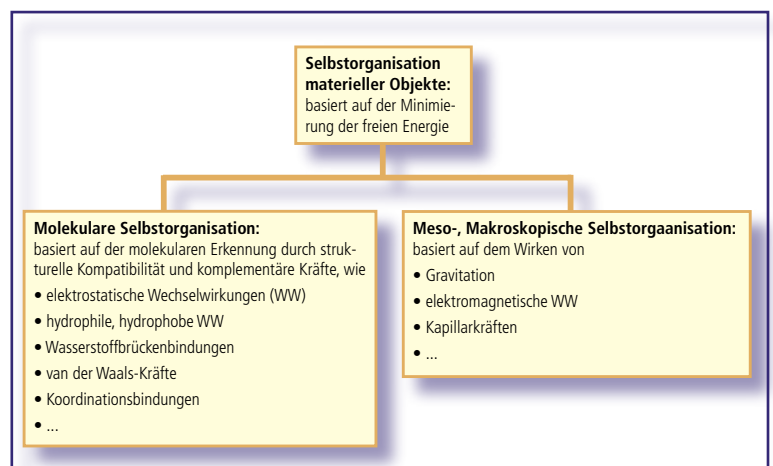
Haken beschreibt, wie sich in einem Selbstorganisationsprozess einzelne Elemente des Systems mit gleichen Eigenschaften zufällig zusammenfinden. Unter dem Einfluss von Kontrollparametern

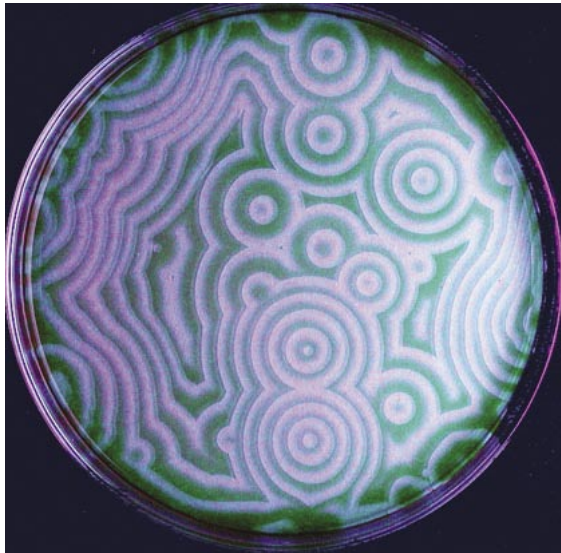
wie zugeführter Energie oder äußeren Geometrien schließen sich ihnen dann eine Vielzahl anderer Elemente an. Er formuliert, dass sich die individuellen Elemente durch einen durch die Kontrollparameter hervorgebrachten Ordner versklaven lassen und sich so ein Phasenübergang bildet: Farbmuster aus vorher einfarbigen Systemen, bevorzugte Bewegungsrichtungen aus vorher zufälligen Bewegungsabläufen. Während des Phasenübergangs zeigen sich bereits Eigenschaften von beiden Phasen. Allerdings besteht keine Kausalität zwischen den Phasen. Es kann nicht vorhergesagt werden, welcher neue Zustand durch den Ordner hervorgerufen wird. Zwängen sich beispielsweise viele Menschen in beiden Richtungen ungeordnet auf einer Treppe, kann es sein, dass sich zunächst hinter einer zum Beispiel schnell hochlaufenden Einzelperson (zugeführte Energie) eine kleine Gruppe bildet, die in dieselbe Richtung geht, und



Der technischen Nutzung der Selbstorganisation gilt wachsendes Interesse: Die Grafik oben zeigt die international steigenden Publikationszahlen zu den Suchbegriffen „self-assembly“ und „self-assembled“ in der Datenbank des Science Citation Index. Gab es 1991 244 Datenbankeinträge, hat sich die Zahl bis 2002 auf 3430 mehr als verzehnfacht.

Die prinzipiellen Wechselwirkungskräfte bei der molekularen, meso- und makroskopischen Selbstorganisation zeigt die Blockgrafik unten (Grafiken: VDI-Monitoring-Bericht Selbstorganisation).





Ein Paradebeispiel der Synergetik ist die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion. Es handelt sich dabei um eine oszillierende Farbumschlag-Reaktion, die auf Rückkopplungsmechanismen beruht. Wird die Reaktionslösung nicht gerührt, bilden sich Muster aus (siehe dazu das Titelbild). Ein Kontrollparameter ist dabei die Form des Reaktionsgefäßes (Abb.: Juraj Lipscher, Manuel Pörtner, Kantonsschule Baden, Schweiz, <http://www.educeth.ch/chemie/orderchaos/>).

schließlich eine „Rechtsverkehr“-Ordnung auf der Treppe entsteht.

Kleinste Änderungen der Systemstruktur – eine Fluktuation – können eine riesige Auswirkungen auf den Systemzustand haben. Das System verhält sich nichtlinear. Hier besteht ein Anknüpfungspunkt zur Chaostheorie, die sich unabhängig von der Synergetik entwickelte, von Haken allerdings als eine Untergruppe der Synergetik gesehen wird.

Durch die Ordner findet eine Komplexitätsreduzierung statt. Es ist nicht nötig das genaue Verhalten der einzelnen Individuen zu kennen, es reicht zu wissen, welche Ordner für die Individuen maßgebend sind. Als Beispiel führt Haken die Desoxyribonukleinsäure

an. Trotz des riesigen Umfangs der DNA ist in dieser nicht die Information für jede einzelne Körperzelle abgelegt. Vielmehr enthält die DNA lediglich Informationen für die verschiedenen Zelltypen sowie die Information zur Bildung von Ordnern, die für eine Strukturierung der Zellen sorgen.

Die Synergetik ließ sich durch ihre allgemeine Formulierung auf viele andere Bereiche ausweiten. In der Chemie ist das bekannteste Beispiel die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion, bei der sich periodische farbliche Muster ausbilden. Weitere Beispiele sind etwa Wolkenmuster, Hirnströme, Räuber-Beute Systeme oder auch die öffentliche Meinungsbildung.

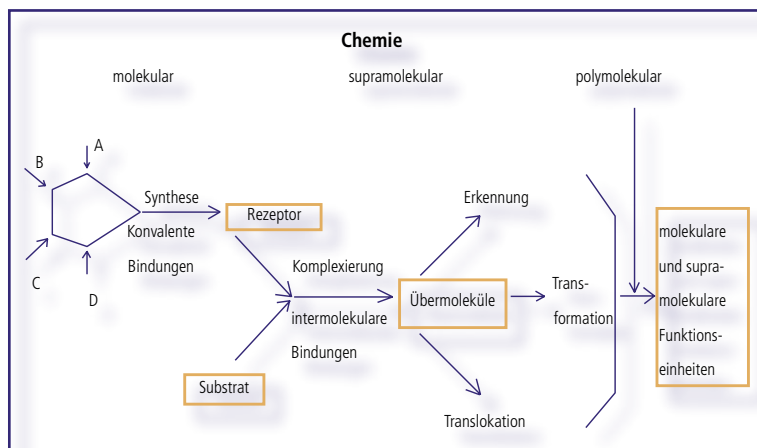
Die Selbstorganisation beruht häufig auf dem Wirken relativ schwacher Kräfte. Bei der molekularen Selbstorganisation spielen zum Beispiel nichtkovalente Bindungen eine entscheidende Rolle. Dadurch ist ein leichter Auf- und Abbau der einzelnen Bausteine möglich und zufällig entstandene Fehler können korrigiert werden. Der Selbstorganisationsprozess ist also quasi selbstkorrigierend und ermöglicht Zielstrukturen mit hoher Präzision. Allerdings ist ebenso klar, dass eine selbstorganisierte Struktur niemals perfekt sein kann, sondern den Gesetzen der Thermodynamik folgend immer Fehler beinhaltet.

Werden die Prinzipien der Selbstorganisation auf die chemische Synthese und Strukturbildung übertragen, ergeben sich ganz neue Synthesewege und Produktklassen. Eine Reihe von Arbeiten in diesem Forschungsfeld beschäftigt sich mit der Synthese von supramolekularen Systemen, molekularen bzw. nanoskaligen Oberflächen und Clustern sowie von mesoskopischen und makroskopischen Materialien. So beruhen viele Beispiele der Nanotechnik auf dem Phänomen der Selbstorganisation.

Supramolekulare Chemie

Im Unterschied zur sequentiellen vorwiegend kovalenten Synthese von Molekülen werden in der Chemie auch Synthesemethoden genutzt, die den Aufbau von größeren und komplexeren Moleküleinheiten erlauben. Diese gehen aus der Aggregation von zwei oder mehr chemischen Spezies hervor und werden durch nichtkovalente, intermolekulare Wechselwirkungen bzw. Kräfte zusammengehalten. Ein derartiges Zusammenwirken von Molekülen und funktionalen Molekülteilen wird als „supramolekular“ bezeichnet. Die entstehenden supramolekularen Einheiten werden auch Übermolekül genannt. Diese besitzen ebenso gut definierte Eigenschaften wie Moleküle. Die supramolekulare Chemie verwendet für den Aufbau übermolekularer Strukturen auch das Prinzip der Selbstorganisation. Die Wurzeln der supramolekularen Chemie liegen in der organischen Chemie, von der die Synthesemethoden zum Aufbau von Rezeptoren stammen, in der Komplexchemie, von der die Kenntnisse über Metall-Ionen/Ligand-

Die Einordnung der supramolekularen Chemie in das Gebäude der Chemie (Grafik: CLB; nach Lehn/VDI-Monitoring-Bericht Selbstorganisation).

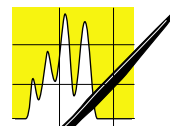


Wechselwirkungen gewonnen wurden und schließlich in der Biochemie, die Einblicke in biologische Prozesse lieferte. In Anlehnung an biologische Prozesse werden bei der Bildung von Übermolekülen aus molekularen Einheiten auch die Begriffe „Rezeptoren“ und „Substrate“ verwendet. Derartige molekulare Wechselwirkungen stellen in der belebten Natur die Basis für hochselektive Erkennungs-, Reaktions-, Transport- und Regulationsprozesse dar. Die selektive Bindung eines spezifischen Substrates an seinen Rezeptor setzt einen molekularen Erkennungsprozess voraus.

Jean-Marie Lehn, der den Begriff der supramolekularen Chemie einführte, gibt in dem Schema oben links einen Überblick über die Bereiche in der supramolekularen Chemie. Aufgrund der molekularen Erkennung reagiert das Rezeptormolekül mittels intermolekularer Wechselwirkungen mit dem Substratmolekül zu einem Übermolekül. Das Übermolekül ist in der Lage, etwa durch Membranen zu diffundieren, was dem Substrat alleine nicht möglich ist (Translokation). In dem Übermolekül können zwischen den einzelnen Spezies auch zusätzlich noch chemische

Reaktionen ablaufen (Transformation). Größere Einheiten als die Übermoleküle können mit Hilfe von Selbstassoziation oder Selbstorganisation zu polymolekularen Molekülverbänden synthetisiert werden. Werden zusätzlich noch funktionelle Komponenten, beispielsweise freie Rezeptoren, integriert, erhält man supramolekulare Molekülverbände, denen es noch möglich ist, Substrate in ihre Struktur einzubinden.

Die Selbstorganisation von Molekülen zu definierten supramolekularen Strukturen unter dem Einfluss „schwacher“ Wechselwirkungskräfte (H-Brückenbindung, elektrostatische, hydrophobe/hydrophobe, hydrophile/ hydrophobe Wechselwirkungen, etc.) ist sowohl im Festkörper als auch in Lösung detailliert untersucht worden. Organische Wirt-Gast-Komplexe können beispielsweise aufgrund verschiedener intermolekularer Wechselwirkungen entstehen: In Cyclodextrinen und Calixarenen werden bevorzugt spezifisch substituierte cyclische Systeme als Grundlage für Wirt-Gast- Wechselwirkungen benutzt. Demgegenüber sind unsubstituierte Grundgerüste weniger geeignet, da sie meist ungerichtete hydro-



AUFSÄTZE

Selbstorganisation an Siliciumoberflächen: Aus atomaren Stufen werden Superstufen

Den Kontrollparameter Temperatur nutzen die Forscher um Michael Horn-von Hoegen von der Universität Duisburg-Essen bei einem Selbstorganisationsprozess, um Siliciumoberflächen für das Aufbringen winziger Golddrähte vorzubereiten. Dazu nehmen sie einen schräg angeschnittenen Siliciumwafer. Dessen Kristallebenen liegen nicht mehr parallel zur Oberfläche des Wafers und bilden daher Stufen (Abbildung oben).



Die hellen Doppelpunkte in diesem Bild stellen Paare von Siliciumatomen dar. Die Fläche besteht aus Terrassen, die durch Doppelstufen voneinander getrennt sind. Die mittlere Terrassengröße beträgt 4 nm.

Durch Heizen des Kristalls auf 800°C und Bedampfen mit einer einzigen atomaren Lage Gold ändert sich die Morphologie der Oberfläche in drastischer Weise: statt Stufen mit wenigen Atomen Abstand beobachtet man jetzt gigantische Stufenbündel mit Abmessungen, die mit dem bloßen Auge zu erkennen sind! Bei diesem Prozess der Facettierung ordnen sich bis zu 1000 einzelne Stufen zu Superstufen an, die durch Superterrassen, auf atomarer Skala perfekt ebene Siliciumbereiche von bis zu zwei Millimeter, getrennt sind. Bei diesen Abmessungen wird das sichtbare Licht an diesem Wellblech wie an den feinsten Strukturen eines Schmetterlingsflügels gebeugt und lässt es in einem optischen Mikroskop in leuchtenden Regenbogenfarben erscheinen. Das adsorbierte Gold wirkt dabei als oberflächenaktive Substanz. Sie verringert die Oberflächenspannung und beseitigt die atomare Stufung der Siliciumoberfläche, weil freie Bindungen des Siliciums abgesättigt werden können. Entscheidend für den Prozess ist die Temperatur. Bei Temperaturen unterhalb von 700 Grad Celsius ist das Silizium zu unbeweglich, bei Temperaturen oberhalb von 900 Grad bildet sich Umformung der Siliciumoberfläche nicht mehr. Nur in einem Temperaturfenster von 700 bis 850 Grad werden die Superstufen mit steigenden Temperaturen immer länger und größer. Die Mechanismen hinter diesem synergetischen Prozess analysierten die Forscher aus dem Ruhrgebiet mit der „Mikroskopie mit langsamen Elektronen“, abgekürzt LEEM. Dieses Verfahren wurde 1985 erstmals von Ernst Bauer in Clausthal gezeigt. Von den weltweit ca. 20 LEEM-Geräten stehen zwei in der Universität Duisburg-Essen. Die geschilderten Untersuchungen sind Grundlagenforschung für die künftige Verdrahtung von Chips.



Die durch Selbstorganisation entstandenen Superterrassen im Lichtmikroskop (Ausschnitt ca. 1x1,5 mm; die Farben entstehen durch Interferenz; Abbildungen: Horn-von Hoegen/Meyer zu Heringdorf, Uni Duisburg-Essen).

phobe Eigenschaften besitzen. Zu einem anderen Typ von sehr spezifisch und stark ausgerichteten Wechselwirkungen gehören die Wasserstoffbrückenbindungen und die Metall-Ligand-Wechselwirkungen. Eine Reihe weiterer nichtkovalenter Wechselwirkungen basieren zum Beispiel auf π -Donor- π -Akzeptor-Wechselwirkungen, Kation- π -Wechselwirkungen, van der Waals-Wechselwirkungen, die eine unterschiedliche Stärke und Reichweite besitzen.

Nach mehr als 20 Jahren reger Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Supramolekularen Chemie liegen die Schwerpunkte jetzt auf der Verfeinerung der molekularen Erkennung und der synthesevereinfachenden Selbstorganisation kleiner Bausteine zu komplexen, oft chiralen Gebilden mit interessanten Funktionen. Durch Anwendung der nichtkovalenten Wechselwirkungen können gezielt Strukturen wie Rotaxane, Catenane und Dendrimere, aufgebaut werden.

Solche selbstorganisierenden supramolekularen Systeme können die Voraussetzung und Basis für zahlreiche potenzielle technische Anwendungen schaffen. Die Hauptforschungsrichtungen zielen zur Zeit auf den Bereich der Molekular- und Polymerelektronik, der Optik sowie auf medizinische Anwendungen ab. Eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des Selbstorganisationsprozesses zum Aufbau von funktionsfähigen elektronischen Einheiten aus Molekülen ist die Schaltbarkeit des Systems. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass in dem molekularen System eine bistabile Funktionseinheit vorhanden ist, die einen Schalter darstellt. Für eine molekulare Elektronik muss ferner ein Informationsaustausch mit der Umgebung möglich sein. Zu den Eigenschaften eines Schalters zählen Reversibilität, Lesbarkeit auf molekularer Ebene und sichere Kontrollierbarkeit. So zeichnet sich etwa Cycloheptatrien als dreifach ungesättigter Siebenring durch seine große chemische bzw. strukturelle Umwandlungsfähigkeit aus. Durch thermische und photochemische Modifikation des Cycloheptatriens können gezielt die sterischen und elektronischen Eigenschaften des Moleküls verändert werden. Deshalb ist der Einbau von Cycloheptatrien in supramolekulare Systeme ein vielversprechender Ansatz für einen molekularen Schalter. Die Aktivierung des molekularen Schalters erfolgt durch einen äußeren

Stimulus. Cycloheptatrien unterliegt thermisch einer Vielzahl möglicher Umlagerungen (Ringinversion, Valenzisomerisierung etc.). Durch Selbstorganisation lassen sich auch verschiedene Arten von Nanoröhren herstellen. Erwähnt seien die aus cyclischen D,L-Octapeptiden aufgebauten, wasserstoffverbrückten Nanoröhren. Diese eignen sich z. B. als Ionenkanäle (Alkalimetall-Ionen) für den Transport durch Membranen. Darüber hinaus bilden sich auch Kohlenstoff-Nanoröhren durch Selbstorganisation.

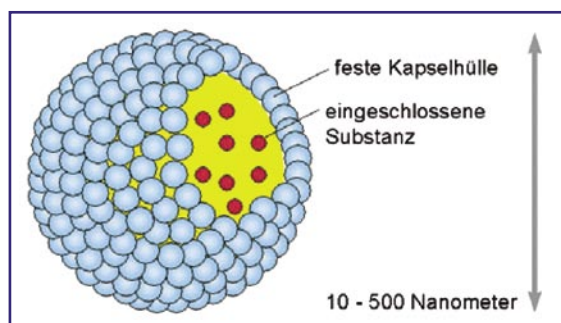
Polymere für selbstorganisierende Systeme

Neben organischen Molekülen und Komplexen eignen sich insbesondere Polymere zum Aufbau von selbstorganisierenden Systemen. Polymere sind im Bereich der Medizin (Mikrocontainer für Medikamente) oder der Polymerelektronik (Leuchtdioden, Transistoren, Solarzellen, Laser, etc.) ein aktuelles Forschungsgebiet. Erfolgreiche Forschungsergebnisse zur Selbstorganisation von entsprechenden Polymeren würden auch hier ihre Anwendungsvooraussetzungen und damit ihre Konkurrenzsituation gegenüber der konventionellen Halbleitertechnologie verbessern.

Selbstorganisierend sind amphiphile Polymere, also solche, die sowohl über wasserliebende (hydrophile), als auch wasserabweisende (hydrophobe) Bestandteile verfügen. Bringt man sie in eine Flüssigkeit, schirmen die wasserliebenden Bestandteile die anderen Molekülteile gegen das Wasser ab. Es entsteht eine tröpfchenförmige Schutzhülle, die, ähnlich wie eine Seife, Fett oder Öl aufnehmen kann. Für die Nanostrukturierung durch Selbstorganisation werden vielfach Blockcopolymere, d.h. Kettenmoleküle, die blockweise aus zwei oder mehreren Polymerbausteinen bestehen, verwendet. Diese neigen zur Phasentrennung, wobei regelmäßige Strukturen entstehen, deren charakteristische Länge durch die Größe der Moleküle vorgegeben ist. An Festkörperoberflächen können sich diese Strukturen ausrichten, so dass bei geeigneter Wahl der experimentellen Bedingungen organische Oberflächen entstehen, deren chemische Zusammensetzung regelmäßig variiert. Die Organisation und Manipulation kann auch durch innere und/oder äußere Felder ermöglicht werden. Dabei können verschiedene Blockcopolymer-Mizellen, Polymere mit sekundärer Architektur wie Sternpolymere, lineare und verzweigte Blockcopolymere synthetisiert werden. Bei entsprechendem chemischem Aufbau sind diese Systeme in der Lage, die Grenzfläche zu Metallen, Halbleitern und keramischen Materialien zu stabilisieren und so hochgeordnete Nanohybride herzustellen.

Damit ein Polymermolekül in einem Lösungsmittel, wie Wasser löslich ist muss es Wechselwirkungen mit den Wassermolekülen eingehen können. Es

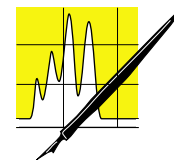
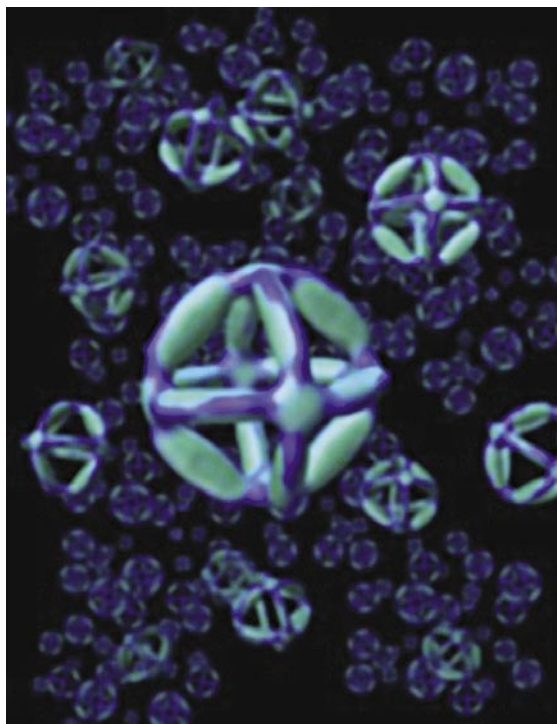
Schematischer Aufbau einer Nanokapsel (Abb.: Uni Duisburg-Essen, Prof. Christian Mayer).



muss daher polare oder ionische Molekülbereiche aufweisen. Ein solches Polymer wird, wenn es einen salzartigen, also ionischen, Aufbau besitzt, als Polyelektrolyt bezeichnet. Bekannte Beispiele dafür sind das Natriumpolystyrolsulfonat (PSS), das negative Ladungsstellen an der Polymerkette besitzt, und das Polyallylaminhydrochlorid (PAH), das positive Ladungsträger aufweist. Taucht man eine speziell vorbehandelte Glasplatte in eine wässrige Lösung von PSS, so stellt sich ein Gleichgewicht der PSS-Konzentration in der Lösung und an der Glasoberfläche ein, und einige der Polyelektrolytketten werden an der Oberfläche des Glases adsorbiert. Taucht man nun diese Platte in eine Lösung von PAH, so bildet sich eine Art „Polymersalz“, das durch die Wechselwirkung der verschiedenen Ladungsträger fest an der Oberfläche haftet. Werden die beiden beschriebenen Schritte im Wechsel wiederholt, lässt sich ein alternierender Schichtaufbau aus den beiden Polyelektrolyten steuern. Es entsteht ein extrem dünner, in der Schichtabfolge geordneter Polymerfilm, dessen Dicke über die Anzahl der Tauchzyklen kontrolliert werden kann. Dabei findet eine Durchdringung der Moleküle zwischen mehreren Schichten statt, so dass Defekte im Strukturaufbau sozusagen „selbstheilend“ ausgeglichen werden. Solche Systeme werden als fuzzy-intelligent bezeichnet. Ultradünne Filme mit funktionalen Elementen können sich für eine Reihe neuer, hochspezifischer Anwendungen, wie lichtsichtbare Speichermedien oder Platten, für lithographische Verfahren eignen. Wird etwa ein Polyelektrolyt absorbiert, der durch Licht in einem begrenzten Wellenlängenbereich isomerisierbar, das heißt in ihrer räumlichen Lage veränderliche Funktionseinheiten wie Azobenzolgruppen trägt, so kann der fertige Multischicht-Film bei selektiver Bestrahlung in seiner Farbe und der Orientierung der farbgebenden Gruppen verändert werden. Durch anschließende thermische Behandlung oder Bestrahlung bei anderen Wellenlängen lässt sich der Ausgangszustand wieder herstellen. Das System stellt einen reversiblen molekularen Schalter dar.

Kolloidosome

Nicht nur bei Makromolekülen oder bei Polymeren, sondern auch bei relativ einfachen Molekülen lassen sich Selbstorganisationsprozesse initiieren. Beispiele dafür sind selbstorganisierende Monoschichten oder auch die Selbstorganisation von Nanopartikeln zu Kolloidosomen. Selbstorganisierende Monoschichten (SAM, self-assembled monolayer) bilden Filme, die bis zu zwei Nanometer „dick“ sind. Sie bestehen aus regelmäßig angeordneten, hantelförmigen, organischen Molekülen. Ein Hantelende wechselwirkt dabei gut mit der Oberfläche des Substrats, auf die man solche SAMs aufbringt, das andere kann aus einer Vielzahl funktioneller Gruppen bestehen.



AUFsätze

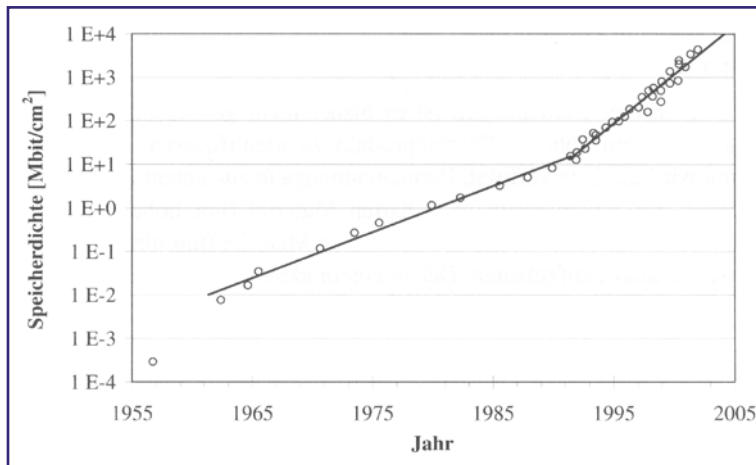
DNA-Oктаeder, die sich selbst aus speziellen DNA-Strängen falten, in der Dimension kleiner Viren. Die Farben entsprechen den Elektronendichten des Moleküls. (Abb.: TSRI/Mike Pique; siehe CLB 02-2004, S. 67).

SAMs nutzt man beispielsweise zur Herstellung von Biochips.

Kolloidosome sind elastische Kapseln, die durch Selbstorganisation von Mikrometer- bis Nanometer großen Kolloidpartikeln entstehen. Ihr Durchmesser kann von einigen Mikrometern bis hin zu einigen Millimetern reichen. Die Kolloidpartikel an der Oberfläche der Kolloidosome lassen sich durch einen Sinterprozess miteinander „verschmelzen“, so dass eine stabile Hülle entsteht. Verschmelzen die Partikel nicht vollständig, so bildet sich ein Gitter von Poren, deren Größe im Bereich zwischen Nanometern und Mikrometern liegt. Die Größe der Poren lässt sich über die Sinterzeit einstellen, womit eine präzise Kontrolle der Permeabilität der Kolloidosome möglich ist. Anwendungen von Kolloidosomen liegen in der Pharmazie als System zur gesteuerten Freisetzung von Pharmaka (Drug Delivery System).

Die Leistungsfähigkeit eines elektronischen Chips und die Anzahl seiner Bauelemente verdoppelt sich, bei gleichem Preis pro Chip, alle 18 bis 24 Monate. Dieses „Moore'sche Gesetz“ gilt seit nunmehr vier Jahrzehnten. Die schon zitierte International Technology Roadmap for Semiconductors prognostiziert, dass diese Entwicklung noch mindestens bis 2018 weitergeht. Allerdings: Neben technologischen oder physikalischen Grenzen droht jedoch die Gefahr, dass künftige Chip-Fabriken nicht mehr rentabel sein werden, da ihre Kosten exponentiell wachsen.

Daher schauen die Entwickler sich um, ob nicht Selbstorganisationsprozesse die Herstellung drastisch verbilligen können. Dazu gibt es etliche Ansätze, über die die CLB auch schon berichtet hat, so in Ausgabe 11-2002, S. 424 ff: Photonische Kristalle;

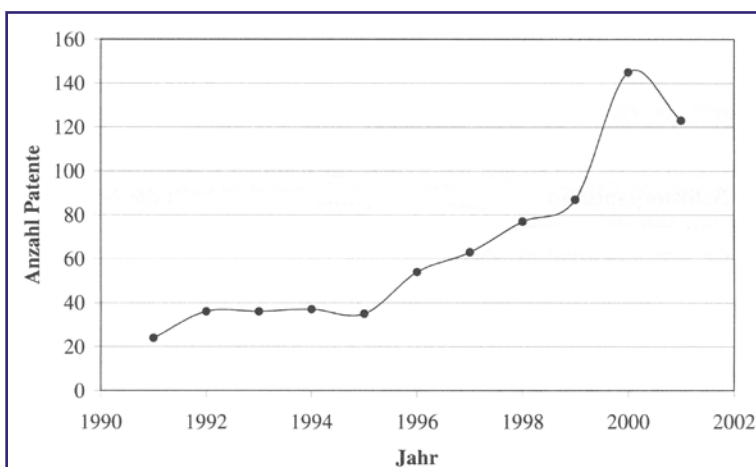


Entwicklung der Speicherdichte magnetischer Festplatten seit 1956 (Quelle: IBM; Grafik: VDI-Monitoring-Bericht Selbstorganisation).

in 12-2002, S. 461 ff: Nanoröhren und Nanodrähte; in 07-2003, S. 265 ff: Quantenpunkte; in 02-2004, S. 68 ff: Nanoröhren-Transistoren.

Hinsichtlich der Herstellung elektronischer Schaltelemente gibt es aber auch Herangehensweisen über die Nanobiotechnik. Wie schon o.g. Ausführungen über die Selbstorganisation von Biomolekülen wie die DNA nahe legen, eröffnet diese Methodik ein riesiges Entwicklungsfeld in der Nanobiotechnik. Die CLB hat darüber bereits beispielhaft in den Ausgaben 06-2004 (S. 208 ff: Molekular geprägte Kunststoffe) sowie in 02-2004 (S. 67: Bauen mit DNA) berichtet. 2015 soll mit Nanobiotechnik bereits ein Umsatz von 180 Milliarden Dollar erzielt werden können, allerdings mit Produkten, die Nanoverkapselung nutzen (Pharma-Freisetzung) oder neue Materialien für Knochen und Gewebe liefern (siehe ebenfalls CLB 02-2004, S. 66).

Zeitliche Entwicklung der Patent-Erstanmeldungen zu den Suchbegriffen „self-assembly“ und „self-assembled“ in der Datenbank des Derwent World Patent Index (Grafik: VDI-Monitoring-Bericht Selbstorganisation).



Selbstorganisation von DNA-Strukturen

Elektronisch aktive, selbstorganisierte Elemente könnten auch durch komplex vernetzte DNA-Strukturen erzeugt werden. Natürlich – im wahrsten Sinne des Wortes – bieten sich DNA-Strukturen für Arbeiten auf dem Gebiet der Selbstorganisation an.

Die ersten Versuche, den „Bottom-up“ Ansatz für die gezielte Strukturierung auf der Nanoskala zu nutzen, gehen bis in die frühen 70er Jahre zurück, als DNA-Einzelstränge zur Verknüpfung von Molekülen verwendet wurden. Ein Beispiel für die Anwendung dieser Technik ist die lineare Anordnung von Proteinen entlang eines Molekülstrangs: Zunächst werden verschiedene Proteine mit DNA-Einzelsträngen verknüpft, die eine definierte Basensequenz aufweisen. Gibt man nun einen DNA-Einzelstrang hinzu, der komplementäre Sequenzabschnitte enthält, fügen sich die Proteine unter Bildung der DNA-Doppelhelix zu einem Nanoelement zusammen. Eine solche Anordnung von Proteinen, die beispielsweise zum Aufbau synthetischer Multienzymkomplexe genutzt werden kann, ist durch herkömmliche kovalente Verknüpfungen nicht zugänglich.

Das Konzept, DNA als molekularen Platzanweiser einzusetzen, lässt sich auch in den Materialwissenschaften anwenden, um Überstrukturen aus metallischen Nanopartikeln aufzubauen. Sollen aus DNA komplexere dreidimensionale Materialien erzeugt werden, so ist die Verknüpfung von DNA in mehreren Dimensionen notwendig. Dies erfordert verzweigte DNA-Moleküle. So werden zum Aufbau zweidimensionaler Kristalle vierarmige „DNA-Junctions“ verwendet. Eine solches Konstrukt besteht aus vier DNA Einzelsträngen. Jeder Strang ist gepaart mit zwei weiteren Strängen und bildet mit ihnen zwei im neunzig Grad Winkel stehende Doppelhelices. An den vier Enden stehen komplementäre DNA-Einzelstränge über, so dass vier DNA-Junctions zu einem Quadrat verknüpft werden können. Mit zusätzlichen DNA-Zweigen, die senkrecht zu der Ebene aus DNA-Junctions stehen, lässt sich auch eine periodische Oberflächenstruktur mit geordneten DNA-Molekülaggregaten erzielen.

Der Arbeitsgruppe um Kiehl (University of Minnesota) ist es gelungen, die DNA-Molekülaggregate mit Goldnanopartikeln zu funktionalisieren. Ihr Ziel ist es, die Nanopartikel auf den zweidimensionalen DNA-Kristallen als Einelektronenspeichersysteme zu nutzen. Theoretisch ließen sich so Speicherbausteine entwickeln, deren Speicherdichte 100 Billionen Bits/cm² betragen. Zum Vergleich dazu sei die Speicherdichte von DRAMs, die von der Computerindustrie für 2010 prognostiziert werden, etwa 100 mal geringer. Bislang sind jedoch noch keine elektronischen Komponenten entwickelt worden, mit denen solche nanoskaligen Speicherelemente ausgelesen werden könnten. Bis zur Herstellung kompletter, auf DNA-Kristallen basierender Speicherbausteine muss daher noch viel Entwicklungsarbeit geleistet werden.

CLB – Memory

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

Oktober 2004

Eine Präsentation des Chemieunterrichts Klasse 8 zum Selbststudium Wissensmanagement Chemie

Christian Nitschke, Josephine
Bartolomaeus, Karl Sponholz

Bei „Jugend forscht“ haben die drei Autoren von der Jugenddorf Christophoruschule (CJD) in Rostock zum Thema „Arbeitswelt“ gezeigt, wie Wissensmanagement mit Chemie funktioniert: Wie holt man am schnellsten und effektivsten versäumten Schulstoff nach? Viele Schüler, die zum Beispiel wegen Krankheit den Unterricht verpasst haben, greifen zuerst zum Lehrbuch. Bald stellen sie fest, dass sie viel Zeit investieren müssen, um den Stoff in seinem ganzen Ausmaß zu erfassen. Die drei Jungforscher haben ein Lernprogramm für den Chemieunterricht entwickelt: Neben der Theorie bietet das Programm anschauliche Beispiele sowie ein virtuelles Periodensystem. Highlight ist eine Chemieshow am Ende jeder Lektion.

Die Ergebnisse der Pisa-Studie haben 2002 für viel Diskussion in der Gesellschaft und den Medien gesorgt: Wie gut ist die deutsche Bildungspolitik? Die Industrienation Deutschland hat im internationalen Vergleich nur einen Platz im unteren Mittelfeld belegt, hingegen standen kleinere europäische Länder wie Norwegen und Dänemark ganz oben auf der Ergebnisliste. Die bildungspolitische Diskussion hält bis heute an, und wer steht im Mittelpunkt der Kritik? Der Schüler, der scheinbar immer weniger Interesse am Unterricht zeigt und viel zu sehr von den Medien abgelenkt wird. Wir Dreizehntklässler haben uns jetzt lange genug die Vor- und Nachteile dieser Politik angeschaut.

Es stimmt, dass sich mit unserer Generation die Ansprüche der Jugendlichen verändert haben, aber sind wir deswegen dümmer und fauler als unsere Vorgänger? Unsere Politik darf sich nicht gegen die neuzeitlichen, medienbedingten

Trends stellen und stur an ihren alten Werten festhalten, sondern sie muss offen für eine neue Entwicklung sein!

Mit unserem Lernprogramm wollen wir Mitschülern der 8. Klasse die Möglichkeit geben, Versäumtes am Computer selbstständig und schnell nachzuholen. Wir wollen die Schüler für den Chemieunterricht motivieren: Neben dem möglichst kurz zusammengefassten und in einen logischen Zusammenhang gebrachten Lernstoff gibt es selbst aufgenommene Experimente, Beispiele aus dem Alltag und kleine Extras. Mit einem Lernprogramm, das von Schülern für Schüler geschrieben wurde, ist die Motivation unserer Meinung nach schon viel größer, sich mit einem oftmals gehassten Schulfach wie Chemie zu beschäftigen. Wir konnten unsere eigenen Erfahrungen für das effektive Lernen geradewegs in das Programm einfließen lassen.

Wissensmanagement

In unserem Programm haben wir die Grundsätze des Wissensmanagements angewendet: Zuerst wird die Theorie vermittelt und muss vom Schüler verstanden

Der Startbildschirm zum Nachholprogramm für Schüler ist – wie das gesamte Wissensmanagement in zurückhaltenden Farben gestaltet, um Reizüberflutung zu vermeiden. Das beige-braune Farbschema hat eine seriöse Wirkung und ist augenschonend.



werden, anschließend erfolgt die Anwendung des Gelernten an Aufgaben und Experimenten. Daraufhin ist der Schüler in der Lage, neue Situationen auf Bekanntes zurückzuführen und so auch zukünftige Probleme mit Hilfe des Basiswissens der 8. Klasse zu meistern.

In der Informationsleiste unseres Programms findet der Schüler einen Überblick über effektive Lerntechniken, um das Arbeiten und das Nachholen so effektiv wie möglich zu machen. Bei einer von uns durchgeführten Umfrage unter 40 Schülern der achten Klasse haben wir herausgefunden, dass Effektivität beim Nachholen eine sehr große Rolle spielt. Über ein Drittel der Schüler ist der Meinung gewesen, den versäumten Stoff nicht ausreichend nachzuholen. Die wichtigsten Gründe, die uns dafür von den Schülern genannt wurden, waren unter anderem Zeitmangel und fehlende Lust, da ohnehin schon viele Hausaufgaben zu machen seien. Hinzu kommt, dass viele Schüler beim Nachholen mit dem Lehrbuch den Stoff sehr schlecht verstehen.

Zu den Lerntechniken gehört auch, dass der Schüler nach einer Dreiviertelstunde von unserem Programm aufgefordert wird, eine kurze Pause einzulegen, um dem Gehirn die Möglichkeit zu geben wieder mit genügend Energie versorgt zu werden. Es ist bekannt, dass Denkprozesse sehr energieaufwändig sind und aus diesem Grund die Aufmerksamkeit nach einiger Zeit nachlässt. Wir haben auch einen Lerntypentest eingearbeitet, der den Schülern Auskunft darüber gibt, auf welche Art und Weise sie am effektivsten lernen (zum Beispiel Optisches Lernen). Außerdem ist dies eine Vorbereitung auf das Unterrichtsfach Lern- und Arbeitstechniken, das zur Zeit am CJD Rostock erprobt wird.

Wissensmanagement Chemie Klasse 8

Wir haben uns zum Ziel gesetzt, im Fach Chemie ein Lernprogramm für die Klassenstufe 8 aufzustel-

Experimente lockern den Lernstoff auf. Das anschließend ausgefüllte Protokoll können die Schüler einem Lehrer zur Kontrolle per E-Mail zusenden.

len, das direkt auf den Unterricht zugeschnitten ist. Wir haben ein Programm entwickelt, das den Schülern, die durch sportliche Wettkämpfe und Trainingslager beziehungsweise auf Grund von Krankheiten die Schule nicht besuchen konnten, eine Möglichkeit gibt, den versäumten Stoff allein, schnell, effektiv und vor allem richtig nachzuholen. Aber auch allen anderen interessierten Schüler möchten wir die Möglichkeit geben, Vergessenes zu wiederholen und Neues dazu zu lernen.

Mit der 8. Klasse wird an vielen Schulen der Chemieunterricht neu eingeführt und die Grundlagen als Basis für einen weiteren Unterricht werden gelegt. Daher ist es besonders wichtig, dass diese Grundlagen von allen Schülern sicher beherrscht werden.

Ein weiterer Aspekt ist ein möglicher Schulwechsel aus anderen Bundesländern. Oft kommt es vor, dass diese Schüler eine unzureichende beziehungsweise gar keine Grundausbildung (zum Beispiel Niedersachsen) im Fach Chemie in der 8. Klasse erfahren und nun in der 9. Klasse mit Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Gerade diesen Schülern fällt es viel leichter mit einem Lernprogramm, das direkt auf den Unterricht zugeschnitten

ist, nachzuholen, als sehr viele Seiten im Lehrbuch zu lesen und aus dieser Menge von Informationen die wesentlichen herauszufiltern. Diese Schüler bekommen unsere CD nun frühzeitig vor dem anstehenden Schulwechsel.

In unser Programm haben wir viele alltagsnahe Experimente eingearbeitet, um ein größeres Interesse am Chemieunterricht zu wecken. Zu diesen Experimenten gehört unter anderem die Chromatographie von Lebensmittel-farbstoffen in „M&M´s“ und der Dichtetest von „Pepsi“ und „Pepsi light“. Mit diesen lebensnahen Experimenten, die den Schüler direkt betreffen, wollen wir nicht nur das Interesse für den Chemieunterricht wecken, sondern ihnen sogar Spaß am Nachholen und Lernen bieten.

Der rote Faden

Auf der Eröffnungsseite des Programms kann man zwischen den Fächern Chemie, Biologie und Mathematik wählen. Außerdem gibt es noch Informationen über das CJD Rostock, unser Programm Lerntechniken. Durch eine übersichtliche Gliederung soll das Lernen und Nachholen noch einfacher und schneller und somit schülerfreundlicher werden.

Jedes Fach unterteilt sich in Teilgebiete, die mit dem Rahmenplan der jeweiligen Klassenstufen abgestimmt sind. Jedes Teilgebiet beginnt mit einem Text, in dem in groben Stichpunkten die wesentlichen fachlichen Aspekte zusammengefasst sind. Unser Ziel war es, die Zusammenfassung kurz und informativ zu gestalten, da wir aus eigener Erfahrung wissen, wie schwer es ist, aus einer Vielzahl an Informationen aus dem Lehrbuch nur die wesentlichen herauszufiltern, die für das Verstehen eines Themas von unmittelbarer Bedeutung sind. Wir haben uns bemüht, das Thema möglichst logisch und für die Schüler leicht nachvollziehbar zu strukturieren und stets den „roten Faden“ im Auge zu behalten. Dieser soll dem Schüler helfen, den Überblick und damit die Motivation nicht zu verlieren.

Aus diesem Grund haben wir den Lehrbuchstoff so angeordnet, dass ein Thema auf dem anderen aufbauen kann. Wir legten besonderen Wert auf die Wissensvermittlung und nicht nur auf Wissensdarbietung, wie es in Lehrbüchern oft der Fall ist.

Die Theorie wird durch anschauliche Beispiele und Aufgaben, sowie durch Experimente aufgelockert, die auf Bildern und Videosequenzen dargestellt sind. Das sich öffnende Bild ist so groß, dass man alle wichtigen Details darauf erkennen kann. Anders als im Frontalunterricht, in dem der Lehrer ein Experiment vorführt und der Schüler dieses von seinem Platz aus verfolgen muss, sieht man hier das Experiment aus der Sicht des Experimentierenden. Dadurch erkennt man viele Details besser. Die Experimente beziehen sich immer auf den angebotenen Stoff im Theoriebereich, das heisst die Schüler können sich bei der Erarbeitung eines Themas gleichzeitig die dazugehörigen Experimente ansehen. Unserer Meinung nach ist es viel einfacher eine Problematik zu verstehen, wenn man sie „bildlich“ vor Augen hat. Diese visuellen Hilfsmittel können das Lernen sehr erleichtern. Aus un-

serer Befragung wurde deutlich, dass für sehr viele Schüler das optische Lernen eine große Rolle spielt, das heisst das Verstehen von Vorgängen anhand von Bildern oder Schemata aus dem Unterricht oder mit Hilfe von Videos.

Wissensüberprüfung

Zusätzlich zu Theorie und Experimenten haben wir Aufgaben ausgearbeitet, die sich ebenfalls direkt auf den gelernten Stoff beziehen. An diesen Aufgaben kann der Schüler nun testen, ob er wirklich die wichtigsten Aspekte des jeweiligen Themas verstanden hat. Zu jeder Aufgabe haben wir außerdem Lösungen angefertigt, damit der Schüler nicht verunsichert wird und kontrollieren kann, ob er die Aufgaben richtig gelöst hat. Diese Kontrolle ist ein weiterer Grundstein für die zukünftige sichere Anwendung des Wissens. Oft haben wir außerdem einen Infoteil hinzugefügt, der beispielsweise mit geschichtlichen Anekdoten und Bildern das Interesse der Schüler wecken soll. Während der Benutzung des besonders für naturwissenschaftliche Fächer ausgelegten Programms kann jederzeit auf ein virtuelles Periodensystem zugegriffen werden. Dieses Periodensystem passt sehr gut in unser Programm, da es dem Schüler zu jedem Element eine große Menge an Zusatzinformationen bietet.

Verständnis für den Alltag

Das Ziel des Chemieunterrichtes der 8. Klasse wird vom Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur folgendermaßen zusammengefasst: „Eine zeitgemäße naturwissenschaftliche Grundausbildung muss einerseits Wissen zur Alltagsbewältigung und andererseits das Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren umfassen“. Diese Grundsätze haben wir mit Hilfe von fächerübergreifenden Vergleichen von bereits Erlerntem aus den Fächern Biologie und Physik mit Hinblick auf die Umwelt und die Anwendung von Wissen aus dem Alltag umgesetzt. Beispielsweise der Vorgang des Rostens, der Trennvorgang des Siebens oder die Veränderung von Wasser bei unterschiedlicher Temperatur sind Vorgänge, die jedem Schüler bekannt sind. Mit Hilfe dieser Beispiele und vereinfachten Modellen versuchen wir die chemischen Vorgänge nun theoretisch zu erklären und ergänzen die Theorie durch weitere von uns vorgeführte und bildlich dokumentierte Experimente.

Beim Durchführen der Experimente haben wir entweder Fotos oder Videos gemacht, um sie für den Schüler am Computer verständlich zu präsentieren. Diese Fotos oder Videos zeigen dem Schüler die wichtigsten Schritte

Auf das Periodensystem können die Schüler immer zugreifen, wenn sie sich über das Lernprogramm hinausgehende Zusatzinformationen wünschen.

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

jedes Experimentes. Jedem Experiment wird ein unvollständiges Protokoll hinzugefügt, das der Schüler als Übung möglichst alleine ausfüllen sollte. Die ausgefüllten Übungsprotokolle kann der Schüler dann als Selbstüberprüfung (ohne Bewertung) beim Lehrer per E-Mail einreichen, um eine Kontrollmöglichkeit zu haben, ob die Inhalte des jeweiligen Experiments richtig verstanden wurden. Bei einigen Protokollen geben wir den Schülern außerdem die Möglichkeit, ihre Ergebnisse mit einem von uns vollständig ausgefüllten Protokoll zu vergleichen. Dabei wiederholen sie selbstständig, wie ein Protokoll richtig geführt wird und welche Informationen aus der Durchführung zu entnehmen sind. Der Schüler lernt in diesem Fall mit Hilfe von Beispielen und durch Nachahmung sehr viel effektiver und erfolgreicher, als durch das Lernen mit Versuch und Irrtum.

Es knallt und blitzt

Aus unserer Befragung ging auch hervor, dass ein Großteil der Schüler lieber mit einem Lernprogramm nachholen und lernen möchte, das speziell auf ihren Unterricht zugeschnitten ist, als mit dem Lehrbuch oder anderen Informationsquellen wie zum Beispiel dem Internet. Als wir von den

Schülern wissen wollten, warum sie sich oft nicht ausreichend mit dem verpassten Stoff beschäftigen, nannten viele den Grund, dass sie die Themen nicht verstehen, wenn sie diese im Lehrbuch nachgearbeitet haben. Wir haben den Stoff, die Experimente und die Aufgaben in einen möglichst leicht zu verstehenden Zusammenhang gebracht. Bei der Auswahl der Experimente und Aufgaben haben wir versucht, einen Bezug zum Alltag herzustellen. Jeder Lehrer hat schon von Schülern die Frage zu hören bekommen: „Wozu brauche ich das denn alles später noch?“ Mit dem Alltagsbezug wollen wir den Schülern zeigen, dass Chemie nicht nur verstaubte Theorie ist, sondern täglich praktisch im Alltag angewandt wird. Deshalb haben wir Aufgaben entworfen wie zum Beispiel: „Nenne Beispiele, wo die Verwendung von rostfreiem Stahl wünschenswert ist!“.

Außerdem versuchen wir mit kleinen „Extras“ die Neugier und das Interesse auf mehr Wissen beim Schüler zu wecken, sowie die Lernmotivation aufrecht zu erhalten: Einerseits haben wir zusätzliche Infoteile eingefügt, die hauptsächlich geschichtliche Aspekte beinhalten, wie beispielsweise die Entdeckung von Wasserstoff oder die Frage, warum heute keine mit Wasserstoff gefüllten

Ballons mehr zur Personenförderung eingesetzt werden – andererseits findet man am Ende vieler Stoffeinheiten eine Chemieschau. Diese Experimente stehen im Zusammenhang mit dem in der Lektion Erlernten und verkörpern das, was man sich unter Chemie vorstellt: es knallt und blitzt!

Ohne Reizüberflutung

Das Programm ist einem braunbeige Farbton gehalten. Gewählt wurde dieses Farbschema, weil es eine seriöse Wirkung hat und augenschonend ist. Eine Umfrage in den 8. Klassen unserer Schule ergab, dass über 90 Prozent der befragten Schüler diesen braunbeige Ton bei der Benutzung eines Lernprogramms bevorzugen würden. Stark kontrastreiche beziehungsweise besonders dunkle Farbschemen wurden von den Schülern ausdrücklich abgelehnt. Hinzu kam unsere eigene Lernerfahrung, die bei der optischen Gestaltung von Wissensmanagement Berücksichtigung fand. So war es uns vor allem wichtig, keine Reizüberladung bei den Benutzern hervorzurufen. Dadurch sinken auch die Ablenkungsmöglichkeiten, welchen der Schüler bei der Arbeit mit dem Programm ausgesetzt sein kann. Nur bei besonders wichtigen Dingen wird der Benutzer mit Hilfe von optisch auffälligen Mitteln zur erhöhten Aufmerksamkeit gebracht (zum Beispiel findet man bei Definitionen das rote Ausrufezeichen).

Immer wieder stellt das Lernprogramm einen Bezug zum Alltag her – wie hier mit der Frage, warum man bestimmte Metalle im Flugzeugbau verwendet.

Literatur

- [1] Chemie – Stoffe, Reaktionen, Umwelt, Volk und Wissen, 1996
- [2] Rahmenplan Chemie, Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern, 2002
- [3] Die eigene Homepage. Das große Praxisbuch, Axel Juncker Verlag, 2000
- [4] Münz, Stefan, SELFHTML 8.0, 2001
- [5] www.netlexikon.de

Symposium und Studie zu optischen Technologien zeigen: „Licht ist der Rohstoff für die Zukunft“

Das Symposium „Angewandte Photonik – Vision: Licht für das Leben“, hat im September an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster neueste Forschungsergebnisse vorgestellt. Eine Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zeigt, dass auch kleine und mittlere Unternehmen im Bereich der optischen Technologien weiter wachsen werden.

Laut Dr. Eckhard Heybrock vom VDI Technologiezentrum ist Licht der Rohstoff für die Zukunft. Das Marktvolumen in den optischen Technologien beträgt derzeit etwa 100 Milliarden US-Dollar. Seit dem Jahr 2000 steht im Förderprogramm „Optische Technologien“ ein Fördervolumen von 280 Millionen Euro für den Zeitraum von fünf Jahren zur Verfügung.

Zu den auf dem Symposium vorgestellten Visionen gehören mittels Adaptiver Optik steuerbare Systeme: in der optischen Kommunikation, der Mikroskopie, der Entwicklung von Hochleistungslasern sowie der Astronomie. Die immer wichtiger werdende interdisziplinäre Vernetzung zeigte das Beispiel der Optoelektronik.

Mit Unterstützung der Holografie Krankheiten bekämpfen

Die Visionen des Forschungsschwerpunkts Biophotonik sind: Krankheiten in ihren Ursachen zu verstehen, sie zu verhindern oder zumindest möglichst nebenwirkungsfrei zu behandeln. In neun geförderten Verbundprojekten wird beispielsweise an neuen diagnostischen Methoden zur Früherkennung von Krebs, der schnellen und effizienten Identifizierung von Infektionserregern oder an einem automatisierten Messsystem zur Pollenflugvorhersage geforscht. Endoskopische Untersuchungen gekoppelt mit Ultraschall sind bei der Darmkrebsfrüherkennung die

derzeit gängigsten Methoden. Die Visualisierung von Verhärtungen und Knoten in einem sehr frühen Stadium kann man aber noch steigern: In einem Verbundprojekt zur Biophotonik kombinieren Forscher die Endoskopie mit Endoholografischen Methoden. Holografisch mikroiinterferometrische Methoden in der Mikroskopie bieten neue Möglichkeiten bei der markerfreien Untersuchung von Zellen in-vivo und der Nanoskopie.

Holografie neu entdecken

Die Nichtlineare Photonik als Vision für Datenspeicherung und Informationsverarbeitung wurde von der Vorsitzenden der Arbeitsgruppe „Photonik“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)

und Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für angewandte Optik (DGaO), Professor Dr. Cornelia Denz von der Universität Münster, vorgestellt. „Die Holografie, eine einst auf Abstellgleis gestellte Technik, wird derzeit wieder neu entdeckt und verspricht bald die Speicherung riesiger Datenmengen“, so Denz (siehe Kasten).

Den Abschluss der Veranstaltung bildete der Vortrag von Professor Dr. Klaus Hinsch, dem Leiter der Arbeitsgruppe „Angewandte Optik“ der Universität Oldenburg und ehemaligem Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für angewandte Optik (DGaO) mit der Vision: Optische Messtechnik in neuen Dimensionen.

Grundsätzliches zur Holografie

Holografie (griechisch holos: ganz, vollständig; graphein: schreiben) ist eine Methode, Objekte dreidimensional abzubilden. Zur Aufnahme eines Hologramms ist eine kohärente und ausreichend starke Lichtquelle erforderlich: ein Laser. Die Holografie basiert auf dem Prinzip der Interferenz – „to interfere“ bedeutet im Englischen soviel wie vermischen, überlagern. Treffen bei der Überlagerung zweier Wellen mit gleicher Amplitude die Wellenberge aufeinander, so entsteht ein Wellenberg, der doppelt so hoch ist wie der Wellenberg der Ausgangswelle. Genauso entsteht ein doppelt so tiefes Tal, wenn zwei Wellentäler aufeinander treffen. Damit sich zwei Lichtwellen gegenseitig auslöschen können, müssen sie ganz genau in Phase schwingen, das bedeutet, dass sich die Knoten der beiden Lichtwellen immer an denselben Stellen befinden müssen. Dies heißt wiederum, dass die beiden Wellen exakt die gleiche Wellenlänge besitzen müssen. Um sicher zu gehen, dass beide Wellen im Gleichtakt schwingen, verwendet man am besten eine Lichtquelle und ihr Spiegelbild. Da Lichtquellen keine „unendlichen“ Wellenzüge ausstrahlen, würde der Gleichtakt der Wellen nach jedem Wellenzug unterbrochen. Die Länge eines solchen Wellenzuges bezeichnet man als Kohärenzlänge. Ist nun aber der Wegunterschied zwischen der ursprünglichen Welle und der gespiegelten Welle größer als die Kohärenzlänge, so schwingen die beiden Wellen nicht mehr im gleichen Takt. Es kann folglich auch kein Interferenzmuster mit hellen und dunklen Stellen ausgebildet werden.

Das physikalische Prinzip der Holografie entwickelte 1948 der Physiker Dennis Gabor, der für diese Erfindung 1971 den Nobelpreis erhielt. Den ersten Laser, einen Rubin-Kristall-Laser, baute 1960 Theodore H. Maiman. Zwei Jahre später entwickelten die Wissenschaftler Ali Javan, William Bennet und Donald R. Herriott den Helium-Neon-Laser.

Eine der wichtigsten Anwendungen der Holografie ist die Interferometrie. Dabei werden auf dem selben Film zwei Hologramme desselben Objekts aufgenommen. Treten zwischen den Aufnahmen Verformungen im Bereich der Lichtwellenlänge auf, sind diese bei späterer Betrachtung klar zu erkennen. Eine weitere Anwendung in der Technik ist Holografie als Datenspeicherung. Dabei werden einzelne Seiten mit hellen und dunklen Punkten als Informationen aus verschiedenen Winkeln auf einen Film abgebildet. Auf diese Weise wird es möglich, sehr viele Informationen auf kleinstem Raum zu speichern.

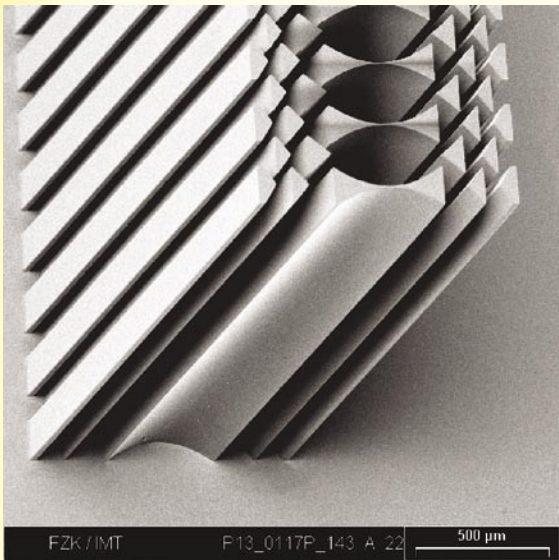
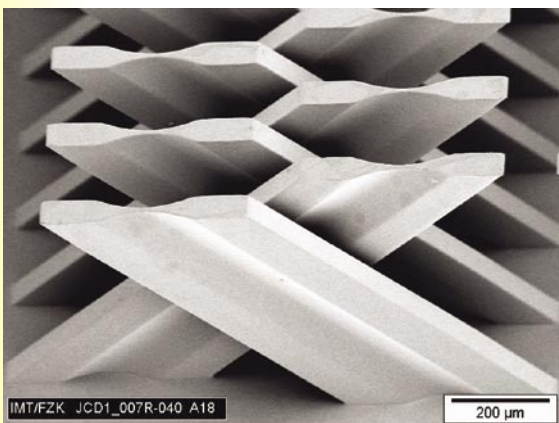


Bild 1: Über einen Millimeter hoch, aber auf wenige Mikrometer genau sind die im Forschungszentrum Karlsruhe mit Röntgentiefenlithographie hergestellten Kunststoffstrukturen, die Röntgenstrahlen fokussieren (Abbildungen: Forschungszentrum Karlsruhe).

Hochpräzise Röntgenlinsen aus speziellem Kunststoff

Optische Instrumente für sichtbares Licht gehören zu unserem Alltag: Brillen, Lupen oder Ferngläser beruhen auf dem Prinzip, dass Licht an der Grenzfläche von Luft und Glas gebrochen wird. Für Röntgenstrahlen funktionieren diese Instrumente nicht mehr, weil die Brechkraft einer einzelnen Linse in diesem Wellenlängenbereich zu gering ist. Conrad Röntgen selbst hatte seine Versuche zur Bündelung

Bild 2: Zweifache Belichtung der Kunststoffstruktur aus unterschiedlichen Winkeln ermöglicht die Herstellung von Linsen, die in zwei Richtungen fokussieren und die einfallende Strahlung in einen Brennpunkt bündeln.



der von ihm entdeckten Strahlen Ende des 19. Jahrhunderts ergebnislos abgebrochen. Erst in den letzten zehn Jahren wurden durch das Hintereinandersetzen hunderter einzelner Linsen erste funktionsfähige Instrumente gebaut.

Im Forschungszentrum Karlsruhe werden mit Hilfe der Synchrotronstrahlungsquelle „Anka“ und dem „Liga-Verfahren“ in einem einzigen Arbeitsvorgang vollständige Linsensysteme hergestellt, die Röntgenstrahlen bündeln. Das lithographische Verfahren ermöglicht die Darstellung sehr komplexer, vorher berechneter Strukturen in einem speziellen Kunststoff (SU-8), der gegen Röntgenstrahlen beständig und für diese hochtransparent ist. Zunächst konnten nur Linsensysteme erzeugt werden, die Röntgenstrahlen in einer Richtung bündeln (Bild 1). Inzwischen ist es gelungen, durch doppelte Belichtung des Kunststoffes auch Linsensysteme herzustellen, die in zwei Richtungen fokussieren (Bild 2).

Die Einsatzmöglichkeiten für Röntgenlinsen sind vielfältig: So warten die Biologen auf Röntgenmikroskope, mit denen Auflösungen im Nanometerbereich möglich sind. Ziel ist es, biologische Vorgänge in lebenden Zellen zu verfolgen. Die Astronomen benötigen Röntgenlinsen, um Röntgenteleskope für den Einsatz auf Satelliten zu bauen. Die Einsatzmöglichkeiten in der orts aufgelösten Analytik kleinster Materialproben sind fast unbegrenzt.

In Kooperation mit europäischen Partnern, die ihre Experimente an verschiedenen Synchrotron-Strahlungsquellen betreiben, werden

derzeit Leistungsfähigkeit und Grenzen der neuartigen Linsensysteme getestet. Gemeinsam mit der Universität Karlsruhe wird der Einsatz an konventionellen Röntgenröhren untersucht. Auch die Vermarktung der vielversprechenden Linsen haben die Forscher sichergestellt: Die Anka GmbH hat mit dem weltweiten Vertrieb begonnen.

Wirtschaftsstudie zu Optischen Technologien

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Bereich der Optischen Technologien wachsen in den kommenden Jahren stark weiter und werden Tausende neuer Arbeitsplätze schaffen. Zu diesem Ergebnis kommt eine aktuelle Studie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Demnach wollen die KMU rund 15 000 Beschäftigte neu einstellen und damit ihren Personalbestand um 42 Prozent ausbauen. An der Umfrage beteiligten sich 410 von insgesamt rund 1000 Unternehmen der Branche in Deutschland. Nach den Daten wollen rund 90 Prozent der befragten Betriebe mit neuen Produkten und Leistungen ihren Marktanteil vergrößern. Fast 80 Prozent beabsichtigen, neue Geschäftsfelder zu erschließen. Daraus und aus dem Wachstum der Branche ergebe sich ein hoher Bedarf an qualifiziertem Personal, darunter Fachkräfte aber auch Führungskräfte mit akademischen Abschlüssen, folgern die Experten. Die vollständige Studie finden Sie im Internet unter: www.vditz.de/optischetechnologien/studien.

MB

Der Kunststoff SU-8

SU-8 besteht aus in einem organischen Lösungsmittel gelöstem Epoxidharz und einem Fotoinitatorsalz. Bei der Belichtung wird durch die UV-Strahlung eine photochemische Reaktion ausgelöst, bei der eine starke Lewisäure freigesetzt wird, die als Katalysator für die Vernetzung dient. Bei einer anschließenden Zugabe von Wärmeenergie, dem Post-Exposure-Bake (PEB), wird die vollständige Vernetzung des Kunststoffes ermöglicht. Nicht vernetzte Bereiche können im späteren Entwicklungsschritt mit einem Lösungsmittel ausgelöst werden.

Vorsicht beim Umgang mit Scoubidou-Bändern Lösemittel und Weichmacher

Irene Lukassowitz, BfR

Sie sind leuchtend bunt, sie sind geschmeidig und eignen sich hervorragend zum Basteln von Schlüsselanhängern, Halsbändern und anderen kleinen Geschenken. Klar, dass Scoubidou-Bänder bei Kindern und Jugendlichen sehr beliebt sind. Untersuchungen der Überwachungsbehörden der Bundesländer haben jedoch gezeigt, dass Scoubidou-Bänder flüchtige organische Lösemittel und hohe Konzentrationen von Cadmium sowie Phthalate als Weichmacher in erheblichen Mengen enthalten. Sie sind deshalb nach Auffassung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) als Spielzeug für Kleinkinder nicht geeignet.

Scoubidou-Bänder sind Kunststoffschnüre aus Polyvinylchlorid (PVC). Um diesen Kunststoff weich und geschmeidig zu machen, werden ihm als Weichmacher Phthalate in hoher Konzentration zugesetzt. Das können in einzelnen Bändern bis zu 45 Prozent sein. Bei über drei Viertel der untersuchten Bänder wurden Weichmacher wie Diethylhexylphthalat (DEHP) oder Dibutylphthalat (DBP) in hohen Anteilen von über 30 Prozent verwendet. Von diesen Weichmachern ist bekannt, dass sie bei höherer Dosierung reproduktionstoxisch wirken, also die Fortpflanzung und Entwicklung beeinträchtigen können.

Außerdem wurden flüchtige organische Verbindungen wie Toluol, Phenol, 2- und 1-Butanol sowie verschiedene zinnorganische Verbindungen in den Bändern nachgewiesen. Die hellgrünen, violetten, gelben, rosa- und orangefarbenen Teile einiger Proben enthielten ausserdem hohe Anteile an Cadmium.

Solange kritische Stoffe im Kunststoff verbleiben, stellen sie

kein Risiko für die Gesundheit dar. Entscheidend ist vielmehr, welche Mengen beim Basteln und Spielen sowie beim vorhersehbaren Fehlgebrauch aus den Bändern entweichen und mit dem Körper in Kontakt kommen. Etwa dann, wenn Kleinkinder die daraus gefertigten Schlüsselanhänger, Hals- und Armbänder in den Mund nehmen und darauf kauen.

Weil derzeit keine brauchbaren Messergebnisse zur Freisetzung von Weichmachern, Lösemitteln und Cadmium aus Scoubidou-Bändern vorliegen, hat das BfR unter Annahme der ungünstigsten (Worst-case) Bedingungen die mögliche Aufnahme der Stoffe über die Haut beziehungsweise über die Atemwege abgeschätzt.

Was nach dieser Schätzung an kritischen Stoffen aus den untersuchten Bändern entweicht und aufgenommen wird, stellt nach Auffassung des BfR keine erkennbare gesundheitliche Gefährdung für Kinder und Jugendliche dar. Aus Gründen der Vorsorge hält das BfR aber Produkte, die durch Lösemittelgeruch auffallen, nicht als Spielzeug für Kinder geeignet.

Kleinkinder, bei denen vorhersehbar ist, dass sie Spielzeug und andere Gegenstände in den Mund nehmen, sollten nicht mit Scoubidou-Bändern spielen oder daraus angefertigte Schmuckstücke tragen.

Scoubidou-Bänder sind nach Einschätzung des BfR Spielzeug. Grundsätzlich ist das Institut der Auffassung, dass in Spielzeug gemäß der „Guten Herstellerpraxis“ der Gehalt an gesundheitlich bedenklichen Substanzen so weit wie möglich zu minimieren ist. Gleiches gilt für Restgehalte flüchtiger Stoffe. In Kunststoffen für Spielzeug sollten grundsätzlich gesundheitlich weniger bedenkliche Weichmacher eingesetzt werden.

Aus der Bildungslandschaft

- Die TU Kaiserslautern bietet ab dem Wintersemester 2004/05 den neuen Diplomstudiengang **Life Science in Chemistry** an. Das Lehrangebot verknüpft die Methoden der Naturwissenschaften und ihr Verständnis von molekularen Vorgängen mit Inhalten der Lebensmittelchemie, Ernährungslehre, Biochemie sowie Toxikologie.
- Die Uni Duisburg-Essen hat die ersten Absolventen des internationalen Bachelorstudiengangs **Wasser: Chemie, Analytik, Mikrobiologie** verabschiedet. Künftig wird man die Absolventen vor allem auf den folgenden beruflichen Arbeitsfeldern in aller Welt finden: bei der Trinkwasserversorgung, der Meerwasserentsalzung, der Abwasserreinigung, in Überwachungsbehörden, in chemisch-analytischen Laboratorien oder auch als Wasserexperte in Entwicklungsländern und Katastrophengebieten. Die meisten der Absolventen haben sich aber bereits entschieden, dass sie ihre Studienlaufbahn zunächst weiter fortsetzen und sie in vier Semestern mit dem Master of Science abschließen möchten.
- Ein Fortbildungsprogramm zu betriebswirtschaftlichen Fragestellungen mit dem Abschluss **Gepürfter Projektmanager Wirtschaftschemie GDCh** bietet die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und ihr Jungchemikerforum (JCF). Weitere Informationen sind unter www.gdch.de/fortbildung abrufbar.
- Mit dem Studienkompass **Optische Technologien** für Niedersachsen will PhotonicNet Orientierungshilfe für Schüler mit naturwissenschaftlich-technischem Interesse geben. Viele Hochschulen bieten bereits auf Optische Technologien ausgerichtete Studienschwerpunkte an, wie den Diplom-Studiengang Photonik in Emden oder – am Fachhochschulstandort Göttingen – den Master-Studiengang Optical Engineering/Photonics und das Ingenieursstudium Präzisionsfertigung (www.photonicnet.de/Members/pn/News/download/studienkompass.pdf).
- Die Universität Göttingen startet zum Wintersemester 2004/2005 ihr neues Studienangebot **Biologische Diversität und Ökologie**. Zusätzlich zu einem sechssemestrigen Bachelorstudium bietet die Georgia Augusta einen Masterstudiengang und ein Promotionsprogramm an. Das interdisziplinäre Studium befasst sich mit der Vielfalt von Lebewesen und ihrer Lebensräume in den verschiedenen Ökosystemen.

Lösungen zu Seite M72 (CLB 09/2004):

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

(Alle Lösungen zu Seite M80 finden Sie in CLB 11/2004 sowie auf www.clb.de)

Fast schon Physik: Leitende Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

1 Zwei Metallstäbe tauchen in eine Flüssigkeit ein. Die herausragenden Enden der Stäbe sind mit einem Voltmeter verbunden. Wann ist ein Ausschlag am Voltmeter zu beobachten?

- A Beide Stäbe bestehen aus unterschiedlichen Metallen und tauchen in eine verdünnte Zuckerlösung ein.
- B Zwei Stäbe aus demselben Metall tauchen in Wasser ein.
- C Stäbe aus verschiedenen Metallen tauchen in Wasser ein.
- D Beide Stäbe aus demselben Metall tauchen vollständig in verdünnte Schwefelsäure.
- E Stäbe aus unterschiedlichen Metallen tauchen in verdünnte Schwefelsäure.

2 Eine Potentialdifferenz von 12 Volt erzeugt an einem Widerstand einen Strom von drei Ampere. Wie groß ist der Widerstand?

- A 36 Ohm
- B 12 Ohm
- C 4 Ohm
- D 0,25 Ohm
- E 0,125 Ohm

3 Welche Vorgänge laufen bei der Elektrolyse verdünnter Schwefelsäure unter Verwendung von Platinelektroden ab?

- A An der Kathode wird Wasserstoff frei.
- B Die Anode oxidiert.
- C Es wird keine Schwefelsäure verbraucht.
- D Wasserstoff und Sauerstoff bilden sich.
- E Es bildet sich Wasserstoffperoxid.

4 Mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser wird elektrolysiert. In welchem Verhältnis stehen die Volumina der entstandenen Gase Sauerstoff und Wasserstoff?

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

5 Welche Einheit hat die Elektrizitätsmenge (Ladungsmenge)?

- A Joule
- B Voltsekunde
- C Wattsekunde
- D Amperesekunde
- E Voltampere

6 Welche Methode ist eine elektrochemische Methode ohne Stromfluss?

- A Elektrogravimetrie
- B Konduktometrie
- C Coulometrie
- D Potentiometrie
- E Polarimetrie

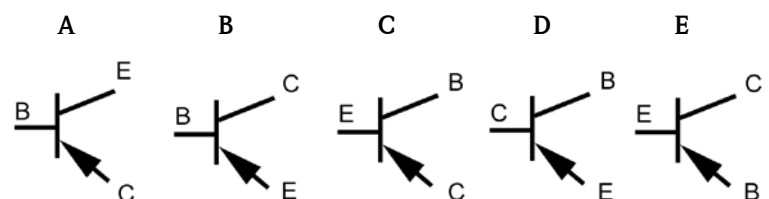
7 Wovon hängt die Leitfähigkeit einer Lösung ab?

- A Vom Volumen der Lösung in der Zelle.
- B Von der Art der Lösung.
- C Von der Temperatur der Lösung.
- D Von der Größe der Elektroden.
- E Vom Abstand der Elektroden.

8 Die Klemmen einer Batterie mit der Spannung von 12 Volt und dem inneren Widerstand von einem Ohm werden über einen Widerstand von drei Ohm miteinander verbunden. Welche Stromstärke hat der Strom, der durch den drei-Ohm-Widerstand fließt?

- A 16 Ampere
- B 12 Ampere
- C 9 Ampere
- D 4 Ampere
- E 3 Ampere

9 In welchem Diagramm sind die Transistorelektroden richtig beschriftet (B=Basis, E=Emitter, C=Kollektor)?



10 Wovon hängt die Wanderungsgeschwindigkeit der Teilchen bei der Elektrophorese ab?

- A Von der Ladung der Teilchen.
- B Vom Durchmesser der Teilchen.
- C Von der eingestellten elektrischen Feldstärke.
- D Von der Viskosität des Mediums.
- E Vom Luftdruck.

11 Ein Zinkstab taucht in eine wässrige Kupfersulfatlösung. Was passiert?

- A Folgende Reaktion läuft ab: $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
- B Zink löst sich
- C Kupfer scheidet sich ab.
- D Die Blaufärbung der Lösung verschwindet mit der Zeit.
- E Wasserstoff wird frei.

12 Eine Gleichstromquelle hat einen inneren Widerstand von drei Ohm. Im Stromkreis befindet sich ein Widerstand von sieben Ohm und es wird eine Stromstärke von 1,5 Ampere gemessen. Welche Spannung liefert die Stromquelle?

- A 4,5 Volt
- B 6 Volt
- C 10,5 Volt
- D 15 Volt
- E 20 Volt

13 Eine Kalomel-Elektrode ist

- A eine Elektrode 1. Art
- B eine Elektrode 2. Art
- C eine Elektrode 3. Art
- D eine Salzbrücke
- E eine Halbzelle

SI-Einheiten				
Physikalische Größe	Einheit Name	Symbol	SI-Einheiten	andere bzw. USA-Einheiten
Länge l	Meter Millimeter Mikrometer	m	Basiseinheit mm μm	100 cm; 1,09361 yd; 3,2808 ft 0,1 cm; 0,03937 in 10,000 Å
Fläche A	Quadratmeter Quadratmillimeter		m^2 mm^2	0,01 ar; 10,764 sq ft 0,01 cm^2 ; 0,00155 sq in
Volumen V	Kubikmeter Liter	l	m^3 dm^3	35,3145 cu ft 0,2642 gal
Zeit t	Sekunde	s	Basiseinheit	day = $8,64 \cdot 10^4$ sec.
Masse m	Kilogramm	kg	Basiseinheit	2,2046 lb
Kraft F	Newton	N	kg m s^{-2}	0,102 kp; 10 dyn; 0,2247
Druck p	Pascal Megapascal	Pa Mpa	N/m^2 $\text{N/mm}^2 = 10$ Bar	0,0075 Torr; 2,05 lb/sq ft 10,2 at; 142,23 lb/sq in (Psi)
Energie E	Joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} (= \text{Nm}^2)$	0,2388 cal; 0,9476 BTU
Leistung P	Watt	W	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} (= \text{J s}^{-1})$	$1,3610^{-3}$ PS
Stoffmenge n	Mol	mol	Basiseinheit	val; äq; eq
Massenkonzentration ρ_B			kg m^{-3} ; g/l^{-1} ; mg/l	[%w/v; ppm] obsolete
Massenverhältnis ω_B			kg/kg; g/kg; mg/kg	[%w/w; ppm] obsolete
Volumenverhältnis ϕ_B			$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$; 1; ml/l; $\mu\text{l/l}$	[vol%; %v/v; ppm] obsolete
Molarität C_B			mol m^{-3} ; mol/l; mmol/l	[M; N; m; n; äq/l] obsolete
Molalität m_B			mol kg^{-1} ; mmol/kg	
Katalytische Aktivität	Katal Microkatal Nanokatal	kat μkat nkat	mol s^{-1} $\mu\text{mol s}^{-1}$ nmol s^{-1}	$6 \cdot 10^7 \mu\text{mol/min} = 6 \cdot 10^7 \text{U}$ 1 $\mu\text{kat} = 60 \text{U}$; 1 U = 0,0167 μkat 16,67 nkat = 1 U = 1 $\mu\text{mol/min}$
Viskosität		η	$\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{N m}^{-2} \text{s}$	1000 cP
Lichtabsorption		A	$-\log I/I_0$	E; OD; %A = $100 (1 - 10^{-A}) = 100 - \%T$

CLB

FAX: 06223-9707-41

Wollen Sie die CLB nicht erst als 4., 5. oder 6. in Ihrer Firma lesen?

Für nur 87 Euro pro Jahr erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil. Das ermäßigte persönliche Abonnement kostet sogar nur 67,10 Euro pro Jahr (jeweils incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten).

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, Bammentaler 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



Teil 12: Awk – Skalare, Arrays, Hashes

Röbbe Wünschiers

Ein wesentliches Merkmal einer jeden Programmiersprache sind Variablen. Sie können ganz einfache Notizbuch ähnliche Funktionen übernehmen, aber auch kompliziertere Aufgaben, z.B. die Rolle einer Zuordnungstabelle erfüllen. Schließlich können über Variablen auch Informationen der Arbeitsumgebung (Benutzer, aktuelles Verzeichnis, usw.) abgefragt und verarbeitet werden.

So nützlich wie Variablen in der Mathematik sind, um z.B. Gleichungen eine allgemeine Gültigkeit zu verleihen, so nützlich sind sie auch bei der Programmierung. In dieser Ausgabe möchte ich Ihnen die Verwendung von Variablen in Awk-Skripten vorstellen. Sie werden bald sehen, dass Variablen nicht gleich Variablen sind. Wir müssen zwischen Skalaren, Arrays und Hashes unterscheiden.

Skalare

Skalare sind die einfachste Form von Variablen. Sie bestehen aus einem Namen und einem zugeordneten Wert. Aus der Mathematik kennen wir Zuordnungen der Form $x=3$. Der Variablenname ist x , der Wert 3. Auf die selbe Art und Weise können in Awk Variablen definiert werden.

Terminal 1

```
01 $ awk 'BEGIN{x=3; print x}'
02 3
03 $ awk 'BEGIN{x=3; print x, y}'
04 3
05 $ awk 'BEGIN{x=3; y="clb";
06   print x, y}'
07 3 clb
08 $
```

Da die kurzen Skripte in Terminal 1 keine Eingabedatei verarbeiten, schreiben wir alle Kommandos in einen BEGIN Block (siehe CLB 08/04). In Zeile 1 weisen wir mit dem Befehl $x=3$ der Variablen x den Wert 3 zu. Durch `print x` geben wir den Wert von x wieder aus. Das Beispiel in Zeile 3 zeigt, dass eine Variable der kein Wert zugewiesen wurde, leer ist. Für y wird nichts ausgegeben. Einer Variablen kann sowohl eine Zahl, wie auch ein Textstring zugewiesen werden. Im Gegensatz zu Zahlen, müssen Textstrings immer von Anführungszeichen umgeben werden. Variablennamen können fast beliebig lang sein, dürfen aber keine Sonderzeichen oder Leerzeichen enthalten. Zudem müssen sie mit einem Buchstaben beginnen. Es ist sehr sinnvoll Variablen einen Namen zu geben, der ihren Inhalt widerspiegelt. Bei größeren Programmen mit vielen Variablen verliert man sonst schnell die Übersicht.

Variablen Zuweisungen

Es gibt verschiedene Wege, wie Sie Variablen Werte zuweisen können (Tabelle 1). Den einfachsten Fall haben Sie in Terminal 1 kennen gelernt. Es gibt aber auch Zuweisungskommandos von der Art: addiere zum aktuellen Wert der Variablen x den Wert y .

Terminal 2

```
01 $ awk 'BEGIN{x=3; y=x; x+=5;
02   y^=4; print x,y,x^y}'
03 8 81 1.41348e+73
04 $ awk 'BEGIN{x="clb";
05   y="heft";
06   z=x y; xy=x+y; print z, xy}'
07 clbheft
08 $ awk 'BEGIN{x=3; y=x; x+=5;
09   xy=x y; print xy}'
10 83
11 $
```

Tabelle 1: Variablen Zuweisung – Die folgenden Befehle dienen der Zuweisung von Zahlenwerten zu Variablen.

Zuweisung	Funktion
$x = 5$	Einfache Zuweisung ($x=5$)
$x += 5$	Addiert 5 zu dem Wert der Variablen x ($x=x+5$)
$x -= 5$	Subtrahiert 5 zu dem Wert der Variablen x ($x=x-5$)
$x *= 5$	Multipliziert den Wert der Variablen x mit 5 ($x=x*5$)
$x /= 5$	Dividiert den Wert der Variablen x durch 5 ($x=x/5$)
$x ^= 5$	Potenziiert den Wert der Variablen x mit 5 ($x=x^5$)

Zeile 1 von Terminal 2 zeigt Ihnen einfache Beispiele für Wertezuordnungen. In Zeile 3 addieren wir zwei Variablen denen jeweils ein Textstring zugewiesen ist. Beachten Sie, dass Zeichenketten nicht durch die $+$ Operation addiert werden. Diese bezieht sich ausschließlich auf Zahlen. Stattdessen werden die Variablen einfach durch ein Leerzeichen voneinander getrennt. Werden auf Variablenwerte Zahlenoperationen angewandt, dann werden sie auch als Zahlen bewertet.

Deshalb ist "hello" + "world" = 0. Umgekehrt gilt das Gleiche, weshalb 8 plus 3 gleich "83" ist. Dies ist in Zeile 5 in Terminal 2 gezeigt. In der Regel sollte man versuchen, das Vermischen von Zahlen- und Textstrings zu vermeiden.

Integrierte Variablen

Mittels integrierter Variablen können Sie mit Awk, oder Awk mit Ihnen, kommunizieren (Tabelle 2). Die Bezeichnung integriert, oder *in-build*, meint also keinen Variablentyp, wie Skalar, Array oder Hash (siehe unten), sondern ist funktionell gemeint und unterscheidet sich von benutzerdefinierten Variablen. Die wichtigsten in Awk integrierten Variablen haben Sie bereits kennen gelernt. Die Variable *\$0* enthält die aktuelle bearbeitete Zeile. Diese ist in Felder aufgeteilt, die in den Variablen *\$1*, *\$2*, usw. gespeichert sind (siehe Abbildung 2 in CLB 07/04). Diesen Variablen ordnet Awk automatisch einen Wert zu. Zu den integrierten Variablen gehören auch jene, dessen Wert von dem Benutzer verändert werden kann und mit denen Sie das Verhalten von Awk bestimmen können. Solchen Variablen sind wir in der letzten Ausgabe begegnet. Dort konnten wir durch Zuordnung von Werten zu den Variablen *RS* (*record separator*), *FS* (*field separator*), *ORS* (*output record separator*) und *OFS* (*output field separator*) bestimmen, welche Trennzeichen Awk bei der Dateneingabe und -ausgabe verwenden soll (siehe Tabelle 2 in CLB 08/04).

Neben diesen, gibt es drei weitere wichtige integrierte Variablen, die uns Informationen über den Programmablauf liefern (Tabelle 2). Die Variable *FILENAME* enthält den Namen der zur Zeit eingelesenen Datei. *NR* (*number of records*) gibt an, welche Zeile der Datei gerade bearbeitet wird und der Wert von *NF* (*number of fields*) entspricht der Anzahl der Felder in der aktuellen Zeile. Was als Zeile bzw. Feld erkannt wird, hängt wiederum von den Variablen *RS* und *FS* ab. Terminal 3 zeigt die Dynamik dieser Variablen.

Terminal 3

```
01 $ cat > test.txt
02 Dies ist Zeile 1.
03 Hier Nummer 2.
04 3
05 Die Letzte!
06 $ awk '{print FILENAME, NR,
07     NF}' test.txt
08 test.txt 1 4
09 test.txt 2 3
10 test.txt 3 1
11 test.txt 4 2
12 $
```

Die Variable *NR* wird einfach durch gezählt, d.h., wenn Sie mehrere Dateien direkt hintereinander bearbeiten, dann ist es mit *NR* nicht möglich herauszufinden welche Zeile gerade bearbeitet wird.

Variable	Bedeutung	Standardeinstellung
<i>FILENAME</i>	Name der aktuell bearbeiteten Datei	
<i>NR</i>	Aktuell bearbeitete Zeilennummer (<i>number of record</i>)	
<i>FNR</i>	Aktuell bearbeitete Zeilennummer der aktuell bearbeiteten Datei (<i>file number of record</i>)	
<i>NF</i>	Anzahl der Felder (Wörter) der aktuell bearbeitenden Zeile (<i>number of fields</i>)	
<i>\$0</i>	Aktuelle bearbeitete Zeile	
<i>\$1...\$n</i>	Felder der aktuellen Zeilen, gemäß den Einstellungen von <i>FS</i>	
<i>RS</i>	Zeilen-Trennzeichen bei der Eingabedatei (<i>record separator</i>)	Zeilenumbruch (\n)
<i>FS</i>	Feld-Trennzeichen bei der Eingabedatei (<i>field separator</i>)	Leerzeichen oder Tabulator (\t)
<i>ORS</i>	Zeilen-Trennzeichen bei der Datenausgabe (<i>output record separator</i>)	Zeilenumbruch (\n)
<i>OFS</i>	Feld-Trennzeichen bei der Datenausgabe (<i>output field separator</i>)	Leerzeichen

Tabelle 2: **Integrierte Variablen** – Beschreibung der wichtigsten integrierten Variablen. Mit diesen Variablen können Sie das Verhalten von Awk bestimmen oder den Programmablauf kontrollieren.

Schauen wir uns ein Beispiel an. Dazu erstellen wir eine zweite Datei, indem wir die Datei *test.txt* kopieren und als *play.txt* abspeichern. Der entsprechende Befehl lautet: `cp test.txt play.txt`. Jetzt rufen wir, wie in Terminal 4 gezeigt, Awk mit beiden Dateien auf.

Terminal 4

```
01 $ awk '{print FILENAME, NR,
02     NF}' test.txt play.txt
03 test.txt 1 4
04 test.txt 2 3
05 test.txt 3 1
06 test.txt 4 2
07 play.txt 5 4
08 play.txt 6 3
09 play.txt 7 1
10 play.txt 8 2
11 $
```

Um dieses Problem zu umgehen gibt es die Variable *FNR* (*file number of record*). Im Gegensatz zu *NR*, wird *FNR* bei der Bearbeitung einer neuen Datei automatisch auf Null gestellt. Wir können die Variable *FNR* auch als Muster verwenden, um bestimmte Zeilen, oder einen Bereich von Zeilen auszuwählen, der bearbeitet werden soll. In Terminal 5 ist im ersten Awk-Skript die Dynamik der Variable *FNR*, zusammen mit *NR* und *NF*, gezeigt. Im zweiten Skript in Zeile 10 ist gezeigt, wie *FNR* dazu genutzt werden kann, nur die erste und dritte Zeile einer jeden Datei auszugeben. Wenn Sie sich an Teil 11 dieser Serie in 09/04 erinnern, dann handelt es sich um zwei durch *Oder* (`||`) logisch verknüpfte numerische Relationen (`FNR==1` bzw. `FNR==3`).

Terminal 5

```
01 $ awk '{print FILENAME, NR,
02     FNR, NF}' test.txt play.txt
03 test.txt 1 1 4
04 test.txt 2 2 3
05 test.txt 3 3 1
06 test.txt 4 4 2
07 play.txt 5 1 4
08 play.txt 6 2 3
09 play.txt 7 3 1
10 play.txt 8 4 2
11 $ awk 'FNR==1||FNR==3
12     {print $0}' test.txt
13     play.txt
14 Dies ist Zeile 1.
15 3
16 Dies ist Zeile 1.
17 3
18 $
```

Alle Variablen die wir bis hierhin betrachtet haben sind skalare Variablen. D.h, einem Variablennamen ist genau ein Wert zugewiesen. Im folgenden werden wir Variablen kennen lernen, die mehrere Werte beinhalten können.

Arrays

Arrays sind Variablen die Listen beinhalten. Dies können Listen von Zahlen, Textstrings oder beides gemischt sein. Die einzelnen Listenelemente, oder Arrayelemente, werden über Indices angesprochen, die in eckigen Klammern hinter dem Variablennamen angegeben werden. Zeilen 1-3 in Terminal 6 sollen Ihnen einen Eindruck von der Zuordnung von Werten zu Arrayelementen geben. In Zeile 1 ordnen wir dem ersten Element (Index 0) des Arrays *temp* den Wert CLB zu und fragen dann den Wert des dritten Arrayelementes (Index 2) ab. Da wir *temp[2]* keinen Wert zugewiesen haben, ist er natürlich leer. In Zeile 2 klappt es dann. Beachten Sie, dass der Index des ersten Arrayelementes 0 ist.

Terminal 6

```
01 $ awk 'BEGIN{temp[0]="CLB";
02     print temp[2]}'
03 $ awk 'BEGIN{temp[2]="CLB";
04     print temp[2]}'
05 CLB
06 $ awk 'BEGIN{
07     liste="Eins-2-Drei";
08     split(liste,temp,"-");
09     for(item in temp){
10         print "Item: "item
11         " - Wert: "
12         temp[item]}'
13 Item: 1 - Wert: Eins
14 Item: 2 - Wert: 2
15 Item: 3 - Wert: Drei
16 $
```

```
BEGIN{
    liste="Eins-2-Drei"
    split(liste,temp,"-")
    for(item in temp){
        print "Item: "item - Wert: "temp[item]
    }
}
```

Skript 1: *splitliste.awk* – Das ordentlich formatierte Skript aus Zeile 4 in Terminal 6.

Nun lassen Sie uns die Zeile 4 in Terminal 6 betrachten, die hier aus Platzgründen auf 7 Zeilen verteilt ist (siehe auch Skript 1). Bei einem Skript von dieser Länge lohnt es sich schon, es in einer Datei zu speichern und Awk mit dem Dateinamen aufzurufen. Der Datei geben wir den Namen *splitliste.awk*; der Programmaufruf sähe dann wie folgt aus: `awk -f splitliste.awk`. In Skript 1 sehen Sie das Skript aus Zeile 4 in Terminal 6. Die Zeileneinschübe machen es übersichtlicher. Zudem können wir jetzt auf die Semikolons verzichten, die bei der einzeiligen Version die Befehle voneinander getrennt haben. Aber nun zurück zur Funktion des Skriptes. Zunächst weisen wir der Variablen *liste* den Textstring „Eins-2-Drei“ zu. Dann wenden wir den Befehl `split` an, um den Inhalt der Variablen *liste* anhand des Trennzeichens „-“ in einzelne Elemente aufzutrennen, die in dem Array *temp* gespeichert werden. Dann verwenden wir eine so genannte Schleife, um alle Elemente des Arrays *temp* auf den Bildschirm auszugeben. Das Kommando `for(item in temp){...}` lässt sich lesen als: Kopiere den Index eines Elements des Arrays *temp* in der Variablen *item* und führe ... aus. Tue dies für alle Elemente des Arrays *temp*. Die Schleife wird also so oft durchlaufen, wie der Array Elemente hat. Der Befehl, den wir für jedes Arrayelement ausführen, lautet `print "Item: "item - Wert: "temp[item]`. Wir geben also eine Mischung von Text ("Item: " bzw. " - Wert: ") und dem Inhalt der Variablen *item* und *temp[item]* aus. Sie sollten sich mit diesem Skript gut vertraut machen, da Arrays sehr hilfreiche Datenstrukturen sind.

```
BEGIN{
    split(ARGV[1]liste,temp,ARGV[2])
    for(item in temp){
        print "Item: "item - Wert: "temp[item]
    }
}
```

Skript 2: *splitinput.awk* – Eine Erweiterung des Skriptes aus Skript 1, das Argumente aus der Kommandozeile aufnimmt.

Variable	Bedeutung
<i>ARGC</i>	Anzahl der Kommandozeilen Parameter
<i>ARGV[n]</i>	Array der Kommandozeilen Parameter; <i>ARGV[1]</i> bis <i>ARGV[ARGC-1]</i>

Tabelle 3: **Kommandozeilen Parameter** – Die Argumente der Kommandozeilen und deren Anzahl kann mit diesen beiden Variablen abgefragt werden.

Kommandozeilen Parameter

Awk verwendet einen Array um Kommandozeilen Parameter an ein Skript zu übergeben. Was bedeutet das? Wenn Sie einen Shellbefehl wie `cp` (kopieren) ausführen, dann geben Sie zusätzlich die Quell- und Zielfile an. Das sind Kommandozeilen Parameter. Auf die selbe Art können Sie von einem Awk-Skript Kommandozeilen Parameter aufrufen. Wir könnten z.B. das Skript aus Terminal 6 flexibler gestalten, indem wir den Textstring und das Trennzeichen beim Aufruf des Skriptes angeben dürfen. Das Skript in Skript 2 erfüllt genau diese Funktion. Der Array, der die Kommandozeilen Parameter enthält heißt *ARGV* (Tabelle 3). Terminal 7 veranschaulicht die Funktion des Skriptes.

Terminal 7

```
01 $ awk -f splitinput.awk
    eins/zwei/drei /
02 Item: 1 - Wert: eins
03 Item: 2 - Wert: zwei
04 Item: 3 - Wert: drei
05 $
```

Beim Aufruf des Skriptes *splitinput.awk* geben Sie gleichzeitig, jeweils von Leerzeichen getrennt, den Textstring und das Trennzeichen an. Der erste Kommandozeilen Parameter, „eins/zwei/drei“ wird automatisch als zweites Element, und der zweite Kommandozeilen Parameter als drittes Element, in dem Array *ARGV* gespeichert. Finden Sie selbst heraus, was das erste Element, *ARGV[0]*, enthält.

Erinnern Sie sich noch, wie man aus einem Awk-Skript ein eigenständiges Programm generieren kann? Werfen Sie einen Blick in Teil 10 in CLB 08/04 und in Skript 3. Nachdem Sie das Skript mit dem Befehl `chmod u+x split.awk` ausführbar gemacht haben, können Sie es wie in Terminal 8 gezeigt aufrufen.

Terminal 8

```
01 $ ./split.awk a-b-c -
02 Item: 2 - Wert: b
03 Item: 3 - Wert: c
04 Item: 1 - Wert: a
05 $
```

Arrays sind also Listen, deren einzelnen Elemente über numerische Indices angesprochen werden können. Awk erlaubt uns aber auch Textstrings als Indices zu verwenden.

```
#!/usr/bin/awk -f
BEGIN{
    split(ARGV[1]liste, temp, ARGV[2])
    for(item in temp){
        print "Item: "item" - Wert: "temp[item]
    }
}
```

Skript 3: *split.awk* – Das Skript aus Skript 2 als selbständiger Befehl.

Hashes

Hashes, oder assoziative Arrays, sind eine Erweiterung des normalen Arrays. Hier darf der Index aus einem Textstring bestehen. Das macht Hashes vielseitig verwendbar. Bei assoziativen Arrays wird der Index meistens als Schlüssel (*key*) bezeichnet. Um die Funktion von Hashes kennen zu lernen, speichern Sie das folgende Skript als *translate.awk* ab.

Skript *translate.awk*

```
01 BEGIN{
02     atom["C"]="Kohlenstoff"
03     atom["H"]="Wasserstoff"
04     atom["O"]="Sauerstoff"
05     atom["H2O"]="Wasser"
06     print atom[ARGV[1]]
07 }
```

In diesem Skript verwenden wir einen Hash namens *atom* als eine Zuordnungstabelle, die wie ein Wörterbuch genutzt werden kann. Die Ausführung ist in Terminal 9 gezeigt.

Terminal 9

```
01 $ awk -f translate.awk O
02 Sauerstoff
03 $ awk -f translate.awk H2O
04 Wasser
05 $
```

Hashes als Zuordnungstabelle sind natürlich nur eine von vielen möglichen Anwendungen. Ich denke, dass Ihnen das Beispiel einen guten Einblick in die Möglichkeiten gibt. Es gibt auch einen integrierten Hash, den ich Ihnen als letztes noch vorstellen möchte.

Tabelle 4: **Umgebungsvariablen** – Um den Wert von Shell-Variablen abzufragen, setzen Sie den Namen der Shell-Variablen als Schlüssel (Index) in dem Hash *ENVIRON* ein.

Variable	Bedeutung
<i>ENVIRON["n"]</i>	Hash zur Ausgabe der Umgebungsvariablen

Shell Variablen

Shell Variablen oder Umgebungsvariablen enthalten Informationen über den Computer an dem Sie arbeiten. Sehen wir uns einige Beispiele an.

Terminal 10

```
01 $ echo $SHELL
02 /bin/bash
03 $ echo $USER
04 rw
05 $ echo $PWD
06 /Users/rw/CLB/Unix-12
07 $
```

In den Zeilen 1, 3 und 5 in Terminal 10 geben wir den Wert einiger Umgebungsvariablen mit dem `echo` Befehl aus (siehe Teil 2 in CLB 12/03). Diese Variablen sind Teil der Shell in der wir arbeiten und werden daher auch als Shell-Variablen bezeichnet. Über einen Hash namens `ENVIRON` (Tabelle 4) können wir auf diese Variablen auch aus Awk zugreifen.

Terminal 11

```
01 $ awk 'BEGIN{print
ENVIRON["SHELL"]}'
02 /bin/bash
03 $
```

Beachten Sie, dass das Dollarzeichen, welches beim Abruf der Variable in der Shell mittels `echo` vorangestellt werden muss, bei Awk nicht angegeben werden darf.

Ich hoffe, ich konnte Ihnen einen guten Überblick über Variablen wie Skalare, Arrays und Hashes verschaffen. Wir werden in den kommenden Ausgaben immer wieder mit Variablen arbeiten. Sie werden dann auch eine Reihe von Befehlen kennen lernen, die z.B. Arrays nach bestimmten Elementen durchsuchen oder sortieren. Für den Moment ist es nur wichtig, dass Sie das allgemeine Konzept verstehen und die Unterschiede zwischen Skalaren, Array und Hashes erkennen.

Neue Befehle in dieser Ausgabe

- `split(string,array,sep)` Teilt einen Textstring in einen Array
- `for(var in array){...}` Gibt alle Indices eines Arrays aus

Vom 29. bis 31. März 2005 sind Sie gefragt, auf der 2005 europaweit größten Tagung ihrer Art!



InCom 2005

SYMPOSIUM & EXPOSITION

Dechema/GVC-Jahrestagung in Karlsruhe

Bald starke Fernost-Konkurrenz auch bei F&E

„China hat nicht nur Masse, sondern auch Klasse“ mahnte Prof. Dr. Norbert Schadler. Der Vorsitzende der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen rückte damit eine Zahl ins rechte Licht, die zuvor der Dechema-Vorsitzende Dr. Alfred Oberholz genannt hatte: Pro Jahr gibt es in China ca. 360 000 Absolventen naturwissenschaftlicher Studien. Folge könnte sein: Nicht nur Produktion, sondern auch Forschung und Entwicklung verlassen Deutschland.

In Deutschland verlassen zum Vergleich nur ca. 18 000 Naturwissenschafts-Studenten jährlich die Universitäten. Momentan entspricht das der jährlichen Wachstumsrate chinesischer Absolventen in jenen Bereichen. In wie weit daher entwicklungsorientierte Arbeitsplätze künftig in Deutschland erhalten blieben vermochte Oberholz nicht einzuschätzen. Allerdings sieht der Degussa-Forschungsvorstand in der

chemischen Produktion jeden dritten Arbeitsplatz hierzulande gefährdet.

Mit beitragen dazu würde auch eine unzumutbare Vorschriftenmenge. „1990 gab es zum Beispiel 19 Vorschriften auf EU-Ebene, die den Umgang mit Chemikalien betrafen, 2003 waren es 430! Große Unternehmen durchdringen dieses Dickicht noch, wenn es sie auch behindert. Für kleine und mittlere Unternehmen ist es jedoch nicht mehr möglich, hier mitzuhalten“, beklagt Oberholz. Die Degussa etwa koste es rund 220 Millionen Euro, die Chemikalien nach neuem Recht anzumelden.

Notwendig seien in Deutschland höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung. Während die Ausgaben dafür in den USA etwa drei Prozent des Produktionswertes betragen, in Japan 2,6 Prozent, begnügt man sich in Deutschland mit 1,9 Prozent.

Als besondere Chance stellte Oberholz die Nanotechnik und die Biotechnik heraus, die nicht mit irrationalen Ängsten belegt werden dürften. Es gäbe Schätzungen, nach denen im Jahre 2010 20 Prozent aller Chemieprodukte mit einem Wert von ca. 300 Milliarden US-Dollar biotechnisch hergestellt würden. Oberholz relativierte: „Zwischen zehn und 15 Prozent sicher, da gehe ich jede Wette ein.“

Hinsichtlich der Ausbildung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften in Deutschland machte der Dechema-Vorsitzende bei allen positiven Aspekten auch Defizite aus. Die Ausbildung sei zu stark forschungsorientiert. „Defizite gibt es bei den Fähigkeiten zur Teamarbeit, zur Informationsbeschaffung und Analyse von Informationen oder bei der Kommunikation. Der größte Mangel besteht jedoch in geschäftsorientiertem Denken und Projektmanagement. Jeder Mitarbeiter eines Unternehmens muss heute unternehmerisch Denken“, so Oberholz.

Einen anderen Aspekt der expandierenden Volkswirtschaften

im Osten hob Professor Dr. Bernd Neukirchen hervor, Mitglied des GVC-Vorstandes und des GVC/Dechema-Fachbereichs „Nachhaltige Produktion, Energieeffizienz und Ressourcenschonung“ der STEAG AG. Demnach verdoppele sich der Strombedarf in China, Indien und Japan bis zum Jahre 2030! Die Minderung des Kohlendioxid-Ausstoßes hierzulande sei daher nur ein Tropfen auf dem heißen Stein. Neukirchen kommentierte: „Gott sei dank bauen unsere Nachbarn noch Kernkraftwerke.“

Verfahrenstechnische Entwicklungen zur Emissionsminderung böten für Deutschland die Chance, im globalen Markt als Know-how-Träger aufzutreten und neue Märkte zu erschließen.

Allerdings sei es gerade bei den teils sehr schnellen Entwicklungen – ob Nanotechnologie oder Minderung des Kohlendioxid-Ausstoßes – essenziell, dass ausreichend Nachwuchs vorhanden und gut qualifiziert ist, so Prof. Dr. Manfred Hampe der Technischen Universität Darmstadt. Der Vorsitzende des GVC-Fachausschusses „Aus- und Fortbildung“ meinte, mit der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen sei ein erster Schritt getan, um die Ausbildung in Europa zu harmonisieren und zu verbessern. „Jedoch sollte die Umstellung auch zu einer tief greifenden Studienreform genutzt werden. Im Bereich Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen sollten biotechnologische und molekularbiologische Lehrinhalte mit integriert werden“, so Hampe. *Rolf Kickuth*

Norbert Schadler (li.) und Alfred Oberholz dramatisierten die Herausforderung aus den Ländern des fernen Ostens für die Chemie in Deutschland (Foto: Kickuth).

Termin Erinnerung:

Glauber

- sein Wundersalz und der Wein - vom Weinstein zur modernen Weinforschung

Glauber-Kolloquium zum 400. Geburtstag
17. November 2004, 14:00 Uhr
im DECHEMA-Haus
Theodor-Heuss-Allee 25
D-60486 Frankfurt am Main



Produktion von 4Pi-Mikroskopen startet

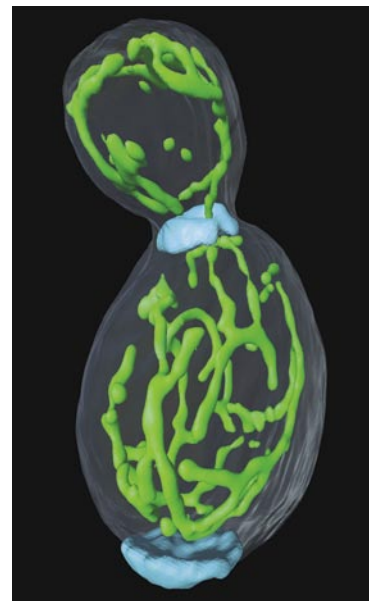
100 Nanometer-Strukturen mit Licht betrachten

Das 4Pi-Mikroskop wird jetzt kommerziell produziert. Es ermöglicht Wissenschaftlern, Strukturen in lebende Zellen zu sehen, die nicht größer als 100 Nanometer sind. Dr. Wolf-Otto Reuter, Vorstandsvorsitzender von Leica Microsystems, kommentierte dies auf der Vorstellung der Produktion in Mannheim: „Mit dem neuen Leica TCS 4Pi-Konfokalmikroskop unterstreichen wir unsere Innovationsführerschaft im High-End-Mikroskopiesegment und setzen Impulse für weitere Entwicklungen im Unternehmen.“

„Das 4Pi-Mikroskop ist die erste grundlegende Verbesserung der Abbildungsschärfe in der Lichtmikroskopie seit über 100 Jahren“, schwärmt Prof. Stefan Hell, Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen. Er hat dazu maßgeblich beigetragen, mit Leica Microsystems das Verfahren so entwickelt, dass es jetzt das Experimentierstadium verlässt.

Das Auflösungsvermögen eines Lichtmikroskops ist in Abhängigkeit von der Ausdehnung des auf die Probe fokussierten Lichtstrahls begrenzt. Noch der kleinste Lichtfokus hat infolge von Beugungseffekten eine Ausdehnung, die mindestens einem Drittel der Wellenlänge entspricht (Abbe-Limit). Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Biophysikalische Chemie in Göttingen und von

Leica Microsystems haben jetzt mit der 4Pi-Technologie ein grundlegend neues Mikroskopieverfahren entwickelt und zur Anwendungsreife gebracht. In dem vom Bundesminister für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt haben sie die Kugelwellen zweier Objektive mittels Interferenz so zusammengesetzt, dass sie sich zu einer einzigen, runden ergänzen. Das Zusammenschweißen der beiden Kugelwellen erfolgt mittels Interferenz. Diesem Prinzip, also dem Zusammenschweißen von zwei Teilwellen zu einer ganzen, verdankt das Mikroskop auch seinen Namen „4Pi“: Er ist angelehnt an den vollen Raumwinkel einer echten Kugelwelle. Dasselbe Prinzip lässt sich auch auf das Fluoreszenzlicht anwenden. Beides gleichzeitig angewendet, also für das Beleuchten eines Punktes und das Sammeln des Lichts vom selben Punkt, führt dazu, dass der Fokus entlang der Achse drei bis sieben Mal enger und damit deutlich schärfer wird. „Hier ist höchste Präzision gefordert“, erklärt Dr. Thomas Zapf, Director Scientific Relations der Leica Microsystems AG. „Die Länge der Achsen vom Strahlteiler bis zur gemeinsamen Fokusebene des Objektivpaares muss bis auf Bruchteile einer Wellenlänge des Lichts identisch lang sein. Nur dann überlagern sich die Lichtwellen im Fokuspunkt derart, dass die erheblich verbesserte Auflösung entsteht.“ Das Prinzip der Konfokalmikroskopie besteht nun darin, höchstauflösende dreidimensionale Bilder zu generieren. Konfokal – frei übersetzt „mit dem Fokus“ betrachtet – bedeutet, dass nur noch die optisch scharfe Fokusebene gesehen wird. Die Konfokaltechnik eliminiert alle unscharfen Bildinformationen aus anderen Fokusebenen. Je dünner die Fokusebene ist, desto schärfer sind auch die Abbildungen. Um das gesamte dreidimensionale Bild eines Objektes unter dem Mikroskop zu sehen, nimmt das Konfokalmikroskop – äh-



Die 3D-Grafik ist eine Oberflächenrekonstruktion eines GFP-markierten mitochondrialen Netzwerks einer knospenden Hefezelle. Die Breite des Bildes entspricht ca. fünf Mikrometern (Abb.: A. Egner, MPI Biophysikalische Chemie Göttingen).

lich wie ein Computertomograph – ein Objekt schichtweise auf und legt diese stets scharfen Bilder als dreidimensionalen Bilderstapel im Datenspeicher des Computers ab. Das Ergebnis ist ein extrem tiefenscharfes Bild, das sich im Computer drehen, von allen Seiten betrachten und vermessen lässt. Die neue 4Pi-Technologie durchbricht die bisherige Auflösungsgrenze deutlich. Damit werden nun weiterführende Forschungen auch an der lebenden Zelle möglich. Mikroskopische Strukturen können jetzt mit einer Detailschärfe und einem Zugewinn an struktureller Information gezeigt werden wie mit bisher keinem anderen kommerziellen Fluoreszenz-Mikroskopsystem der Welt. „Mit diesen zusätzlichen Informationen ist die Wissenschaft nun in der Lage, das Verständnis für Prozesse in lebenden Zellen und Zellorganellen zu erweitern und zu vertiefen, um zu neuen Erkenntnissen über Strukturen und Interaktionen zu gelangen“, ist sich Zapf sicher.

Das neue 4Pi-Mikroskop weist bei der Strahlenführung Präzisionen im Bereich unterhalb der Lichtwellenlänge auf (Abb.: Leica).



Spektroskopie verbindet Slowakei und Deutschland 40 Jahre Forschungskooperation

Anlässlich der 17. Slovaki-schen Spektroskopischen Konferenz vom 5. bis 9. September 2004, veranstaltet von der Slovakischen Spektroskopischen Gesellschaft und der Slovakischen Metallurgischen Gesellschaft in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Kosice, wurde 40 Jahre Forschungskooperation in Spektroskopie zwischen deutschen Universitäten und Forschungsinstituten und der Technischen Universität Kosice gefeiert.

Mehr als 80 Spektroskopiker aus mehreren europäischen Ländern diskutierten in Tatranske Zruby in der Hohen Tatra über die Themen und Details von 54 Vorträgen und Postern. Einen umfassenden Überblick über die Analytik von korrosiven Oberflächen und Schichtstrukturen an metallischen Oberflächen gab einer der Mitbegründer der deutsch-slovakischen Kooperation, Prof. Dr. Dr. hc Hubert Nickel, Forschungszentrum Jülich. In seinem Beitrag aus aktueller Forschung zeigte der slowakische Mitbegründer, Prof. Dr. Nikolaus Matherny von der Technische Universität Kosice, die Bedeutung einer modernen Feststoffanalytik von Flusssedimenten.

Die in der Zeit der starren politischen Blöcke in Ost und West begonnen gemeinsamen Forschungsarbeiten besonders auf dem Gebiet der Feststoffanalytik mit atomspektrometrischen Analysemethoden sind seit der Neustruktur der politischen Systeme und seit der Mitgliedschaft der meisten osteuropäischen Länder in der EU erheblich ausgedehnt worden. Forschungseinrichtungen in Duisburg, Kempten (Allgäu), Dortmund Dresden, Jena, Leipzig kooperieren aktiv. Liegt der Schwerpunkt immer noch auf der Atomspektrometrie, die schon

immer eine Hochburg in der Technischen Universität Kosice hatte, gehören heute auch Themen wie Chemometrik, diffuse Fluoreszenzspektroskopie und verstärkt auch molekulspektrometrische Fragestellungen zu gemeinsamen Forschungsaktivitäten.

Kamen früher slowakische Wissenschaftler zu Forschungsarbeiten nach Deutschland und besuchten die deutschen Kollegen lediglich einmal Konferenzen und Seminare in der Slowakei, so erwacht mit dem ersten Studenten von der Universität Duisburg-Essen auch die Mobilität in Forschungsfragen in die Slowakei. Im Rahmen seiner Bachelor Thesis untersucht er am Lehrstuhl für Analytische Chemie an der Technischen Universität Kosice unter Leitung von Prof. Dr. Dr. hc Karol Flórián die Leistungsfähigkeit eines modernen Bogenspektrometers für die Spurenanalytik in Sedimenten, studiert Matrixeffekte und versucht sie zu beheben. Es scheint so, als ob die klassische Bogenspektrometrie mit modernen Geräten einen erheblichen Aufschwung erhält.

Die Zusammenarbeit wird ausgebaut, war die einhellige Meinung der Teilnehmer beim Abschied. *Heinz-Martin Kuß*

Prof. Dr. Matherny (rechts) und Prof. Dr. Nickel.



Proteine, Gene und Hormone

Varianten des Gens für Hämagglutinin (HA) von Influenza-A-Viren können den Grippeerreger gefährlich machen. Forscher der University of Wisconsin-Madison schleuderten das aus Opfern der Spanischen Grippe isolierte HA-Gen in unscheinbare Influenza-A-Viren und infizierten Mäuse, die daraufhin mit den gleichen Symptomen starben. Die Erkenntnisse könnten vor allem in der Bekämpfung und Prognose künftiger Epidemien hilfreich sein.

Das Erbgut einer Planktonalge der Meere zu sequenzieren ist jetzt zum ersten Mal gelungen. Dabei ist ein Team internationaler Wissenschaftler auf unerwartete Stoffwechselwege in der Kieselalge *Thalassiosira pseudonana* gestoßen. Eine besondere Entdeckung ist das Vorhandensein des Harnstoffzyklus in *Thalassiosira pseudonana*. Bisher war dieser Stoffwechselweg zur Ammoniakentgiftung nur aus den Leberzellen von Tieren und Menschen bekannt. Ebenfalls ungewöhnlich ist, dass die Kieselalge über zwei Möglichkeiten verfügt, Fett abzubauen. In den Mitochondrien, den Kraftwerken der Zelle, findet sich der Abbauweg, wie er auch bei Tieren abläuft. In den der Entgiftung dienenden Peroxisomen hingegen werden Fettsäuren auf die in Pflanzen übliche Weise zerlegt. Die Grenzen zwischen Tieren und Pflanzen scheinen sich bei Kieselalgen also zu verwischen.

Alkoholforscher gehen davon aus,

Die Alkoholabhängigkeit ist eine polygenetische Erkrankung. Davon gehen Suchtforscher jetzt aus. Es sollen bis zu 150 Gene zum Krankheitsverlauf beitragen. Die Collaborative Group on Genetics of Alcoholism (COGA) aus den USA ist ein Forschungsprogramm, welches über 2000 Familien von Alkoholabhängigen untersucht hat. Durch Analyse dieser Kohorte wurden in jüngster Zeit chromosomale Regionen und Gene, die an der Alkoholabhängigkeit beteiligt sind, identifiziert.

Morgenstern: Tag der offenen Tür

Am Sonntag, **14. November 2004**, in der Zeit von **10.00 - 13.00 Uhr**, veranstalten die Dr. von Morgenstern Schulen in Lüneburg, Am Schwalbenberg 18, in Braunschweig, Freisestraße 14, sowie in Magdeburg, Beimsstraße 91a, einen Tag der offenen Tür.

Nach der positiven Resonanz auf entsprechende Veranstaltungen an vergangenen Tagen der offenen Tür bietet man dieses Mal in Braunschweig und Magdeburg eine Anzahl von kostenlosen Workshops an. Das vollständige Workshop-Angebot sehen Sie unter www.morgenstern-schulen.de. Aufgrund der großen Nachfrage empfiehlt man, sich für die Workshops schriftlich, per Email oder telefonisch unverbindlich anzumelden.



Clemens Winkler als 62-Jähriger (1900; Fotos: Bildarchiv der Pressestelle der TU Chemnitz).

100. Todestag von Clemens Alexander Winkler Der Entdecker des Germaniums

Vor 100 Jahren, am 8. Oktober 1904, verstarb in Dresden der berühmte Gelehrte Clemens Alexander Winkler. Die TU Chemnitz hat Veranlassung, seiner zu gedenken, weil Winkler von 1855 bis 1856 an der Königlichen Gewerbschule Chemnitz studierte und hier die wissenschaftlichen Grundlagen für seine weitere berufliche Entwicklung erwarb.

An der Königlichen Gewerbeschule in Chemnitz, der Vorläuferin der Universität, wurde um 1873 nicht nur die Thermosflasche erfunden, eine ganze Reihe Chemnitzer Absolventen wurden später berühmt – wie Clemens Winkler. Obwohl er aus Freiberg stammte und später als Professor an der Bergakademie wieder dorthin zurückging, zog es ihn zum Chemiestudium doch nach Chemnitz. Mit den an der Königlichen Gewerbschule Chemnitz erworbenen Grundlagen entdeckte er dann in Freiberg das Element Germanium und entwickelte ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Schwefelsäure. Die Stadt Chemnitz hat vor kurzem eine Straße nach ihrem großen Absolventen benannt. Die Clemens-Winkler-Straße erschließt ein Gewerbegebiet, in dem mehrere Firmen, darunter Siemens, ihre Chemnitzer Niederlassung bauten. Besonders beim Elektronik-Riesen Siemens freut man sich über den Straßennamen, schließlich spielte – und spielt immer noch – das Germanium in der Mikroelektronik eine große Rolle.

Geboren wurde Clemens Winkler am zweiten Weihnachtstag des Jahres 1838 in Freiberg als drittes Kind des Oberschiedswardens (Chefchemikers) und späteren, wie es in einer Urkunde heißt, „Blaufarbenwerks-Inspektors zu Pfannenstiel“ Curt Alexander Winkler. Als Kind erhielt Clemens Unterricht

von einem Hauslehrer. Später besuchte er das Gymnasium in Freiberg. Doch mit Latein und Griechisch konnte der aufgeweckte Junge nichts anfangen – er interessierte sich mehr für die Naturwissenschaften. Also wechselte er auf die Realschule in Dresden, wo der Unterricht mehr seinen Neigungen entsprach. Schon sein Großvater und sein Urgroßvater waren Hüttenleute gewesen. Seinen Vater hatte der sächsische Staat sogar für einige Monate in das Labor des berühmten schwedischen Chemikers Jöns Jacob Berzelius geschickt. Gerade weil er so große Chemiekennnisse hatte, empfahl der Vater Clemens ebenso wie einem weiteren Sohn, Hermann (der später bei einem Duell ums Leben kam), die Chemnitzer Gewerbschule zu besuchen.

Am 16. April 1855 trat Clemens Winkler unter der Matrikelnummer 1391 in die dritte (niedrigste) Klasse ein. Hier unterrichteten ihn unter anderem Prof. Georg Schnedermann, damals Direktor der Schule, und der später sehr bekannte Dr. Adolph Knop in Chemie. Erst danach, 1857, ging er auf die Bergakademie.

Nach Abschluß des Studiums arbeitete er als Chemiker in mehreren Farbenfabriken. Während dieser Zeit veröffentlichte er eine Reihe von Fachaufsätzen in wissenschaftlichen Zeitschriften und promovierte sogar nebenher mit einer Arbeit über Silizium an der Leipziger Uni zum Dr. phil.

Schon bald machte er sich einen Namen durch die Entwicklung von Verfahren zur Analyse von Gasen. 1864, er war gerade 25 Jahre alt, erschien sein „Lehrbuch der technischen Gasanalyse“. Seine Veröffentlichungen hatten ihn mittlerweile in Fachkreisen so bekannt gemacht, daß ihn der Direktor der Freiburger Akademie, Prof. Gustav Zeuner (auch er ein ehemaliger Chemnitzer Gewerbschüler), für den freigewordenen Lehrstuhl in anorganischer Chemie vorschlug. Am 1. September 1873 wurde er zum Professor für Chemische Technologie, Hütten- und Salinenkunde an der

Bergakademie Freiberg ernannt. In das theorielastige Studium führte er schon bald Experimentalpraktika ein. Auch seine dort verfaßte mehrbändige „Anleitung zur chemischen Untersuchung von Industriegasen“ (1876-1879) war weit verbreitet.

Eines dieser Industriegase ist das Schwefeldioxid. Durch Reaktion mit Sauerstoff läßt sich daraus Schwefeltrioxid herstellen, die Ausgangssubstanz für Schwefelsäure. Diese Säure zählte damals ebenso wie heute zu den wichtigsten chemischen Grundstoffen. Doch das Verfahren, nach dem man in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts Schwefelsäure herstellte, das Bleikammerverfahren, konnte die steigende Nachfrage nicht befriedigen. Zwar wußte man, daß die Entstehung von Schwefeltrioxid durch einen Katalysator aus Platin beschleunigt wird, doch Platin war teurer als Gold. Winkler kam auf die Idee, stattdessen das billigere Vanadium als Katalysator zu benutzen. Außerdem optimierte er das Mengenverhältnis der Ausgangsstoffe Sauerstoff und Schwefeldioxid zueinander. Nach diesem „Kontaktverfahren“, nach einer weiteren Verbesserung durch den BASF-Chemiker Rudolf Knietsch auch „Winkler-Knietsch-Verfahren“ genannt, wurde in der Folgezeit in der ganzen Welt Schwefelsäure hergestellt.

Inzwischen war die Titrimetrie als neues und genaueres Analyseverfahren entwickelt worden. Nun wandte sich Winkler diesem Gebiet zu und verfaßte auch hier ein Buch, „Die Maßanalyse nach neuem titrimetrischen System“ (1883). Theoretische Grundlage hierfür ist, daß chemische Elemente immer nur in bestimmten Mengenverhältnissen miteinander reagieren, eine Erkenntnis, die Winkler auch schon bei der Entwicklung des Kontaktverfahrens angewandt hatte.

Die größte Entdeckung lag aber noch vor Winkler. Im Herbst 1885 brachte ihm jemand einen Klumpen eines neuentdeckten Minerals zur Untersuchung, des Argyrodits. Es bestand, so analysierte Winkler, zu etwa drei

Vierteln aus Silber und zu 17 Prozent aus Schwefel, dazu kamen noch Eisen, Quecksilber und Zink in Anteilen von zusammen etwas mehr als einem Prozent. Winkler stutzte – wo waren die restlichen sieben Prozent geblieben? Ein weniger akribischer Mensch wie Winkler hätte sich vielleicht nichts dabei gedacht, die Anteile stillschweigend zu hundert Prozent ergänzt. Genau das war dem Winkler-Kollegen und Freiburger Professor C. F. Plattner 1846 bei der Untersuchung eines Silikatgesteins passiert; er verpaßte so den Ruhm für die Entdeckung des Cäsiums; damit konnten sich 1860 Robert Bunsen und Gustav Kirchhoff schmücken.

Winkler dämmerte: er war möglicherweise einem noch unbekanntem chemischem Element auf der Spur. Fieberhaft versuchte er vier Monate lang, diesen neuen Stoff zu finden. Zunächst gelang ihm die Umwandlung des fehlenden Stoffes in sein Sulfid, aus dem er schließlich das reine Halbmetall isolierte. Es war geschafft: vor ihm lag eine silbriggraue, spröde Material, dem er – es war die Zeit eines überschäumenden Nationalismus – den Namen Germanium gab. Auch Element-Entdecker aus anderen Ländern machten es damals so; es gibt etwa noch ein Gallium (nach dem lateinischen Namen für Frankreich) und ein Scandium (von Skandinavien).

Winkler konnte mit seiner Entdeckung auch die Theorien des russischen Wissenschaftlers Dimitri Mendelejew bestätigen. Von den natürlich vorkommenden 92 Elementen waren um 1800 etwa 30 bekannt, zum Teil schon aus der Antike, wie etwa Kupfer, Eisen, Gold und Silber.

Bis 1860 stieg diese Zahl auf 63. Schon 1829 war dem deutschen Chemiker J. Döbereiner aufgefallen, daß es Gruppen von Elementen gibt, die sich stark ähneln, wie etwa Chlor, Brom und Jod; Magnesium, Calcium und Barium; oder Lithium, Natrium und Kalium. Döbereiner nannte diese Dreiergruppen „Triaden“. Sein System wurde später durch Mendelejew und den Deutschen Lothar Meyer (der übrigens ein Schwager des Chemnitz Physikers und Thermosflaschenerfinders Professor Adolf Ferdinand Weinholt war) weiter ausgebaut. Beiden

war aufgefallen, daß sich noch größere Gruppen verwandter Elemente finden ließen. Beide ordneten diese Elemente in einer Tabelle und stellten dabei unabhängig voneinander das Periodensystem der Elemente auf. Hierbei fanden sie, daß dieses System Lücken hatte. Daraus schlossen sie, daß es noch unentdeckte Elemente geben müsse, die genau in diese Lücken paßten.

Mendelejew ging sogar noch weiter: Er sagte die Eigenschaften der fehlenden Elemente voraus. Einem dieser Stoffe gab er wegen der Verwandtschaft mit Silizium den Namen Eka-Silizium. Dieses, so behauptete er 1871, müsse dunkelgrau aussehen, eine Dichte von 5,5 und einen hohen Schmelzpunkt haben. Sogar über die Verbindungen des unbekanntem Elementes wusste er schon Bescheid. Das Chlorid des Eka-Siliziums etwa habe eine Dichte von 1,9 und einen Siedepunkt zwischen 60 und 100 Grad Celsius. Winklers Germanium schmolz bei 948 Grad, hatte eine Dichte von 5,32 und war grauweiß. Auch die anderen Werte stimmten mit ganz geringen Abweichungen – ein Triumph für die Wissenschaft.

Doch die wußte zunächst wenig mit dem Stoff anzufangen, er war nicht mehr als eine Kuriosität. Eine Eigenschaft freilich machte ihn von den vierziger Jahren an interessant: Er ist ein Halbleiter und steht im Periodensystem genau zwischen Kohlenstoff und Silizium einerseits, Zinn und Blei andererseits. Damit war er für die Herstellung von Transistoren und Dioden geeignet. Dazu benötigte man aus einem einzigen Kristall bestehende Germaniumstücke allerhöchster Reinheit, die auf zehn Milliarden Germaniumatome lediglich ein anderes Atom enthalten durften.

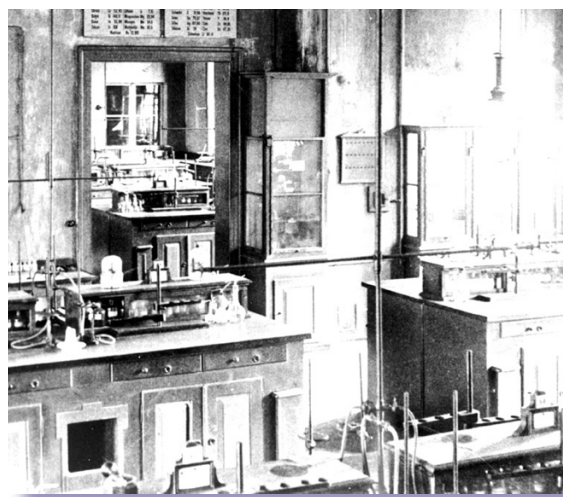
Mittlerweile freilich ist Germanium auf diesem Gebiet fast völlig durch Silizium, das ebenfalls ein Halbleiter ist, und durch Galliumarsenid und Galliumphosphid verdrängt worden, die für die Industrie bessere Eigenschaften besitzen. In einer Reihe von Nischen hat sich das Germanium jedoch halten können. So wird es für Linsen in Spektroskopen (mit ihnen bestimmt man Wellenlängen) und anderen optischen Geräten sowie in Thermogeneratoren benutzt, weil es infrarotes Licht

durchläßt. Derzeit schwankt die Weltproduktion zwischen 30 und 80 Tonnen jährlich. Hergestellt wird es heute meist nicht aus dem extrem seltenen Argyrodit, sondern aus Germanit, einem Kupfer-Eisen-Germanium-Erz, in dem es zu etwa neun Prozent enthalten ist.

Und wie ging es mit seinem Entdecker Winkler weiter? Der gab 1888 seine „Praktischen Übungen für die Maßanalyse“. Für seine wissenschaftlichen Leistungen bekam er zahlreiche hohe Auszeichnungen. Von 1896 bis 1899 leitete der ehemalige Chemnitz Gewerbschüler die Freiburger Bergakademie. Berufungen an andere, größere Universitäten lehnte er stets ab. 1898 ernannte ihn die sächsische Regierung zum Geheimrat. Einen Adelstitel, den ihm die österreichische Regierung verleihen wollte, nahm er jedoch nicht an: „Ich bin als Clemens Winkler geboren und werde als Clemens Winkler sterben.“ Waren es seine geliebten Zigarren, war es die giftige Laborluft – langsam wurde er immer kränker. Daher ließ er sich 1902 pensionieren und zog nach Dresden. Nur zwei Jahre später, am 08. Oktober 1904, starb er dort 66jährig an Krebs. Dort, auf dem Trinitatis-Friedhof, liegt er auch begraben. Sein Andenken wurde in der DDR durch die Clemens-Winkler-Medaille wachgehalten, die die Chemische Gesellschaft für hervorragende Leistungen in der anorganischen und analytischen Chemie verlieh.

Prof. Dr. Friedrich Naumann, Professor für Wissenschafts-, Technik- und Hochschulgeschichte an der TU Chemnitz

Labor Clemens Winklers im alten chemischen Institut der Bergakademie Freiberg in der Brennhausgasse 5.



Nobelpreise für Medizin und Chemie

Für Grundlagen des Riechens sowie Proteinabbau in der Zelle

Für die Erforschung der Grundlagen des Riechens erhielten Richard Axel und Linda Buck den Nobelpreis in Medizin. Grundlegende Erkenntnisse über den Proteinabbau in der Zelle lieferten die beiden israelischen Forscher Aaron Ciechanover und Avram Hershko zusammen mit dem US-Amerikaner Irwin Rose, und bekamen dafür den Nobelpreis in Chemie.

Wir wissen inzwischen, dass der Mensch im Verlauf der Evolution zwei Drittel seiner Riechrezeptoren verloren hat. Trotzdem stellen sie weiterhin die größte Genfamilie im menschlichen Genom dar. Es gibt etwa 350 verschiedene Riechrezeptor-Eiweiße, um Millionen unterschiedlicher Düfte wahrzunehmen. Riechrezeptoren sind spezialisierte Proteine, die Duftstoffe mit ähnlicher chemischer Struktur erkennen. Hierfür besitzen sie eine kleine, gut abgegrenzte Region, an der das Geruchsmolekül andockt.

Der Geruchssinn lässt uns gutes Essen genießen und hat Anteil an Gefühlen und Erinnerungen. Er entscheidet mit über die Wahl unseres Lebenspartners und beeinflusst die Fortpflanzung, indem er Spermien auf dem beschwerli-

chen Weg zur Eizelle leitet. Forscher von der Zellphysiologie der Ruhr-Universität Bochum und der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Universität Dresden zeigten mit Hilfe molekularbiologischer Techniken, dass der „Maiglöckchenrezeptor“ (hOR17-4) aus Spermien auch in Riechzellen der Nase hergestellt wird. Weiterhin entdeckten sie auch hemmende Duftmoleküle, die selektiv nur den Maiglöckchenrezeptor blockieren (Wir berichteten in der CLB vom April 2003).

Diese Tatsachen eröffnen erstmals die Möglichkeit, bestimmte Formen von Fertilitätsstörungen durch einfache Riechtests zu diagnostizieren. Da in menschlichen Spermien noch weitere Riechrezeptoren vorkommen, mit vermutlich unterschiedlicher Funktion, wird nach Identifizierung der entsprechenden Düfte ein ganzes Set an diagnostischen Werkzeugen zur Verfügung stehen.

Die Verwendung eines „Blockierers“ für einen bestimmten Duft, eröffnet die Möglichkeit, unangenehme Düfte, die bei industriellen Fertigungsprozessen entstehen oder natürlicherweise vorkommen, selektiv auszublenden, ohne den Menschen seines gesamten Geruchssinnes zu berauben wie durch Zuhalten der Nase. So könnte ein Industriearbeiter weiterhin sein Wurstbrot genießen, ohne durch den üblen Gestank, der bei der Materialproduktion erzeugt wurde, belästigt zu werden.

Die Riechforschung eröffnet laut Einschätzung der Forscher aus Bochum neue Möglichkeiten bei der Diagnostik von Unfruchtbarkeit. Wer keinen Maiglöckchenduft riechen könne, weil der betreffende Rezeptor genetisch defekt sei, dessen Spermien könnten auch die Eizelle nicht finden.

Erster naturwissenschaftlicher Nobelpreis nach Israel

Die beiden Israelis Aaron Ciechanover und Avram Hershko und der US-Amerikaner Irwin Rose erhalten den Nobelpreis für Chemie 2004, weil sie sich in den achtziger Jahren dem Abbau von Eiweißen im menschlichen Körper zuwandten. Damit geht erstmals ein naturwissenschaftlicher Nobelpreis nach Israel.

Die Wissenschaftler entdeckten einen der wichtigsten zyklischen Prozesse in Zellen, nämlich den gezielten Abbau von Proteinen.

Wenn der Abbau nicht mehr benötigter Proteine nicht korrekt funktioniert, können Krebs oder die Lungenkrankheit Mukoviszidose entstehen. Die Arbeiten könnten daher zu neuen Medikamenten führen, so die Königlich-Schwedische Akademie der Wissenschaften. Eine entscheidende Rolle beim Abbau der Eiweiße spielt die Markierungssubstanz Ubiquitin. Sie wird gezielt an jene Proteine angehängt, die vernichtet werden sollen. Mit dieser Markierung versehen landet es im zelleigenen Müllverwerter, im Proteasom, wo es zerkleinert wird. Kurz vor der Zerstörung wird Ubiquitin wieder abgehängt, damit es erneut genutzt werden kann. Inzwischen ist der erste Proteasom-Hemmstoff als Medikament zugelassen, und zwar Bortezomib (Velcade) bei Patienten mit Multiplem Myelom.

Wie schnell Proteine in der Zelle abgebaut werden hängt unter anderem von den Aminosäuren ab, aus denen sie aufgebaut sind, meist zwischen zwei Minuten und zwanzig Stunden.

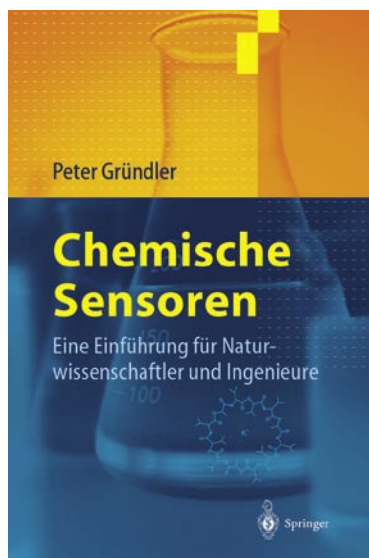
Der Chemie-Nobelpreis ist in diesem Jahr mit 1,1 Millionen Euro dotiert. Die Nobelpreise werden am 10. Dezember überreicht.

Spermien folgen Maiglöckchenduft, den die Eizelle verströmt. Sie haben dafür die gleichen Rezeptoren wie die Nase (Abb: Uni Bochum, Eva Neuhaus).



Für Laien ein Einstieg ins Thema

Gründler, Peter; *Chemische Sensoren – Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure*; 295 Seiten; 194 Abbildungen; 27 Tabellen; gebunden; Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 2004; ISBN 3-540-20984-0; 44.95 Euro.



Meiner Ansicht nach gibt es im Bereich der Fachbücher verschiedene Arten von Einführungen. Ein Typ etwa, die seichte oberflächliche Einführung, ist an den nicht vorgebildeten Leser, den Laien, den Einsteiger gerichtet. Sie enthält die wichtigsten Grundbegriffe

und erklärt diese ohne vertiefende Theorie leicht verständlich, oftmals phänomenologisch und gegebenenfalls praxisorientiert. Schreibstil und Inhalt entsprechen im wesentlichen dem Niveau von Lehrbüchern der Oberstufe oder dem von Grundlagenbüchern des VEB-Verlages, welche ich zu Beginn meiner Studienzeit schätzen gelernt habe.

Ein weiterer Typ richtet sich an den fachlich vorgebildeten Leser und zeichnet sich durch die Darstellung der Grundlagen mit einem detaillierten Theorieteil aus. Die Themen werden zunächst in übersichtlicher Weise vereinfacht behandelt und anschließend in entsprechenden Unterkapiteln vertieft. Es werden komplexere Zusammenhänge und Gleichungen / Formeln erklärt und vorgestellt.

Das Buch „Chemische Sensoren“ von Peter Gründler entspricht mehr dem Typ eins mit Tendenz zu Typ zwei, wobei die Angabe von weiterführender Literatur sträflich vernachlässigt wurde. Der Autor selbst sagt in seinem Vorwort:

„Es wird angestrebt, daß Chemiker die notwendigen physikalischen und technischen Grundlagen vorfinden, während Nichtchemikern ein Minimum an chemischen Grundwissen vermittelt werden soll. Zur Entstehung des Buches hat beigetragen, das bei meinen Vorlesungen für Chemiker und Ingenieure zum Thema Sensoren kein geeignetes Lehrbuch in deutscher Sprache verfügbar war, dass aber auch die internationale Literatur nichts bot, was man hätte vorbehaltlos empfehlen können.“

Das Buch ist angenehm wie eine leichte Lektüre zu lesen. Es werden nur einfache Gleichungen verwendet. Der Autor verzichtet bewußt auf komplizierte Formeln, welche in einer einfachen Einführung eher

abschreckend wirken. Die Vielzahl der in obiger Tabelle genannten Schlagworte wird nur kurz angerissen ohne wirklich ins Detail zu gehen. Den Bereich der Sensorarrays und miniaturisierten Totalanalytoren halte ich für unterrepräsentiert.

Aus Sicht eines Physikochemikers werden aber alle wichtigen Begriffe, insbesondere im Kapitel „Chemische Grundlagen“, erwähnt und verständlich mit Bezug zur Sensorik erklärt. Komplizierten Meßtechniken wie zum Beispiel der Impedanzspektroskopie werden größere Abschnitte und umfangreicherer Erklärungen gewidmet, wenn auch diese sehr stark vereinfacht sind. Die wichtigsten Begriffe werden im Text kursiv hervorgehoben und im Index gelistet. Dies erleichtert zum einen ein schnelles Auffinden in einer Buchseite und zum anderen erhält der „unkundige Leser“ so Schlüsselwörter, mit denen er weiterführende Literatur suchen beziehungsweise in diese einsteigen kann.

Zweifellos gelang es dem Autor, die chemischen Grundlagen und Zusammenhänge zur Sensorik ohne allzu starken Tiefgang darzustellen, um damit seinem Anspruch aus dem Vorwort gerecht zu werden. Leider hatte ich als Nicht-Ingenieur bei den Abbildungen und Erklärungen zu elektronischen Verstärkern, Aufbauten und so weiter Verständnisprobleme. Ich kann mir vorstellen, das einem Ingenieur ähnliches bei den chemischen Grundlagen widerfährt.

Verbesserungspotential besteht eindeutig bei der Nennung von geeigneter Sekundärliteratur. Hier hätte ich von einem lehrenden Professor der Physikalischen Chemie mit den Arbeitsschwerpunkten Elektrochemie und Analytik in einem Einführungsbuch mit interdisziplinärer Zielsetzung Literaturstellen mit Bewertung (beispielsweise einfach, detailliert und so weiter) erwartet. Des weiteren vermisste ich innerhalb der speziellen Kapitel zur Sensorik Querverweise zu den Grundlagenkapiteln des Buches. Ein Leser (mit technischer Sichtweise wie Ingenieure) kann somit nur schwer über die sensorspezifische Seite in die Grundlagen einsteigen.

Der Käufer sollte keine zu hohen Erwartungen an das Buch stellen. Er wird mit Sicherheit vertiefende Literatur oder eine begleitende Vorlesung zu diesem Thema benötigen. Entsprechend seinem Vorwort war wohl das Ziel des Autors, ein Buch als „Vorlesungsskript“ begleitend für seine Veranstaltungen herauszugeben. Dies ist zweifellos gelungen.

Trotz aller negativer Kritik besticht das Buch durch seine einfache Darstellung der Grundlagen. Es fasst die Vielfalt der benötigten Meßtechniken und deren Theorien kompakt zusammen. Für mich war die Einführung der beste Teil des Buches hinsichtlich des Verständnisses, der Sichtweise und der Definitionen von Sensoren mit seinen Komponenten. Für den Laien ist das Buch sicherlich ein Einstieg in das Thema. Mir persönlich war es zu seicht. *Dr. R.Hoppe*

Vielseitig einsetzbare Schwingmühle

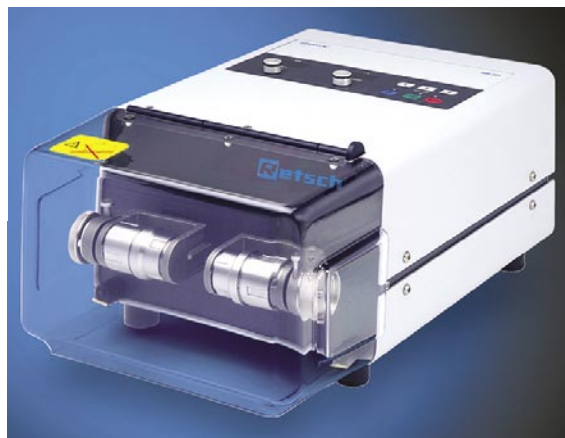
Die Schwingmühle MM 301 ist nahezu uneingeschränkt einsetzbar für die Vermahlung und Homogenisierung unterschiedlichster Materialien, wie zum Beispiel Knochen, Gewebe, Drogen, Tabletten, Erze, Böden und Kunststoffe.

Ein klassisches Einsatzgebiet ist die reproduzierbare Trockenvermahlung zur Probenvorbereitung für die RFA. Dank verschraubbarer,

absolut dichter Mahlbecher können in der MM 301 auch problemlos verlustfreie Nassvermahlungen durchgeführt werden. Bei der Kryogenvermahlung temperaturempfindlicher Produkte bietet sie den entscheidenden Vorteil, dass keine langen Vorkühlzeiten des Mahlgutes oder der Mahlbecher nötig sind. Das beschleunigt den Mahlprozess und spart vor allem teuren Flüssigstickstoff. Zu dem umfangreichen Zubehör der MM 301 zählen Adapterracks, die fünf oder zehn Reaktionsgefäße aufnehmen, so dass die Mühle auch für den Aufschluss von pflanzlichem und tierischem Gewebe sowie Zellsuspensionen eingesetzt werden kann. Für die MM 301 stehen Mahlbechervolumina von 1,5 bis 50 Milliliter in sechs Werkstoffen zur Verfügung.

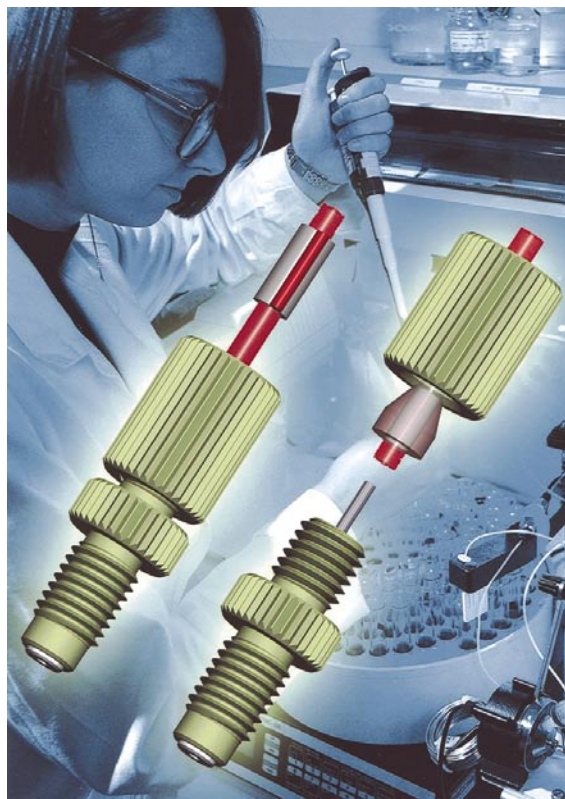
Weitere Daten: Hoher Probenumsatz dank kurzer Mahldauer und zwei Mahlstellen, Mahlbecher

mit Schraubverschluss in sechs Werkstoffen, Aufgabekorngröße: < 8 mm, Endfeinheit etwa 5 µm (materialabhängig), 3 Parameterkombinationen speicherbar, reproduzierbare Ergebnisse durch digitale Vorwahl von Mahldauer und Schwingfrequenz (3-30 Schwingungen/Sekunde).



Retsch GmbH & Co. KG
42781 Haan,
Tel 02129 5561 155
Fax 02129 8702
www.retsch.de

Flexible Problemlösung bei Fluid-Transporten



Mit einem speziell angefertigten Verbindungsstück für einen Pumpschlauch konnte die Firma Omnifit einem Hersteller von Peristaltikpumpen eine Lösung für ein schwieriges Fluid-Transportproblem anbieten.

Der Schlauch einer Peristaltikpumpe (Innendurchmesser 0,5 mm) sollte an eine flache 0,25-28 UNF-Buchse angeschlossen werden. Dies erwies sich als schwierig, weil der Schlauch der Pumpe flexibel und der Innendurchmesser zu schmal für einen herkömmlichen „Barbed“ Adapter waren.

Omnifit bot als Lösung einen 0,25-28-Stecker mit einem Titanrohr im Inneren an. Der Schlauch der Peristaltikpumpe wird über das Titanrohr geschoben, wodurch ein Zusammendrücken beim Anziehen des Verbindungsstücks verhindert wird. Sowohl über den Peristaltikschlauch als auch über das Titan-

rohr wird ein invertierter Kegel geschoben, der beim Aufschrauben der Kappe für den nötigen Halt sorgt. Die Gesamtabmessungen der Verbindungskomponenten sind 10 mal 30 Millimeter.

Das Unternehmen stellte einen Prototypen her und sobald das endgültige Design genehmigt war, richtete Omnifit in seiner Fabrik ein Kanban-System ein, um die Terminfristen des Kunden einzuhalten. In Deutschland sind Produkte von Omnifit über die msscscientific Chromatographie-Handel GmbH erhältlich.

msscscientific Chromatographie-Handel
GmbH
12049 Berlin
Tel 030 6270 6087
Fax 030 6270 6089
www.msscscientific.de

Mit dem 4000 Q Trap System effiziente Stoffwechsel- und Dopingtests



Das Unternehmen HFL in Cambridge, Bereich analytische Chemie, hat seine instrumentelle Ausstattung mit dem Erwerb des 4000 Q Trap Systems von Applied Biosystems/MDS SCIEX auf den neuesten Stand gebracht. Mark Jarvis, Entwicklungschef bei HFL, erklärt: „HFL führt chemische Analysen für die pharmazeutische Industrie aus aller Welt und für Projekte der Regierung aus. Unser guter Ruf hängt unter anderem auch von der Qualität unserer Instrumente ab. Beispielsweise brauchten wir ein State of the art-Instrument für ein bestimmtes Stoffwechsel-ID Testsystem, das wir nun unseren Kunden anbieten können. Mit dem 4000 Q Trap System sind diese Tests sehr viel schneller und effizienter als vorher durchzuführen.“

Weiterhin haben wir mit der Analyse von Pflanzenöstrogenen begonnen, im Hinblick auf verschiedene Krebsformen. Wir screenen auch Nahrungsergänzungsmittel auf Prohormon-Kontamination. Zur Zeit sind wir das zweite offizielle Doping-Kontroll-Labor in England mit GC-basierter Analyse. Für bestätigende Zweit-Analysen von Steroiden benutzen wir jetzt schon das im Kommen begriffene LC-MS System. Seit sechs Jahren benutzen wir die zuverlässigen und robusten Applied Biosystems Instrumente.“

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

Gasgeneratoren für das Labor

Die Firma „In House Gas“, Killearn, Schottland, produziert verschiedene Modelle von kompakten, zuverlässigen und effizienten Gasgeneratoren für den Laborbetrieb, die eine kontinuierliche Versorgung mit Stickstoff, Wasserstoff oder extrem sauberer Nullluft bei konstantem Druck gewährleisten.

Für Stickstoff gibt es eine Modellreihe N₂ Flow für einen extremen Reinheitsgrad von 99,9995 Prozent und Bereitstellung von 0,4, 1, 2, 3, 5 und 10 Liter pro Minute sowie eine Modellreihe N₂ Maxi Flow für 15, 20, 30, 40 und 60 Liter pro Minute bei Reinheiten von 99 Prozent und darüber. Es wird auch ein N₂ Triple Flow-Modell angeboten, das Stickstoff mit drei unterschiedlichen Drücken liefern kann. Wasserstoff wird durch die Generatoren H₂ Flow 300 für 0,3 Liter pro Minute und H₂ Flow 600 für 0,6 Liter pro Minute bei einer Reinheit von 99,9999 Prozent erzeugt.

In House Gas
Killearn, G63 9LE, Schottland
Tel +44 1360 551600
Fax +44 1360 551555
www.inhousegas.com

Ein Ultraschallsystem für Mikrotiterplattenformate

SonicMan™ ist das Ultraschallsystem für die Abarbeitung von Mikrotiterplatten zur: Resuspension von eingefrorenen Substanz-Platten, zur Durchmischung von kleinen Volumina in 384 und 1536 Mikrotiterplatten für das high throughput screening, für die DNA-Spaltung in kleine Fragmente zur PCR-Amplifikation, für die Zellyse und Zerstörung von Membranen für die Extraktion von Target-Proteinen, von RNA/DNA und von Enzymen ohne den Einsatz von Detergenzien und Enzymen.

Die SonicMan™ Technologie basiert auf einem patentierten Deckel, der eine, dem Format (96, 384, 1536) entsprechende, Anzahl von Ultraschallnadeln besitzt, die durch den Deckel hindurchgehen. Dieser Deckel wird automatisch über die Mikrotiterplatte gestülpt und die Nadeln tauchen in die Kavitäten ein. Das Ultraschallsystem wird in Kontakt mit dem Deckel gebracht. Dadurch werden alle Nadeln in den Kavitäten gleichmäßig aktiviert. Durch die Form des Deckels wird ein Kreuzkontamination verhindert.

Zinsser Analytic GmbH
60489 Frankfurt
Tel 069 789 106 0
Fax 069 789 106 80
www.zinsser-analytic.com



Neue Produkte für die Amid-Synthese



Polymer Laboratories hat im Rahmen seiner StratoSpheres' Produktpalette von Harzen für die

Flüssigphasen-Synthese und Aufreinigung zwei neue Produkte für die Amid-Synthese und das entsprechende Amid-Reagenz-Set auf den Markt gebracht.

Zur Ergänzung bestehender Kopplungsreagenzien hat PL das PL-HOBT, ein harzgebundenes Hydroxybenzotriazol als ideales aktives Ester-Reagenz und PL-DMAP, ein harzgebundenes Äquivalent des 4-Methylaminopyridins, als Katalysator für Acylierungen und ähnliche Reaktionen entwickelt. Das Amid-Synthese-Set eignet sich für medizinische Chemie und Anwendungen von Parallelsynthesen.

Das Synthese-Set enthält 5 Reagenzien und 4 Scavenger, Einzelheiten über jedes Reagenz, empfohlene Einsatz- und Reaktionsbedingungen. Viele polymergebundene Produkte von Polymer Laboratories sind als makroporöse Harze verfügbar. Sie sind für den Einsatz mit einer breiten Palette von Lösungsmitteln, einschließlich wässriger und protischer, geeignet.

Polymer Laboratories Ltd
Shropshire SY6 6AX, GB
Tel +44 1694 725230
Fax +44 1694 725318
www.polymerlabs.com

Ultraschnelle Doping-Tests mit dem API 3000 System

Zwei API 3000 LC/MS/MS Systeme von Applied Biosystems verhelfen den Wissenschaftlern des Britannia House, Leeds Teaching Hospitals Trust bei Tests zum Nachweis von Medikamenten in Körperflüssigkeiten zu entscheidenden Verbesserungen.

Keith Allen, beratender Wissenschaftler im Labor, erklärt: "Routinetestungen zum Nachweis von Medikamentenmissbrauch am Arbeitsplatz werden immer häufiger

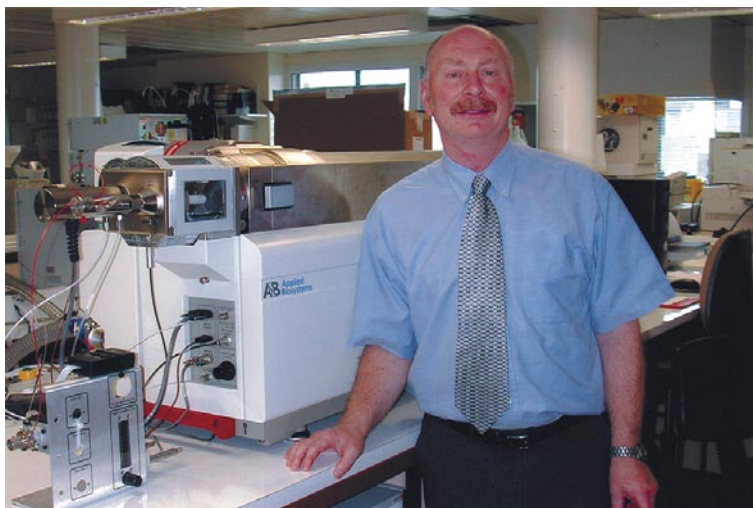
verlangt, besonders in Berufen wie beispielsweise Pilot oder Zugführer. Aber auch in anderen Bereichen werden Mitarbeiter in Intervallen getestet.

Traditionell werden Immunoassays durchgeführt; aus heutiger Sicht zeit-, geld- und arbeitsaufwändig. Zusätzlich identifizieren die meisten dieser Tests nur das ursprüngliche Medikament, nicht jedoch seine Stoffwechselprodukte. Deshalb wurde eine neue Me-

thode gesucht, die in der Lage war, Medikament und Metaboliten mit gleich hoher Sensitivität zu detektieren.

Mit der Massenspektrometrie können solche Methoden sehr schnell entwickelt werden. Wir injizieren die Urin- oder Speichelprobe direkt in das API 3000 System. Das extrem schnelle Instrument kann 20 Substanzen in einer Probe in sechs Minuten analysieren, bis zu einer Menge von einem Nanogramm pro Milliliter.

Die Anwendungsspezialisten von Applied Biosystems waren sehr kooperativ und gaben wertvolle Hilfestellung in Fragen der Methodik im Bereich der Flüssig-Chromatografie und der Massenspektrometrie."



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

Erfassung von Mikroorganismen

Die Messvorrichtung ist in einem üblichen Koffer (Aktenkofferformat) untergebracht. Vor der Messung ist das Autoklavierteil zu autoklavieren. Im Filterhalter des Autoklavierteiles ist bereits ein Membranfilter. Vor der Einbringung wird das gesamte Teil in eine entsprechende, für Wasserdampf durchlässige Folie eingeschweißt.

Am Messort wird die Entnahmestelle desinfiziert, das Autoklavierteil von der Folie befreit und dann in die Abnahmestelle eingesteckt. Das Autoklavierteil wird mit der Messvorrichtung verbunden. Durch Einschalten der Vorrichtung läuft die Messung automatisch ab. Es wird eine vorher definierte Menge Druckgas, in der Regel ein Kubikmeter, bei nahezu gleich bleibendem Differenzdruck über das Membranfilter entnommen.

Bei Druckluft dauert eine Messung etwa 15 Minuten, abhängig vom vorhandenen Vordruck. Nachdem die voreinstellbare Menge entnommen wurde, schließt das entsprechende Automatikventil im Messkoffer selbständig. Anschließend wird das Autoklavierteil zur mikrobiologischen Auswertung gebracht.

Schico GmbH
80993 München
Tel 089 146061
Fax 089 146098
www.schico.com



pH-Glaselektroden, sofort einsatzbereit

Ein gängiger Elektrolyt für Referenzsysteme bei kombinierten Glaselektroden ist $c(\text{KCl}) = 3 \text{ mol/L}$. Für die pH-Glasmembran wäre die Aufbewahrung in destilliertem Wasser optimal, allerdings müsste danach das Diaphragma wieder konditioniert werden. Deshalb werden kombinierte pH-Glaselektroden in $c(\text{KCl}) = 3 \text{ mol/L}$ gelagert, weil sie so ohne vorherige Konditionierung sofort einsatzbereit sind. Die Lagerung in KCl-Lösung schadet jedoch langfristig der Glasmembran. Wird eine kombinierte pH-Glaselektrode in der neuen Aufbewahrungslösung von Metrohm aufgehoben, bleibt die Leistung der Glasmembran in Bezug auf die Ansprechzeit und den Alkalifehler unverändert. Wird zudem

$c(\text{KCl}) = 3 \text{ mol/L}$ als Bezugs elektrolyt verwendet, garantiert die optimierte Zusammensetzung der Aufbewahrungslösung die ständige Betriebsbereitschaft der pH-Glaselektrode.

Eine Konditionierung vor der Messung ist nicht erforderlich.



Metrohm
70794 Filderstadt (Plattenhardt)
Tel 0711 7 70 88 0
Fax 0711 7 70 88 55
www.metrohm.de

Säulen für LC-MS und 2D-Chromatographie

Polymer Laboratories hat eine Reihe von Kapillar- und Micro-Chromatographie-Säulen, gepackt mit den leistungsfähigsten verfügbaren Polymermaterialien für die Chromatographie im kleinen Maßstab auf den Markt gebracht. Chemisch stabile Polymerteilchen sind optimal für die Chromatographie im kleinen Maßstab und speziell für LC-MS-Applikationen, da sie chemisch stabil sind und weder lösliche noch partikuläre Materialien ablösen. Sie können daher für anspruchsvollste hochempfindliche Trennungen, für Applikationen einschließlich Proteomics, kombinatorische Chemie, Screening mit hohem Durchsatz und ADME eingesetzt werden.

Kapillarsäulen mit einem Innendurchmesser von $300 \mu\text{m}$ sind am besten für Probenmengen im pg- bis ng-Bereich geeignet, und werden mit Flussraten um $4 \mu\text{l}/\text{min}$ benutzt. Micro-Säulen mit einem Innendurchmesser von $1,0 \text{ mm}$ sind ausgelegt für Probenmengen im ng- bis mg-Bereich, und werden üblicherweise mit Flussraten im Bereich von $40 \mu\text{l}/\text{min}$ betrieben.

Von Polymer Laboratories gepackte Kapillar- und Micro-

Chromatographie-Säulen sind mit weitporigem „reversed phase“- (PLRP-S) und auch mit den beiden starken und schwachen Kationen- (PL-SCX, PL-WCX) und Anionen- (PL-SAX, PL-WAX) Austauschmedien verfügbar. Sind Hochgeschwindigkeits-Analysen erforderlich, ist ein gigaporöser 4000 \AA Bereich für „reversed phase“- und Ionentauscher-Materialien verfügbar. Ein kleinporiges, hochkapazitives 100 \AA PLRP-S-Material für kleine Moleküle oder Peptidanalytik ist ebenfalls in der Produktpalette enthalten.

Polymer Laboratories Ltd
Shropshire SY6 6AX, GB
Tel +44 1694 725230
Fax +44 1694 725318
www.polymerlabs.com



Der schnellste Muffelofen der Welt



Der Mikrowellen-Muffelofen Phoenix der Firma CEM benutzt Mikrowellenenergie zum Aufheizen einer Vielfalt von Substanzen auf Temperaturen von bis zu 1200 °C.

Was früher Stunden brauchte, wird jetzt in Minuten erreicht. Verbesserte Luftstromführung beschleunigt die Verbrennung von Proben und ist für folgende Hochtemperaturanwendungen geeignet: Veraschung/Sulfatveraschung, Glüh-

verlust, Schmelzen/Schmelzaufschluß, Trocknen, Ausglühen von Wachsen, Wärmebehandlung, Füllstoffbestimmung von Kunststoffen... Das Phoenix wurde für die schnelle Prozeßkontrolle konstruiert. Das eingebaute Gebläse entfernt Rauch, Hitze und Dämpfe automatisch. Programmierbare Temperaturkontrolle bietet eine flexible Einstellung für spezifische Sollwerttemperaturen oder mehrfache Temperaturniveaus. Ein patentierter Quarzfasertiegel beschleunigt den Veraschungsprozeß. Das poröse Material kühlt schnell ab und ermöglicht das Rückwiegen innerhalb von einer Minute nach der Entnahme aus dem Ofen. Ein Vorglühen oder Abkühlen der Tiegel im Exsikkator entfällt.

CEM Mikrowellen-Labortechnik GmbH
47475 Kamp-Lintfort
Tel 02842 9644 0
www.cem.de

Neue Softwareversion für SNP-Studien

Applied Biosystems veröffentlicht die zweite Version seiner frei erhältlichen SNPbrowser-Software, die die Selektion von mit Krankhei-

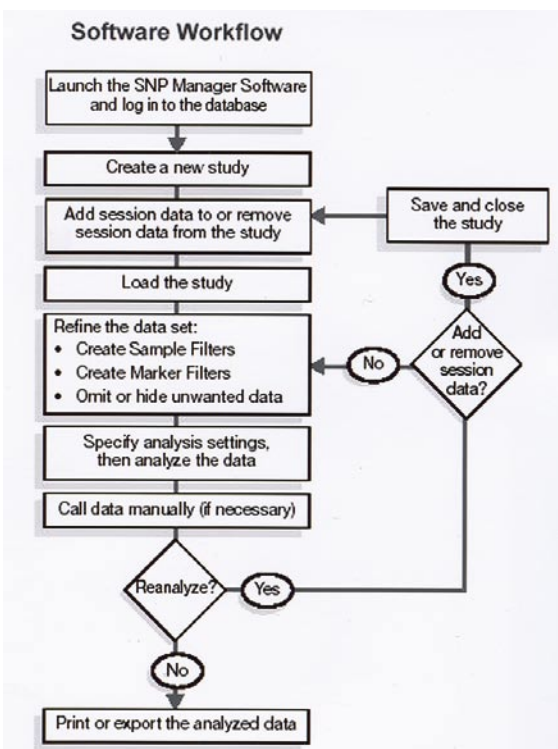
ten assoziierten Single Nucleotide Polymorphisms (SNP) erleichtert. Die Software ist unter <http://europe.appliedbiosystems.com/europe/snp.cfm> verfügbar. Daten von 20 Millionen Genotypen und 160 000 SNPs von 180 Individuen wurden gesammelt, zusammen mit der wachsenden Kollektion von 1,8 Millionen TaqMan SNP Genotyping Assays von Applied Biosystems. Die neue Software ermöglicht dem Forscher den Zugang zu einer Genom-weiten SNP-Karte inklusive praktikablen Parametern zur Ausgestaltung seiner Studien, beispielsweise drei verschiedene Methoden für die Selektion von tagging SNPs. Weiterhin bietet die Software Informationen von Analysen der 20 Millionen Genotypen, die die beste Position für SNPs in der fraglichen Region des Genoms anzeigen.

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

Flaschendeckel für den Fluidtransport

Bio-Chem Valve/Omnifit hat einen Hersteller von DNS-Syntheseinstrumenten mit massgeschneiderten Flaschendeckeln für herkömmliche gewindelose Reagenzienflaschen unterstützt. Der Hersteller musste Reagenzien aus Flaschen in das Instrument transferieren. Die leeren Flaschen mussten blitzschnell ausgetauscht werden, um Ausfallzeiten zu minimieren. Bio-Chem Valve/Omnifit bot als Lösung einen speziell entwickelten Flaschendeckel mit einem Innenkern aus PTFE und einem äußeren Behälter aus PEEK an. PEEK ist hart, haltbar und chemisch resistent und sorgt dafür, dass der Faden selbst bei wiederholtem Gebrauch nicht abreißt. Eine innovative Lippe im Innern des Behälters hält den Rand der gewindelosen Flasche und fixiert ihn an seiner Position. Der Innenkern aus PTFE ist in der Mitte etwas höher, wodurch er sich beim Laden in den Flaschenhals schiebt und aufgrund der Kaltfließigenschaften von PTFE eine sichere Dichtung mit dem Glas bildet. Zur einfachen Handhabung können die Flaschendeckel auf einer Platte montiert werden, um die Baugruppe zu befestigen, damit der Bediener Flaschen schnell mit einer Hand austauschen kann.

msscintific Chromatographie-Handel
GmbH
12049 Berlin
Tel 030 6270 6087
Fax 030 6270 6089
www.msscintific.de



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
061 51/88 06-0
Fax 061 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
061 51/88 06-0
Fax 061 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
Gefrier- und Trocknungsanlagen

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
061 51/88 06-0
Fax 061 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

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



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!

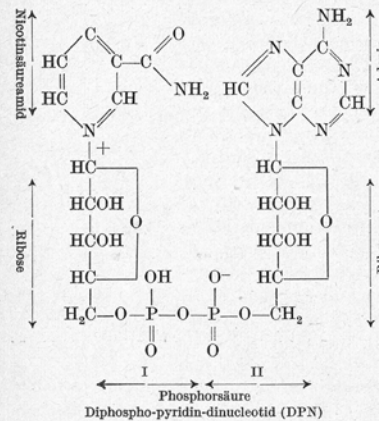
tionskölbchen, die Spritzenpipette zum genauen Abmessen von 1,00 cm³ Oxydationsmischung, die Drehwaage zum Abwiegen des Blutes und daran hängend den S-Haken als Wägegefäß. Das zu untersuchende Blut wird zumeist in sogenannten Venülen angeliefert. Als Reagentien werden benötigt eine Lösung von 250 mg K₂Cr₂O₇ in 100 cm³ konz. Schwefelsäure, 5%ige KJ-Lösung, 1%ige Stärkelösung, n/100 Thiosulfatlösung, die man möglichst frisch aus n/10 Lösung herstellt und n/100 Kaliumbichromatlösung oder Kaliumjodatlösung zur Einstellung des Titors der Thiosulfatlösung.

Zur Analyse bringt man zunächst genau 1,00 cm³ Bichromatschwefelsäure in das äußere Gefäß A des Kölbchens. Man setzt den Stopfen wieder auf, füllt derweil den S-Haken mit Blut, und wägt ihn. Dann bläst man das Blut in das innere Bechergchen B und wägt den Haken zurück. Die Einwaage, die man auf diesem Weg bestimmt, soll gegen 60 bis 100 mg betragen. Der Stopfen mit anhängendem Bechergchen wird wieder aufgesetzt, das Kölbchen in einen Brutschrank mit 60° Innentemperatur gebracht. Nach 2 Stunden ist aller Alkohol aus dem Bechergchen in die Bichromatschwefelsäure überdestilliert. Man nimmt aus dem Ofen, läßt abkühlen, verdünnt die Oxydationsmischung mit Wasser und fügt nach dem Abkühlen 0,5 cm³ Jodkaliumlösung hinzu. Das ausgeschiedene Jod wird sofort mit der n/100 Thiosulfatlösung zurücktitriert, gegen Ende der Titration setzt man Stärkelösung zu. Gleichzeitig mit der Analyse wird ein Blindwertversuch angesetzt, der genau so geführt wird, allerdings ohne Zusatz von Blut. Aus der Differenz des Thiosulfatverbrauches von Blindwert und Analyse errechnet sich der Alkoholgehalt. Dabei wird nach Widmark 1,00 cm³ n/100 Thiosulfat = 113 Gamma Äthylalkohol gesetzt. Der Wert entspricht nicht genau dem nach der obigen Gleichung zu errechnenden theoretischen Wert 1,00 cm³ = 115 Gamma Alkohol. Die Differenz hat verschiedene Ursachen und ist der Grund dafür, daß in der letzten Zeit Vorschläge zur Verbesserung der Widmarkmethode gemacht wurden.

Beispiel einer Analyse: Einwaage 74 mg Blut, Blindwert: 4,64 cm³ n/100 Thiosulfatlösung. Analyse: 2,81 cm³ Thiosulfatlösung. Die Titrationswerte sind Mittel aus drei Bestimmungen. Blindwert-Analyse = 1,83 cm³ · 113 = 206,8 Gamma Alkohol. Nach Division durch die Ein-



Abb. 2

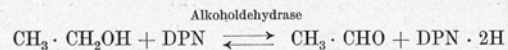


wäge 74 mg findet man: 2,8 Promille Alkohol.

Die ADH-Methode

Der Name stammt von dem wichtigsten Reagens des Verfahrens, der Alkohol-Dehydrogenase, das ist ein Ferment, also ein Biokatalysator, der spezifisch Alkohole in Aldehyde umwandeln kann. Er übernimmt dabei den Wasserstoff vom Alkohol und überträgt ihn auf einen Acceptor, in diesem Falle ein Diphosphopyridin-nucleotid²⁾. Letzteres setzt sich aus einem Mol Nicotinsäureamid, zwei Mol

eines seltenen Zuckers der D-Ribose, zwei Mol Phosphorsäure und einem Molekül Adenin zusammen. Bei der Aufnahme von Wasserstoff wird der Pyridinkern des Nikotinsäureamids zur Dihydropyridinstufe reduziert, entsprechend der umkehrbaren Gleichung



Das Interessante ist, daß die Alkoholdehydrogenase in ihrer natürlichen Funktion gerade die Umkehrung der Alkoholoxydation, nämlich die Übertragung des Wasserstoffs von dem hydrierten DPN auf den Acetaldehyd katalysiert. Das ist die letzte Stufe der alkoholischen Gärung. Da die Alkoholdehydrogenase wie jeder echte Katalysator eine Reaktion in beiden Richtungen beschleunigt, muß man bei der Alkoholbestimmung durch Einhalten bestimmter Arbeitsbedingungen dafür sorgen, daß die Reaktion ganz nach rechts verschoben wird. Das gelingt durch Arbeiten in alkalischem Milieu und Zugabe von Semicarbacid, das den Acetaldehyd festlegt und so aus dem Gleichgewicht entfernt.

²⁾ Vgl. diese Ztschr. 4, 406ff (1953).

Zur Ausführung der Alkoholbestimmung nach der ADH-Methode braucht man neben dem Ferment auch noch reines Diphosphopyridin-nucleotid. Beides ist jetzt im Handel käuflich. (Fa. Boehringer-Söhne, Mannheim-Waldhof). Die Bestimmung wird dadurch sehr erleichtert, daß der hydrierte Pyridinkern des DPN starke Lichtabsorption im nahen Ultraviolett zeigt. Das Absorptionsmaximum liegt bei 340 mμ, bei der Umwandlung des DPN in das Dihydro-DPN tritt also eine „Farbe“ auf, die sich ebenso messen und kolorimetrisch auswerten läßt, wie andere Farbreaktionen auch. Der kleine Unterschied, daß die neugebildete „Farbe“ dem menschlichen Auge nicht wahrnehmbar ist, stört heute im Zeitalter der lichtelektrischen Kolorimeter und Spektrometer in keiner Weise.

Die Auswertung der gefundenen Extinktionswerte geschieht über eine Eichkurve, die Ergebnisse des Verfahrens sind in völliger Übereinstimmung mit der Widmarkoxydation.

Die ADH-Methode hat den großen Vorteil, spezifisch zu sein. Das Ferment spricht nur auf Äthylalkohol und in geringem Maße auf höhere Alkohole an, dafür ist sie etwas umständlicher in der Ausführung und auch teurer als die Widmarkbestimmung.

Die Prüfröhrchen

Beiden Methoden zur Blutalkoholbestimmung haften verschiedene Schwierigkeiten an. Einmal dauert es eine gewisse Zeit, bis das Resultat vorliegt; zum anderen stellt die Blutentnahme juristisch gesehen eine „Körperverletzung“ dar, die bei einem sicher Schuldigen noch gut geheißt werden kann. Aber wie steht es, wenn man einem völlig Unschuldigen Blut entnimmt? Nach deutschem Recht ist die Lage immer noch günstiger für die Behörden, als nach dem Recht einiger amerikanischer Staaten, die eine Blutentnahme in jedem Falle ablehnen. Hier hat man schon frühzeitig nach Methoden gesucht, die ohne Entnahme von Blut eine Entscheidung ermöglichen, ob eine bestimmte Person unter Alkoholeinfluß steht oder nicht. Allbekannt ist, daß der Atem Betrunkenen nach „Alkohol“ riecht, es liegt daher nahe, eine Alkoholbestimmung in der Atemluft durchzuführen. In der Tat geht der Alkoholgehalt im Blut und in der Atemluft etwa parallel. Die ersten Konstruktionen von Geräten zur Bestimmung des Atemalkohols kamen aus Amerika („Drunkometer“), sie erregten erhebliches Aufsehen auch in der deutschen Öffentlichkeit. In der Handhabung waren sie aber so umständlich, daß sie sich nicht

durchsetzen konnten. Sie bestanden aus einer kleinen Waschflasche mit angesäuertem Kaliumpermanganatlösung, durch die der Atem der Versuchsperson hindurchgepustet werden mußte. Gemessen wurde dabei entweder das Atemvolumen oder die Zeit, die notwendig war, die Kaliumpermanganatlösung zu entfärben. Die Beobachtung des Endpunktes macht Schwierigkeiten, da bei der Reaktion in der Kälte etwas Braunstein ausfällt, der Umschlag also nicht von Rosa nach Farblos, sondern nach Braun geht.

Die in neuester Zeit in Deutschland vorgeschlagenen trockenen Prüfröhrchen enthalten die Widmarkmischung, also Bichromatschwefelsäure, an Kieselgel adsorbiert. Sie werden, wenn alkoholhaltige Atemluft hindurchgeblasen wird, infolge der Reduktion des Chromats von Hellgelb nach Grünlich umgefärbt. Je länger die grünliche Zone, desto mehr Alkohol im Atem. Eine einigermaßen quantitative Bestimmung ist natürlich nur möglich, wenn immer das gleiche Atemluftvolumen untersucht wird. Das wird am einfachsten dadurch erreicht, daß man durch das Prüfröhrchen hindurch einen kleinen Sack aus Kunststoff prall aufblasen läßt.

Alle Alkoholbestimmung in der Atemluft wird fehlerhaft, wenn die Messung kurz nach Aufnahme des Alkohols ausgeführt wird. Sie ist außerdem unsicher bei schlechten Lichtverhältnissen, also gerade abends oder nachts, wenn bevorzugt mit Alkoholeinwirkung zu rechnen ist. Die Prüfröhrchen dürfen daher nur als zusätzliche Probe benützt werden, die eigentliche Blutalkoholbestimmung werden sie nicht ersetzen können.

Verletzungen durch Glasrohre

Gar nicht selten werden Narben von Stich- oder Schnittverletzungen an den Händen von im Laboratorium Beschäftigten als unvermeidbar, wenn nicht gar als „Ehrenzeichen“ des Berufes angesehen. Jedoch lassen sich derartige Verletzungen bei genügender Aufmerksamkeit, einiger Überlegung und einer gewissen Geschicklichkeit — Tugenden, die ja einem Laboratoriumsjünger zu eigen sein sollten — fast immer vermeiden. Ein großer Teil der Verletzungen ist auf unsachgemäßes Umgehen mit Glasrohren, Glasstäben, Thermometern und ähnlichem zurückzuführen, deshalb soll hier kurz gezeigt werden, wie solche Verletzungen entstehen und wie man sie vermeiden kann.



Heinrich Heine

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT
DÜSSELDORF

InCom 2005

S Y M P O S I U M & E X P O S I T I O N

**International Symposium on
Instrumentalized Analytical Chemistry and
Computer Technology**

29. bis 31. März 2005
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Call for Papers/Topics

Liebe Leserinnen und Leser,

CLB

die **CLB** ist Partnerzeitschrift der InCom 2005. Beiträge des Symposiums können so auch Aufnahme in der CLB finden. Ich würde mich freuen – zusammen mit Prof. Dr. Karl Kleinermanns, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf – wenn Sie sich mit neueren Ergebnissen aus Ihrem Arbeitsgebiet beteiligen. Bitte senden Sie doch Vorschläge an InCom@uni-duesseldorf.de oder redaktion@clb.de.

Einsendeschluss für Vorträge ist der **30. November 2004**.

Weitere Informationen finden Sie auf www.InCom-Symposium.de.

Ihr

Ralf Verbeuth