

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

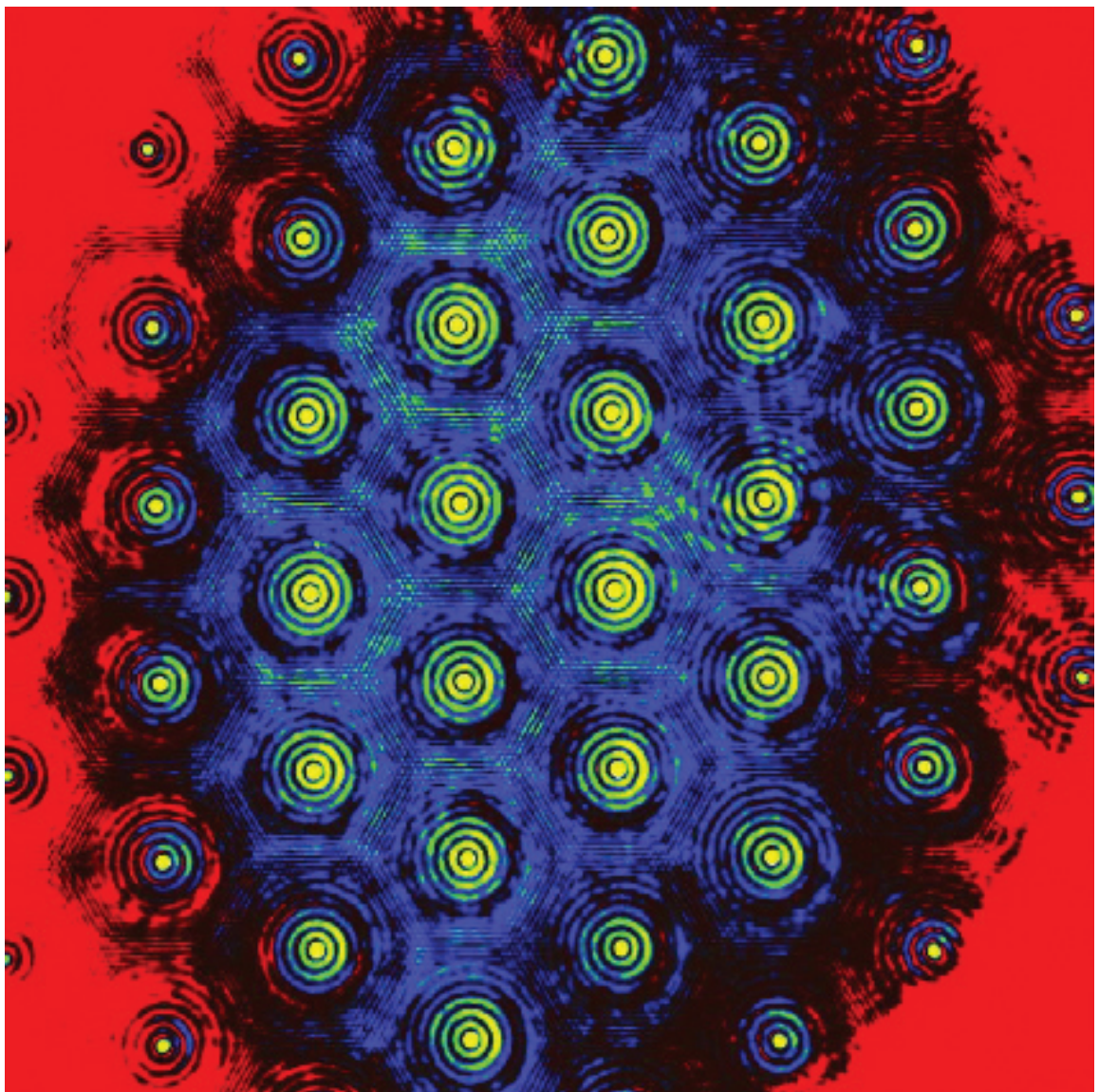
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Geschmacksrezeptoren
- EU-Chemikalienpolitik
- Liebigs Fehlleistung
- Ionenchromatographie-Praxis

Künstliche Textilfasern

Synthetische Fasern

Von Dr. Wolfgang Düll, Ing., Braunschweig i. Br.

Während der Entwicklung der künstlichen Fasern auf Cellulosebasis¹⁾ und die Jahrhundertwende begann, ist die Verwendung völlig auf synthetischen Wege hergestellter Verbindungen zur Fertigung textiler Fäden erst allmählich in den letzten Jahren. Welche Aufgabe ist es nun Chemikern gestellt, wenn er derartige Faserstoffe synthetisieren will? Er muß, ausgehend von niedermolekularen Verbindungen (Acrylon, Ethanol usw.), Moleküle herstellen, die außerordentlich groß sind und langgestreckte Form besitzen. Es muß die Gefahr beseitigt sein, daß die Moleküle sich beim Verarbeiten im molekularen Bereich in den Moleküle darstellen. Hierfür gibt es heute grundsätzlich zwei Wege, den der Polymerisation und den der Polykondensation²⁾. Beide Verfahren gehen von reaktionsfähigen niedermolekularen Verbindungen aus, die aus Verhältnis muß je wenigen Aminosäuren bestehen. Diese werden dann so zur Reaktion gebracht, daß viele — meist tausende — unter sich reagieren und sich dabei zu langen Kettenmolekülen sehr zusammenlagern; etwa wie durch Anzeigerkuppeln zahlreicher Güterwagen an sehr langen Güterzug entsteht. Die Ausgangsstoffe müssen demnach an zwei „Enden“ chemisch reaktionsfähiger Gruppen, wie man sie „Gruppen“ nennt. Man kann ohne weiteres einsehen, daß beim Übergang von reaktiver niedermolekularer Substanz in makromolekulare Ketten Stoffe mit ganz neuen chemischen und physikalischen Eigenschaften entstehen.

Die Orlon-Faser

Seit der ersten praktisch verwertbaren synthetischen Faser, der Du-Cel-Faser, einem Acrylnitrilpolymeren (1941 in Deutschland aus (radikalisiertem) Polyvinylchlorid (CH₂-CHCl) hergestellten Textilaquifol), sind viele

¹⁾ Vgl. das Zeitungsheft 1941.
²⁾ Man darf sich die Polymerisation nicht als unkontrollierte Kettenreaktion vorstellen, sondern als einen kontrollierten, durch Zugabe von Katalysatoren und Halbleitern gesteuerten, durch Zugabe von Reaktionspartneren gesteuerten Prozess, der durch Zugabe von Reaktionspartneren gesteuert wird. Man kann ohne weiteres einsehen, daß beim Übergang von reaktiver niedermolekularer Substanz in makromolekulare Ketten Stoffe mit ganz neuen chemischen und physikalischen Eigenschaften entstehen.

Für textile Zwecke verwendete man noch vor 100 Jahren fast ausschließlich Naturfasern. Hierher gehören die Proteinfasern Wolle und Seide sowie die natürlichen Cellulosefasern wie Baumwolle, Flachs und Hanf. Eine der wichtigsten künstlichen Cellulosefasern, die Viskose, war 1892 entdeckt worden. 1927 betrug der Anteil an Rayon¹⁾ nur etwa zwei Prozent, 1947 bereits 18 Prozent. Vollständig künstliche Fasern gibt es etwa seit Mitte der 1930er Jahre (siehe nebenstehenden Artikel). Heute gibt es kaum grundsätzliche Neuerungen bezüglich der Fasermaterialien (Polyamid, Polyester) wohl aber gewaltige Fortschritte bei den Funktionalitäten von Geweben, wie zum Beispiel Elastizität oder Atmungsaktivität. In die Zukunft völlig neuer Fasern, die beispielsweise aus Kohlenstoffnanoröhren bestehen oder wie ein photonischer Kristall aufgebaut sein könnten, weist der Artikel in dieser CLB ab Seite 104.

1) Bis 1950 nannte man alle auf Cellulosegrundlage gesponnenen endlosen Textilfasern Kunstseide. Das dann in Anlehnung an den Sprachgebrauch in anderen Ländern übliche „Rayon“ konnte sich in Deutschland nicht recht durchsetzen, wird aber in CLB-Artikeln von 1951 verwendet.

(Fortsetzung auf Umschlagseite 3)

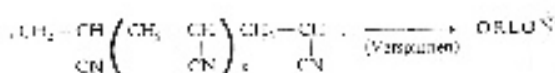
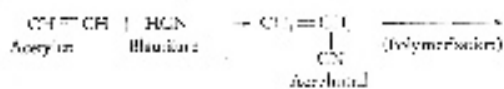
686

Künstliche Textilfasern

neue synthetische Fasern geschaffen worden. Als Beispiel für eine emulsionale Polymerisation aufgebauten synthetische Faserstoffe in den USA ist etwa vor einem Jahr in Großproduktion gegangene Orlon-Faser zu bezeichnen. Der Grundkörper dieser neuen synthetischen Faser ist das Acrylnitril (CH₂=CH-CN), eine wasserhelle, flüchtige Flüssigkeit vom stechendem Geruch, eine schon lange bekannte Verbindung. Aber erst in neuerer Zeit hat es gelungen, Acrylnitril in nachstehender Maßzahl durch Anlagerung von Blausäure an Acrylnitril in großer Ausbeute zu gewinnen. Man kann nun nach den üblichen Polymerisationsverfahren das Acrylnitril polymerisieren; dabei lagern sich — je nach den Reaktionsbedingungen — 300 bis 5000 der niedermolekularen, reaktionsfähigen Acrylnitrilmoleküle zu den makromolekularen, fadenförmigen Polycrylnitrilketten zusammen.

Das Polycrylnitril, ein fester Kunststoff, löst sich nicht oder eben (Zersetzungspunkt bei etwa 300°C), es läßt sich also nicht wie das später zu besprechende Nylon aus dem Schmelzfließ verspinnen. Es müßte vielmehr ein geeigneter Lösungsmittel für diese Materie gefunden werden. Diese Aufgabe war nicht einfach; denn in allen bisher gebräuchlichen Lösungsmitteln ist Polycrylnitril unlöslich. Es ist, der die Polycrylnitrilfaser in Wollenform bis 12 Jahre von den Amerikanern untersucht, fand schließlich in Dimethylformamid (DMF, CH₂)₂ ein solches Lösungsmittel, das allen Anforderungen genügt wird.

Das Dimethylamid wird nach der üblichen Trocknungsverfahren durchgeleitet, das heißt das in Dimethylformamid zu einer zähflüssigen, 10 bis 20%igen Lösung gelöst. Polycrylnitril wird durch die Spinnmaschine gepulst und von dem überflüssigen Lösungsmittel befreit. Zur Herstellung einer besonderen Festigkeit wird die Faser während des Herstellungsprozesses zwischen heißen Walzen auf die 8—12fache ursprüngliche Länge verstaucht. Das folgende Schema zeigt die Herstellung von Orlon:



Künstliche Textilfasern

687

Man sieht, daß die C=C-Doppelbindung im Acrylnitril bei der Polymerisation „aufgeht“ und daß sich die reaktionsfähigen Acrylnitrilmoleküle kettenförmig an dem Polycrylnitril zusammenschließen, aus dem sich die synthetische Textilfaser Orlon durch Verspinnen herstellen läßt. Die Orlon-Faser besitzt eine gegenüber allen synthetischen und natürlichen Faser sehr hohe Witterungsbeständigkeit, das heißt Hitze und Licht haben keinen Einfluß auf ihre Festigkeit. Ebenso ist sie gegenüber Säure- und Alkaliwirkung beständig und besitzt eine gute Säure- und Alkalibeständigkeit. Die Reißfestigkeit ist etwa dieselbe wie die von Naturseide. Auch ihre Schmelzfestigkeit ist hinsichtlich der für ihre weitere Verwendung von besonderem Wert ist. Außerdem besitzt die Polycrylnitrilfaser eine hervorragende Waschbarkeit; sie läßt sich leicht von Verschmutzungen befreien, da ein Schmutzteilchen nicht von der Faser aufgenom-men, sondern nur an der Oberfläche haften.

Diese charakteristischen Eigenschaften machen das Material für vielfältige Verwendung geeignet. Man wird es dort einsetzen, wo es Oberlegtheit gegenüber anderen Textilien besitzt: für Anorakons, Sonnenjogel, Tropenmäntel, Sports- und Arbeitsbekleidung, Regenmäntel, Tiersticker usw.

Von den anderen durch Polymerisation gewonnenen synthetischen Fasern seien als typische Vertreter polymere Ethylenyl- und Saran (vgl. Tabelle). Man kann aber nicht nur von einem einzigen Ausgangsprodukt ausgehen, sondern kann auch durch Polymerisation von geeigneten Mischungen an Mischpolymerisationen von hervorragenden Eigenschaften gelangen. Die synthetische Faser Vinyon N ist ein solches Produkt, das Mischpolymerisat aus Vinylchlorid und Acrylnitril.

Nylon und Perlon

Die größte Bedeutung unter den synthetischen Fasern besitzen heute ohne Zweifel noch immer die auf der Grundlage von Polyamiden geschaffenen Textilmaterialien, zum Beispiel die, welche aus den Kunststoffen Nylon und Perlon hergestellt werden. Entdecker der Polymere ist der amerikanische Chemiker W. H. Carothers, der von Jahre 1929 ab im Forschungsinstitut des Du Pont Konzerns solche chemischen Reaktionen planmäßig erforschte, die durch Intramolekulare — was innerhalb des Moleküls stattfindet — Abspaltung von Wasser,

¹⁾ Vgl. das Zeitungsheft 1941.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

die geplante neue europäisch Chemikalienpolitik stößt bei der Industrie nicht gerade auf Gegenliebe, sollen mit ihrer Einführung doch Zusatzkosten in Milliardenhöhe auf Chemieproduzenten zukommen (siehe Artikel S. 96 ff). Unbestritten ist der Zweck des neuen REACH-Systems: Es soll die menschliche Gesundheit und die Umwelt schützen. Die Komplexität der notwendigen Annahmen, die Vielfalt der Chemikalien lässt aber eben genügend Raum für Streitfragen.



Sicherlich ist es einfacher, den amerikanischen Weg zu gehen: Während man in Europa gemäß des Vorsorgeprinzips von einer grundsätzlichen Gefährlichkeit der Stoffe ausgeht, ist die Annahme der Ungefährlichkeit von Stoffen Grundlage der US-Chemikalienpolitik. Einfaches amerikanisches Politikerdenken hat uns allerdings gerade wiederum einen Irak-Krieg beschert, der die vielschichtigen Vorstellungen und Anforderungen der meisten Menschen der Welt außen vor lässt. Damit tritt sie das aufkeimende Pflänzchen einer Weltgerechtigkeit, die

langfristig zu Verlässlichkeit und Sicherheit führen soll – den Grundlagen des allgemeinen Wohlstandes – mit Füßen. Dem alten, geradlinigen Schweizer Nationalepos von Schiller *Wilhelm Tell* folgt amerikanische Politik ja auch im Umweltschutz: Simpel nimmt sie für sich das vor mehr als 200 Jahren wohl gültige Zitat „Der Starke ist am mächtigsten allein“ noch immer in Anspruch. Sie verweigert die Unterschrift unter das Kyoto-Protokoll zur Verminderung des Treibhausgas-Ausstoßes. Dann kann man ja wohl nicht für entsprechende Umweltbelastungen belangt werden – wie auch nicht allgemein völkerrechtlich, bleibt man dem internationalen Gerichtshof in den Haag fern... Über neue Trends zum Umweltschutz und zu nachhaltiger Chemie berichtet in dieser Ausgabe ab Seite 100 Prof. Wolfgang Hasenpusch.

Bei dem Artikel über Geschmacksrezeptoren (ab S. 88) habe ich mir überlegt, ob ich nicht einen Hinweis machen sollte: „Achtung, dieser Artikel kann Informationen enthalten, die missbräuchlich Verwendung in bösen Nutzungen finden könnten!“ Schließlich haben sich in dem zur Zeit verstärkenden Klima restriktiver Informationspolitik doch etliche Verleger und Chefredakteure von Wissenschaftsmagazinen wie auch „Nature“ und „Science“ zur „Verantwortung von Wissenschaft und nationaler Sicherheit“ bekannt. Danach sollen sicherheitsrelevante Publikationen einer Kontrolle unterzogen werden. Sollte das potentielle Risiko eines Manuskripts größer sein als der gesellschaftliche Nutzen, behalten sich die Herausgeber vor, den Beitrag zu modifizieren oder zurückzuweisen. Ein Maulkorb für die Wissenschaft also! Vielleicht sollte man seine Süßstoffrezeptoren, die in dem Artikel beschrieben werden, doch einmal etwas überreizen, damit man den ganzen Unmut herausbrechen kann, der sich bei dem Betrachten jetziger politischer Tendenzen ansammelt. Oder man gibt sich wenigstens den euphorisierenden Effekten hin, die der Schokolade nachgesagt werden.

Zumindest eine wichtige positive Nachricht kann man in diesen Tagen verzeichnen. Nach Schreckensmeldungen über Kürzungen der Forschungsförderungen durch die Bundesregierung Ende des letzten Jahres konnten Forschungsorganisationen jetzt die Ankündigung von Bundeskanzler Gerhard Schröder begrüßen, dass ihre Etats ab 2004 um jährlich drei Prozent erhöht werden sollen. Vielleicht sollten die Forschungsinstitute noch schnell ein paar brandneue Geräte in den USA kaufen. In den 80er Jahren konnten US-Firmen ihre Gaschromatographen und Massenspektrographen selbst in Westdeutschland nur mit ausdrücklicher Zustimmung der US-Regierung verkaufen, nachdem der Käufer für würdig befunden wurde...

Ihr

INHALT

Aufsätze

Menschliche Geschmacksrezeptoren Warum Süßes süß schmeckt _____	88
Liebig und die entgangene Entdeckung des Elementes Brom „Schlampige Untersuchungen“ _____	92
Europäische Chemikalienpolitik und deutsche Unternehmen Streit um geplantes REACH-System _____	96
Vom Umgang mit den Ressourcen unserer Erde Nachhaltige Chemie _____	100

Rubriken

Editorial _____	81
Impressum _____	83
F & E im Bild _____	83
Unternehmen _____	84
Personalien _____	86
Förderungen / Preise _____	87

Umschau

Gentechnik und Nano-Materialien im Einsatz für neue Gewebe Spannende Fasern _____	104
Patentmeldung in der Femtosekundenanalytik Krümmungsprofile von Wellenfronten ermitteln _____	108
Enzyme machen Holzfaserstoffe umweltfreundlicher Hydrolasen ersetzen Klebstoffe _____	109
Forschung und Technik _____	110
Software _____	112
Wirtschaft _____	113
Literatur / Multimedia _____	114
Service _____	115
Neue Produkte _____	116
Bezugsquellenverzeichnis _____	119

CLB-Memory

Moderne Ionenanalytik (Teil 3): Ionenchromatographie Stationäre / mobile Phasen – Praxis Wasseranalytik _____	M17
Frische Brise in den Universitäten Unis wählen Studis – Bachelor im Aufwind _____	M23
Fragen zu Grundlagen der Chemie _____	M24



Revolutionäre Displays kommen

Größere Displays für kleinere mobile Geräte wird es in naher Zukunft geben. Das „Paperlike Display“, das Siemens auf der CeBIT 2003 zeigte, ist flexibel, ja sogar aufrollbar und nicht dicker als einen halben Millimeter (großes Bild: Siemens). Es lässt sich damit in kleinste Geräte integrieren, denen niemand diese überproportionale Anzeigengröße zutrauen würde. Damit eignet es sich zum Beispiel für Straßenkarten, E-Mails oder eine elektronische Zeitung. Der wesentliche Vorteil gegenüber einem klassischen Printmedium liegt darin, dass das flexible Display stets aktuelle Informationen anzeigt, die ständig durch einen Server und mit moderner Kommunikationstechnik auch drahtlos auf den neuesten Stand gebracht werden.

Und noch eine Neuigkeit zu Displays, die wir moderner Chemie verdanken: Der taiwanische LCD-Hersteller Chi Mei Optoelectronics (CMO) hat nach eigenen Angaben das derzeit größte organische Display gefertigt (kleines Bild: CMO). Der Prototyp des 20-Zoll-OLED wurde zusammen mit den IBM Research Laboratories entwickelt. CMO und IBM Japan gründeten vor rund zwei Jahren das Joint Venture International Display Technology. Eine Besonderheit des 20"-OLED: Die Transistoren zur Ansteuerung der organischen Leuchtschichten sind aus amorphem Silizium. Bisher nutzt man inOLEDs polykristallines Silizium, das eine höhere Elektronenbeweglichkeit hat. Amorphes Silizium lässt sich jedoch einfacher und damit kostengünstiger großflächig herstellen. Da auch herkömmliche Flüssigkristallschirme Pixeltransistoren aus a-Silizium nutzen, könnte das OLED von IDTech zudem auf den vorhandenen LCD-Produktionslinien gefertigt werden. Nachteil bisher: Die geringe Lebensdauer...

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:
Agentur & Verlag Rubikon
für technische und wissenschaftliche
Fachinformation
Rolf Kickuth

Anschrift:
CLB, Agentur & Verlag Rubikon
Bammentaler Straße 6–8
69251 Gaiberg bei Heidelberg
Deutschland
e-Mail: redaktion@clb.de

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

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
e-Mail: kickuth@clb.de,
Dr. Maren Bulmahn (MB,
e-Mail: bulmahn@clb.de)
Telefon (0 62 23) 97 07 43
Fax (0 62 23) 97 07 41

Ständige Mitarbeiter:
Dr. Mechthild Kässer, Dieckholzen; Hans
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,
Bad Soden; Dr. Ognian Serafimov,
Konstanz; Jürgen Wagner, Weinheim;
Hans-G. Winkler, Meyenfeld; Dr. Röbb-
Wünschiers, Köln.

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

Anzeigenberatung:
Lutz Krampitz
Am Schützenhaus 8, 47055 Duisburg
Telefon (02 03) 73 85-1 64
Fax (02 03) 73 85-1 65
e-Mail: anzeigen@clb.de

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

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit
der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft
– außerhalb des Abonnements – 8,60
Euro, im persönlichen Abonnement jäh-
rlich 87 Euro zuzüglich Versandkosten;
ermäßigter Preis für Schüler, Studenten
und Auszubildende (nur gegen Vorlage
der Bescheinigung) jährlich 67,10 Euro
zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel
und den Verlag. Das Abonnement ver-
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-
zugsjahres Kündigung erfolgt.
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder
des VDC sowie des VBTA erhalten CLB
zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002. Bei Nichterscheinen
durch Streiks o. Störung durch höhere Ge-
walt 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
Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist
ohne Zustimmung des Verlags unzuläs-
sig und strafbar. Das gilt insbesondere
für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeiche-
rung und Verarbeitung in elektronischen
Systemen.
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsexemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Der Vorstand der Gene Scan Europe AG hat mit der Eurofins Scientific S.A., Brüssel Nantes, eine Vereinbarung über die Abgabe eines öffentlichen Übernahmeangebots getroffen. Eurofins ist ein international tätiges Unternehmen für bioanalytische Dienstleistungen im Bereich Lebensmittel, Pharma und Umwelt. Der Vorstand von Gene Scan erwartet weitreichende Synergien für beide Gesellschaften, hauptsächlich auf dem Gebiet der GMO-Analyse aber auch für die Biochip-basierten Dienstleistungen der Pharmakogenetik und Toxikologie.

Roche und Genentech, Inc. erhalten das Patent vom US-amerikanischen Patentamt (PTO) für entscheidende Verfahrensschritte bei der Herstellung von rekombinanten Interferon alfa. Das Biomolekül dient zur Behandlung von Krebs und Hepatitis C. Betroffen sind die Interferon alfa Arzneimittel Pegasys (Peginterferon alfa-2a) und Roferon-A (Interferon alfa-2a). Der Patentschutz gilt bis zum 19. November 2019.

Die Europroteome AG in Hennigsdorf bei Berlin übernimmt die volle unternehmerische Führung der Phase-it Intelligent Solutions AG, einer Ausgründung aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum. Die Transaktion, die das Ergebnis der bereits länger bestehenden Kooperation zwischen beiden Unternehmen ist, soll die Kompetenzen von Europroteome in der Entwicklung neuer Krebsdiagnostika und -therapeutika um moderne Methoden zur Identifizierung neuer Muster von Biomarkern für spezifische Patientengruppen ergänzen.

Die Merck KGaA hat sich entschlossen, ihre weiteren Planungen für eine neue großtechnische Anlage zur Herstellung therapeutischer Proteine auf den Standort Jena in Thüringen zu konzentrieren. In der geplanten Anlage soll die neueste Generation biologischer Wirkstoffe zur Krebsbehandlung hergestellt werden. Die rund 300 Millionen Euro teure Investition würde insgesamt rund 260 neue Arbeitsplätze und 20 Ausbildungsplätze schaffen. Die endgültige Entscheidung zum Bau der Anlage steht allerdings noch aus.

Die Celanese AG hat von der Chinesischen Regierung die Genehmigung zur Errichtung einer Essigsäure-Anlage erhalten. Als Standort wird der Nanjing Chemical Industry Park in der Provinz Jiangsu im Osten Chinas dienen. Für die Anlage ist eine Jahreskapazität von 600 000 Tonnen vorgesehen. Celanese erwartet den Start der Produktion ab Ende 2005.

Die Degussa AG überführt ihr Projekthaus Nanomaterialien in die „Degussa Advanced Nanomaterials“, die sich mit derzeit 20 Mitarbeitern bis 2006 als profitable Geschäftseinheit etablieren soll. Dazu stellen die Degussa-Corporate-Venture-Gesellschaft Creavis Technologies & Innovation und der Degussa-Geschäftsbereich Aerosil & Silanes in den nächsten vier Jahren bis zu 25 Millionen Euro zur Verfügung.

Künftig spezieller Fokus auf China

Wacker seit 20 Jahren in Asien

Wacker feiert in Tokio das 20jährige Bestehen seiner ersten Niederlassung im asiatisch-pazifischen Raum. 1983 startete der Konzern in Tokio. Inzwischen verfügt Wacker über sechs Produktionsstandorte in Indien, Japan, Malaysia und Singapur. Sieben technische und mehr als 20 Verkaufsbüros unterstützen Kunden vor Ort. Mit über 1700 Mitarbeitern erwirtschaftete der Konzern im Asien-Pazifik-Raum im Geschäftsjahr 2001 mehr als 500 Millionen Euro. Dies entspricht fast 20 Prozent des Konzernumsatzes.

In der Region Asien-Pazifik insgesamt erwartet der Konzernchef Dr. Peter-Alexander Wacker für die Chemieaktivitäten während der nächsten Jahre ein überdurchschnittliches Marktwachstum im zweistelligen Prozentbereich. Ein

spezieller Fokus liege dabei auf China.

In Japan produziert das Unternehmen Halbleiterprodukte und Silicone. Die Wacker NSCE Corporation, ein Joint Venture der Wacker Siltronic AG und der Nippon Steel Corporation, fertigt in Hikari Wafer in Durchmessern von 150 bis 300 Millimetern. Die Oberflächenveredelung von Siliciumscheiben und das Ziehen von 150 bis 300 Millimeter Kristallen erfolgen auch dort.

Die Wacker Asahikasei Silicone Co. ist ein Joint Venture zwischen der Wacker-Chemie GmbH und der Asahi Kasei Corp. und der viertgrößte Siliconproduzent in Asien. Am Produktionsstandort Akeno, etwa 100 Kilometer nordöstlich von Tokio, verfügt Wacker über Produkt- und Verfahrensentwicklung, technischen Service, sowie Produktion und Lagerhaltung.

Geschäft mit Cyaniden

Eine Ausgründung aus dem Produktbereich Bergbauchemikalien des Geschäftsbereichs Bleich- & Wasserchemie der Degussa AG ist die neue Cyplus GmbH. Das Unternehmen beliefert mit rund 100 Mitarbeitern Kunden in den Branchen Bergbau, chemisch-pharmazeutische Industrie und Oberflächenbehandlung mit Cyaniden. Weltweit geht der größte Anteil an Cyaniden in den Bergbau. Rund 70 Prozent werden hier zur Gewinnung von Gold aus Erz eingesetzt. Ein weiterer großer Anteil der Cyanidproduktion geht in die chemische Industrie, unter anderem zur Herstellung von Aminosäuren oder pharmazeutischen Wirkstoffen. In der Oberflächenbehandlung werden mit Hilfe von Cyaniden sowohl Metalle mit anderen Metallen beschichtet als auch Stahl an der Oberfläche gehärtet.

Bioanalytik in China



Berthold Technologies hat einen neuen Distributionspartner in China: Cold Springs, der bisherige Vertriebspartner für Taiwan, hat in Peking und Shanghai Vertriebs- und Serviceniederlassungen gegründet. Laut Berthold Breitkopf, Geschäftsbereichsleiter Bioanalytische Instrumente, hat unter anderem das profunde Fachwissen der Mitarbeiter von Cold Springs Berthold Technologies zu einem der Marktführer im Bereich Lumineszenz- und Fluoreszenzgeräte in Taiwan gemacht.

Zuwachs im Ausland und Umsatzeinbußen im Inland bei Jumo

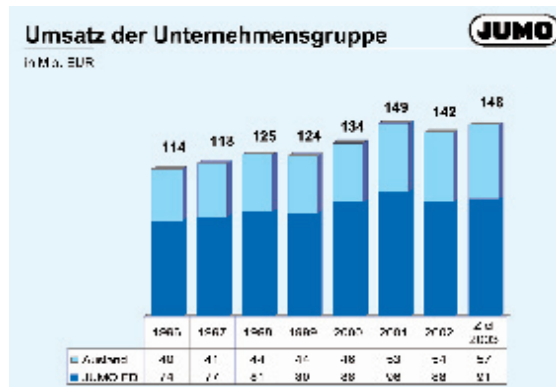
Flachmembran Glas für robuste pH-Elektroden

Ein durchwachsesenes Geschäftsjahr haben die über 1600 Mitarbeiter der M. K. Juchheim GmbH & Co (Jumo) hinter sich. Die Ergebnisse des vergangenen Jahres und geplante Produktneueinführungen stellte das Unternehmen kürzlich in Fulda vor. Die Produkte des ursprünglich reinen Thermometerherstellers reichen heute von Einbauthermostaten für die Heizungstechnik über Bildschirmschreiber zur FDA-konformen Datenaufzeichnung bis zu fluoridtoleranten pH-Elektroden.

Ähnlich dem bundesweiten Rückgang bei Produktion und Umsatz in der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie verzeichnete das Unternehmen Umsatzeinbußen im Inland. Im Ausland hingegen gelang ein Zuwachs im Umsatz. Jumo Frankreich feierte 25jähriges Bestehen, Jumo Schweden gründete im letzten Jahr ein Tochterunternehmen in Norwegen und Jumo

Russland hat kürzlich ein erstes Außenbüro in Perm eröffnet. In China hat man zusätzliches Personal für die Temperaturfühlerproduktion eingestellt. Vorgefertigte Teile liefert das Werk Fulda an. In China baut man diese ausschließlich für den dortigen Markt zusammen – ein Reimport finde nicht statt, wie Bernhard Juchheim, geschäftsführender Gesellschafter des Unternehmens, betonte.

Die pH-Elektrodenherstellung hat bei Jumo eine lange Tradition. Auch heute entwickelt man die Glasmembranrezepturen im eigenen Hause und beschäftigt Glasbläser, die an einer ständigen Verbesserung der Elektroden arbeiten. Bereits seit fünf Jahren besteht der Gelelektrolyt der Einstabmessketten aus KCl-Gel und enthält kein Acrylamid mehr. Neueste Produkte sind eine Hochtemperatur- und eine besonders fluoridtolerante pH-Messkette. Diese Flachmembran Glaselektrode, die beispielsweise in der Chip-In-



Gegenüber dem Geschäftsjahr 2001 ist der Umsatz von Jumo Fulda um rund acht Prozent zurückgegangen. Die ausländischen Tochtergesellschaften konnten ihren Umsatz gegenüber 2001 um über zwei Prozent steigern. Der gesamte Exportanteil 2002 betrug 33,5 Prozent. Für das Geschäftsjahr 2003 kündigt die Jumo-Gruppe einen Gesamtumsatz von 148 Millionen Euro an. Dies bedeutet eine Umsatzsteigerung von rund vier Prozent (Grafik: Jumo).

dustrie in Ätzbädern zum Einsatz kommt, hat laut Jumo eine etwa 17 mal höhere Bruchfestigkeit als herkömmliche Kugelmembranen und besteht aus einer Glasmischung, die bis 1000 Milligramm pro Liter HF fluoridbeständig ist. MB

Kooperationsvertrag gegen Krebs

Tubulysine sind spezielle Peptide, die auf Mikrotubuli wirken, die beispielsweise wichtig für die Zellteilung sind. Myxobakterien, aus denen Tubulysine isolierbar sind, hat Prof. Dr. Hans Reichenbach, damals Leiter der Naturstoffbiologie der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF), Braunschweig, in einem Komposthaufen des Botanischen Gartens Freiburg entdeckt. Ziel der Kooperation der GBF mit dem Münchner Biotechnologie-Unternehmen Morphochem ist die Entwicklung neuer Mittel gegen Krebs. Morphochem erhält die Rechte zur Nutzung der Forschungsergebnisse der GBF, die GBF Projektmittel sowie Lizenznahmen aus der Vermarktung.

Hochreine Chemikalien für die Elektronik

Die europäischen Aktivitäten für die Halbleiterindustrie der Merck KGaA sind in einen rechtlich eigenständigen Teilkonzern überführt worden. Die deutsche Tochtergesellschaft dieser Holding, Merck Electronic Chemicals GmbH, hat mit rund 50 Mitarbeitern ihre Geschäftstätigkeit aufgenommen. Merck hat mit Elektronikchemikalien – einer von fünf Sparten im Unternehmensbereich Chemie – in 2002 weltweit einen Umsatz von 192 Millionen Euro erzielt. Das Geschäft umfasst Prozesschemikalien von hoher Reinheit, die Kunden der Halbleiterindustrie unter Reinraumbedingungen vorwiegend zur Herstellung von Microchips einsetzen.

Die Borchers GmbH, im Bayer-Konzern der Spezialist für Lackadditive, hat in Langenfeld ein neues Gebäude bezogen und ist ab sofort unter folgender Anschrift zu erreichen:



Borchers GmbH
Berghausener Str. 100
D- 40764 Langenfeld
Tel 02173 3926666

Auf einem etwa 2500 Quadratmeter großen Gelände entstand ein Neubau mit vier Etagen und insgesamt 1600 Quadratmetern Labor- und Bürofläche. Im Erdgeschoss befinden sich die Labors der Produktentwicklung, darüber im ersten Stock die der Anwendungstechnik (Das Foto zeigt einen Blick in das Labor der Anwendungstechnik). In den beiden oberen Stockwerken sind die Büros der Geschäftsleitung, von Verkauf, Rechnungswesen und Verwaltung.

CELANESE Der Vorstand der Celanese AG hat **Lyndon Cole** zum Präsidenten von Ticona, dem Unternehmen für Technische Kunststoffe von Celanese, ernannt. Außerdem wird er zugleich den neu gebildeten Growth Excellence Council leiten. Cole, der noch Präsident von Celanese Chemicals ist, übernimmt seine neuen Aufgaben am 1. April 2003.



Cole

DEGUSSA Neue Mitglieder im Aufsichtsrat sind der Vorstandsvorsitzende der RAG AG, **Karl Starzacher** sowie die RAG-Vorstände **Ulrich Weber** und **Dr. Peter Schörner**. Neuer Aufsichtsratsvorsitzender ist Starzacher. Er übernahm dieses Amt von Prof. Wilhelm Simson, Vorsitzender des Vorstands der E.ON AG, der dem Degussa-Aufsichtsrat weiterhin angehört.



Starzacher

CLARIANT Der Verwaltungsrat hat **Roland Lösser** (60) als Nachfolger von **Reinhard Handte** zum CEO ernannt. Handte hatte darum gebeten, ihn von seinen Funktionen als CEO und Verwaltungsrat abzurufen.



Lösser

EHRUNGEN

Der Augsburger Physiker **Prof. Dr. Achim Wixforth** und die Firma **Advalytix AG** haben jetzt den erstmals für die beste Innovation im Bereich der Nanobiotechnologie verliehenen **Bio Trends Award** erhalten. Kern der mit 5000 Euro prämierten Technik sind Nanopumpen, die Reagenzien berührungsfrei und ohne bewegliche Teile auf der Oberfläche von Chips positionieren können. Das gelingt mit Hilfe von Oberflächenwellen, die durch hochfrequente elektrische Impulse auf dem Chip angeregt werden. Diese Wellen breiten sich über das Substrat aus und transportieren dabei Flüssigkeiten und Feststoffe über den Chip. Integrierte Sensoren gestatten zusätzlich eine Auswertung der Experimente.



Wixforth

Der Hamburger Chemieprofessor **Dr. Walter Kaminsky** hat den mit 7500 Euro dotierten **Hermann-Staudinger-Preis** der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) erhalten. Kaminsky wird für die Entwicklung homogener Katalysatoren zur Polymerisation von Olefinen geehrt. Seine Arbeiten hätten maßgeblich zur stürmischen Entwicklung polymerisationsaktiver Katalysatoren beigetragen, die die moderne Polymersynthese richtungweisend geprägt hat, heißt es in der Verleihungsurkunde.



Der Chemiker **Dr. Wolf-Dieter Schubert**, Wissenschaftler der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF), erhielt den **Max-von-Laue-Preis**. Diese Auszeichnung verleiht die Deutsche Gesellschaft für Kristallographie an Nachwuchswissenschaftler, die bei der Aufklärung von Molekül-Strukturen besondere Erfolge erzielt haben. Schubert untersucht unter anderem den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion von biologischen Eiweiß-Molekülen.



Der Gründer und CEO von Freeman Technology **Reg Freemann** erhielt einen **Smart Achievement-Preis** vom britischen Ministerium für Handel und Industrie. Mit dem Preis werden die Leistungen anerkannt, die das Unternehmen hinsichtlich seiner Geschäftsentwicklung erbracht hat, seit es in den Jahren 1996 und 1997 die Smart und Spur-Finanzierung erhielt.



Prof. Dr. Richard A. Lerner (64) und **Prof. Dr. Peter G. Schultz** (46) erhielten den **Paul Ehrlich und Ludwig Darmstaedter-Preis**. Die Auszeichnung ist mit 65 000 Euro dotiert. Die Preisträger werden für ihre Leistungen auf dem Gebiet der Immunologie ausgezeichnet. Lerner und Schultz forschen am Scripps Research Institute im südkalifornischen La Jolla und haben katalytische Antikörper entdeckt und hergestellt. Diese spezielle Sorte Antikörper kann chemische Reaktionen im Körper beschleunigen und wirkt ähnlich den Enzymen.

Den **Forschungspreis der BMS-Stiftung** in Höhe von 500 000 Dollar hat **Prof. Dr. Ralf Bartschlager** (links) vom Hygiene-Institut des Universitätsklinikums Heidelberg für seine wissenschaftliche Arbeit zum Hepatitis-C-Virus erhalten. Überreicht wurde die Ehrung von Richard Colonno (rechts), Vizepräsident im Forschungsbereich der Pharmazeutischen Firma Bristol-Myers Squibb (BMS).



Molekularbiologie

Zum neunten Mal können sich ab sofort in Europa tätige Forscher und Forscherinnen im Alter bis 35 Jahren um den Eppendorf Award For Young European Investigators bewerben. Der Preis ist mit 15 000 Euro dotiert. Honoriert werden auf molekularbiologischen Methoden beruhende herausragende Leistungen auf dem Gebiet der biomedizinischen Forschung. Die Anmeldefrist läuft bis zum **30. Juni**.

Zum zweiten Mal verleihen die Eppendorf AG und die Zeitschrift Science ihren jährlichen, mit 25 000 US-Dollar dotierten Forschungspreis für herausragende Beiträge zur neurobiologischen Forschung mit molekular- und zellbiologischen Methoden. Die Bewerbungsfrist endet am **15. Juni**. Weitere Informationen finden sich unter www.eppendorf.com.

Kunststoffindustrie

Die Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe – Technische Vereinigung e.V. (AVK-TV) vergibt den AVK-TV Innovationspreis in den Kategorien Anwendung, Umwelt und Hochschularbeit. Ziel des Innovationspreises ist die Förderung neuer industrieller Problemlösungen durch Composites und duroplastische Formmassen, die Darstellung der Leistungen unserer Branche im Umweltschutz, sowie die Förderung der Hochschularbeit im Bereich der Verbundwerkstoffe und duroplastischen Formteile. Nicht zuletzt soll durch diesen Preis die Motivation von Spezialisten auf diesen Gebieten gefördert werden. Bewerbungen zum Innovationspreis 2003 können zu folgenden Bereichen eingereicht werden:

- Anwendung des Jahres,
- Umweltpreis des Jahres,
- Hochschularbeit des Jahres.

Einsendeschluss für die Bewerbungsunterlagen ist der **10. Juni**. Nähere Angaben finden Sie unter www.avk-tv.de.

Wissenschaft

Der „Lautenschläger Forschungspreis“ zählt zu den höchst dotierten internationalen Wissenschaftspreisen (250 000 Euro). Bis zum **15. April** können zum zweiten Mal internationale Spitzenforscher aller Disziplinen für den Preis nominiert werden. Mit dem Preis werden international anerkannte Wissenschaftler ausgezeichnet, die der Universität Heidelberg in wissenschaftlicher Kooperation verbunden sind. Weitere Informationen unter www.lautenschlaeger-forschungspreis.uni-hd.de.

Gründungsengel

„Business Angels“ sind in den USA finanzstarke Unternehmer, die interessiert sind, den Nachwuchs zu fördern und junge Unternehmen auf ihrem Weg eine Zeit lang zu begleiten. In Deutschland betreut das Braunschweiger „business angel team“ Gründerunternehmen aus dem technologischen Umfeld. Neben Know-how setzen die Mentoren ihr Kapital, häufig in Form einer Minderheitsbeteiligung, ein – natürlich im Hinblick auf eine langfristig zu erwartende Rendite. www.business-angel-team.com.

Förderung Brandenburger Existenzgründer Gründungsnetzwerk

Das Gründungsnetzwerk „Begin“ – Brandenburger Existenzgründer im Netzwerk – startet sein umfangreiches Sommersemesterprogramm an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen.

Begin ist ein Projekt der Universität Potsdam, der Fachhochschulen Potsdam und Brandenburg sowie der Zukunftsagentur Brandenburg GmbH. Die Gründungsinitiative ist 2002 als Sieger aus dem bundesweiten Wettbewerb „Exist Transfer – Existenzgründungen aus Hochschulen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hervorgegangen. Das Brandenburgische Institut für Existenzgründung und Mittelstandsförderung (BIEM) hat als übergeordnete Koordinationsstelle das Projektmanagement übernommen.

Ziel von Begin ist es, eine Kultur der Selbstständigkeit (Unternehmer in eigener Sache werden) an den Hochschulen nachhaltig zu verankern, eine gründungsbezogene und -freundliche Infrastruktur zu verfestigen und die Zahl der Existenzgründungen sowohl aus brandenburgischen Hochschulen als auch aus außeruniversitären

Forschungseinrichtungen zu erhöhen.

Begin startet nun, ergänzend zu den gründungsbezogenen Lehrangeboten der Hochschulen, mit den ersten Informationsveranstaltungen zu Gründungsfragen, beispielsweise zu Themen wie Freiberuflichkeit oder Förderprogramme. Die Studierenden können in Assessment Centern und Projekten wie der Ideenwerkstatt „Braintool“ ihre Gründungsideen entwickeln sowie sich beim Gründerstammtisch „Beginer“ austauschen. Des Weiteren wird das Thema Schutzrechte, Märkte, Ideen und Verwertung in Workshops und Vorlesungen aufgegriffen.

Parallel dazu sind die Gründungsberatungen mit ihren Standortmanager/innen an den Hochschulen bereits etabliert, um Gründungsinteressierte direkt vor Ort beraten zu können, die Gründungsidee zu schärfen oder bei der Erstellung des Businessplans zu helfen. Ab April 2003 stehen den Studierenden zusätzlich Gründerräume an den Hochschulen zu Verfügung. Weitere Informationen unter: www.begin-brandenburg.de.

Warum Süßes süß schmeckt

Mechthild Kässer, Bienenrode

Süßer Geschmack ist eine Eigenschaft, die sehr verschiedenartige Verbindungen auszeichnet. Außer Zucker schmecken viele andere Di- und Monosaccharide, Glycol und Zuckeralkohole süß, aber auch Aminosäuren, etwa Alanin oder Proteine wie der in der EU zugelassene Süßstoff Thaumatin. Wenn man Chloroform – unvorschriftsmäßig – mit dem Mund pipettiert, ist man überrascht; auch diese wiederum gänzlich andere Substanz schmeckt süß. Und auch unter den synthetisch hergestellten Süßstoffen mit ihrer besonders großen Süßkraft finden sich Vertreter der unterschiedlichsten Stoffklassen, die mit Zucker keinerlei Ähnlichkeit zu haben scheinen.

Andere Geschmacksrichtungen sind eindeutig definiert. Saurer Geschmack wird von protonierten Wassermolekülen H_3O^+ vermittelt, salziger von Ionen des NaCl oder anderer anorganischer Salze, und die neu eingeführte Geschmacksqualität Umami ist Peptiden und Proteinen zugeordnet. Bei süß (und bitter) schmeckenden Stoffen sind gemeinsame Merkmale nicht so leicht zu erkennen, aber auch sie müssen in bestimmten molekularen Strukturen übereinstimmen, um mit dem Süß-Rezeptor in Wechselwirkungen treten zu können. Wie der viel zitierte Schlüssel müssen sie in das Rezeptorschloss passen. Es könnte natürlich auch mehrere Schlösser geben; dann müsste man Gruppen ähnlicher Schlüssel für ihr jeweiliges Schloss finden. Erkenntnisse über diese Zusammenhänge könnten helfen, bei der Suche nach neuen Süßstoffen gezielter und erfolgreicher vorzugehen.

Gemeinsame Strukturelemente süßer Stoffe

In den letzten Jahrzehnten entwickelten mehrere Forscher Vorstellungen, die auf molekularer Ebene die Wechselwirkungen zwischen süßen Stoffen und

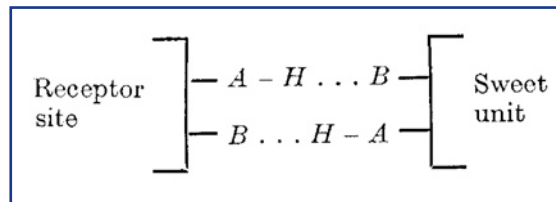


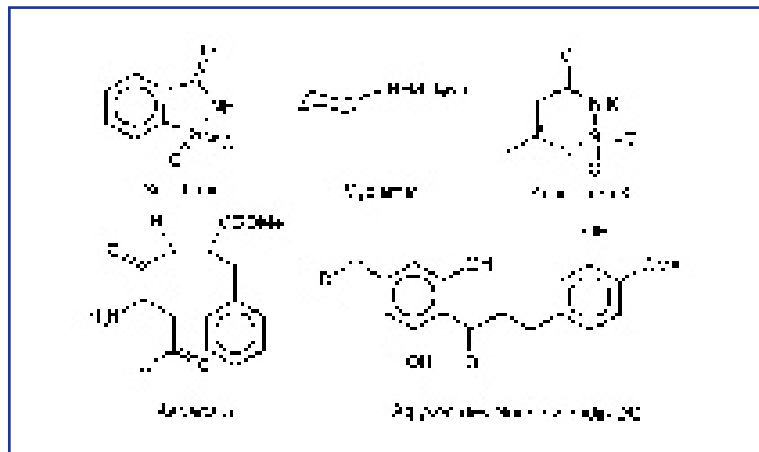
Abbildung 2: Modell der Verknüpfung zwischen süßem Stoff und seinem Rezeptor nach Shallenberger [1]

dem menschlichen Rezeptor für Süßes erklären. Ausgehend von Zuckern, sahen Shallenberger und Acree [1] (1967) die Glykolgruppe als entscheidend für den süßen Geschmack an. Da innermolekulare Wechselwirkungen zwischen den Glykolgruppen einer solchen Substanz die Süßkraft offensichtlich schwächen, vermuteten sie, dass ähnliche Kräfte zwischen Rezeptor und Glykol wesentlich für die Süße seien. Sie postulierten daher ein verallgemeinerndes AH/B-System das heißt ein Säure/Basen- oder Protonendonator/-acceptor-System als gemeinsames und unerlässliches Strukturelement süßer Verbindungen. Dabei ist A ein saures und B ein basisches Zentrum, die etwa 0,25 bis 0,4 nm Abstand voneinander haben. Beide, A und B, sind elektronegative Atome (oft O oder N). Der Wasserstoff H ist kovalent an A gebunden und leicht ablösbar. Diese Anordnung tritt mit einem ähnlich gebauten, ebenfalls bifunktionalen Bereich des Rezeptors – vermutlich einer Peptidgruppe – über zwei Wasserstoffbrücken in Kontakt.

Für einige süß schmeckende Verbindungen wurden die AH- und B-Gruppe angegeben (Abbildung 3). Kier [2] erweiterte Shallenbergers Modell zum AH/B/X-Modell (1972). Danach bildet die unpolare Gruppe X einen dritten Verknüpfungspunkt durch hydrophobe Wechselwirkung mit dem Rezeptor. Sie liegt etwa 0,35 nm von A und 0,55 nm von B entfernt und verstärkt die Süßkraft. Wo sie fehlt, wie zum Beispiel bei Glycin und Ethylenglykol, bleibt auch die Süßkraft gering (Abbildung 4).

In zahlreichen Studien sammelten Wissenschaftler, beispielsweise um A. van der Heijden [3], H.-D. Belitz

Abbildung 1: Welche Gemeinsamkeit verbindet diese in der EU zugelassenen Süßstoffe?



Die Autorin:

Die promovierte Lebensmittelchemikerin Dr. Mechthild Kässer begeistert sich für Themen der Biologie, Medizin, Biochemie und Gentechnik. Sie ist langjährige Korrespondentin der CLB.



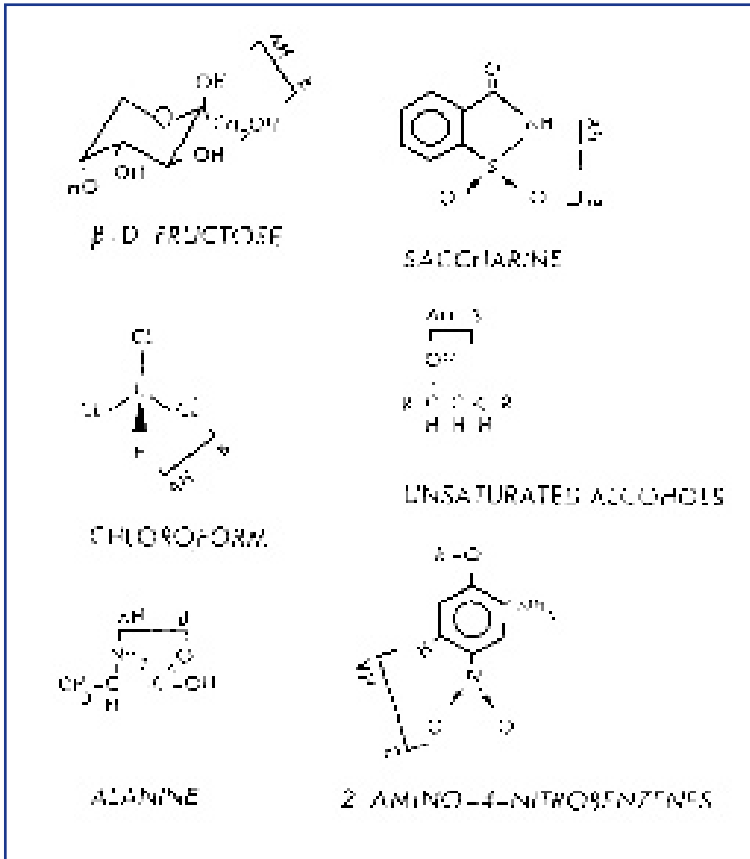
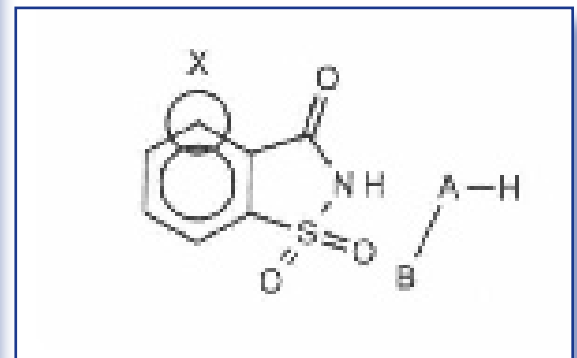


Abbildung 3: Verbindungen unterschiedlicher chemischer Klassen und ihre AH- und B-Einheiten.



Abbildung 4: Die für die Süße von Saccharin verantwortlichen Molekülbereiche nach dem Modell von Kier [2].



[4, 5] und L. Kerckhoff [6] Daten, die beschreiben, wie sich die Süße von Verbindungen ändert, wenn Substituenten ausgetauscht und die Stereochemie variiert wird. Oft schlägt dabei der süße Geschmack in bitteren um oder verschwindet ganz oder süß-bittere Stoffe entstehen (Tabellen 1 und 2 und Abbildung 5).

Stellen AH, B, XH, G1-4 und D herstellen, schließen die Forscher Nofre und Tinti aus ihren Untersuchungen: An den Orten AH, B und XH, die auch bei den beiden früheren Modellen beschrieben wurden, halten demnach ionische Bindekräfte den Süßstoff; und zwar bei AH und XH die Carboxylat-Gruppe aus Aspa-

Das Multikontaktpunkte-Modell

Nofre und Tinti [7] (1996) versuchten, das Schloss an Hand zahlreicher bekannter Schlüssel noch genauer zu beschreiben. Aus ihren Untersuchungen an mehreren Serien synthetisch hergestellter Süßstoffe folgten sie: Der Süß-Rezeptor besitzt außer AH, B und X wenigstens fünf weitere Haupt-Erkennungsbereiche, nämlich für mindestens acht verschiedene Bindungsstellen süßer Stoffe. Diese Erkennungsbereiche des Rezeptors bestehen bis auf einen aus je zwei Unterbereichen, so dass zusammen also 15 Stellen auf süße Substanzen reagieren. Je mehr Molekülgruppen mit den Erkennungsregionen des Rezeptors in Kontakt treten können, desto süßer schmeckt die Substanz. Dabei haben die einzelnen Erkennungsregionen unterschiedlich starken Einfluss auf die Süßkraft.

Der menschliche Rezeptor für Süßes besteht aus einem Protein, das einen für Geschmackstoffe zugänglichen Hohlraum umschließt. In diesen ragen Aminosäure-Seitenketten hinein und bieten definierte Kontaktpunkte für passende Moleküle. Welche Aminosäuren über ihre Seitenketten die Bindung an den

Tabelle 1: Einfluss der Stereochemie auf die Geschmacksqualität von Cyclamat-Abkömmlingen [6].

Nr.	Formel	SG	Nr.	Formel	SG
23		10	47		bitter
27		bitter, nicht süß	51		neutral
31		20	58		stark bitter
35		10	61		30
39		schwach süß	65		10
45		20			

Abbildung 5: Geschmacksqualität (bi: bitter, sw: süß) und Erkennungsschwellenwerte (mmol/L) von L-Valin, D-Valin, N-Methylvalin und -prolin [5].

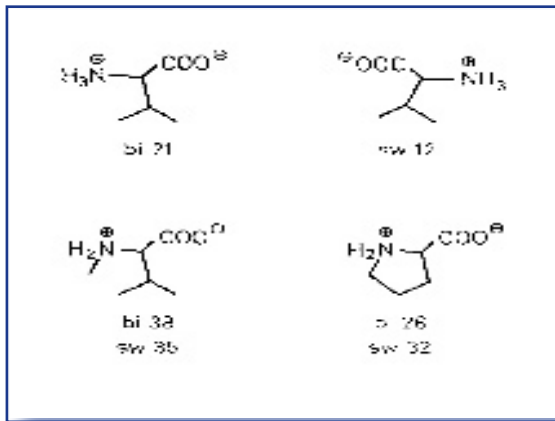


Abbildung 6: Räumliche Anordnung und Bezeichnung der acht Erkennungsregionen des menschlichen Rezeptors für Süßes.

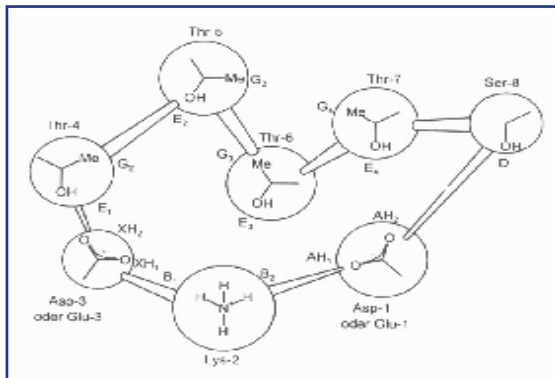


Abbildung 7: Schematische Darstellung des Süßrezeptors im Ruhezustand.

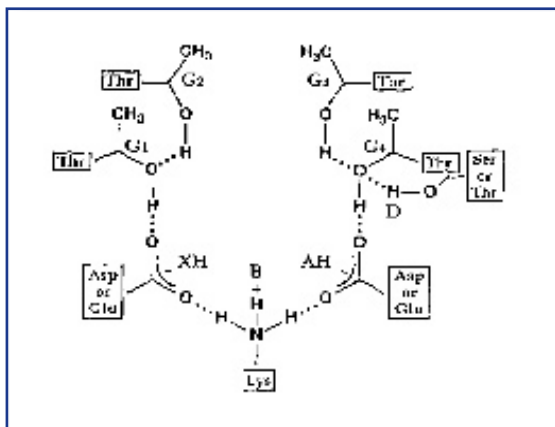
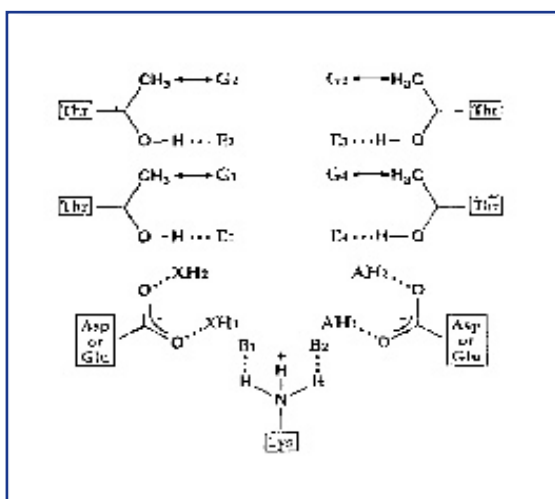


Abbildung 8: Aktivierter Zustand eines Teils des Süßrezeptors durch Wechselwirkungen mit einem süßen Stoff (z. B. Saccharose) an 14 Erkennungspunkten.



raginsäure oder Glutaminsäure und bei B die protonierte Aminogruppe -NH₃⁺ eines Lysinrestes. Die vier G-Erkennungsregionen sind vermutlich Threoninreste -CH₂OH CH₃. Sie wirken durch Wasserstoffbrücken, van der Waals-Kräfte und ihre räumliche Lage in Bezug auf AH und B.

Das selbe gilt für den Kontaktpunkt D, der eine Serin- oder Threonin-Seitenkette sein könnte.

Wie kommt der Reiz zustande?

Ein süßes Molekül, das in Wechselwirkung mit dem Rezeptor tritt, bewirkt eine Umlagerung der Bindungsverhältnisse und die Weitung der Proteintasche. Im Ruhezustand (Abbildung 7) bestehen Wasserstoffbrücken zwischen den benachbarten Aminosäure-Seitenketten, im durch ein Schlüssel-molekül angeregten Zustand ordnen sie sich zugunsten von Wechselwirkungen zwischen süßer Substanz und Protein um (Abbildung 8). Nach der Aktivierung und dem dadurch ausgelösten Reiz der Nervenzellen stößt der Rezeptor das süße Molekül wieder aus und schwingt in den Ruhezustand zurück, angetrieben von den elektrostatischen Kräften zwischen den polaren oder ionischen Erkennungsbereichen.

Dieses von Nofre und Tinti aufgestellte Modell des Süßrezeptors spricht sehr dafür, dass der Mensch nur diesen einen Rezeptortyp für Süßes besitzt.

Zucker (Saccharose) ist als Disaccharid ein relativ großes Molekül. Es passt ausgezeichnet in die Proteintasche und tritt mit 14 Erkennungspunkten des Rezeptorproteins in Wechselwirkungen. Dies erklärt auch die hohe Selektivität des Rezeptors für das in der Natur weit verbreitete Molekül. Dennoch ist Zucker nicht ungewöhnlich süß. Ursachen sind die fehlende Wechselwirkung mit D, Mangel an ionischen Gruppen, die geringe Affinität seiner polaren Hydroxylgruppen als Wasserstoff-Akzeptoren und -Donatoren und der geringe Einfluss seiner sterisch wirksamen Bereiche (Abbildung 9).

Tabelle 2: Einfluss der Stereochemie des Restes R auf die Geschmacksqualität von Alitam-Abkömmlingen [6].

Nr.	R	SG	Nr.	R	SG
85		14,4	98		100
91		14,4	101		100
86		14,4	102		100
88		14,4	107		100
87		14,4	106		100

Als Beispiel für eine äußerst süß schmeckende Substanz sei Lugdunam genannt. Sie übertrifft die Süße von Saccharose um das 225 000fache. Ihre Kontaktpunkte am Rezeptor sind B₁, B₂, AH₂, XH₁, G₁, E₁, G₂, E₂, G₄, und D (Abbildung 10). Ihre Ähnlichkeit mit Alitام, einem ebenfalls sehr starken, in den USA zugelassenen Süßstoff, und Aspartam ist nicht zu übersehen. (Abbildung 12).

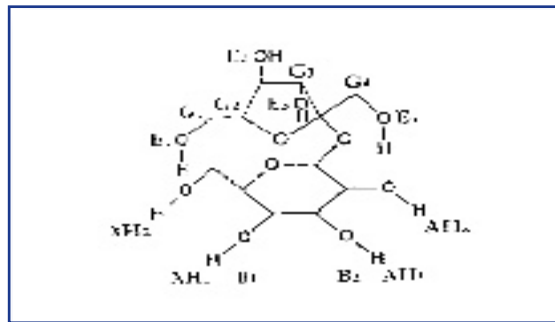


Abbildung 9: Saccharose und die Erkennungsbereiche des Rezeptors [7].

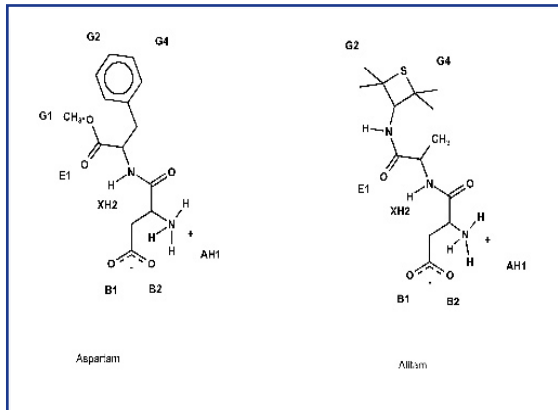


Abbildung 12: Alitام und Aspartam und die Erkennungsbereiche des Rezeptors.

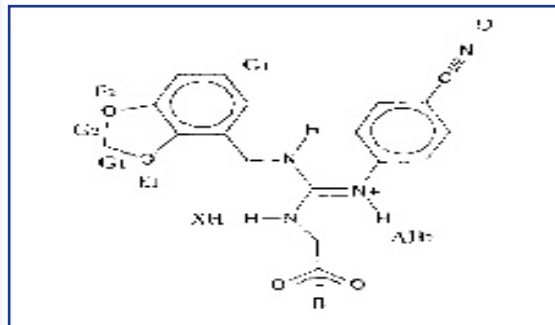


Abbildung 10: Lugdunam und die Erkennungsbereiche des Rezeptors [7].

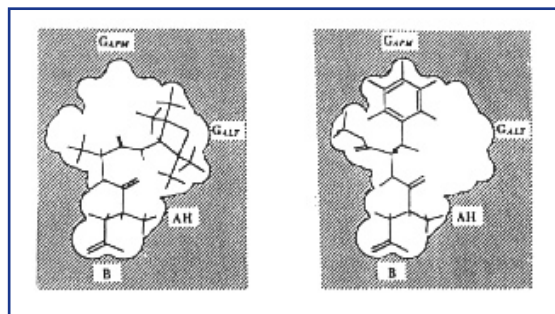


Abbildung 11: Modell der Proteintasche des Süßrezeptors nach Kerckhoff [6] mit Alitام-Derivaten.

Literatur

- [1] R. S. Shallenberger, T. E. Acree: Nature (1967) 216, 480-482
- [2] L. B. Kier, J. Pharm. Soc. (1972) 61, 1394-1397
- [3] A. van der Heijden, H. van der Wel, H.G. Peer: Chem. Senses (1985) 10, 73-88
- [4] H.-D. Belitz, H. Rohse, W. Stempfl, H. Wieser: Lebensmittelchem. Geric. htI.Chem. (1987) 41 77-82
- [5] H.-D. Belitz, W. Chen, H. Jugel, W. Stempfl, R. Treleano, H. Wieser: Chem & Ind (1983) 1, 23-26
- [6] L. Kerckhoff "Zur Synthese enantiomerenreiner Süßstoffe vom Cyclamat- und Alitام-Typ": Dissertation Münster 1997
- [7] C. Nofre, J. M. Tinti: Food Chem (1996) 56, 263-274

Süßkraft:

Süßungsgrad: Verhältnis der Konzentration einer Saccharoselösung zu einer Süßstofflösung der selben Süße. Da die Geschmacksempfindung subjektiv ist, sind die Werte nicht exakt.

Geschmackssinn:

Jede Geschmacksempfindung beginnt auf der Zunge. Die im Speichel gelösten Substanzen gelangen u. a. auch in Vertiefungen der Zungensoberfläche, die sogenannten Geschmacksknospen. Sie sind die eigentlichen Organe, mit denen wir die vier Hauptgeschmacksrichtungen süß, sauer, salzig und bitter wahrnehmen. In den Geschmacksknospen, die ungefähr 0,07 Millimeter hoch und 0,05 Millimeter breit sind, befinden sich jeweils zwischen 15 und 40 Sinneszellen. Sie sind an ihrer Basis direkt mit den Geschmacks-

nerven verbunden und geben den Reiz, der durch den Kontakt mit einem Geschmacksstoff entstanden ist, über eine Nervenfasern als schnelle Sequenz elektrischer Entladungen an das Gehirn weiter. Die Wiederholungsfrequenz der Potentiale gibt die Stärke des Geschmacks wieder. Jede Sinneszelle kann im Prinzip alle vier Geschmacksqualitäten in unterschiedlicher Intensität wahrnehmen. An Spitze, Rand und Grund der Zunge finden wir aber Gruppen von Geschmacksknospen, die vornehmlich auf eine Geschmacksrichtung spezialisiert sind.

Auf der Zunge sind die Geschmacksknospen auf den so genannten Papillen angeordnet, von denen einige, die Zungenwarzen, wie kleine, mit bloßem Auge sichtbare Pilze aussehen. Die Zahl der Geschmacksknospen nimmt im Lauf unseres Lebens stetig von 10 000 auf 1000 bis 2000 ab.

„Schlampige Untersuchungen“

Georg Schwedt, TU Clausthal

Am 26. Mai 1824 wurde Justus Liebig, Sohn des Materialisten Johann Georg Liebig in Darmstadt, gerade 21 Jahre jung zum außerordentlichen Professor der Chemie und Pharmazie an der hessisch-darmstädtischen Landesuniversität Gießen ernannt. Ein Jahr später publizierte er seine „Chemische Untersuchung der Sole zu Salzhausen“.

Bad Salzhausen, 1970 mit zahlreichen anderen Gemeinden mit dem bereits um 800 erwähnten Nidda zusammengeschlossen, zählt zu den ältesten Solebädern Deutschlands. Aus einer Schenkungsurkunde von 1187 geht hervor, dass es als Salzhausen vom Grafen Bertold von Nidda in den Besitz des Johanniterordens gelangte. Das Sieden mit zwei Pfannen betrieb um 1500 der Pfänner Ludewig Knott, die ersten Quellen erbohrte 1593 der Amtmann von Nidda Roland Krug, der auch ein Gradierwerk errichten ließ. 1729 kam das Solebad in den Besitz der Landgrafen von Hessen. Unter dem Salinendirektor Johann Wilhelm Langsdorff wurden jährlich bis zu 4500 Zentner Salz gefördert. 1826 entstand das erhalten gebliebene stattliche Kurhaus im zur gleichen Zeit im Landschaftsgartenstil angelegten Kurpark. Die Entwürfe stammen von dem bedeutenden hessisch-darmstädtischen Baumeister Georg Moller (1784-1852). 1860 wurde die Salzgewinnung aus Gründen der Unrentabilität eingestellt, der Kurbetrieb blieb bestehen (1).

Liebig und die Sole von Salzhausen

1825 publizierte Liebig, der in Gießen noch mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, in dem von seinem Lehrer Kastner herausgegebenen „Archiv für die gesammte Naturkunde“ (V. Band, S. 459) seine Analysenergebnisse der Sole zu Salzhausen. Er fand neben Natrium-, Magnesium- und Calciumchlorid und Calciumsulfat 77 Milligramm je Kilogramm Natriumiodid. Bei der Anwendung der von einem seiner Lehrer in Paris entdeckten Iod-Stärke-Reaktion (1814 durch Gaultier de Claubry, in dessen Laboratorium Liebig als Student gearbeitet hatte) stellt er jedoch fest:

Es war nicht wahrscheinlich, dass das Jod in der Soole oder im Wasser in einer anderen Verbindung



Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, ist seit 1987 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal.



Abbildung 1: Liebig – noch als Student – im Alter von etwa 20 Jahren.

als mit Wasserstoff, als Hydrojodsäure [HI] zugegen war, und man weiß, dass wenn einer Flüssigkeit, worin sich diese Säure befindet, Stärke und verdünnte Salpetersäure zugesetzt wird, eine intensiv blaue Farbe entsteht, die eine Zusammensetzung des Jods, aus der, durch die Salpetersäure zersetzten Hydrojodsäure, mit Stärke darstellt.

Wenn die Sole oder die Mutterlauge auf diese Weise behandelt wurden, so bildete sich diese blaue Farbe nicht. Bei der Mutterlauge erzeugten sich braune Flocken, welche zu Boden vielen.

In Salzhausen hat sich Liebig mehrere Jahre engagiert – mit vor allem kommerziellen Absichten. In einem Brief vom 23. Juli 1825 an Schleiermacher schlug Liebig folgendes vor:

Bei Gelegenheit der Analyse der Sole zu Salzhausen habe ich dem Finanzminister vorgeschlagen, die abfallende Mutterlauge auf Salzsäure und Bittersalz (Magnesiumsulfat) zu benutzen, vor einiger Zeit habe ich nun den Auftrag erhalten, zu Salzhausen eine Fabrik von Salzsäure und Bittersalz einzurichten, welche auf das Geringste angeschlagen dem Staate einen Gewinn von 2000-3000 fl. (fl.: Florin, Gulden – ursprünglich Gold, seit 1500 Silbermünze. Liebig's Jahresgehalt betrug 1825 300 fl.) abwerfen wird. Ich bin vor 14 Tagen selbst in Salzhausen gewesen, es ist wirklich schade, dass die Badeanstalt nicht gleich im Anfange weiter ausgedehnt worden ist, indem die Leute, welche täg-

lich ankommen, kaum unterzubringen sind, und noch täglich Bestellungen auf Wohnungen einlaufen, welche nicht angenommen werden können, indem kein Platz mehr für Badegäste da ist. Man kann über die wirklich merkwürdigen Wirkungen dieser Sole nicht den mindesten Zweifel hegen, ich habe mich selbst durch den Augenschein überzeugt, dass Leute durch 20-30 Bäder, nachdem sie vorher in Wiesbaden und Ems vergeblich gebadet hatten, in Salzhausen vollkommen wiederhergestellt worden sind. Die Einrichtungen sind im übrigen recht zweckmäßig, man lebt in Salzhausen recht angenehm und wohlfeil.

Anfänglich hatten Liebigs Bemühungen in Salzhausen auch Erfolg. Täglich wurden zwei Zentner Salzsäure und ebenso viel an Bittersalz erzeugt. Aber schon bald traten Schwierigkeiten im Absatz der Salzsäure auf. Liebig denkt an eine Angliederung einer Leimfabrik. Am 14. April 1828 schreibt er: *Bei meiner kürzlichen Anwesenheit in Salzhausen habe ich die Fabrikation von Glaubersalz (Natriumsulfat) angeordnet.* Weiterhin plante er die Fabrikation von Soda, von Chlorkalk und von Knochenleim. Dazu schrieb O. Lentz: „Diesem Vorschlag lagen die Resultate von fünf Versuchen zugrunde. Damit ergaben sich für Salzhausen ganz neue Perspektiven, die bei ihrer Verwirklichung den Kurbetrieb unmöglich gemacht hätten. Liebig mag bei seinen Versuchen um manche Erkenntnis reicher geworden sein, aber für das Bad war das Erliegen des Liebigschen Unternehmens ein Gewinn.“ – s. in (1). 1835 hielt sich Liebig im Juni und Juli auch zur Kur in Salzhausen auf. 1928 wurde zur Erinnerung an Liebigs Wirken eine Gedenktafel an einem Basaltsteinbau angebracht, der auf alten Plänen als Bittersalzfabrik und Laboratorium aufgeführt war. Hier soll Liebig außer den Analysen auch andere Experimente durchgeführt haben. In seinem Inneren hatte es sogar eine gewisse Ähnlichkeit mit dem viel größeren Laboratorium Liebigs in Gießen, das als Erweiterungsbau 1842 entstand.

Die Entdeckung des Broms durch Balard

Liebig hatte mit dieser Beschreibung die Bildung des zu dieser Zeit noch unbekanntes Elementes Brom aus dem Bromid beschrieben, jedoch trotz seiner richtigen Beobachtungen nicht erkannt, dass es sich um ein dem Iod ähnliches Element, aber eben nicht um Iod handelte. Diese Entdeckung beziehungsweise Schlussfolgerung sollte ein Jahr später, 1826, dem französischen Apotheker Antoine-Jérôme Balard (1802-1876) gelingen. Auch glaubte Liebig, bei der Umsetzung mit Silbernitrat das schwer lösliche Silberiodid erhalten zu haben. Balard, Sohn eines Weinbauers, stammte aus Montpellier, ließ sich ab 1819 zum Apotheker ausbilden und arbeitete gleichzeitig als Vorlesungsassistent für Chemie an der École de Pharmacie und an der Faculté des Sciences. Er studierte an der letzteren Chemie und Physik und graduierte im Jahr seiner Entdeckung in Pharmazie. Zunächst eröffnete

er eine Apotheke in Montpellier, ab 1842 wirkte er als Professor für Chemie an der Sorbonne in Paris, ab 1851 an der Französischen Akademie und 1868 wurde er zum Generalinspekteur des französischen Unterrichtswesens ernannt. Als Liebig aus München 1867 als offizieller Vertreter des Königreichs Bayern an der Weltausstellung in Paris teilnahm, brachte Balard bei einem Diner in der Akademie einen Toast auf Liebig aus, worüber Liebig seinem Freund Wöhler in Göttingen in einem Brief mit großer Freude berichtete (2).

Liebigs Schüler James Sheridan Muspratt (1821-1871) aus Liverpool, der 1843-1845 bei Liebig in Gießen studierte und 1845/46 in Liverpool in der in Familienbesitz befindlichen Sodafabrik mit der Herstellung von Liebigs Patentdünger begann, schrieb in seinem mehrbändigen Handbuch (deutsche Ausgabe 1865) über die Entdeckung des Broms:

„Brom ist einer von den Körpern, die in der Natur verbreitet, aber stets nur in sehr geringer Menge vorkommen. Es wurde 1826 zuerst von Balard in der Mutterlauge des Seewassers entdeckt und von ihm als ein einfacher Körper beschrieben. Er nannte es Muride, sein Name wurde aber bald in Brom, von (bromos), der Gestank, wegen seines charakteristischen Geruchs verwandelt. In allen seinen Eigenschaften und seinem Verhalten hat es die größte Ähnlichkeit mit dem Jod und Chlor. (...) Seine Quantität variiert in Quellen sehr bedeutend, von kaum nachweisbaren Spuren bis zu namhaften Mengen. Die reichsten Wasser sind die der Saline Neusalzwerk bei Minden und Kreuznach...“ (3).

1825 untersuchte Liebig auch die Sole von Kreuznach. In einem Brief vom 30. März 1825 an den Kabinettssekretär Schleiermacher in Darmstadt schrieb er u.a.:

Die Mutterlauge der Sole zu Kreuznach habe ich aufs neue untersucht und finde, dass ihr Gehalt an Jodium den der Sole zu Salzhausen um ein Bedeutendes übertrifft.

Abbildung 2: Liebigs Laboratorium, ein ehemaliges Wachthaus der Garnison Gießen, in einer zeitgenössischen Darstellung.

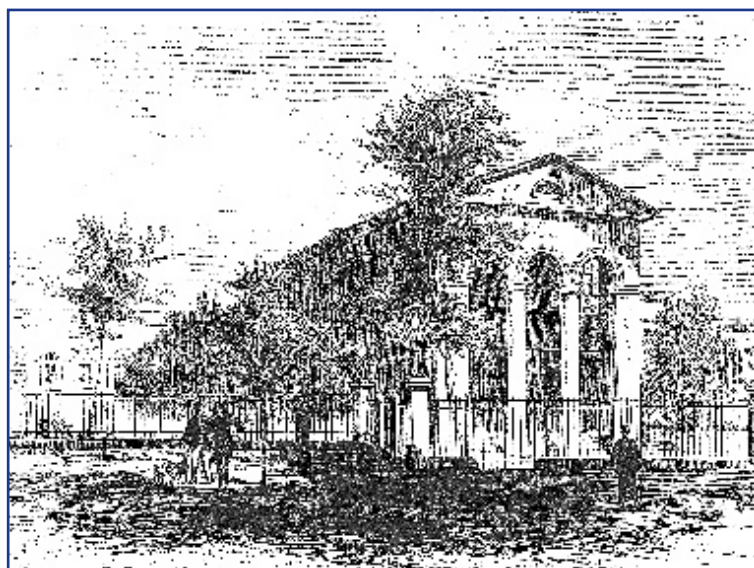


Abbildung 3: Titelblatt des von Liebig's englischem Schüler Muspratt begründeten Handbuchs in der 4. deutschsprachigen Auflage



Liebigs Veröffentlichungen über das Brom

Nachdem die Entdeckung Balards bekannt geworden war, berichtete 1826 auch Liebig „Über das Bromium“ – in „Schweiggers Jahrbuch der Chemie und Physik“ – und im selben Jahr auch über „Brom und Chlorjod“ in „Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie“. 1827 publiziert Liebig dann „Nachträgliche Bemerkungen über das Brom und Bromkali“, wiederum in „Schweiggers Jahrbuch der Chemie und Physik“, und 1828 auch „Über die Bestimmung des atomischen Gewichtes des Broms“ in Poggendorffs Annalen (4). – Die entgangene Entdeckung des Elementes Brom hat Liebig nicht ruhen lassen, so dass von ihm doch noch wichtige Beiträge zu dessen Eigenschaften veröffentlicht wurden.

Johann Salomo Christoph Schweigger (1779-1857) lehrte in Erlangen vor Liebig's Studienzeit (1821-1822) von 1817 bis 1819 als o. Professor Physik und Chemie. Er hielt dort auch Vorlesungen zur Geschichte der Chemie. Dann nahm er einen Ruf an die Universität Halle an. Schweigger hatte den Namen Halogen für Chlor und Iod sowie Brom vorgeschlagen. 1811 war er Herausgeber der Fachzeitschrift „Neues Journal für Chemie und Physik“ geworden, das später seinen Namen tragen sollte. Dieses Journal war 1798 in Weimar durch den von Goethe geförderten Chemiker Alexander Nicolaus Scherer (1771-1824) als „Allgemeines Journal der Chemie“ gegründet worden und ging 1834 in neu entstandenen „Journal für praktische Chemie“ auf (5). Der Physiker Johann Christian Poggendorff (1796-1877) war zunächst als Pharmazeut tätig und wirkte ab 1834 als Professor der Physik in Berlin. Die „Annalen der Physik und Chemie“ trugen zur Zeit der Liebigschen Veröffentlichungen noch nicht seinen Namen. Zusammen mit Poggendorff gab Liebig später das „Handwörterbuch der Chemie“ heraus.

Im Jahr von Justus von Liebig's 200. Geburtstag erschien ein Antiquariats-Katalog mit fast ausschließ-

lich Werken von ihm (6). Darin finden sich unter dem Stichwort Brom folgende Veröffentlichungen:

1. „Chemische Untersuchung der Soole zu Salzhausen“ (1825) als neunseitiger Sonderdruck, der aus der Bibliothek des Goethe-Forschers Günther Schmid stammt. Der erläuternde Text dazu lautet: „Da die hessische Regierung hofft, in Salzhausen ein Kurbad eröffnen zu können, soll Liebig (in seiner Eigenschaft als Berater des Großherzogs Ludwig) das Mineralwasser analysieren. Sein Interesse ist weniger auf dessen medizinischen als vielmehr auf den industriellen Wert gerichtet, da es reich an Halogenen und Magnesium ist. Er verfehlt dabei aufgrund schlampiger Untersuchungen, wie er später bekennt, die Entdeckung des Elementes Brom, das er als Jodchlorid missdeutet. Es wird stattdessen von A. J. Balard, einem französischen Apotheker entdeckt.“

2. „Bestätigung der Entdeckung des Brom und Auffindung desselben in mehreren Soolen“ – aus dem „Archiv für die gesammte Naturlehre“, herausgegeben von Liebig's Lehrer Kastner (1826). Auf einer Seite ist eine kurze briefliche Mitteilung Liebig's an Kastner abgedruckt, in der Liebig eine kurze Beschreibung gibt, wie sich das Brom darstellen lässt. Im selben Heft (Band 9, Heft 2) ist auch die Entdeckung Balards „Ueber eine besondere in dem Meerwasser enthaltene Substanz (genannt Brom, Murid, oder Murium)“ in deutscher Sprache abgedruckt.

3. Im Band 9 (1826) des „Archivs für die gesammte Naturlehre“ publiziert Liebig seine „Bestätigung der Entdeckung des Brom und Auffindung desselben in mehreren Soolen.“ Im selben Band ist auch die Arbeit von W. Mettenheimer „Chemische Untersuchung der Soole zu Theodorshalle bei Kreuznach“. Bei Liebig's Bestätigung handelt es sich um eine briefliche Mitteilung an Kastner, dass er im Mineralwasser der Quelle Theodorshalle bei Bad Kreuznach Brom gefunden habe. Der Kommentar dazu lautet (6): „Leider kommt ihm Balard mit der Entdeckung des Elementes etwas zuvor, was Liebig gewaltig wurmt, zumal er in der Tat nie ein Element entdeckt hat.“ In einer Fußnote zur Untersuchung Mettenheimers teilt Liebig mit, dass dieser die Arbeit in seinem Labor unter seinen Augen durchgeführt habe, womit er sich für die Richtigkeit der Ergebnisse verbürgt. Bereits 1827 veröffentlichte der Mediziner Johann Erhard Peter Prieger, Königlich-Preußischer Kreis-Physikus, Impf- und Armen-Arzt der Stadt Kreuznach sein Buch „Kreuznach und seine Heilquellen“. Darin wird die „sorgfältige und vielfach genaue chemische Analyse, welche Herr Wilhelm Mettenheimer aus Frankfurt a.M. unter den Augen des rühmlich bekannten Professors der Chemie Herrn Dr. Liebig zu Giessen, mit der Theodorshaller“ Quelle vorgenommen hat, genannt – mit den Hauptbestandteilen NaCl , CaCl_2 und MgCl_2 und als Verlust unter den festen Bestandteilen das „Jodine“ erwähnt. 1838 erschien Prieger's neue Schrift mit dem Titel „Kreuznach und seine Brom- und Jod-haltigen Heilquellen in ihren wichtigsten Beziehungen“.

4. In den „Annalen der Physik und Chemie“ ist 1834 (Band 33) schrieb der bedeutende schwedische Chemiker J. J. Berzelius (1779-1848) seinen Kommentar zu „Liebig's Bestimmung des atomistischen Gewichtes des Broms“ (siehe weiter unten).

5. 1843 berichtete Liebig erneut über die „Analyse des Mineralwassers zu Salzhausen“ (Annalen der Chemie und Pharmacie Bde. 47/48). Dazu lautet der Kommentar: „Bei seiner erneuten balneologischen Analyse bestimmt er nicht nur die fixen Bestandteile sondern auch den Bromgehalt. Ein Vergleich mit den Ergebnissen von 1825 ergibt teils leichte Abweichungen.“

Aus den aufgeführten Veröffentlichungen von 1826 und 1827 lässt sich Liebig's Rolle bei dieser verpassten Entdeckung eines noch unbekanntes Elementes rekonstruieren. In einer Fußnote zu Balard's Entdeckung in „Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie“ (Band VIII, S. 474, 1826) ist zu lesen:

„Zuerst in Deutschland scheint, wie es die Tageblätter, unter anderen die ‚Berlinerischen Nachrichten‘ vom 15. Nov. 1826 sehr früh ins Publikum gebracht haben, das Brom von Hrn. Prof. Liebig in Giessen aufgefunden zu seyn, und zwar in der Mutterlauge aus der Saline zur Theodorshalle bei Kreuznach. Derselben erhielt aus 30 Pfund der Mutterlauge 20 Grammen Brom, und bestimmte das Atomengewichte derselben durch einen Versuch, worin 2,521 Grm. Bromkalium, mit salpetersaurem Silber gefällt, 4,041 Grm. Bromsilber gegeben haben, zu 94,11 gegen Sauerstoff = 10.“

Liebig blieb somit nur das Verdienst, nach der Entdeckung des Elementes durch Balard als erster Chemiker in Deutschland Brom nachgewiesen, elementar gewonnen und dessen Atomgewicht bestimmt zu haben.

Bei der Fällung von Bromid aus Kaliumbromid als Silberbromid sollten aus 2,521 Gramm KBr theoretisch 3,978 Gramm AgBr entstehen: Die Abweichung der Liebig'schen Analyse beträgt also nur 1,5 Prozent. Als „Doppel-Atomgewicht“ bestimmte Liebig für Brom 941,1 – berechnet auf Br und die damalige Basis Sauerstoff = 10 ergibt sich daraus das Atomgewicht für Br mit 75,29 – seit 1965 mit 79,904 auf der Basis ¹²C.

1827 schrieb Liebig als „Nachträgliche Bemerkungen“ unter anderem:

Es ist mir in den kalten Tagen dieses Februars gelungen das Brom in festem zustand zu erhalten und dessen Krystallisationspunct zu bestimmen. Bei -25 °C geseht es zu einer harten krystallinischen, im Bruche blättrigen Masse, die an manchen Stellen ein blaugraues, metallisches Aussehen besitzt; selbst bei -12 °C blieb noch ein grosser Theil davon fest...

Reines Brom siedet bei 58,78 Grad Celsius; es erstarrt bei -7,2 Grad Celsius zu einer braunen, schwach metallisch glänzenden Kristallmasse. Der von Liebig ermittelte niedrigere Schmelzpunkt ist auf Verunreinigungen (Effekt der Schmelzpunktniedrigung) zurückzuführen.

Diese Zusammenstellung der Abhandlungen, die heute auch in Antiquariaten angeboten werden, zeigt deutlich Liebig's Rolle bei der Entdeckung des Broms. Trotz richtiger Beobachtungen (siehe oben) kam er zu falschen Schlüssen, er meinte eine nach heutiger Bezeichnung Interhalogenverbindung erzeugt zu haben, das Chlorid (ICl₃ bzw. dimer als I₂Cl₆). Seinen Irrtum hat er jedoch schnell eingesehen und sich offensichtlich sehr darüber geärgert, Brom nicht selbst und im Unterschied zu anderen Zeitgenossen überhaupt kein Element entdeckt zu haben. Seine Erfolge lagen auf anderen Gebieten und sie begannen bereits 1831 mit der Entwicklung seines Apparates für die organische Elementaranalyse.



Abbildung 4: Rekonstruktion des Liebig'schen analytischen Laboratoriums im ehemaligen Wachthaus (heute Liebig-Museum)

Literatur

- (1) Georg Schwedt: Liebig und seine Schüler – die neue Schule der Chemie, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2002
- (2) Wilhelm Lewicki (Hrsg.): Wöhler und Liebig. Briefe von 1829-1873 aus Justus Liebig's und Friedrich Wöhler's Briefwechsel in den Jahre 1829-1873, J. Cromm Verlag, Göttingen 2. Aufl. 1982
- (3) F. Stohmann (Bearb.): Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe, Braunschweig 1865
- (4) Carlo Paoloni: Justus von Liebig. Eine Bibliographie sämtlicher Veröffentlichungen, Carl Winter Universitätsverlag, Heidelberg 1968
- (5) Georg Schwedt: Goethe und die frühen Journale der Chemie, J. prakt. Chem. 340 (1998) 764-770
- (6) Justus von Liebig zum 200. Geburtstag. Antiquariat Gerhard Gruber, Heilbronn 2003

Streit um geplantes REACH-System

Maren Bulmahn

„Die bisherige Chemikalienpolitik hat versagt. Wir brauchen eine grundsätzlich neue.“ Diese These von Dr. Reinhard Schulte-Braucks von der Generaldirektion Unternehmen der Europäischen Kommission, Brüssel, unterstützten nicht alle Teilnehmer der Neunten Osnabrücker Gespräche zum deutschen und europäischen Umweltrecht vorbehaltlos. Über hundert Juristen, Chemiker und Umwelttechniker diskutierten die Umgestaltung des deutschen Chemikalienrechts durch europäische Chemikalienpolitik. Nach verschiedenen Schätzungen erwartet man zwischen zwei und sieben Milliarden Euro zusätzliche Kosten für Unternehmen, die zukünftig ihre Chemikalien registrieren lassen müssen. Endgültige Stellungnahmen sind aber erst nach der im Herbst geplanten Veröffentlichung der neuen europäischen Regelung zu erwarten.

Im Februar 2001 hatte die Europäische Kommission ihr Weißbuch mit dem Titel „Strategie für eine zukünftige Chemikalienpolitik“ veröffentlicht. Anlass für die neue Strategie in der Chemikalienkontrolle waren

die zahlreichen festgestellten Mängel des bisherigen Chemikalienregimes. Im Herbst 2002 hatte man das Ergebnis der Diskussion und die Ausarbeitung der Strategie erwartet. Die endgültigen Vorschläge der Kommission sollen nun im Herbst 2003 vorliegen. Mit einer Annahme durch den Europäischen Rat rechnet man 2005. Laut Dr. Gerd Romanowski vom Verband der Chemischen Industrie (VCI) zeigen die Verzögerungen bei der Erstellung der Entwürfe die Problematik des gesamten Systems. Auch die heftige Kritik an der geplanten Politik vor allem durch die chemische Großindustrie führt zu weiteren Überarbeitungen.

Die Konsequenzen der neuen Regelungen hat aber nicht nur die Großindustrie zu tragen. 68 Prozent der deutschen Chemiebetriebe beschäftigen nur bis zu neun, weitere 28 Prozent bis zu 250 Mitarbeiter. Zu diesen 96 Prozent – das sind etwa 36 000 kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – kommen noch etwa 500 000 nachgeschaltete Anwender der erzeugten Chemikalien. Diese müssen sich künftig intensiver mit ihren Lieferanten auseinandersetzen. Denn die im Weißbuch aufgeführten Vorschläge sehen eine Erfassung und Bewertung grundsätzlich aller Stoffe und ihrer Verwendungen über deren gesamten Lebensweg vor. Um der Behörde zu ermöglichen, neuartige Verwendungen zu erkennen, sind Anwender nach den Vorschlägen der Kommission in Zukunft verpflichtet, über nachgeschaltete Verwendungen zu informieren, die nicht vom zuliefernden Hersteller oder Importeur beabsichtigt waren. Nach Romanowski (VCI) kann solch eine substanz-, verwendungs- und herstellereinspezifische Einzelzulassung bei etwa 1500 zu bewertenden Stoffen zu mehreren tausend Verfahren führen.

Seit 1981 muss der Produzent neu in Verkehr gebrachte Stoffe anmelden, während die meisten Altstoffe, also Substanzen, die bereits in den Markt eingeführt worden waren, ohne zusätzliche Risikobewertung hergestellt werden können. Möglicherweise hat das stark reglementierende System die Innovation in der deutschen chemischen Industrie behindert. Es kam in den letzten Jahren nur zur Anmeldung von etwa 3000 Neustoffen, während man in den USA im gleichen Zeitraum die drei- bis vierfache Menge registrierte. Im Gegensatz zu Europa, wo man entsprechend dem Vorsorgeprinzip von der grundsätzlichen Gefährlichkeit aller Stoffe ausgeht, ist die Annahme der Ungefährlichkeit Grundlage der Chemikalienpolitik in den USA. Erst eine nachgewiesene Gefahr führt beispielsweise zur Aufnahme in die EPA-Liste (Environmental Protection Agency). Allerdings gilt bei der Produktion von großen Mengen und im Umweltrecht auch in den USA das Vorsorgeprinzip. Bei der Entwicklung neuer Stoffe verfährt man aber liberaler.

Nach Meinung vieler Unternehmen der chemischen Industrie wird Europa durch die neue Chemikalienpolitik etliche Produktionsstätten verlieren. Führt das zu weniger streng kontrollierten Produktionen außerhalb der EU? (Grafik: Hasenpusch)



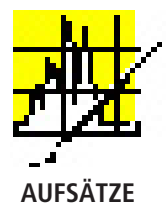
Stoffpolitik für Umwelt und Industrie

Neben dem Ziel des Schutzes der menschlichen Gesundheit und der Umwelt soll die neue Chemikalienpolitik die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen chemischen Industrie wahren und verbessern, enthält also auch sozioökonomische Aspekte. Nach einer Studie des BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie), durchgeführt von Arthur D. Little, sind durch die geplante Stoffpolitik wirtschaftliche Vor- und Nachteile zu erwarten. Zu den möglichen positiven Effekten zählt die Schaffung von Innovationsreizen zur Entwicklung umweltfreundlicher, ungefährlicher Produkte – andererseits könnten Produkte wegfallen, die effizient und optimal Gesundheit, Umwelt und Ressourcen schützen und schonen. Denn wenn einer der Ausgangsstoffe zu aufwändig in der Registrierung erscheint, könnte die Produktion des gesamten Produkts eingestellt werden. Eine Substitution schädlicher Stoffe durch weniger schädliche ist nicht immer sinnvoll wie das Beispiel Blei in der Elektronik zeigt. Zum Ersatz von Blei ist dort das weniger gefährliche Wismut geeignet. Zur Gewinnung von Wismut muss man aber eine vielfache Menge an Blei abbauen und steht somit vor einem Entsorgungsproblem.

Positiv nach der BDI-Studie zu bewerten sind Kosteneinsparungen durch Verfahrenserleichterungen gegenüber dem jetzigen System für Registrierungen im niedrigvolumigen Produktionsmengenbereich von unter zehn Tonnen pro Jahr und die Erleichterung von Innovationen auf Basis neuer Substanzen durch Wegfall von Testanforderungen bei Produktionsmengen unter einer Tonne jährlich (siehe Abbildung). Romanowski (VCI) erwartet davon aber keinen Innovationsschub, da zur Zeit die häufigste Innovation in der Verwendung längst bekannter Stoffe für neue Zwecke liege. Weiterhin kritisiert er besonders das aufwändige und zu bürokratische System der Registrierung. Auch die BDI-Studie sieht Zusatzlasten für die Wirtschaft durch Prüf- und administrative Kosten, aber andererseits auch die Verringerung der Soziallasten (zum Beispiel Kosten von Krankheiten) und Kosten der Umweltschäden. Durch den höheren prüfungsbedingten und administrativen Aufwand könnte ein Verlust von Flexibilität und eine Verlängerung der Zeit, die ein Produkt bis zur Marktreife braucht (Time-to-Market), auftreten und die Verlagerung von Innovationen in Länder mit geringeren Hürden für die Industrie eintreten.

Die Befürchtung Romanowskis einer zu weitgehenden Offenlegung von Daten und Betriebsgeheimnissen teilt auch die BDI-Studie. Ein Abfluss von Know-How durch das Offenlegungsgebot scheint demnach möglich. Auch einige Diskussionsteilnehmer warnten eindringlich vor einem Verlust von Betriebsgeheimnissen. Gerade von China aus schaue man bereits interessiert auf unsere Datenbanken. So liegen Kernkompetenzen häufig im Wissen um die zu verwendenden Chemikalien. Dies gilt beispielsweise bei der Herstellung von

bedruckten Textilien mit Tarneigenschaften für das Militär (zum Beispiel UV-Tarnung, Wintertarnung, IR-Tarnung). Auch die richtige Anmischung bauchemischer Zubereitungen aus kommerziell verfügbaren Chemikalien ist oft ein Betriebsgeheimnis des einzelnen Unternehmens.



Einteilung nach Produktionsmengen

Nach dem im Weißbuch geplanten REACH-System (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals) müssen die Behörden innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraums eine sehr große Anzahl von Stoffen

Grobübersicht über Prüfungsanforderungen nach derzeitigem System und Weißbuch-Vorschlag (Regelfall, etwas vereinfacht) nach „Wirtschaftliche Auswirkungen der EU-Stoffpolitik – Bericht zum BDI-Forschungsprojekt“, Studie von Arthur D. Little vom Dezember 2002.

- 1) ECB = Europäisches Chemikalienbüro
- 2) Zum Beispiel entfallen Daten zu reizenden, ätzenden und sensibilisierenden Eigenschaften, Daten zu subakuter Toxizität, Daten zu biologischer Abbaubarkeit, Daten zu Toxizität gegenüber Wasserorganismen, Daten zu Bakterieninhibition, Daten zu Adsorption und Desorption
- 3) Zum Beispiel entfallen Daten zu subakuter Toxizität, Daten zu Bakterieninhibition, Daten zu Adsorption und Desorption
- 4) Basisbeschreibung für Prioritätsstoffe sowie zusätzliche risikobezogene Tests der Stufe 1 und 2

Produktionsmenge [t/a]	Derzeitige Anforderung		Anforderung gemäß Weißbuch-Vorschlag
	Altstoffe	Neue Stoffe	
< 0,01	keine	keine	keine
0,01 - 0,1	keine	stark eingeschränkte Basisbeschreibung ²⁾	keine
0,1 - 1	keine	eingeschränkte Basisbeschreibung ³⁾	keine
1 - 10	keine	Basisbeschreibung	Angaben über phys.-chem., toxikologische und ökotoxikologische Eigenschaften
10 - 100	Angaben zu Gefahrenklasse und Verwendung an ECB ^{1),4)}	Basisbeschreibung	
100 - 1000		Basisbeschreibung und Stufe 1-Tests	
> 1000	Angaben zu Gefahrenklasse, Verwendung, phys.-chem. Eigenschaften, Toxizität und Ökotoxizität an ECB ^{1),4)}	Basisbeschreibung und Stufe 1-Tests und Stufe 2-Tests	

in verschiedene Kategorien einteilen – dies betrifft alle Stoffe mit einer jährlichen Produktionsmenge von über einer Tonne. Auf der niedrigsten Stufe des vorgesehenen Aufwands liegen etwa 25 000 Stoffe (80 Prozent der Altstoffe) zur Registrierung vor. Für circa 5000 Stoffe (15 Prozent), die in Mengen über 100 Tonnen jährlich hergestellt werden oder die bei zwar geringerer Menge besonderen Anlass zur Besorgnis geben, sehen die Behörden eine Bewertung (Evaluation) vor, die unter anderem auf die längerfristige Exposition fokussiert. Auf der höchsten Stufe steht die Zulassung (Authorization) für einen bestimmten Verwendungszweck der etwa 1400 Stoffe (fünf Prozent), die bestimmte gefährliche Eigenschaften aufweisen. Dies sind vor allem krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe (CMR-Stoffe: cancerogen, mutagen, reproduktionstoxisch) sowie nicht abbaubare organische Stoffe (POP: persistent organic pollutants).

Neben den 3000 Neu- und 30 000 Altstoffen sah der erste Vorschlag des neuen Chemikalienrechts auch die Registrierung von Zwischenprodukten und Polymeren (jeweils etwa 70 000 Stoffe) vor. Um die Anzahl der zu testenden Stoffe zu reduzieren, wurden inzwischen Polymere mit einer Größe von über 10 000 Dalton ausgenommen. Man geht in der Kommission nun davon aus, dass die dann ja bereits

registrierten Monomere und Additive grundsätzlich gefährlicher sind als das polymere Endprodukt. Auch Pestizide, Biozide und Pharmazeutika sind vom REACH-System ausgenommen, da in diesen Bereichen bereits sinnvolle Kontrollen bereitstehen.

Zwischenprodukte will man künftig in drei Typen unterteilen: Typ 1 sind nichtisolierte Zwischenstufen, die während der Produktion anfallen aber direkt weiterverarbeitet werden. Typ 2 beschreibt standortbegrenzte Zwischenprodukte. Bei diesen genügt künftig die Angabe vorhandener Daten. Zusätzliche Tests werden die Behörden nicht verlangen. Zu Typ 3 zählen Zwischenprodukte, die nur an eine begrenzte Zahl von Kunden weitergegeben werden. Bei einer Produktionsmenge von unter zehn Tonnen jährlich zählen auch diese Produkte zu Typ 2. Für zehn bis 1000 Tonnen sind Angaben über physikalisch-chemische Eigenschaften, Identität, Menge und Verwendung notwendig. Bei Zwischenprodukten vom Typ 3, die in Mengen über 1000 Tonnen produziert werden, müssen auch „in vitro“-Tests und Tierversuche durchgeführt werden. Typ 4 schliesslich sind frei gehandelte Zwischenprodukte und unterliegen damit dem Zulassungsverfahren wie alle anderen Stoffe auch.

Ein weiteres Zugeständnis an die Industrie ist die Ausnahme der nur für Forschung und Entwicklung hergestellten Stoffe. Sie können in unbegrenzter Menge fünf Jahre lang und auf Antrag nochmals fünf Jahre produziert werden. Dabei gibt es keine Unterscheidung zwischen Forschung im Labor und prozessorientierter Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Es soll auch Gruppenfreistellungen für Forschungslaboratorien und kontrollierte industrielle Verwendungen geben.

Tierversuchsfreie Testmethoden

Die sicherheitstoxikologischen Basisinformationen von Chemikalien mit geringem Produktionsvolumen sollen (gemäß Weißbuch zur EU-Chemikalienpolitik) in Zukunft tierversuchsfrei ermittelt werden. Das neue in-vitro-Modell des Instituts für Biophysik der Universität Bremen könnte die Aussagekraft vorhandener Testsysteme erhöhen oder diese sogar ersetzen. Es soll zur Abschätzung des augenreizenden Potentials von chemischen Stoffen eingesetzt werden. Noch immer wird der für das Versuchstier stark belastende „Draize-Test“ am Kaninchenauge durchgeführt. Die in der Europäischen Union derzeit anerkannten Ersatzmethoden zum Draize-Test (bebrütetes Hühnerauge, Kornea (Hornhaut) des Rinderauges, isoliertes Hühnerauge und isoliertes Kaninchenauge) ermöglichen nur eine Aussage über das stark augenreizende Potential von Stoffen. Kleinere (aber unter Umständen

dauerhafte) Hornhaut-Schäden beispielsweise können mit diesen Tests nicht vorhergesagt werden. Das liegt daran, dass es sich, mit Ausnahme des bebrüteten Hühnerauges, nicht um lebendes Gewebe handelt und dass keiner der Tests organspezifisch ist. Das jetzt vorgestellte humane Hornhaut-Modell erfüllt beide Kriterien; ihm liegen lebende, menschliche korneale Zelllinien zugrunde. In nur einem Jahr ist es den Wissenschaftlern gelungen, ein menschliches dreidimensionales in-vitro-Modell der Kornea des Auges zu rekonstruieren. Es besteht aus einem mehrschichtigen Kornea-Epithel, einem einschichtigen Endothel sowie einer Kollagenmatrix mit eingelagerten Keratocyten. Ob das Modell geeignet ist, die Vorhersagekraft der vorhandenen Alternativmethoden zu erhöhen oder ob es diese längerfristig sogar ersetzen kann, wird die Validierung zeigen.

Zeitraumen für die Registrierung

Es ist geplant, Stoffe mit über 1000 Jahrestonnen Produktionsvolumen innerhalb von drei Jahren zu bearbeiten – dies sind etwa 2600 Stoffe. Sieben Jahre nach Einführung des neuen Chemikalienrechts sollen die circa 2900 Substanzen mit einer Produktionsmenge von 100 bis 1000 Tonnen getestet sein und nach zwölf Jahren die übrigen Stoffe. Das Weißbuch der Kommission der europäischen Gemeinschaften teilt das Testvolumen grundsätzlich in zwei Teile:

(1) eine Gefahrenbeurteilung in Form einer Bewertung der Eigenschaften, die die jeweilige Chemikalie besitzt, und (2) eine Abschätzung der Exposition, die von der Verwendung der Chemikalie abhängt. Bei der Gefahrenbeurteilung werden die gefährlichen Eigenschaften (z. B. sensibilisierend, krebserzeugend oder giftig für die aquatische Umwelt) und die Wirkungsstärke der Chemikalie in Bezug auf diese gefährlichen Eigenschaften ermittelt. Bei der Expositionsbeurteilung wird die Herkunft der Chemikalien festgestellt, d. h. die Quellen, die die Exposition verursachen; ferner wird die Dosis berechnet, die von dem der Chemikalie

ausgesetzten Organismus aufgenommen wird, oder es werden die von der Chemikalie in einen bestimmten Teil der Umwelt freigesetzten Mengen geschätzt.

Nach Schulte-Braucks von der Europäischen Kommission könnte die Verfahrensdauer zur Beurteilung eines Stoffes etwa zwölf Monate betragen: Zunächst erfolgt die Untersuchung der Risikobewertung und der sozio-ökonomischen Aspekte. Interessierte Kreise können sich beteiligen und die Antragsteller Stellung nehmen. Eventuell muss man weitere Expositionsdaten einreichen. Nach einer abschließenden Empfehlung fällt die Kommission dann ihre Entscheidung.

Diesem mehrstufigen, aufwändigen Verfahren gegenüber steht für weniger gefährliche Stoffe das beschleunigte Risikomanagement (RM): Bereits mit der Registrierung reicht die Firma eine erste Risiko- beurteilung ein. Man führt dann eine zielgerichtete statt einer vollständigen Risikobeurteilung durch. Ausschussverfahren und die Übernahme bereits bestehender Beschränkungen können die Bearbeitung weiter beschleunigen.

Kosten der Registrierung

Laut einer VCI-Umfrage erwarten die Unternehmen für die Stoffprüfung und -registrierung der 30 000 Altstoffe insgesamt Kosten von etwa 4,5 Milliarden Euro im Lauf von zehn Jahren. Dabei sind alle Ausgaben für Recherchen, Labortests mit Validierung der Daten, Ermittlung der Exposition und Risikobewertung miteinbezogen. Ebenso dazu zählen die Kosten der zu erwartenden Administration, Dokumentation und Verhandlungsführung. Auch die mögliche Bildung von Konsortien (zum Beispiel von Firmen die den gleichen Rohstoff produzieren oder verwenden) rechneten die VCI-Unternehmen zu den entstehenden Kosten. Damit ergeben sich folgende Durchschnittskosten pro Stoff:

Produktions- menge [t/a]	Anzahl Stoffe	Kosten je Stoff [EUR]
> 1	ca. 20 000	ca. 50 000
> 10	ca. 4600	ca. 140 000
> 100	ca. 2800	ca. 390 000
> 1000	ca. 2600	ca. 695 000
Summe	ca. 30 000	ca. 4,5 Mrd.

Der Rechtswissenschaftler Prof Dr. Gerd Winter von der Universität Bremen formulierte am Schluss der Tagung in Osnabrück, was viele Teilnehmer dachten: Statt ein neues System einzuführen, hätte man auch die Altstoffverordnung konsequenter anwenden können, um zur gleichen positiven Auswirkung auf die Umwelt zu kommen. Da aber nun ein neues System in Planung sei, müsse man das Beste daraus machen.

Glossar der Begriffe und Abkürzungen

(nach dem Weißbuch der europäischen Kommission)

Chemische Altstoffe: Stoffe, die in der EU vor September 1981 verwendet wurden und im EINECS-Verzeichnis aufgeführt sind. Das EINECS enthält 100 106 Einträge, u. a. Chemikalien, aus natürlichen Produkten hergestellte Stoffe, wie Metalle, Zement, raffiniertes Öl; aus Tieren und Pflanzen hergestellte Stoffe, aktive Stoffe in Pestiziden, Medikamenten, Düngemitteln und kosmetischen Produkten, Nahrungsmittelzusätze, einige natürliche Polymere sowie einige Abfall- und Nebenprodukte. Es kann sich um Gemische oder Gemenge unterschiedlicher Chemikalien handeln, die natürlich vorkommen oder das unbeabsichtigte Ergebnis des Produktionsverfahrens sind.

CMR-Chemikalien: Chemikalien die gemäß der Richtlinie 67/548 als krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend eingestuft werden.

EINECS: Europäisches Verzeichnis der auf dem Markt vorhandenen chemischen Stoffe, von denen angenommen wird, dass sie zwischen dem 1. Januar 1971 und dem 18. September 1981 im Handel befindlich waren.

KMU: Kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten.

Nachgeschalteter Anwender: Formulierer und industrielle Anwender von Chemikalien.

Neue Stoffe: Stoffe, die vor September 1981 nicht in der EU verwendet wurden und daher nicht im EINECS erfasst sind. Sie müssen, bevor sie in Verkehr gebracht werden, notifiziert werden.

POP: Persistente organische Schadstoffe.

REACH-System: (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals) System für die Registrierung, Bewertung und Zulassung von Chemikalien.

Risikobeschreibung: Einschätzung der Inzidenz und Schwere der nachteiligen Auswirkungen, die eine tatsächliche oder vorhergesagte Exposition gegenüber einem Stoff auf eine Gruppe von Menschen oder die Umwelt voraussichtlich hat.

Risikobeurteilung: Ein vierstufiger Prozess zur Festlegung des Verhältnisses zwischen vorhergesagter Exposition und nachteiligen Auswirkungen: Gefahrenerkennung, Bewertung der Dosis-Wirkungsbeziehung, Expositionsbewertung und Risikobeschreibung.

Vorsorgeprinzip: Das Vorsorgeprinzip kommt zur Anwendung, wenn eine objektive wissenschaftliche Untersuchung zu dem Ergebnis kommt, dass die potenziellen gefährlichen Auswirkungen auf Umwelt, Menschen, Tiere und Pflanzen nicht mit dem Gemeinschaftsziel eines hohen Schutzniveaus vereinbar sein könnten.

Zielgerichtete Risikobeurteilung: Weniger extensive und (aufgrund einer spezifischen Sorge) spezifischer ausgerichtete Beurteilung als eine umfassende Risikobeurteilung.



AUFsätze

Nachhaltige Chemie

Wolfgang Hasenpusch, Hanau

Am Anfang des 21. Jahrhunderts bewegt sich die Chemische Industrie auf eine tiefgreifende Entscheidung hin. Sie hinauszuzögern, bedeutet von Jahr zu Jahr unglaubwürdiger zu werden: Die Chemie steht vor dem Scheideweg, weiterhin auf den eingefahrenen, weitgehend erfolgreichen und bisher auch zumeist anerkannten Schienen weiter zu gleiten oder sich deutlicher einer nachhaltigen und zukunftssicheren Verfahrensweise zu nähern. Leicht fällt diese Entscheidung nicht. Immerhin steht sie seit mindestens 15 Jahren an. Immer häufiger mahnen diverse Interessengruppen diesen nachhaltigen Weg auch für die Chemie an. Schon 1987 artikuliert die Brundtland-Kommission den Weg in die Nachhaltigkeit: „Als nachhaltig gilt eine Chemie, wenn sie die Bedürfnisse der jetzigen Generation erfüllt, ohne die Möglichkeiten nachfolgender Generationen zu beeinträchtigen“. Die Atom-Industrie jedenfalls hat bezüglich dieser international angestellten Forderung kein gutes Bild abgegeben. Die Chemische Industrie hat alles in der Hand, es besser zu machen.

Wir hinterlassen unserer kommenden Generation neben dem wirtschaftlichen Erfolg sowie den technischen und geistigen Errungenschaften auch eine Menge neuer Herausforderungen. Da sind die Deponien, die atmosphärischen Beeinträchtigungen und die Gewässerkontaminationen, aber auch die sozialen und politischen Verwerfungen sowie die Armut und Dürre in vielen Ländern. Hier ist die Chemische Industrie beim Lösen diverser Teilaufgaben in gesteigertem Maße gefragt.

Chemische Produkte sind lebensnotwendig, ja sie haben uns gerade in Deutschland einen hohen Lebensstandard beschert. Die Chemische Industrie ist weltweit eine Schlüsselindustrie. In Deutschland arbeiten an die 2000 Unternehmen mit gut 450 000 Fachkräften in dieser Branche. Aus der einst gefährlichen Chemie hat sich eine extrem umsichtige Industrie entwickelt, in der neben Kreativität und Sorgfalt auch der Perfektionismus breiten Raum einnimmt. Nicht immer rechtfertigt er sich betriebswirtschaftlich. Wenn aber verstärkte Anstrengungen helfen, Unfälle zu vermeiden, Produkt- und Dienstleistungs-Reklamationen kaum noch auftreten und Mitarbeiter ihre volle Kraft in ihre Unternehmen

Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch ist Referent im zentralen Service-Bereich „Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz“ bei der Degussa AG und Honorarprofessor an der Universität Siegen. Er hält über 50 Patente. Als langjährigen CLB-Autor schätzen die Leser ihn auch wegen seiner themenübergreifenden Artikel, die auf seine weiteren vielseitigen Interessen hindeuten: Er ist Karikaturist, Tauchlehrer und Langstreckenläufer.



stecken, braucht kein Verantwortlicher der Branche von Image, Corporate Identity und Visionen träumen.

Die großen Chemie-Unfälle von Seveso (1976), Bhopal (1984) und Sandoz (1986) haben die Chemische Industrie weltweit zum Umdenken gezwungen. Als die Shell AG die ausgediente Bohrinself Brent Spar in der Nordsee versenken wollte, hat sich die Marktkraft sowie der Einfluß von Interessengruppen offenbart. Diese und ähnliche Ereignisse haben den Unternehmen großen Schaden zugefügt, bis hin zur Geschäftsaufgabe.

Zwischen Untergang und Überforderung

Der Gesetzgeber war gezwungen, härtere Gesetze einzuführen. Das trifft die gesamte Branche. Zum Teil auch existenzbedrohend. Der Ruf nach Deregulierung wurde laut. Der Ruf verhallte. Aufhalten konnte die Chemische Industrie die Regulierungswut zum Teil durch Selbstverpflichtungen. Aber leider ist auch hier die Branche nicht frei von „Schwarzen Schafen“. Zudem drängen unaufhaltlich Umsetzungsverpflichtungen von Europäischen Richtlinien auf die nationalen Industrien. Der nächste Aufschrei vieler Branchen wird am Ende des Jahres 2007 zu hören sein: die Europäische Richtlinie zur integrierten Vermeidung von Umweltschäden (IVU-RL) fordert die Aufsichtsbehörden auf, die etablierten Produktionsverfahren gegen die branchenspezifisch definierte „Beste verfügbare Technik“ abzugleichen.

Die Chemische Industrie hat aber noch mit einer anderen Last zu kämpfen: das ständig erweiterte Chemikalienrecht. Seit 1986 setzen nicht alle Unternehmen die Anforderungen aus dem Chemikaliengesetz, insbesondere der Gefahrstoffverordnung, ordnungsgemäß um. Manche Mitarbeiter in Führungspositionen wissen gar nicht, dass es diese Vorschriften überhaupt gibt, wie immer noch in entsprechenden firmenübergreifenden Seminaren feststellbar ist. Oft fehlt auch die Energie, das Wissen, die Erfahrung und die Sensibilität neben den rein betriebswirtschaftlichen Anforderungen, eingeklagt von Unternehmensleitung und ihren Controllern, noch an Ressourcen und ihre umweltgerechten Verarbeitungs- und Umsetzungswege sowie vorausschauende Schutzkonzepte und öffentliches Engagement zu denken. Zu viele Unternehmen halten es da mit dem Leninschen Vortäuschungs-Trick: hier mal eine Aktion, dort mal ein Event – das weiträumig publiziert, erweckt den Eindruck umfangreichen Engagements. Nachhaltig ist das nicht. Halbherzigkeit ist von kurzer Dauer. Das Handeln mit mehreren Gesichtern ebenfalls. Von derartig Gestrigen, die überall mehr oder weniger ihr hemmendes Unwesen treiben, braucht sich die moderne kommunikations- und innovations-beflissene Chemische Industrie glücklicherweise nicht beeinflussen zu lassen.

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

März 2003

Moderne Ionenanalytik (Teil 3): Ionenchromatographie

Stationäre/mobile Phasen – Praxis Wasseranalytik

Etwa 90 Prozent der Ionenchromatographien gelten der Anionen-Analytik. Als wichtigstes Lebensmittel unterliegt das Trinkwasser einer Vielzahl regelmäßiger Analysen – und ist wichtiges Anwendungsfeld der Ionenchromatographie. Wir stellen in dieser Ausgabe Praktikumsversuche zur Anionen- und Kationenanalytik von Trinkwasser vor. Zunächst jedoch klären wir über Grundlagen der Anwendung stationärer und mobiler Phasen in der Ionenchromatographie auf.

Die Voraussetzung für eine chromatographische Trennung beruht auf der Konkurrenzreaktion zwischen Ionen der mobilen Phase und der Probe mit der stationären Phase. Die Austauschgleichgewichte und damit die Trennung sind abhängig von:

- der Ladung der Ionen,
- der Größe der Ionen,
- der Art der Gegenionen in der mobilen Phase,
- dem pH-Wert der mobilen Phase,
- der Ionenstärke (Konzentration) der mobilen Phase,
- dem Typ des Ionenaustauschers.

Eine effiziente Ionenchromatographie verlangt Packungsmaterialien, die aus sehr kleinen, möglichst sphärischen Teilchen mit enger Teilchengrößenverteilung bestehen (zwei bis zehn Mikrometer). Weiterhin soll das Packungsmaterial eine möglichst schnelle Kine-

tik des Ionenaustausches zeigen. Folgende Stoffklassen kann man verwenden:

- organische Polymerharze
- Silicagel
- anorganische Salze (z.B. Polyphosphate)
- Gläser
- Zeolithe
- Metalloxide (z.B. Al_2O_3)
- Cellulosederivate

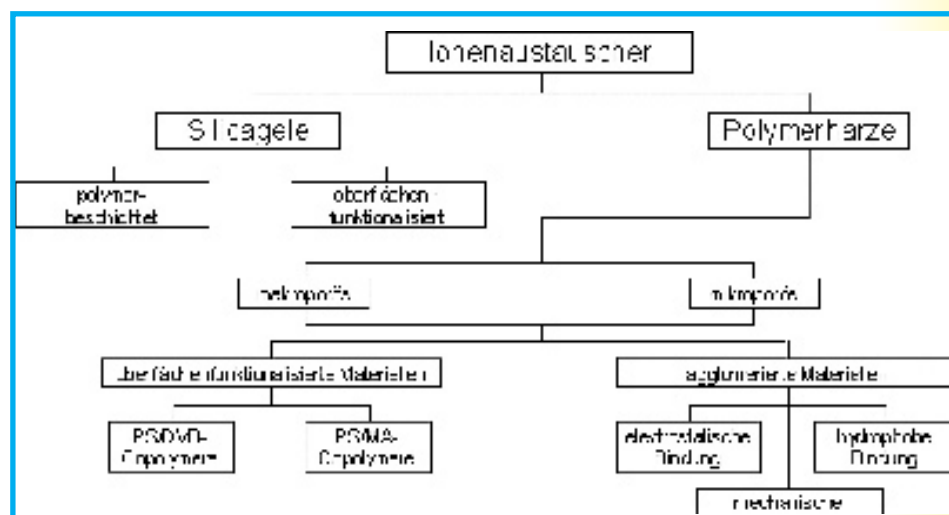
Daneben sind auch sehr komplex zusammengesetzte Systeme möglich, etwa Anionenaustauscher, deren funktionelle Gruppen aus Alkalimetallionen bestehen, die durch Kronenether an eine stationäre Phase gebunden sind. Die wichtigsten Vertreter in der Praxis basieren auf modifizierten organischen Polymerharzen und Silicagelen.

Als makromolekulares Grundgerüst wird oftmals ein Harz aus

vernetztem Polystyrol verwendet. Es entsteht durch eine Copolymerisation von Styrol mit Divinylbenzol. Über das Verhältnis der beiden Stoffe kann man den Vernetzungsgrad und damit die Porenstruktur beeinflussen. Je nach Lösungsmittel und Ionenstärke ändert sich ihr Packungsvolumen, (beispielsweise quellen sie bei kleiner und schrumpfen bei hoher Ionenstärke), deshalb sollte man eine einmal gewählte mobile Phase nicht wechseln oder dem Material genügend Zeit zum Konditionieren geben.

In der Ionenchromatographie werden heute zwei prinzipiell unterschiedlich aufgebaute Arten von stationären Phasen verwendet, die oberflächenfunktionalisierten und die pellikularen Ionenaustauscher. Bei Ersteren sind die funktionellen Gruppen direkt auf

Gebräuchliche stationäre Phasen in der Ionenchromatographie (Grafik: Metrohm).



der Polymeroberfläche oder in den Poren lokalisiert, während bei den pellikularen Materialien sehr kleine, ebenfalls oberflächenfunktionalisierte Partikel an größere Kernteilchen gebunden sind. Die pellikularen Packungsmaterialien besitzen eine höhere chromatographische Effizienz. Die chemische Stabilität dieser Trennphasen ist aber deutlich geringer als die der oberflächenfunktionalisierten Materialien.

Die eigentliche funktionelle Gruppe im Bereich der Anionenchromatographie wird üblicherweise durch die Umsetzung einer Ankergruppe mit einem geeigneten Amin erzeugt. Starke Anionenaustauscher enthalten quartäre Ammoniumgruppen $-NR_3^+$. Schwache Anionenaustauscher beinhalten NR_2H^+ oder NH_3^+ als funktionelle Gruppen. In der Kationenchromatographie sind sowohl Materialien auf Basis von Silicagel als auch auf Basis von Polymeren im Gebrauch. Im Gegensatz zur Anionenchromatographie mit ihren meist alkalischen Eluenten sind die Bedingungen der Kationenchromatographie auch für Silicagele geeignet. Starke Kationenaustauscher enthalten meistens Sulfonsäurereste $-SO_3H$ am makromolekularen Gerüst, während schwache Kationenaustauscher meistens Carbonsäuregruppen $-COOH$ enthalten.

Neben der Natur des Grundgerüsts und der Art der funktionellen Gruppe ist die Austauschkapazität

Q die entscheidende Größe zur Charakterisierung von Ionenaustauschern. Durch sie lässt sich angeben, wie viele Plätze für einen Ionenaustausch zur Verfügung stehen. Die Austauschkapazität wird üblicherweise pro Gramm trockenes Packungsmaterial angegeben, entweder in Mikroäquivalenten ($\mu eq/g$) oder Mikromolen ($\mu mol/g$). Für analytische Zwecke lassen sich Ionenaustauscher grob nach ihrer Kapazität einstufen in:

- niederkapazitive Materialien: $Q < 100 \mu mol/g$
- mittelkapazitive Materialien: $100 < Q < 200 \mu mol/g$
- hochkapazitive Materialien: $Q > 200 \mu mol/g$

Die im klassischen Ionenaustausch verwendeten Trennphasen sind mit drei bis fünf Millimol pro Gramm durchweg hochkapazitiver Natur.

Mobile Phasen sind leicht variierbar

Während die Trennsäule in den meisten Fällen vorgegeben ist, ist die mobile Phase ein Parameter, den man leicht variieren kann. Die Auswahl eines geeigneten Elutionssystems kann anhand der verschiedensten Kriterien erfolgen. Zu beachten sind für die Anionenchromatographie unter anderem folgende Parameter:

- Kompatibilität mit der Detektionsmethode
- chemische Natur und Konzentration des Eluentions
- pH-Wert
- Pufferkapazität
- Gehalt an organischen Lösungsmitteln (Modifiern)

Die Anzahl möglicher Elutionssysteme der unterschiedlichsten chemischen Eigenschaften in der Einsäulentechnik (IC ohne chemische Suppression) ist praktisch unbegrenzt. Zu berücksichtigen ist, vom eigentlichen Trennproblem abgesehen, lediglich die Kompatibilität des Eluenten mit dem Detektor. Wenn zum Beispiel die direkte UV-Detektion angewendet werden soll, darf der Eluent nicht im betreffenden Spektralbereich absorbieren.

Für die ionenchromatographische Trennung von Alkalimetall- und Ammoniumionen sowie kurzkettingen aliphatischen Aminen auf sulfonierten Trennphasen verwendet man vorwiegend Mineralsäuren wie HCl oder HNO_3 als Eluenten. Die Säurekonzentration des Eluenten richtet sich dabei nach Art und Kapazität des eingesetzten Kationenaustauschers und liegt bei einigen Millimol pro Liter. Divalente Kationen wie die Erdalkalimetalle können mit Mineralsäuren nicht eluiert werden, da sie eine deutlich höhere Affinität zur stationären Phase aufweisen und eine drastische Erhöhung der Säurekonzentration die Detektion zu unempfindlich machen würde beziehungsweise die Suppression nicht mehr gewährleistet wäre. Alternativ können zur Trennung der Erdalkalimetallionen organische Basen wie Ethylendiamin verwendet werden. Dieses liegt bei niedrigen pH-Werten protoniert als zweiwertiges Kation vor.

In ionenchromatographischen Systemen ohne Suppression können neben den Mineralsäuren schwache organische Säuren als Eluenten eingesetzt werden. Anwendung finden zum Beispiel Oxalsäure, Citronensäure und Weinsäure. Komplexbildner wie 2,6-Pyridindicarbonsäure (Dipicolinsäure) und der Kronenether 18 Crown-6 werden eingesetzt, um die Analysenzeiten einzelner Kationen selektiv zu beeinflussen.

Grenzwerte für Trinkwasser in der Trinkwasserverordnung (TVO), die eine Umsetzung der EG-Trinkwasserrichtlinie (80/778/EWG) ist.

Fluorid	1,5	mg/L als F^-
Nitrat	50	mg/L als NO_3^-
Nitrit	0,1	mg/L als NO_2^-
Chlorid	250	mg/L
Sulfat	250	mg/L
NH_4^+	0,5	mg/L
Na^+	150	mg/L
K^+	12	mg/L
Mg^{2+}	50	mg/L
Ca^{2+}	400	mg/L

Ionenchromatographie-Geräte haben mittlerweile Preisregionen erreicht, die sie auch für Ausbildungszwecke erschwinglich werden lassen. Dazu stellte uns bei Metrohm in Filderstadt Jochen Schäfer das „Basic“-Gerät vor, dessen Preis inclusive Suppressor-Einheit und ggf. einigem Zubehör noch im einstelligen Tausend-Euro-Bereich liegt (Fotos: Kickuth).



Anionen und Kationen im Trinkwasser

Trinkwasser wird vor allem aus Grundwasser und Oberflächenwasser gewonnen. Als Oberflächenwasser wird See- und Talsperrenwasser, Uferfiltrat, mit Oberflächenwasser angereichertes Grundwasser sowie Flusswasser verwendet.

Nach DIN 2000 muss Trinkwasser folgende Grundanforderungen erfüllen: Es soll farblos, klar, kühl und frei von fremdartigem Geruch und Geschmack sein. Es soll möglichst von Natur aus frei von Krankheitserregern und gesundheitsschädlichen Stoffen sein. Es soll nicht zu viele Salze, namentlich Härtebildner, Eisen, Mangan, sowie organische Stoffe (Moor- und Huminstoffe) enthalten. Es soll tunlichst keine Korrosion hervorrufen. Es soll stets auch der Menge nach allen Bedürfnissen der zu versorgenden Bevölkerung gerecht werden.

Natürliches Wasser enthält neben den gelösten Gasen O_2 , N_2 und CO_2 auch Salze, die primär aus Böden und Gesteinen herausgelöst werden und so ins Grundwasser gelangen. Ein weiterer Bestandteil des natürlichen Wassers sind polare organische Verbindungen, die zum Beispiel aus den Humusschichten der Böden ausgewaschen werden. Auch Verunreinigungen durch Abwässer kommen als Quelle für unterschiedliche Salze und organische Verbindungen in Frage. Die wichtigsten Salze sind Chloride, Sulfate und Hydrogencarbonate des Natriums, Calciums und Magnesiums.

Ein wichtiger Parameter des Trinkwassers, sowohl was den Gebrauch als Lebensmittel als auch seine Verwendung für Waschprozesse oder industrielle Anwendungen betrifft, ist die Wasserhärte. Unter der Gesamthärte des Wassers versteht man die Summe der Stoffmengenkonzentrationen (mmol/L) der Calcium- und Magnesiumionen. Den Teil der Härte, der durch Kochen entfernt

werden kann, bezeichnet man als Carbonathärte (früher temporäre Härte). Die bleibende Härte wird durch Sulfat- und Chloridionen verursacht, deren Ca- und Mg-Salze nicht durch Kochen ausgefällt werden können.

Calcium- und Magnesiumionen bilden mit den klassischen Seifen – Natriumsalzen der Fettsäuren – schwerlösliche Calcium- bzw. Magnesiumverbindungen. Diese sind zum einen wasch-unwirksam, zum anderen setzen sie sich als „Grauschleier“ auf Textilien ab. Moderne Waschmittel enthalten Alkylsulfate, die keine schwerlöslichen Calcium- und Magnesiumsalze bilden. Diesen Waschmitteln ausserdem noch zugesetzte Zeolithe fungieren als Ionenaustauscher und binden Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen. Die Fällung von schwerlöslichem $CaCO_3$ und basischem Magnesiumcarbonat beim Erwärmen wird so wirkungsvoll verhindert.

Erhöhte Zufuhr von Natriumionen bewirkt beim Menschen unter anderem Bluthochdruck. Der tägliche Na^+ -Bedarf von einem Gramm wird zur Zeit deutlich überschritten (drei bis sieben Gramm).

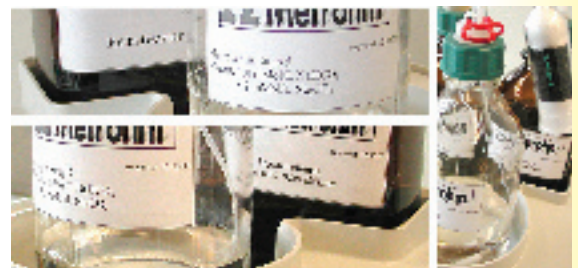
Durchführung von Versuchen

Einige Anforderungen an die Ausstattung des Ionenchromatographen sollten erfüllt sein:

- pulsationsarme Doppelkolbenpumpe, die möglichst ohne externe Stickstoff- oder Heliumversorgung auskommt
- Flussregelung entsprechend den Säulenanforderungen
- elektrisches Injektionsventil
- Anschlussmöglichkeiten für verschiedene Probenschleifen und Anreicherungsäulen
- Ionenchromatographie mit und ohne chemische Suppression
- temperaturstabilisierter Leitfähigkeitsdetektor, möglichst besser $\pm 0,01$ °C
- thermisch und elektronisch abgeschirmtes Gehäuse
- Anionen- und Kationenbetrieb
- PC-Kontrolle ist empfehlenswert



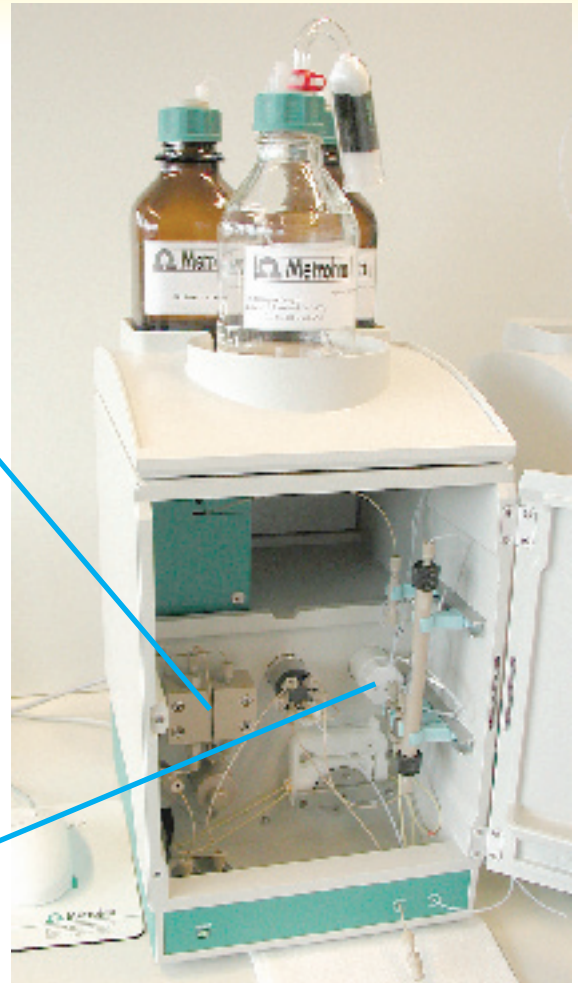
Andreas Walter von Metrohm führte der CLB einen Praxisversuch der Ionenchromatographie durch: Die Untersuchung von Anionen und Kationen in Trinkwasser. Die Untersuchung der Anionen erfolgte dabei mit chemischer Suppression. Entscheidend bei der Herstellung des Eluenten: Das Entfernen von Verunreinigungen und insbesondere auch das Entgasen. Ein Schritt dazu ist die Filtration.



An Reagentien für die Anionen-Analytik benötigt man Reinstwasser und Schwefelsäure (50 mmol/L) für die Regeneration des Suppressors sowie den Eluenten. Der Eluent wird über einen Ansaugfilter angesaugt (kleines Bild rechts). Auf der Eluentenflasche befindet sich ein CO_2 -Absorber.

Bakterielles Wachstum

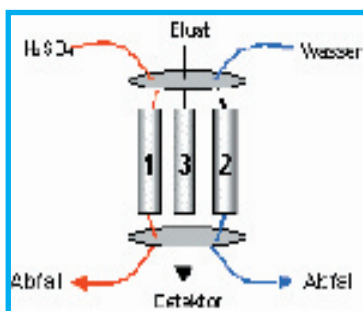
Um bakterielles Wachstum zu verhindern, sollten Eluenten, Spül- und Regenerierlösungen immer frisch angesetzt und nicht nach längerer Zeit wiederverwendet werden. Sollten sich trotzdem Bakterien oder Algen bilden, können dem Eluenten fünf Prozent



Die Hauptkomponenten des „Basic“-Ionenchromatographen für Ausbildungszwecke entsprechen denjenigen professioneller Systeme. Links oben in dem dunkelgrünen Kästchen befindet sich der Leitfähigkeitsdetektor. Darunter ist die Doppelkolben-Hochdruckpumpe zu sehen (Kreischnitt oben: demontierter Pumpenkopf). Der Arbeitsdruck ist während der Analyse abrufbar und beträgt bis zu 15 Megapascal, oder – wer es lieber in alten Einheiten mag: 150 bar...

Hinter der Chromatographiesäule an der rechten Wand befindet sich die Suppressoreinheit (Kreischnitt unten: geöffnet). Bei dem geöffneten Suppressorteil erkennt man, dass drei Teilsuppressoreinheiten zur Verfügung stehen, die abwechselnd für Suppression, Regeneration und Spülung geschaltet werden. Dieser „Packed-Bed-Suppressor“ ermöglicht eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise.

Schematischer Aufbau eines Packed-Bed-Suppressors, der in dem Gerät zur Anionenbestimmung im Trinkwasser zum Einsatz kam. Solch ein Suppressor ermöglicht eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise. Die Säulen werden in der Reihenfolge Schwefelsäure – Reinstwasser – Probanddurchlauf geschaltet.



Methanol oder Aceton zugesetzt werden. Dies ist bei Verwendung von Membransuppressoren nicht möglich, da diese durch organische Lösungsmittel zerstört werden können. Das Metrohm-Suppressor-Modul „MSM“ ist dagegen lösungsmittelbeständig.

Entgasen des Eluenten

Um Blasenbildung zu verhindern, ist es empfehlenswert, das für die Eluentenherstellung verwendete Wasser vor Zugabe der Chemikalien zu entgasen. Hierfür wird während etwa zehn Minuten ein Wasserstrahl- oder Ölpumpenvaku-

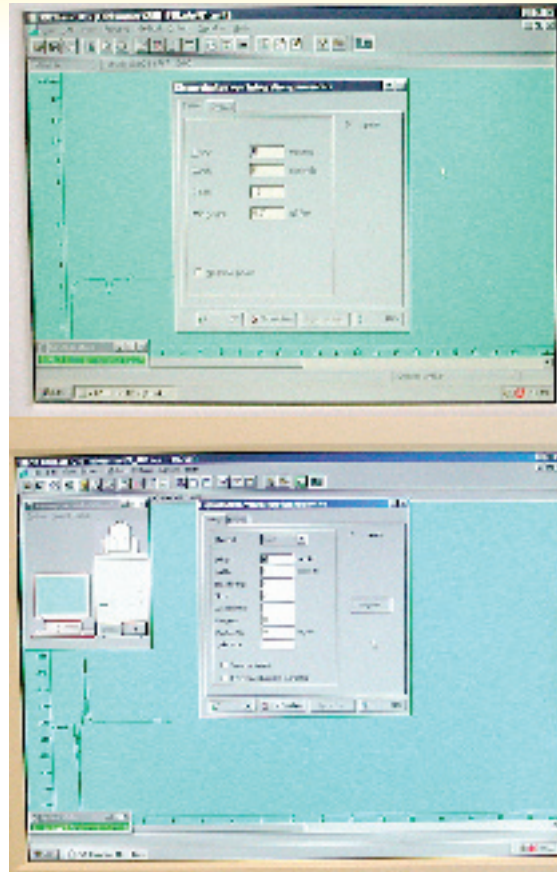
um angelegt oder ein Ultraschallbad verwendet.

Chemikalienqualität

Sämtliche Chemikalien sollten mindestens die Qualität p.a. oder puriss. besitzen. Die Standards müssen speziell für die Ionenchromatographie geeignet sein (Natriumsalze in Wasser gelöst).

Kationenanalysen

Bei allen durchgeführten Analysen werden die Proben mit Salpetersäure (ca. 100 µL 2 mol/L HNO₃ auf 100 mL Probe) angesäuert (pH 2,5 ... 3,5).



Zur Kationen-Analytik stand ein Ionenchromatograph der „Compact“-Reihe zur Verfügung. Es unterscheidet sich vom „Basic“ beispielsweise durch die Möglichkeit, einen automatischen Probenwechsler anzuschließen. Zudem gestattet die Software differenziertere Einstellungen (Bild rechts oben: Basic-Gerät, unten: Compact-Gerät, jeweils mit dem Einstellungsfenster „Eigenschaften von Integration

Parameters“). Die Kationen-Wasseranalytik lässt sich ohne chemische Suppression durchführen; eine entsprechende Einheit fehlte daher bei dem Gerät. Ebenso benötigte man nur die Eluentenflasche (aus Kunststoff, um ein Einbringen von Fremd-Kationen zu vermeiden).

Kontaminationsquellen

Sämtliche Lösungen, Proben, Regenerierlösungen, das Wasser und die Eluenten sollten frei von Partikeln sein, da diese mit der Zeit die Trennsäulen verstopfen (Anstieg des Säulendruckes). Dies ist besonders bei der Herstellung der Eluenten zu beachten, da diese kontinuierlich die Säule durchspülen (500 bis 1000 mL pro Arbeitstag im Vergleich zu ca. 0,5 mL Probenlösung).

Sicherheitshinweise

Bei der Durchführung von Versuchen sind Schutzbrille, Schutzkitzel und ggf. Schutzhandschuhe zu tragen. Die Sicherheitshinweise für die Chemikalien (R/S-Sätze) sind unbedingt zu beachten.

Umweltschutz

Ein grosser Vorteil der Ionenchromatographie ist, dass meistens mit wässrigen Medien gearbeitet wird. Die in der Ionenchromatographie verwendeten Chemikalien sind deshalb weitestgehend ungiftig und belasten die Umwelt nicht. Bei Verwendung von Säuren, Basen, organischen Lösungsmitteln oder Schwermetallstandards ist dennoch darauf zu achten, dass diese nach Gebrauch ordnungsgemäss entsorgt werden.

Wasserqualität

In der Ionenchromatographie wird vorwiegend mit wässrigen Medien gearbeitet. Die Wasserqualität ist deshalb ganz entscheidend für eine gute Chromatographie. Ist

die Wasserqualität ungenügend, so sind es die Ergebnisse definitiv auch. Zusätzlich besteht die Gefahr, Geräte und Trennsäulen zu beschädigen. Das verwendete demineralisierte Wasser sollte deshalb einen spezifischen Widerstand größer 18 M Ω cm aufweisen und partikelfrei sein. Es ist deshalb empfehlenswert, das Wasser durch ein 0,45- μ m-Filter zu filtrieren.

Lösungen zu Seite M24:

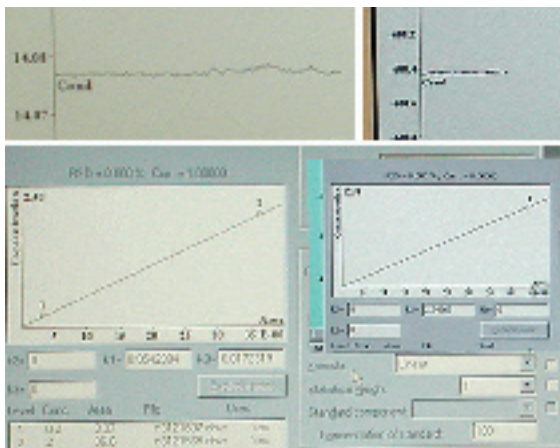
1 c; 2 a, b; 3 c, e; 4 a, b, c, e; 5 a, c, e; 6 a, c, f; 7 c; 8 b; 9 a, c, d; 10 a, b, c; 11 d; 12 b; 13 b, e; 14 a; 15 b; 16 c; 17 c; 18 a; 19 b; 20 a, b, c.

Ionenanalytik in Bildern



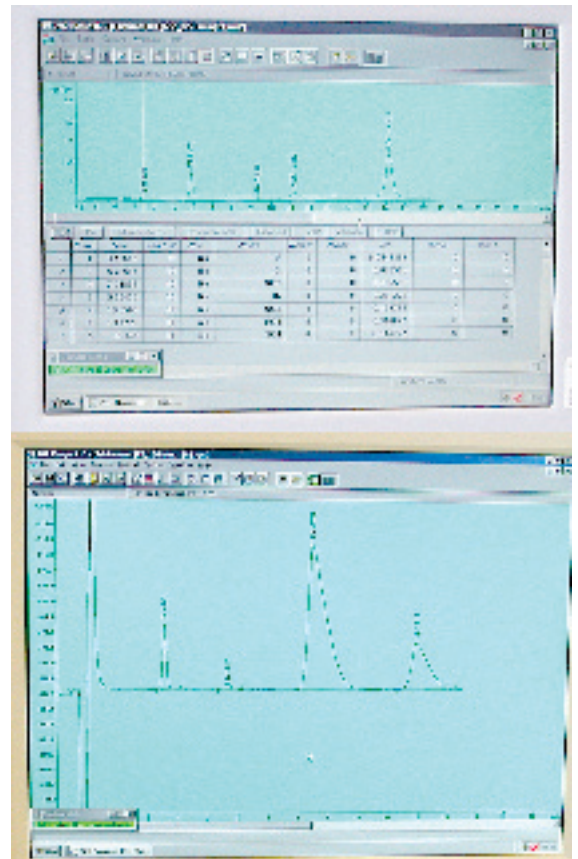
Was der Chemiker dem Laboranten noch sagen muss: Welche Stoffe liegen in der Probe vor, wie führt man eine optimale Probenvorbereitung durch? Dazu kann zum Beispiel der Einsatz von Spezialkartuschen bei der Probenreinigung zählen (Bild links: Chromafix-Kartusche mit einer C18-Phase zur Rückhaltung eines Azofarbstoffes).

Die Probenaufgabe in das Gerät geschieht, indem die Probe über eine Probenschleife angesaugt und dann mittels eines Ventils injiziert wird. Der Inhalt dieses Loops beträgt bei der Anionenbestimmung 20 Mikroliter, bei der Kationenbestimmung 10 Mikroliter. Mit der Injektionskanüle lässt sich eine neue Probe nachspritzen.



Vor der Ionenbestimmung muss das System equilibriert sein. Die Basislinie soll einen geraden Verlauf ohne Schwankungen zeigen (ganz oben links: Anionenbestimmung; ganz oben rechts: Kationenbestimmung). Zur Versuchsvorbereitung zählt ebenso die Kalibration der Geräte. Diese geschieht bei der Anionenbestimmung mit zwei Kalibrationspunkten (oben linkes Bild), bei der Kationenbestimmung genügt ein Kalibrationspunkt (Bild oben rechts).

Wenn die Basislinie nicht gerade ist, können Luftsinschlüsse in der Probe die Ursache sein. Ein Wechsel der Chromatographiesäule ist dann angezeigt, wenn der durch die Säule erzeugte Druck deutlich zunimmt, die Peaks enger zusammenliegen oder eventuell auch Schultern ausbilden.



Die automatische Zuordnung der Peaks geschieht aufgrund der Retentionszeit. Diese Zeitangaben sowie maximale Abweichungen lassen sich zuvor in einem Menü einstellen. Bei der Analyse bezeichnen die Geräte dann die entsprechenden Peaks automatisch. Das obere Bild zeigt die Anionenbestimmung mit den Ionen Fluorid, Chlorid, Nitrat und Sulfat.

Das untere Bild zeigt die Kationenanalyse mit Natrium-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumionenpeaks.

Frische Brise in den Universitäten

Unis wählen Studis – Bachelor im Aufwind

Nach der Neuordnung der Hochschulzulassung können die Länder künftig zwischen zwei Modellen für das Auswahlverfahren entscheiden. Auch Schulabgänger haben einige Wahlmöglichkeiten, die sie anscheinend auch nutzen. So zeigen neueste Erhebungen, dass Studierende Bachelor- und Masterstudiengänge gut annehmen. Auch die Wahl immer neuer Studeinfächer ist möglich.

Nach dem von NRW entwickelten Modell zum Auswahlverfahren suchen sich die besten 25 Prozent der Abiturienten eines Jahrgangs ihre Wunschhochschule aus. Die nächsten 25 Prozent der Studierenden werden von den Hochschulen ausgewählt und 50 Prozent der Studienanfänger in den sieben bundesweiten Numerus-Clausus-Fächern (Medizin, Biologie, Psychologie, Zahnmedizin, Tiermedizin, Pharmazie, Betriebswirtschaftslehre) werden dann im ZVS-Vergabeverfahren nach Durchschnittsnote und Wartezeit vergeben.

Nach dem von Baden-Württemberg entwickelten Modell werden die ersten 50 Prozent der Studienplätze durch die Hochschulen vergeben, danach wählen 25 Prozent der Abiturbesten sich ihre Hochschule aus. Die restlichen 25 Prozent der Studienplätze werden dann im ZVS-Vergabeverfahren verteilt.

Hannelore Kraft, Ministerin für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, erwartet von der Neuordnung neben einer Steigerung des Wettbewerbs unter den Hochschulen auch eine erhöhte förderale Konkurrenz. Das NRW-Modell stärke den Einfluss der Studierenden. Dagegen bevorzugt Prof. Dr. Klaus Landfried, Präsident der Hochschulrektorenkonferenz (HRK), das BW-Modell. Nur im Rahmen dieses Modells sei eine echte Auswahl durch die Hochschulen möglich. Für

die Abiturienten sieht der HRK-Präsident insgesamt Vorteile des Beschlusses der Kultusministerkonferenz: „Durch die nun mögliche fachspezifische Gewichtung von Fächernoten im Rahmen der Hochschulauswahl wird das Abitur gestärkt: Studienbewerber, die in der Oberstufe für das angestrebte Studium relevante Fächer belegt haben, können belohnt werden.“

Bachelor- und Masterstudiengänge im Aufwind

„Das Argument, Bachelor- und Masterstudiegänge seien noch vollkommen umstritten, wird zunehmend durch die Realität widerlegt,“ sagt Johanna Witte vom Centrum für Hochschulentwicklung (CHE). Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes lag der durchschnittliche Anteil der Bachelor-Studierenden an den Studienanfängern im letzten Jahr noch bei vier Prozent. Da sich aber immer mehr Hochschulen für eine konsequente Umstellung auf die neue Studienstruktur entscheiden, dürfte dieser Anteil in den nächsten Jahren erheblich steigen. 77,3 Prozent der Erstsemester sind an der Universität Bochum inzwischen in Bachelor-Studiengängen eingeschrieben; in Bielefeld sind

es 46,2 Prozent und in Paderborn 35,7 Prozent.

Witte beurteilt die neuen Studienstrukturen als ebenso wichtig für die Gestaltung des internationalen Wettbewerbs unter den Hochschulen wie für die Umsetzung der „Bologna Erklärung“. Darin haben 32 europäische Bildungsminister den Willen bekundet, durch die Umstellung auf zweistufige Studienstrukturen an einem gemeinsamen europäischen Hochschulraum zu bauen.

Neue Studienfächer: Molekulare Biomedizin und Polymerchemie

Die Universität Bonn bietet einen neuen Diplomstudiengang „Molekulare Biomedizin“ an. Das Lehrangebot verknüpft Methoden der Naturwissenschaften und ihr Verständnis von molekularen Vorgängen mit aktuellen Inhalten der Medizin.

„Technische Polymere“ ist ein neuer Masterstudiengang, den die Hochschule Reutlingen anbietet. Inhaltlich wird eine Brücke geschlagen zwischen der Polymerchemie, den Eigenschaften polymerer Werkstoffe und der Kunststoff-Verfahrenstechnik. Eine enge Verzahnung mit der Praxis ist vorgesehen.

Silicon-Info-CD

Was sind Silicone? Welche Eigenschaften haben sie? Wo lassen sie sich einsetzen? Diese und andere Fragen zur Siliconchemie will die didaktische Silicon-Dokumentation DiSiDo beantworten. Die CD-ROM wurde von Silicon-Experten von Wacker und einer Arbeitsgruppe der Universität Duisburg speziell für den Chemieunterricht entwickelt. Sie enthält Sachinformationen über Herstellung, Struktur und Eigenschaften von Siliconen. 20 Schulversuche geben Anregungen, wie sich chemische Abläufe experimentell veranschaulichen lassen. 43 Arbeitsblätter, 38 Präsentationsfolien, acht Videoclips und

zwei interaktive Flash-Animationen leisten sowohl bei der Unterrichtsvorbereitung als auch bei der Anfertigung von Referaten und Facharbeiten gute Dienste. Literaturhinweise, Internet-Links sowie das interaktive Suchspiel „Finden Sie das Silicon“ runden das Informationsangebot ab. Schulen, die an der DiSiDo interessiert sind, können die CD-ROM kostenlos anfordern: Tel. 089 62791165; peter.hirschmann@wacker.com. Darüber hinaus lässt sich die Silicon-Dokumentation auch online aufrufen: www.theochem.uni-duisburg.de/DC/material/silicon/index_a.htm.

Fragen zu Grundlagen der Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

- 1 Welchen organischen Stoff hat Wöhler durch Erhitzen von Ammoniumcyanat erhalten?
 - a Blausäure
 - b Harnsäure
 - c Harnstoff
 - d Ammoniak
 - e Aminosäure
- 2 Welche Kohlenstoffverbindung rechnet man nicht zu den organischen Verbindungen?
 - a Blausäure
 - b Kohlensäure
 - c Weinsäure
 - d Äpfelsäure
 - e Oxalsäure
- 3 Organische Stoffe sind überwiegend:
 - a hochschmelzend
 - b polar
 - c hydrophob
 - d hitzestabil
 - e brennbar
- 4 Welche Elemente sind neben Kohlenstoff vor allem am Aufbau organischer Verbindungen beteiligt?
 - a Wasserstoff
 - b Sauerstoff
 - c Halogene
 - d Edalgase
 - e Stickstoff
- 5 Welche Elemente sind in organischen Verbindungen einbindig?
 - a Wasserstoff
 - b Sauerstoff
 - c Chlor
 - d Schwefel
 - e Brom
 - f Stickstoff
- 6 Welche organischen Verbindungen enthalten in den funktionellen Gruppen Sauerstoff?
 - a Alkohole
 - b Thioalkohole
 - c Carbonsäuren
 - d Sulfonsäuren
 - e Amine
 - f Ketone
- 7 Welches Modell liegt dem räumlichen Aufbau von organischen Molekülen zugrunde?
 - a Lineares Modell
 - b Planares Modell
 - c Tetraedermodell
 - d Oktaedermodell
- 8 Aus welchen Einzelbausteinen bestehen Proteine?
 - a Saccharide
 - b Peptide
 - c Nucleotide
 - d Glycoside
- 9 Welches sind die wichtigsten Verbindungsklassen von Biopolymeren?
 - a Polysaccharide
 - b Polyamide
 - c Proteine
 - d Nucleinsäuren
 - e Polystyrol
- 10 Welche organische Verbindung enthält Stickstoff?
 - a Aminobenzol
 - b Azobenzol
 - c Nitrophenol
 - d Buttersäure
 - e Thioethanol
- 11 Welche Verbindungsklasse enthält die funktionelle Gruppe C=O?
 - a Alkene
 - b Alkohole
 - c Aldehyde
 - d Ketone
 - e Amine
- 12 Welche Verbindung resultiert, wenn zwei Alkohole miteinander reagieren?
 - a Carbonsäure
 - b Ether
 - c Ester
 - d Carbonsäureanhydride
 - e Alkohol
- 13 Bei welcher Reaktion handelt es sich um eine Substitutionsreaktion?
 - a Epoxidierung
 - b Veresterung
 - c Hydrierung
 - d Hydratisierung
 - e Ammonolyse
- 14 Bei welcher Reaktion handelt es sich um eine Isomerisierung?
 - a Maleinsäure → Fumarsäure
 - b Maltose → Glucose
 - c Propen → Propan
 - d Tetrafluorethylen → Teflon
 - e Propanol → Propanal
- 15 Wieviele Isomere gibt es vom Hexan?
 - a 4
 - b 5
 - c 6
 - d 7
- 16 Wieviele Isomere gibt es vom Hexan?
 - a 10
 - b 25
 - c 75
 - d 100
- 17 Welche Verbindung hat den höchsten Schmelzpunkt?
 - a Eicosan
 - b Hexan
 - c Hectan
 - d Ethan
 - e Octan
- 18 Welche organischen Verbindungen nennt man auch Paraffine?
 - a Alkane
 - b Alkene
 - c Alkine
- 19 Zu welcher Verbindungsklasse gehört ein Butadien?
 - a Alkane
 - b Alkene
 - c Alkine
- 20 Methan ist Hauptbestandteil von:
 - a Erdgas
 - b Grubengas
 - c Sumpfgas
 - d Edelgas
 - e Flüssiggas

Die einmalige Kraft der Chemischen Industrie

Wenn eine Branche mit den vielfältigsten Möglichkeiten ausgestattet ist, dann ist es die Chemie. Sie lebt in wilden Zeiten der Fusionen, Kooperationen und „Portfolio-Schnitzereien“, in ihr arbeiten jedoch Fachkräfte, wie sie Ihresgleichen in anderen Branchen suchen: Chemiker und Ingenieure, promoviert, mit den umfangreichsten Ausbildungen. Kreative Köpfe, die jeden Monat mit einem Patent, einer Verbesserung oder zumindest mit einer guten Idee aufwarten könnten, erführen sie die richtige Förderung und Betreuung. Sie sind es, die eine Nachhaltige Chemie entwickeln können, Ihre Vorteile zu vermitteln vermögen und sie in die Tat umsetzen.

Nachhaltigkeit in chemischen Prozessen und Produkten setzt auch eine Reihe von Innovationspotentialen frei, für deren Ausarbeitung die Chemische Industrie prädestiniert ist. Beispielsweise zum Etablieren quantitativer Reaktionsabläufe, selektiver Katalysen, Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Schaffung einer Kohlenstoff-Chemie auf Basis von Biomaterialien, sanfte biotechnische Prozesse und vieles mehr. Bundesregierung, Gesetzgeber, Aufsichtsbehörden und Analysten, um nur einige zu nennen, unterstützen die Entwicklung zur Nachhaltigkeit, den Weg von der sozialen Marktwirtschaft in die ökologisch-soziale Marktwirtschaft. Ebenso haben sich weite Kreise der Bevölkerung mit dem Begriff der Nachhaltigkeit in den letzten Jahren vertraut gemacht und sie als richtungsweisende Zukunftphilosophie akzeptiert. Die Europäische Union hat im Rahmen ihres 6. Rahmenprogramms für die Jahre 2002 bis 2006 mit dem Schwerpunktthema „Nachhaltigkeit“ über elf Milliarden Euro Forschungszwecken zugeordnet.

Das Ende der Ressourcen

Die Reservoirs der Erde mit Ressourcen, die sich vor Millionen von Jahren ansammelten, hat die Industrialisierung innerhalb einer, in Relation zur Entstehung winzigen Zeitepoche von nur 200 Jahren bis zum Erkennen ihrer Erschöpfung verbraucht.

Die üppig vorhandenen Vorräte an Metallerzen, Erdöl und anderen während der Erdgeschichte kumulierten Bodenschätze reichten für den Anstich des Industriezeitalters. Der Club of Rome machte auf die begrenzten Ressourcen und das nachlassende Auffinden neuer Rohstoffquellen bereits 1972 aufmerksam. 20 Jahre später erfuhren die „Grenzen des Wachstum“ gewisse Korrekturen. Sie täuschen aber nicht darüber hinweg, dass diese relativ leicht zugänglichen Ressourcen auf bedrohliche Art in absehbarer Zeit abnehmen. Wir leben in den Industrieländern im Überfluss und verteilen die gereinigten Stoffe unserer Erde nach Gebrauch auf Müllhalden, in Straßenabwässern und in die Gewässer. Der Überfluss wird aus einem Beispiel von Meadows, D. und D. und J. Randers, aus ihrem Buch „Die neuen Grenzen des Wachstums“ (1992) deutlich: Die Weltbevölkerung wuchs von 1950 bis 1990 auf 180 Prozent, die Industrieproduktion dagegen auf 300 Prozent! Und

die Schere klapft auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts zwischen diesen beiden Parametern noch weiter auseinander. Ähnlich verhält es sich mit dem Rohöl aus der Erde. Das aus ihm über Crack-Prozesse gewonnene Ethylen stellt heute den entscheidenden Basis-Stoff für die gesamte technische organische Chemie dar. Die Folge-Chemie läßt sich grob als Oxidations-Chemie darstellen. Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren, alles Oxidationsprodukte aus dem Rohöl. Dabei bestehen die ganzen Naturstoffe aus oxidierten Verbindungen. Rohöl aus Cellulose, Seide aus Chitin, Polymere aus Zucker – Herausforderungen für Chemiker, die bereits einige Institute angenommen haben. Als Ziel setzten sie sich dabei, mit einer Reduktions-Chemie die gleichen Moleküle zu synthetisieren, wie die Oxidations-Chemiker aus den Kohlenwasserstoffen des Rohöls.

Das Ende der Ressourcen-Energiewirtschaft

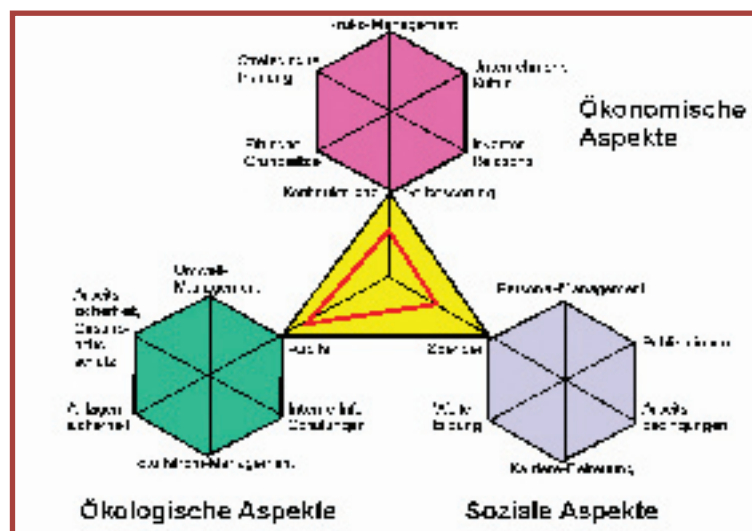
Dass Rohöl für die Energiegewinnung viel zu schade angesichts der wertvollen Moleküle ist, die beispielsweise für textile und pharmazeutische Anwendungen aus diesem Rohstoff produziert werden, wurde vielen Technikern und Politikern in den letzten Jahren klar. Für die Energie aus dem radioaktivem Uran war die Kreislaufwirtschaft in Deutschland nicht hinreichend genug durchdacht und politisch abgestimmt worden. Der technokratische Weg mit dem klugen Kopf durch die Wand hat nicht geklappt. Selbst die Uran-Ressourcen haben nur begrenzte Reichweite.

Die alternativen Energien dagegen, lange Zeit in ihrer Entwicklung und Förderung vernachlässigt, erfahren derzeit einen nie für möglich gehaltenen Aufwind. Häuserfassaden und Dächer, mit Photovoltaik-Elementen bestückt, Windräder und Biokraftstoffe werden in den kommenden Jahren die zehnte Prozent-Marke unseres Energieverbrauches durchstoßen. Dabei stehen wir mit der Geothermie noch am Anfang. Man stelle sich nur einmal bildlich vor: wir schwimmen auf flüssiger, tausende von Grad heißer Lava und schreien nach Energie. Vergleichbar mit dem Verdurstenden auf dem Meer.



AUFsätze

Grafische Darstellung der Nachhaltigkeit mit wichtigen Teilaspekten als Beispiele (Grafiken: Hasenpusch).



Beide Situationen stellen Herausforderungen dar, die erst in Ansätzen befriedigend gelöst sind.

Spätestens seit der Konferenz im japanischen Kyoto 1997 stehen die fossilen Brennstoffe auch aus Sicht ihrer verheerenden Weltwetter-Einflüsse im Kreuzfeuer der Kritik. Das Verbrennungsgas Kohlendioxid ebenso wie das Methan. Neben dem Energiesparen durch neue effektivere Verbrennungstechniken, Energierückgewinnung, Isolationen, angepasste Temperaturregelungen und Nutzung nachwachsender Rohstoffe lassen sich auch alternative Energie-Erzeugungsmethoden mehr und mehr in neue Projekte integrieren. Eine bedeutsame Aktivität zur Vermeidung von Energieverlusten stellt mit Sicherheit die Erkundung von Wärmeverlusten dar. Hier sind Wärmekameras auf Basis der Infrarot-Fotografie eine große und eindrucksvolle Hilfestellung.

Behutsamer Umgang mit Chemikalien

In den meisten Chemikalien lauern irgendwelche gefährliche Eigenschaften: entweder sind sie direkt giftig, brennbar oder ätzend, oder sie entwickeln bei bestimmten Operationen giftige Dämpfe, korrosive Flüssigkeiten, explosive Stäube. Manche Verbindungen verhalten sich auch unverträglich, wenn sie zusammengegeben werden. Gerade beim Zusammenlagern oder in der Abfallwirtschaft sind die unverträglichen Reaktionen noch viel zu wenig bekannt. Als Beispiele seien hier nur die folgenden gefährlichen Reaktionen genannt, die zu großen Unfällen führen können:

- die expositive destillative Trennung von Aceton und Chloroform in neuen Glasapparaturen oder in Gegenwart von Alkalien,
- das explosive Verhalten von Silbernitrat mit Ethanol oder alkalischem Ammoniak über $\text{pH} = 12$,
- ein über längere Zeit sich bildendes explosives Cellulose-perchlorat aus Perchlorsäure und Holz oder Papier,
- der explosive Zerfall konzentrierten Wasserstoffperoxids bei Zugabe von Schwermetallspuren.

Chemikalien müssen erfasst, ihre Eigenschaften ermittelt und entsprechende Schutzmaßnahmen ergriffen werden: primär in technischer Weise, erst wenn das unzumutbar ist, organisatorisch und personenbezogen. Die Wirkung der Schutzmaßnahmen haben einer ständigen Überprüfung zu unterliegen. Zu überprüfen ist

auch, ob sich nicht weniger gefährliche Chemikalien einsetzen lassen, beispielsweise

- Toluol, Cyclohexan oder Methylcyclohexan anstelle von Benzol,
- Industrie-Tenside statt Chlorkohlenwasserstoffe oder
- wässrige Suspensionen als Ersatz für Zubereitungen mit organischen Lösungsmitteln.

Näheres beschreiben die Gefahrstoffverordnung sowie die Technischen Regeln „Gefahrstoffe“.

Prinzipien einer Nachhaltigen Chemie

Treibhaus-Effekt, hauptsächlich bedingt durch Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Ozonzerstörung in der Troposphäre, in zehn bis fünfzehn Kilometer Höhe durch FCKW und Akkumulation chlorierter Kohlenwasserstoffe in der Natur haben zu der Erkenntnis geführt, dass Verdünnung oder die „Politik der hohen Schornsteine“ nicht die Lösung für Emissionen in die Luft sein kann. Bioakkumulationen mit einhergehenden Krankheiten sowie Atemwegsbeschwerden wurden bereits vor einigen Jahrzehnten offenkundig, synergetische Effekte und das Auslösen cancerogener Veränderungen sind erst in Ansätzen bekannt.

Aus den Besorgnissen und Erkenntnissen der letzten Jahre haben sich zwölf Prinzipien einer Nachhaltigen Chemie herausgebildet, zitiert im Buch „Green Chemistry“ von Paul T. Anastas und John C. Warner von 1998:

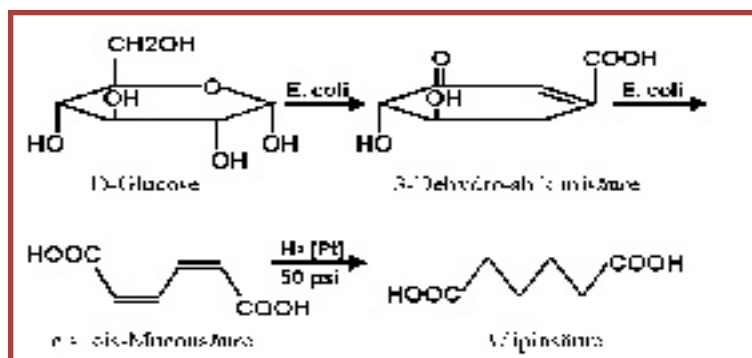
- Abfallvermeidung,
- Aufstellen umfassender Synthesepäne,
- Nutzung ungefährlicher Reagenzien,
- Schaffen effizienter Produkte,
- Beschränken auf wenige Hilfsstoffe,
- Geringer Energiebedarf,
- Einsatz möglichst vieler erneuerbarer Rohstoffe
- Verzicht auf Derivatisierung,
- Einsatz von Katalysatoren,
- Produktplanung bezüglich Gebrauch,
- Nutzung von Online-Analytik/präventive Kontrollen,
- Umsichtiger Umgang mit Chemikalien.

Als Werkzeuge zur Umsetzung dieser Prinzipien stehen alternative Rohstoffe, Verfahren, Reagenzien, Lösungsmittel, Produkte und entsprechend alternative analytische Methoden zur Verfügung.

In Amerika wurde für den Einstieg in eine Nachhaltige Chemie das SMART-Programm (Synthetic Methodology Assessment for Reduction Techniques) entwickelt. Es kategorisiert und quantifiziert die gefährlichen Substanzen, die bei chemischen Prozessen eingesetzt oder frei werden. Aufbauend auf dieser Analyse können Chemiker und Ingenieure Optimierungen in Richtung einer nachhaltigen Verfahrensweise oder eines nachhaltigen Produkt-Designs vornehmen. Zur näheren Beleuchtung der nachhaltigen chemischen Prozesse seien hier drei Beispiele angeführt:

Kalk-Fällung: Niederschlagen von Schwermetallen mit Kalk, in großen Mengen vorkommendes Calcium-

Adipinsäureherstellung aus Glucose



carbonat, und Wiedergewinnung der Metalle. Saure Lösungen lassen sich auf diese Weise neutralisieren, ohne auf gebrannten Kalk, Calciumoxid, zurückgreifen zu müssen.

Adipinsäure-Synthese: Alternativ zum energiereichen Syntheseweg, von der Benzol-Hydrierung zum Cyclohexan, gefolgt von einer Hochdruck-Oxidation bei 50 Megapascal, fanden Biochemiker einen sanfteren Weg, der von der D-Glucose über bakterielle Umsetzung zur cis-Muconsäure sowie einer Hydrierung bei fünf Megapascal zur gewünschten Dicarbonsäure führt, Ausgangsstoff der Nylon-Produktion.

Iminodiacetat: Bei Monsanto entwickelten Chemiker eine nachhaltige Alternative zur Strecker-Synthese, die von Ammoniak, Formaldehyd und Blausäure ausgeht: Sie oxidieren Diethanolamin unter milden Bedingungen am Kupferkontakt und in alkalischer Lösung zum Natriumiminodiacetat. Ferner lassen sich Chemikalien ebenso wie etwa Energie, Wasser und andere Ressourcen recyceln (Kaskaden-Nutzung; PINSCH-Methode).

Trend zur Nachhaltigen Chemie

In der Chemischen Industrie lassen sich eine Reihe von Tendenzen zu nachhaltigen Verfahren und Produkten über das stets vorhandene Maß an Umsicht erkennen:

- Berücksichtigen der Produktlebensweg-Aspekte,
- Biotechnol. Verfahren statt Hochdruck-Reaktionen,
- Katalytische Oxidation statt Chromat-Einsatz,
- Lösungsmittelfreie Reaktionen in Schmelzen,
- Emissionsarme gefahrlose Energiegewinnung.

Was Mitte der 90iger Jahre als Rückbesinnung auf eine umweltfreundliche Regulierung in das amerikanische Bewusstsein drang, ließ entsprechende Aktionen in Europa erst im neuen Jahrhundert folgen.

Die drei größten chemischen Gesellschaften (ACS, RSC; GDCh), die Chemiker und Ingenieure in USA, England und Deutschland vertreten, starteten ein gemeinsames Projekt zur Integration von Aspekten der Nachhaltigkeit in den Chemieunterricht an Schulen. Für Deutschland half auch die GDCh-Fachgruppe „Umweltchemie und Ökotoxikologie“, Material zu folgenden Themen zusammenzustellen:

- Nachhaltigkeit im Chemieunterricht,
- Beisp. für Denken in Struktur-Wirkungsbeziehungen,
- Biodiesel,
- Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen,
- Energieeintrag durch Mikrowelle und Ultraschall,
- Ersatz toxischer Lösungsmittel,
- Kohlendioxid in der chemischen Reinigung,
- Vermeidung von Abfällen: Atom-Ökonomie.

In Amerika wurden die Beiträge zur Nachhaltigen Chemie bereits im letzten Jahr veröffentlicht. Der deutsche Beitrag soll im April 2003 auf dem Markt erscheinen.

Green Chemistry in USA

Der Startschuß für eine Nachhaltige Chemie in den Vereinigten Staaten von Amerika fiel formal mit der

Aufforderung der „Environment Protection Agency, EPA“ im Jahre 1991 zusammen. Am 16. März 1995 bekräftigte der amerikanische Präsident Bill Clinton diesen Appell mit der Ausschreibung des „Presidential Green Chemistry Challenge Awards“. Ein Programm unterstützt Forschungen und Entwicklungen, ergänzt durch Schulungs-Veranstaltungen und Auszeichnungen. Am Los Alamos National Laboratory in Washington wurde ein „Green Chemistry Institute“ als gemeinnützige Organisation eingerichtet, um die Nachhaltige Chemie in Lehre und Forschung voranzutreiben. Jährlich finden „Green Chemistry“-Konferenzen statt. Auszeichnungen für Forscher und Studenten sollen den Wettbewerb um sanfte chemische Prozesse fördern.

Nachhaltige Chemie in Europa

Bereits das Fünfte Rahmenprogramm der Europäischen Union enthielt Elemente der Nachhaltigkeit. Diese wurden im Sechsten Rahmenprogramm 2002 noch verstärkt. Die Europäische Kommission unterstützt auch die Sommerschulen für Green Chemistry-Doktoranden, die in Venedig die INCA (Koordination italienischer Hochschulen) organisiert. Umweltbehörden in vielen fortschrittlichen Ländern, allen voran Holland, Schweiz, Irland und Deutschland unterstützen den gesetzgeberischen Prozess in Richtung eines nachhaltigen Wirtschaftens.

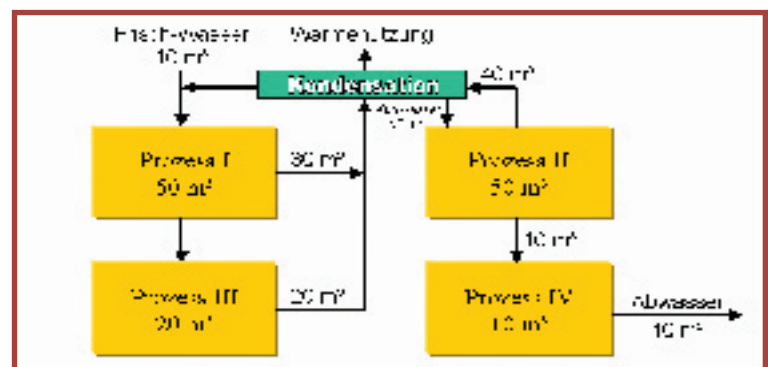
Deutschland: Nachhaltigkeit in der Chemie

In Deutschland verlagerte sich der Schwerpunkt vom reinen Umweltschutz zur Nachhaltigkeit gegen Ende der 90-iger Jahre. Der Wissenschaftsjournalist Edgar Gärtner hielt die Entwicklung zur Nachhaltigkeit ab 1992 in der VCI-Broschüre „Was ist nachhaltig?“ fest. Für den Umweltschutz und die Förderung von Umweltprojekten setzt sich die Deutsche Bundesstiftung Umwelt seit 1991 ein. Sie unterstützt nahezu 5000 Projekte mit über einer Milliarde Euro. 1993 verlieh die Stiftung ihren ersten Umweltpreis. Die Fachhochschule Darmstadt arbeitete bereits anfang der neunziger Jahre unter Initiative von Prof. Volker Wiskamp an umweltfreundlichen Versuchen, die quantitativ verlaufen und bei denen möglichst wenig Abfälle entstehen. An anderen Hochschulen verlaufen ähnliche Anstrengungen.



AUFsätze

Kaskaden-Nutzung von Ressourcen (PINSCH-Methode) am Beispiel Wassernutzung in der Produktion.



Gentechnik und Nano-Materialien im Einsatz für neue Gewebe

Spannende Fasern

Tragen Sie auch am liebsten Baumwollunterwäsche? Oder gehören Sie zu den Joggern, Bergsteigern, Astronauten, die andere Materialien bevorzugen? Einer amerikanischen Studie zufolge ist den meisten Verbrauchern die Funktionalität eines Kleidungsstückes wichtiger als die modische Erscheinung. Demnach drängen sich funktionale Aspekte immer mehr in den Vordergrund: Sportjacken messen Blutdruck und Puls, Sportsocken sind antibakteriell und nicht riechend ausgerüstet, Temperaturmessung und -regulierung lassen sich integrieren.

Auf einer Modenschau gab es jetzt schon neben neuen Schnitt-

ten und Farben ein Smart Shirt zu sehen, das bei Erhöhung der Körpertemperatur automatisch die Ärmel hochkrepelt, ein Cocktailkleid, das massiert, eine aktiv kühlende Jacke gegen die Sommerhitze und Anti-Elektrosmog-Nachthemden. Auch der Berufskleidung kommt die neue Entwicklung zugute: Flammfeste Feuerwehrlatzhosen sowie OP-Mäntel, die einerseits eine totale Keimbarriere bilden, andererseits aber dennoch Wassermoleküle passieren lassen, machen die Arbeit sicherer und angenehmer. Möglich sind solche Multifunktionalitäten insbesondere durch weiter entwickelte Garne und Stoffe. Bekleidung profitiert davon ebenso wie technische

Textilien, die für zahllose Anwendungen einsetzbar sind: gewirkte Blutgefäße, Surfbretter, Computerplatten aus Glasgewebe und textil-verstärkte Betonteile für Fassaden und Brücken. Beispielsweise bespannte man Tennisschläger früher ausschließlich mit natürlichen Saiten aus Kuh- und Schafsdärmen. Heute haben 95 Prozent der Schläger Saiten aus synthetischen Fasern.

Raupen, Spinnen und Ziegen produzieren Seide

Die natürliche Faser Seide ist enorm reißfest und braucht einen Vergleich mit dem heute für kugelsichere Westen verwendeten Kunstfasermaterial Kevlar nicht zu scheuen. Außer der Raupe des Seidenspinners produzieren auch Spinnen Proteinfasern, die sogar noch widerstandsfähiger sind. Spinnenseidefasern besitzen eine höhere Zugkraft als Stahl und eine enorme Dehnbarkeit. Inzwischen gelang es, Spinnengene zu vielfältigen und in nigerianische Zwergziegen zu übertragen. Die Ziegen sondern nun das Protein der Fäden mit ihrer Milch ab. Befreit von Fett, Milchproteinen und Wasser bleibt ein klebriger Seidenbrei übrig, der erst durch winzige Düsen gepresst eine Fadenstruktur erreicht. Eine andere Ziege, die Kaschmirziege liefert heute wie vor tausend Jahren Wolle. Seit Neuestem kann eine Strickjacke aus Kaschmirwolle aber auch wasserdicht sein. Dafür hat eine italienische Firma jeden Faden vor der Verarbeitung mit einer sehr dünnen Schicht aus Teflon überzogen. Nach dem Waschen und Verstricken fühlt das Material sich zwar immer noch an wie Kaschmir, ist aber extrem wasserabweisend.

Aus unbehandelter Wolle hergestellte Textilien filzen, wenn sie gewaschen werden: Der Stoff verliert seine klare Struktur und

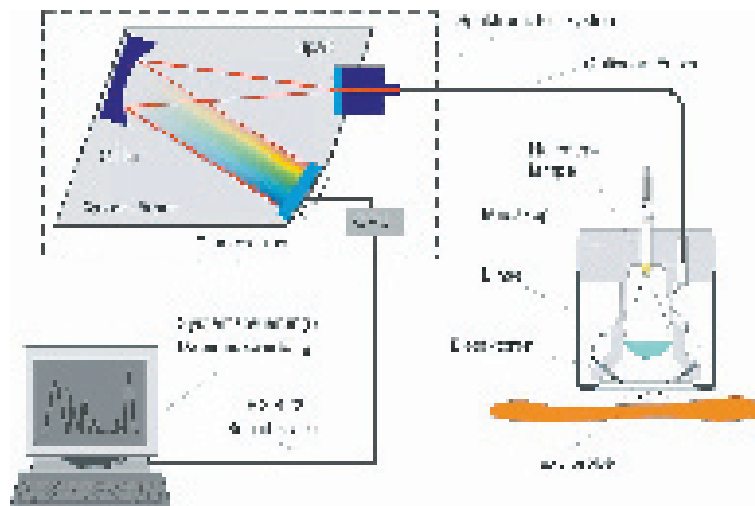
Kim Clijsters ließ bei einem Turnier insgesamt zehn Rackets neu bespannen (Darmsaite), Janette Husarova neun, Serena Williams sechs (beide Synthetiksaite). Williams läßt die härteste Saite aufziehen (30,5 Kilopond), dicht gefolgt von Kim Clijsters (30 Kilopond). In der neusten Generation synthetischer Mikrofaser-Saiten sind bis zu 1600 Fasern miteinander verwoben (multifile Saiten). Elastische Fasern in der Kleidung verleihen Bewegungsfreiheit (Foto: dpa).



seine Fläche verringert sich auf bis zu 30 Prozent der Ausgangsfläche. Die Wollfaser besteht aus Eiweißmolekülketten (Keratin) und ist ähnlich dem Menschenhaar aufgebaut. Umgeben von Schuppen winden sich im Faserinneren spiralförmig Verbände dieser Keratine umeinander (Fibrillen). Die Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme bewirkt eine unterschiedliche Quellung der Fasern und führt somit zu einer Formveränderung. Beim Verfilzen der Fasern verhaken die Schuppen sich ineinander. Das Filzen ist für manche Anwendungen wie zum Beispiel bei der Herstellung von Loden durchaus erwünscht. In den Fällen, in denen es nicht eintreten soll, muß man Wolle vorsichtig von Hand waschen oder die Wolloberfläche vorher chemisch verändern. Inzwischen kann man eine Antifilzausrüstung auch durch eine Plasmabehandlung erreichen, was wesentlich umweltschonender ist.

Mit halbsynthetischen Fasern zur vollsten Zufriedenheit

Aus Chemie- oder Kunstfasern fertigt die Industrie heute in weit größerem Maße Textilprodukte als aus Naturfasern. Dabei kann man noch zwischen halb- und vollsynthetischen Fasern unterscheiden. Zur Zellulosefaserherstellung löst man die natürlichen Zellulosestränge aus der gewachsenen Struktur heraus, modifiziert sie chemisch und bringt sie durch Spinndüsen in Faserform. Durch leichte Veränderungen, zum Beispiel bei den chemischen Zusätzen im Spinnbad, erhält man eine verbesserte Festigkeit der Faser. So entstehen zum Beispiel auch Mikrofasern, die feiner sind als Seide. Oder Spezialtypen mit eingebautem UV-Blocker, die einen Hautschutz von Lichtschutzfaktor (LSF) 30 und mehr erreichen können. Feuchtigkeitsabsorbierende Fasern mit eingelagertem Frischedepot verhindern bei körperlicher Belastung die Vermehrung von Bakterien im Textil. Solche Stoffe können bis zu 50 mal gewaschen



Funktionsprinzip der automatischen Identifikation von Alttextilien (Grafik: LZH).

werden, ohne ihre antibakterielle Wirkung zu verlieren. Das Frischedepot entsteht durch die gleichmäßige Einarbeitung eines antibakteriellen Zusatzes in die Faser während des Spinnprozesses. Die Herstellung von Hohlfasern hat eine große Bedeutung im medizinischen Bereich. Mit einer speziellen Spinnöse stellt man Kapillaren her, die unverzichtbar für die Hämodialyse und Hämofiltration (künstliche Niere) sind.

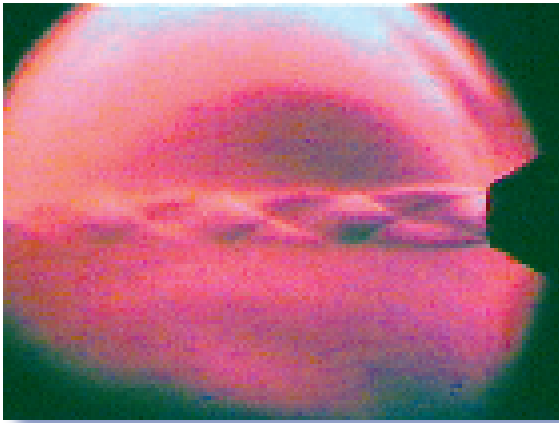
Und noch eine weitere Faser wird aus Zellulose hergestellt: Lycocell. Das Lyocell-Verfahren löst die Zellulose über ein Direktlöseverfahren: Der Umweg über die chemische Umwandlung und Regeneration im Fällbad entfällt. Wasser und N-Methylmorpholin-N-oxid lösen die Zellulose direkt und setzen sie im Fällbad wieder frei. Der Löseprozess ist dabei umweltfreundlicher als bei älteren Verfahren. Erst kürzlich machte Lycopell Schlagzeilen als perfekte Umhüllung für Wurst, was wiederum durch Einsatz einer speziellen Spinnöse gelang. Denn Lycopell kann nicht nur faserförmig ausgesponnen werden. Mit einer patentierten Verfahrensvariante des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP lassen sich auch Folien und Schläuche kostengünstig produzieren. Dabei tritt die Zelluloselösung kontinuierlich aus einer Ringöse aus, gelangt aber nicht sofort in

das Fällbad, sondern durchläuft zunächst einen Luftspalt. In diesem Spalt können durch Regelung des Luftdrucks die Eigenschaften des Schlauches, wie Quer- oder Längsfestigkeit, eingestellt werden. Weitere einstellbare Parameter sind die Porosität der Wursthülle, die bestimmt, wie schnell Geschmacksstoffe hindurchtreten können, und die Struktur der inneren Oberfläche, von der es abhängt, wie stark der Inhalt an der Hülle haftet.

Aus Alt mach neu

Synthetische Fasern stellt man im allgemeinen aus den Rohstoffen Kohle, Erdöl und Erdgas her. Ausgangsstoff für die Herstellung von Nylon beispielsweise ist Caprolactam, das technisch in mehreren Schritten aus Phenol oder Cyclohexan gewonnen wird. Inzwischen gibt es bereits ein patentiertes Verfahren für einen geschlossenen Recyclingkreislauf für Nylon, wobei aus Nylon-Altteppichen und anderen Nylon-Abfällen reines Caprolactam gewonnen wird.

Kürzlich hat das Laserzentrum Hannover (LZH) ein Modul zur automatischen Farb- und Materialidentifizierung für Alttextilien entwickelt. Der Prototyp erkennt Textilmaterialien und -farben im Vorbeilauf anhand ihres charakteristischen Reflexionsspektrums. Hierzu wird die Textilprobe mit Halogenlicht bestrahlt, ein Streu-



Schlierendarstellung der Hochgeschwindigkeitsströmung an einer Spinndüse (Abbildung: MST Aerospace GmbH).

lichtanteil der Reflexionsstrahlung erfasst und anschließend mit einem Diodenzeilen-Spektrometer analysiert. Chemo- und photometrischen Methoden klassifizieren die Spektren und ordnen sie einem Farb- und Materialtyp zugeordnet. In mehr als zehn Zyklen pro Sekunde identifiziert das Modul sieben verschiedene Stoffarten (Baumwolle, Polyester, Seide, Wolle, Nylon, Viskose, Acetat) sowie zwölf Farbklassen und übergibt die Ergebnisse in Echtzeit an das Sortiermodul.

Spinndüsen entscheiden über Funktion und Qualität

Der Herstellungsprozess von Polyamid, Polyester oder auch Polypropylen verläuft immer ähnlich, und

zwar nach dem Schmelzspinnverfahren: Zunächst verbinden sich einzelne Moleküle zu Polymeren. Dies geschieht oft bei hohen Temperaturen unter Luftabschluss. Die erstarrte Mischung zerhackt man zu Schnitzeln, die gewaschen und getrocknet werden. Zur Fadenherstellung läßt man die Schnitzel wieder schmelzen und spinnst sie dann aus, das heißt die Spinnmasse wird durch Spinndüsen gepresst und zu Filamenten (Endlosfasern) verformt. Während des Spinnens kann man auch Farbe oder andere Zusätze wie antibakterielle Wirkstoffe hinzugeben. Nach dem erneuten Erstarren erfolgt das Ausrüsten, Verstrecken und schließlich das Aufwinden auf Garnrollen. Bei dieser Primärspinnerei – das ist die Garnherstellung auf chemisch-physikalischem Wege – kann der Hersteller auf etliche Faktoren, die für die häufig anschließende Sekundärspinnerei – das ist das mechanische Spinnverfahren, wie auch das alte Spinnrad aus Urgroßmutterns Zeiten eines ist – von Bedeutung sind, Einfluss nehmen: Die Faserlänge, die Faserfeinheit (Titer), der Faserquerschnitt, die Faserkräuselung (Bogigkeit), die gesamte Textur des Garnes kann hier bestimmt werden. Das Texturieren ist ein entscheidender

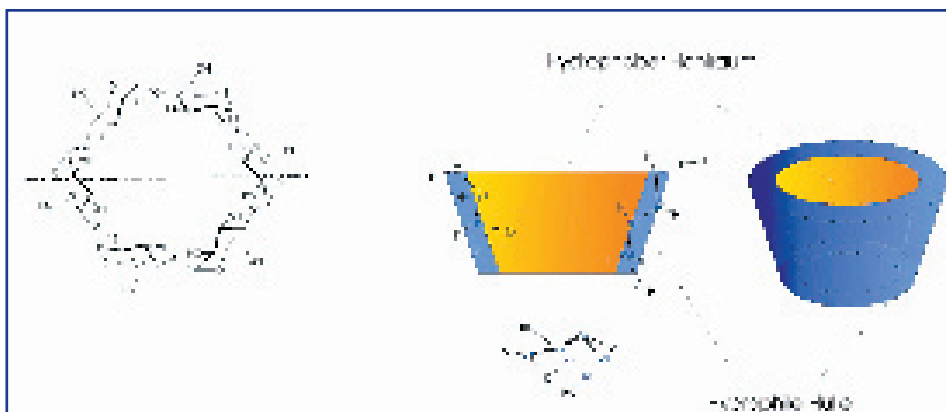
Arbeitsgang, um die wesentlichen Eigenschaften der Garne und der daraus hergestellten Artikel wie Weichheit, Fülligkeit, Elastizität, Wärmeisolerungs- und Feuchte-transportvermögen einzustellen.

Im Hinblick auf Faserabmessung, -geometrie und -qualität kommt der Spinndüse im Fertigungsprozess zentrale Bedeutung zu. Gewöhnlich verwendet man Edelmetall- oder Edelstahldüsen, aber auch keramische Düsen sind schon auf dem Markt. Kapillardurchmesser kleiner als 50 Mikrometer stellen dabei kein Problem dar und es gibt ganze Düsenplatten, die eine Vielzahl von Kapillaren vereinen. Auch profilierte Kapillaren – mit einem länglichen Querschnitt, in Stern- oder Ringform – werden angeboten. Dreieckige Querschnitte erhöhen zum Beispiel den Glanz, andere Formen verändern den Griff der Faser. Eine besondere Filmtechnologie kann auch Netze aus Polyethylenfasern produzieren. Man erzeugt zunächst einen Polymerfilm, den man selektiv wieder auflöst, sodass ein Netz entsteht. Das so hergestellte Polyethylen ist damit benetzbar und unidirektional. Darüber hinaus besitzt es eine weiche, seidenartige Struktur, die für Materialien, die in konventionellen Verfahren hergestellt wurden, untypisch ist. Nachgeschaltete chemische beziehungsweise mechanische Verfahren können die Leistungseigenschaften des Materials weiter verbessern. Einige Einsatzgebiete sind zum Beispiel atmungsaktive Gewebe, Ionen-Transport ermöglichende Stoffe, verschiedene Filtermedien, wärmeisolierende und absorbierende Komponenten.

Cyclodextrine als Arzneimitteldepot

“Intelligente” Textilien sollen in Zukunft auch als Depot für Pharmazeutika dienen. Dazu verankert man Cyclodextrine – ringförmige Zuckermoleküle – auf den Fasern. Jedes Molekül bildet dann einen Hohlraum und kann darin hydrophobe Substanzen aufneh-

Schematische Darstellung des molekularen Aufbaus der Cyclodextrine. Die Glucosemoleküle ordnen sich in der „Sessel“-Form so an, dass die „Sitzflächen“ der „Sessel“ in etwa parallel zur Achse des Cyclodextrins stehen. Damit ergibt sich ein unterer Teil mit den Ring-Sauerstoffatomen und den C5-Atomen der Glucosemoleküle. Deshalb stehen die Hydroxymethylgruppen (mit den primären Hydroxylgruppen) auch alle nach unten. Im oberen Teil befinden sich die Kohlenstoffatome 2 und 3 der Glucosemoleküle mit ihren – also den sekundären – Hydroxylgruppen (Abbildung: Science Forum an der Universität Siegen, Didaktik der Chemie; siehe auch CLB 3/2001)).



men. Wassermoleküle verdrängen diese und setzen somit den Wirkstoff frei. Schon geringste Mengen Feuchtigkeit, zum Beispiel Hautschweiß, reichen aus, um eingelagerte Substanzen freizusetzen und zu aktivieren. Ihre Speichereigenschaften haben die Cyclodextrine bereits auf Gardinen, Kleidung und Teddybären als Wirte für Aromen unter Beweis gestellt, was vor zwei Jahren noch Zukunftsmusik war (siehe CLB 3/2001).

Während die Stoffe eingelagerte Parfüms abgeben, können sie gleichzeitig auch Schweiß einschließen, bevor die darin enthaltenen Bakterien ihren unangenehmen Geruch verbreiten. Die nächste Wäsche entleert dann die Depots und man kann sie, beispielsweise per Duftspray, wieder auffüllen. Denkbar sind auch Krankenhaus-Textilien, in die keimtötende Substanzen integriert sind. Medizinische Unterwäsche könnte sinnvoll sein: Die feuchtigkeitssensiblen Wirkstoffe, die nach und nach abgegeben werden, könnten beispielsweise einem Patienten mit einer großflächigen Hauterkrankung das stundenlange Liegen in einem Salbenbett ersparen oder die Behandlung eines Sonnenbrandes erleichtern.

Elastizität macht schön

Viele Stoffe stellt man seit einigen Jahren auch in einer elastischen Variante her, indem Lycra-haltige Fäden mit eingewoben werden. Schon ein Anteil von zwei Prozent kann deutliche Effekte ergeben. Dadurch erhalten zum Beispiel Modedesigner eine größere kreative Freiheit, denn sie können Kleidung enger auf den Körper zuschneiden, ohne aufwändige Nähte zu benötigen, da die Kleidung sich automatisch anpasst. Ein elastischer Stoff knittert auch weniger, weil seine Oberfläche flacher ist und der Faden quasi immer wieder glattgezogen wird. Beim Weben bestimmt die Kette die Länge des Stoffes, der Lycra-Anteil befindet sich häufig

im Schussfaden und gibt so dem Träger auch eines engen Kleidungsstückes viel Bewegungsfreiheit, wie das Beispiel von Serena Williams zeigt... Selbst Organza, ein schleierartiges, etwas steifes Gewebe aus Natur- oder Chemiefasern, das Couturiers für hochwertige Abendmode verwenden, erhält inzwischen durch Lycra-Zusätze eine besondere, dehnbare Qualität.

Minimale Fasern für maximale Effekte

Eine ganz andere Stoffqualität stellten kürzlich amerikanische Wissenschaftler her: Sie produzierten Glaspolymerfasern. Die Faser besteht aus einem Glas mit einem Brechungsindex von 2,8 und einem Polymer mit einem Brechungsindex von 1,6. Die Forscher packten eine Polymerschicht sandwichartig zwischen zwei Glasschichten und rollten das Ganze mehrfach um einen Polymerkern. Die so erhaltene Faser mit 21 Schichten aus abwechselnd Glas und Polymer zogen sie unter Wärmeanwendung zu einem dünnen Garn mit einem wählbaren Durchmesser von 175 – 500 Mikrometern aus. Die dünnsten Schichten haben dabei Schichtdicken, die – salopp gesprochen – der Nanotechnik Einzug in die Faserherstellung gewährt.

Solche Fasern sind gleichzeitig Beispiele von photonischen Kristallen. Im Prinzip bestehen diese aus einer periodischen Gitterstruktur eines Materials, die in einem zweiten Material mit stark unterschiedlichem Brechungsindex eingebettet ist. Ergebnis: Licht wird durch diese Geometrien und Brechungseigenschaften so reflektiert, dass es praktisch nicht in die Struktur eindringen kann.

Ein unter Zusatz dieses Garnes gewebter Stoff kann nicht nur einen Barcode zur Identifizierung enthalten – eine mögliche Anwendung bei Uniformen – sondern auch Strahlung reflektieren. Solch ein "Spiegel-Stoff" – das Materi-

al kann schillernde Farbpracht aufweisen – wäre aber auch für einen Schutzanzug gegen Wärmestrahlung geeignet.

Als letztes Beispiel für eine außergewöhnliche Faser sei ein futuristisches Projekt genannt. Wissenschaftler wollen einen "Fahrstuhl ins Weltall" bauen. Der Raumfahrstuhl soll je nach Ziel in einige hundert bis etliche tausend Kilometer Höhe fahren und sich dabei – von Lasern am Boden angetrieben – an einem Kabel in sieben Tagen nach oben hangeln.

Einige Ingenieure gehen davon aus, dass sich moderne Fasern aus hochfesten, aber extrem leichten Kohlenstoff-Nanoröhren für ein solches Kabel eignen. Damit das Kabel nicht einfach nach unten fällt, müsste es an einem Objekt befestigt sein, das an einem geostationären Punkt kreist – also über einem festen Punkt der Erdoberfläche in 36 000 Kilometer Höhe. Das Kabel wäre zwischen Erdgeschoss und geostationärem Stockwerk gespannt. *MB/RK*

Große Anzeigen zu teuer?

Ein Eintrag in unserem Bezugsquellenverzeichnis kostet nur 4,50 Euro pro Zeile bzw. 2,25 Euro je mm und Spalte (+MWSt).

Für ein ganzes Jahr kostet ein typischer Eintrag mit vier Zeilen nur 216 Euro!

Ihr Unternehmen ist so Monat für Monat bei CLB-Lesern präsent.

Patentanmeldung in Femtosekundenanalytik

Krümmungsprofile von Wellenfronten ermitteln

Chemische Reaktionen laufen für den Menschen meist unsichtbar ab. Im Becherglas kann man zwar beobachten, wie sich die Farbe ändert oder wie aus einer Flüssigkeit manchmal ein Feststoff ausfällt. Um aber zu erkunden, was auf molekularer Ebene geschieht, reicht das menschliche Auge nicht aus. Die moderne Lasertechnik kann da helfen. Femtosekunden-Laser, wie sie im Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeit-Spektroskopie (MBI) entwickelt werden, erlauben den Vorstoß in die Welt der superschnellen Prozesse, berichtet jetzt das „verbundjournal“ des FVB.

Es geht dabei um Femtosekunden. Eine Femtosekunde entspricht einer Billiardstel Sekunden. Innerhalb dieser Zeit wandern Elektronen von einem Molekül zum nächsten. Chemische Reaktionen spielen sich also in solch kurzen Zeiträumen ab. Im Verhältnis zu einer Sekunde ist das ebenso wenig wie eine Sekunde zu knapp 32 Millionen Jahren.

Nobelpreis für Beweis

Mit Femtosekunden-Lasern – das sind Laser, die ultrakurze Lichtpulse aussenden – ist es möglich, Schnappschüsse von solchen Vorgängen zu machen. Für diesen Beweis und die Begründung der Femtochemie erhielt der in Ägypten geborene US-Forscher Ahmed Zewail 1999 den Chemie-Nobelpreis. Das theoretisch Machbare ist jedoch in der Praxis nur schwer

umzusetzen. Denn einerseits sind die Ansprüche an die Messtechnik enorm hoch. Und andererseits kann der Laserstrahl bei derart kurzen Pulsdauern eine für die Anwendungen nachteilige Struktur aufweisen.

Er muss deshalb auf eine bestimmte Art und Weise geformt werden. „Man braucht ein völlig neues Design und eine ausgeklügelte Messanordnung, damit der mühsam erzeugte ultrakurze Lichtpuls bei der Messung nicht wieder zerstört wird“, erläutert Rüdiger Grunwald vom MBI. Seine Gruppe widmet sich schon seit mehreren Jahren diesem Problem. In Zusammenarbeit mit Forschern vom Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik ist es ihnen jetzt gelungen, neuartige Messanordnungen zu entwickeln und als Patente anzumelden.

Das jüngste Verfahren wird derzeit geprüft, um auch in den USA den Patentschutz zu bekommen. Eines der Probleme, das mit Grunwalds Messanordnung gelöst wird, ergibt sich aus der Raum-Zeit-Kopplung des Signals, die bei ultrakurzen Pulsen auftritt. Das bedeutet, dass es unmöglich ist, die Pulseigenschaften an jedem Ort und zu jeder Zeit voneinander getrennt zu betrachten. Bei „klassischen Lasern“ geht das: Man bestimmt den Zeitverlauf des Signals und die Strahlausbreitung im Raum durch separate Messungen. Dies ist beim Femtosekundenlaser ausgeschlossen. Stattdessen müssen die zeitlichen Eigenschaften des sich ausbreitenden Wellenpakets „ortsaufgelöst“ bestimmt werden. Das heißt, man muss für jeden Ort ermitteln können, wie sich der Puls dort verhält.

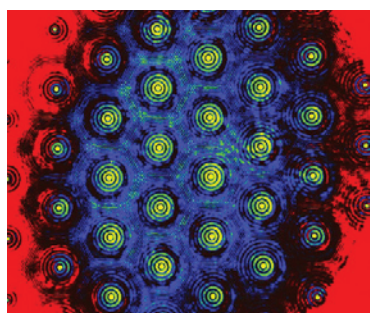
Die Idee mit der Optik

Grunwald ist deshalb auf die Idee gekommen, den Laserstrahl mit Hilfe von Dünnschicht-Mikrooptiken in eine Vielzahl von Strahlen

aufzuteilen und so zu formen, dass auf einem Detektor eine Matrix aus kreisförmigen Interferenzmustern erscheint. Intensitätsverteilung und Kontrast der einzelnen Ringe liefern dann Informationen über die lokalen Eigenschaften des Laserstrahls. Neben der Verteilung der zeitlichen Kohärenz gewinnt man zugleich Aussagen über das Krümmungsprofil der Wellenfront.

Anwendungsmöglichkeiten für solche Messanordnungen gibt es nicht nur in der Femtochemie. Auch physikalische Prozesse, die es zu detektieren gilt, laufen oft in Femtosekundenschnelle ab. Interessant sind die Laser ebenso für die Materialbearbeitung. Beispielsweise, um 3D-Strukturen in Kristalle einzuschreiben und so neuartige Lichtwellenleiter herzustellen. Grunwald und seine Kollegen haben bereits intensive Kontakte zu Industriepartnern aufgenommen, um die Forschungsergebnisse zu verwerten. Sie hoffen dabei auch auf die Hilfe des Forschungsverbundes Berlin e.V. (FVB). Grunwald: „Durch die Einrichtung einer Technologietransferstelle beim FVB eröffnen sich neue Möglichkeiten für eine offensivere Patentverwertung.“

Der FVB ist Träger von acht natur-, lebens- und umweltwissenschaftlichen Forschungsinstituten in Berlin, die alle wissenschaftlich eigenständig sind, aber im Rahmen einer einheitlichen Rechtspersönlichkeit gemeinsame Interessen wahrnehmen. Das Max-Born-Institut betreibt Grundlagenforschung auf dem Gebiet der nichtlinearen Optik und Kurzdynamik bei Wechselwirkung von Materie mit Laserlicht und verfolgt Anwendungsaspekte der Forschung. Schwerpunkte des Forschungsprogramms sind die Realisierung neuer Quellen für ultrakurze und ultraintensive Lichtimpulse und deren Einsatz in Physik, chemischer Physik und Materialforschung. *Ina Helms*



Interferenzmuster erzeugt von einem ultrakurzen Laserpuls (Foto: Grunwald; groß als Titelbild).

Enzyme machen Holzfasernstoffe umweltfreundlicher Hydrolasen ersetzen Klebstoffe

Holzfasern-Erzeugnisse werden als vielseitige Werkstoffe in der Möbel- und Verpackungsindustrie, im Baugewerbe und im Automobilbau eingesetzt. Je nach Verwendungszweck gibt es Ausführungen unterschiedlicher Dichte: Faserplatten von geringer Dichte werden als Dämmplatten auf Dächern oder zur Dämmung von Wänden und Fußböden im Innenbereich bei Fertigteilhäusern verwendet. Mitteldichte Faserplatten bilden den Kern der meisten Regalbretter, Arbeitsplatten, Küchen- und Büromöbel. Sie sind mit bunten Kunststofffolien oder edlen Furnieren verkleidet. Aus Faserwerkstoffen hoher Dichte und Festigkeit schließlich stellt man Formteile, Trennwände, Laminatfußböden und Möberrückwände her.

Ein großer Vorzug der Faserplatten besteht darin, dass sie sich im Gegensatz zu Brettern aus Vollholz kaum verziehen und gleichmäßig belastbar sind. Ihre hohe Festigkeit verdanken sie dem Zusatz von Kunstharzen, welche die aus Holz und Holzabfällen gewonnenen Zellulosefasern zu einem festen Verband verkleben und außerdem vor Feuchtigkeit schützen. Allerdings wird dies durch einige Nachteile erkauft. Für den Anwender zählt vor allem, dass giftiges Formaldehyd über Jahre in die Raumluft ausgast. Es steht im Verdacht, vor allem allergene Beschwerden auszulösen. Nur eine gute Versiegelung der Oberflächen



Faserstoff gewinnt man im allgemeinen durch thermo-mechanischen Aufschluß (Zerfaserung) aus Holzhackschnitzeln.

und Kanten kann verhindern, dass der von der Europäischen Union festgelegte Grenzwert überschritten wird. Erschwert wird auch die Entsorgung der ausgedienten Faserwerkstoffe. Der Kleber, der zu etwa 10-15 Prozent zugesetzt wird, besteht aus synthetischen Harzen wie zum Beispiel Harnstoff, Phenol- beziehungsweise Melaminformaldehydharz oder Mischungen. Sie verwandeln den natürlichen Werkstoff Holz in Sondermüll. Nach den neuen Entsorgungsbestimmungen darf er nicht wie unbelastetes Holz verbrannt werden. Die Anforderungen an die Verbrennungsanlagen sind wesentlich höher, die Entsorgung also teurer.

Bei der Herstellung von Faserplatten wird zunächst Holz in Scheibemühlen zerkleinert. Bei einer Temperatur von 160 bis 200 Grad Celsius und unter Dampfeinwirkung lösen sich dabei die länglichen Zellen oder Fasern voneinander, denn bei diesen Bedingungen wird das Lignin, das Holzfasern in Längsrichtung miteinander verklebt, weich. Anschließend werden aus den Fasern homogene Vliese gestreut und gepresst. Auf diese Weise entstehen selbst großflächige Platten, die sich durch gleichmäßige mechanische Eigenschaften auszeichnen.

Auf der Suche nach umweltfreundlichen Herstellungsverfahren, die ohne synthetische Klebstoffe auskommen, haben Wissenschaftler des Instituts für Holz- und Papiertechnik an der Technischen Universität in Dresden einen vielversprechenden Weg beschritten und erste Erfolge erzielt.

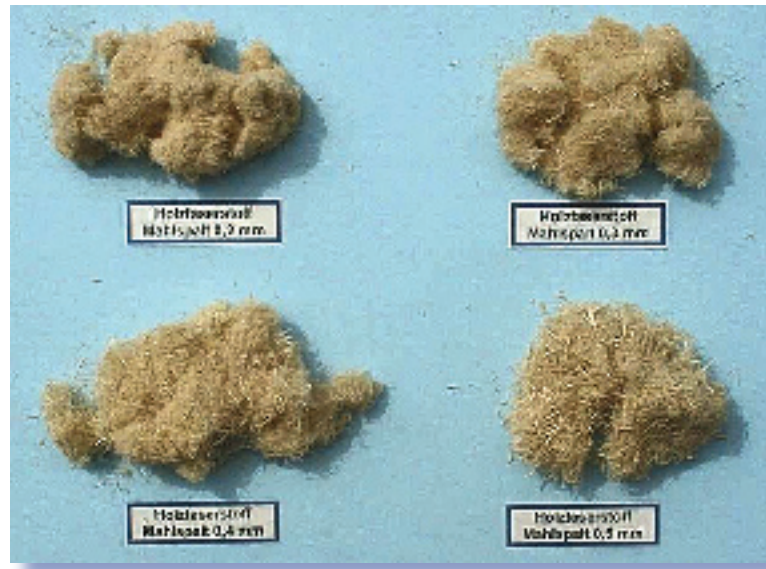
Schon lange ist bekannt, dass beim Holzwachstum die zum Teil extrem starken Bindungen zwischen den Holzfasern durch Enzyme geknüpft werden. Der Gedanke lag also nahe, die Bindungsmechanismen des Naturholzes zu nutzen, um die zunächst losen Fasern wieder fest miteinander zu vernetzen. Im In- und Ausland sind Forschergruppen damit beschäftigt, verschiedene Enzymsysteme auf ihre Eignung zu testen. Die Dresdner haben zusammen mit Partnern wie dem Sächsischen Institut für Angewandte Biotechnologie in Leipzig Hydrolasen, genauer Xylanasen und Zellulasen, untersucht. Diese Enzyme wirken als Biokatalysatoren sowohl bei der Bildung als auch beim Abbau der Holzsubstanz. Die Forscher fanden

Der Faserstoff wird mit synthetischen Harzen, z.B. Harnstoff-, Phenol- bzw. Melaminformaldehydharz und Mischungen beieimt, getrocknet, zu einem Vlies geformt und gepresst (Abbildungen: Uni Dresden).



heraus, dass diese Enzyme die Hemizellulosen und Zellulosefibrillen tatsächlich so verändern, dass sich verstärkt Zwischenfaserbindungen über die zahlreichen Hydroxylgruppen ausbilden können. Es genügen bereits drei Prozent Enzymzusatz im Faserbrei und nur wenige Minuten Einwirkzeit. Nach dem Trocknen und Pressen entstehen dann stabile Faserplatten, deren Festigkeit der herkömmlich hergestellter Erzeugnisse nicht nachsteht.

Da die zugesetzten Enzyme als natürliche Eiweißstoffe im Gegensatz zu synthetischen Klebstoffen kein Risiko für Gesundheit und Umwelt darstellen, rechnen die Wissenschaftler damit, dass die neuen Faserwerkstoffe auf dem Markt gut angenommen werden. Sie erwarten auch, dass es gelingt, Enzymanteil und -preise weiter zu verringern. Hydrolasen sind heute schon „Billig-Enzyme“ und daher für die technische Nutzung ideal. In Zukunft sollte es Biotechnikern gelingen, mit einigen Kunstkniffen die Wirksamkeit der



Holzfasernstoffe mit verschiedenen Feinheitsgraden

Hydrolasen weiter zu erhöhen. Für Land- und Forstwirtschaft bedeutete die Neuentwicklung neue Marktchancen für nachwachsende Rohstoffe, denn auch Fasern aus Schwachholz, aus Getreide- und Rapsstroh, Flachs oder Hanf eignen sich als Grundstoffe und würden verstärkt nachgefragt. Die

Aussichten auf Erfolg sind also nicht schlecht. Dennoch wird es einige Jahre dauern, bis die neuen umweltfreundlichen Faserplatten auf den Markt kommen.

Mechthild Käßer



Jetzt bestellen: Einbanddecken CLB 2002 (rechts) für je 9 Euro (Preise incl. MWSt., plus Versandkosten)

und aus Restbeständen von CLB-Archivsystemen (v.l.): Sammelschuber und Sammelmappen (mit Metallstab-Aufhängung der Hefte) für je 6 Euro (alles ohne Hefte, ohne Bindung; Komplettangebot auf Anfrage).

Zudem: Jahres-CD mit PDF-Dateien der Ausgaben CLB 01-2002 bis 12-2002 für 3 Euro).

Bestellung bitte per Fax 06223-9707-41 oder per e-Mail an service@clb.de.



Kontrollierte Ablösung schichtweise aufgebauter Filme

Gesteuerte Pharmaka-Freisetzung

Die Wirksamkeit von Arzneistoffen kann ganz entscheidend von der richtigen Beschichtung der Pillen und Pflverchen abhängen. Ausgeklügelte Coatings ermöglichen beispielsweise, dass die Wirkstoffe zeitlich verzögert und erst an ihrem Zielort im Organismus freigesetzt werden.

Japanische Forscher um Mitsuru Akashi entwickelten einen ultradünnen Film mit eingebautem Selbstzerstörungsmechanismus, der für eine kontrollierte Freisetzung des Inhalts sorgen könnte. Der Film basiert auf der elektrostatischen Anziehungskraft zwischen alternierenden Schichten aus einem anionischen Biopolymer und einem kationischen synthetischen Polymer. Als Biopolymer

wählten die Forscher Desoxyribonucleinsäure (DNA). Die äußerste der Schichten besteht aus dem synthetischen Polymer. Auf diese äußerste Schicht wird eine weitere Schicht elektrostatisch aufgetragen. Sie besteht aus DNase I, einem Enzym, das DNA in kleine Bruchstücke aufspaltet. In dieser gebundenen Form ist das Enzym inaktiv.

Die Selbstauflösung des Films beginnt, wenn er mit einer Lösung in Berührung kommt, die Calcium- und Magnesium-Ionen enthält. Die Ionen sättigen die negativen Ladungen des angelagerten Enzyms ab und heben so die elektrostatische Anziehung zu der darunter liegenden synthetischen Polymerschicht auf, das Enzym wird frei. Gleichzeitig aktivieren

und stabilisieren die Calcium- und Magnesium-Ionen die DNase I. Nun beginnt, die DNA-Schichten nach und nach zu zerschneiden. Die DNA-Schnipsel lösen sich ab und bilden nunmehr lösliche Komplexe mit dem synthetischen Polymer. Wie schnell der Auflösungsprozess von statten geht, hängt von der Konzentration der Calcium- und Magnesium-Ionen ab sowie von der Menge Enzym in der finalen Schicht.

Die einzelnen Komponenten einer nach diesem Prinzip aufgebauten Pharmaka-Beschichtung könnten beispielsweise so aufeinander abgestimmt werden, dass erst die konkreten physiologischen Bedingungen, die im Zielorgan herrschen, die Auflösung der Schicht bewirken.

Ultrafeine Sonde erfasst die Nährstoffversorgung in Pflanzen

Bananenblätter unter Druck

Den Transport von Wasser und Nährstoffen in Pflanzen untersuchen Biotechnologen von der Universität Würzburg mit einer speziellen Sondentechnik. Damit waren erstmals kontinuierliche Messungen möglich, ohne dabei die Pflanzen so zu verletzen, dass sie in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden.

Bei der Xylemdruck-Sondentechnik stechen die Forscher ultrafeine Elektroden gezielt in die Wasserleitungsbahnen einer intakten Pflanze. Zunächst erfasste man, welcher Druck dort herrscht – das gibt Aufschluss darüber, wie gut eine Pflanze mit Wasser versorgt ist. Der Biologe Dr. Lars Wegner entwickelt diese minimal-invasive Technik seit 1996 weiter. Er hat begonnen, mit der Sonde auch elektrische Spannungen und die Konzentration von Nährstoffen zu

messen. In den vergangenen zwei Jahren hat er sich vor allem auf Kalium konzentriert, zurzeit tüftelt er daran, den pH-Wert bestimmen zu können. Außerdem plant er, die Palette der mit der Sonde messbaren Nährstoffe zu vergrößern.

Wegner ist zwar ein Mann der Grundlagenforschung, doch einen möglichen Einsatz der Sondentechnik kann er sich durchaus vorstellen: Man denke an ein großes Gewächshaus voller Tomaten, das computergesteuert bewässert und gedüngt wird. Jede Pflanze darin ist mit einer Sonde versehen, und sobald diese zum Beispiel einen Mangel an Kalium registriert, versorgt die Computersteuerung die Not leidende Tomate umgehend mit einer Extra-Portion Kalium.

Weitaus näher an der Gegenwart ist ein anderes Projekt, das Wegner Anfang 2003 in die Wege geleitet hat: Es geht darum festzu-



stellen, wie sich der Wasser- und Nährstoffhaushalt von Keimlingen verändert, wenn diese mit leicht salzhaltigem Wasser versorgt werden. Bei diesem Projekt kooperiert der Würzburger Biologe mit Wissenschaftlern der Hebrew University Jerusalem. Die israelischen Forscher interessieren sich vor dem Hintergrund der Wasserknappheit dafür, inwiefern Kulturpflanzen auch mit Brauchwasser bewässert werden können.

So misst man an einer Bananenpflanze den Druck in den Wasserleitungsbahnen, die dort herrschende elektrische Spannung sowie die Kalium-Konzentration. Dazu führen Biologen eine multifunktionale Xylemsonde ins Blatt ein (Foto: Wegner).

Mediendatenbank für anspruchsvolle Anwendungen Schnell und komfortabel

Die leichte Bereitstellung digitaler Bilder – seien es mikroskopische Aufnahmen, Bildschirmfotos oder Tagungsdokumentationen – kann leicht zu einem Dateichaos auf der Festplatte führen. Abhilfe kann „iView MediaPro“ der Londoner Firma iView Multimedia Ltd schaffen, das bislang für Apple-Rechner auf dem Markt ist.

Das Programm ist kein High-End-System wie „Cumulus“ des Berliner Unternehmens Canto, das für große Medienserver konzipiert ist. Vielmehr spricht es diejenigen Anwender an, denen Apples eigene kostenlose Bildverwaltung iPhoto für das Betriebssystem Mac OS X nicht genug leistet. Jenes verfügt beispielsweise nur über eingeschränkte Suchmöglichkeiten und arbeitet bei vierstelligen Bildzahlen eher zäh als flüssig. Zudem hat man Mühe, seine Bilddaten in einer verzweigten Dateistruktur im Ordner „Benutzer/Bilder“ wiederzufinden, importiert man einfach über iPhoto Bilder aus digitalen Kameras; von vorhandenen Bilddateien macht das Programm Kopien, sodass viel Festplattenbedarf besteht.

Bildschirmfoto von iView mit einem Bildkatalog von mehr als 4000 Bildern.

Dererlei Schwachpunkte hat iView nicht. Das Programm arbeitet auch mit tausenden Fotos schnell, extrahiert Metadaten aus den Bilddateien wie Aufnahmezeit, Kameratyp, Blende etc, lässt aber die Dateien an ihrem zugewiesenen Ort auf der Festplatte. Und iView kann auch mit Video- und Tondateien, PDFs, HTML und sogar mit Satzdateien aus QuarkXPress sowie InDesign umgehen; es wird jeweils die erste Seite dargestellt. Neudeutsch spricht man wegen der unterschiedlichen Art der verwaltbaren Dateien bei iView als Programm für „Media Assets Management“. Die maximale Anzahl von Dateien pro Katalog soll 40 000 betragen. Es steht jedoch jedem frei, so viele Kataloge wie notwendig zu erstellen...

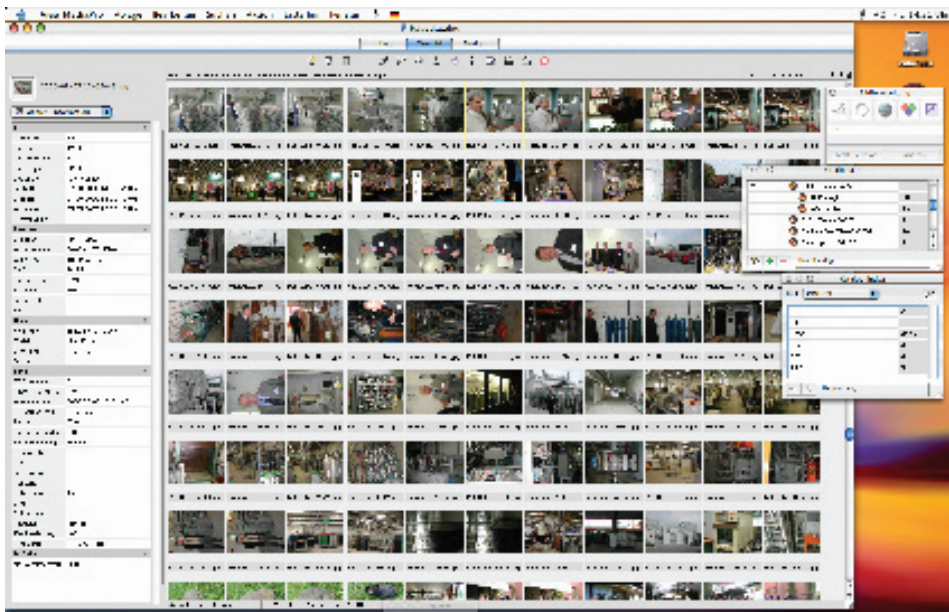
Die Dateien lassen sich drucken, als Webseiten ausgeben oder in Diashows überführen. Für international arbeitende Teams: iView lässt sich auf mehrere Sprachen umschalten.

Das Programm soll auch in einer Version für Windows in Planung sein. Auf dieser Plattform befindet es sich dann allerdings in

Konkurrenz zu (derzeit) billigeren Angeboten wie ACDsee, Camedia Master, CompuPic, Picasa, SmartDraw oder Photoshop Album. Zur Zeit kostet iView Media pro für MAC OS X (und frühere Versionen) 65 Euro (für den Freischalt-Code einer Demoversion) bzw. 100 Euro für das Programm auf CD mit Anleitungsheft. In Deutschland vertreibt iView ASH Application Systems Heidelberg, www.application-systems.de.

Immerhin müssen Windows-Benutzer sicherlich auf eine besondere Flexibilisierungsmöglichkeit von iView verzichten: die Automatisierung von Standardvorgängen über AppleScript. Für einfache Aufgaben liefert iView bereits vorgefertigte Applescripts mit. So ist es beispielsweise möglich, die bei Digitalkameras automatisch mitgespeicherten Aufnahmezeiten als Dateinamen zu erfassen. Ein Script, das automatisch eine Liste von Namen – getrennt durch Zeilenschaltung – von einem Textprogramm als Filenamen von Fotos einsetzen sollte, läuft unseren Tests nach jedoch nicht, weder bei Rechnern mit System 9.x noch bei OS X-Rechnern. weder mit AppleScript V1.8 noch V1.9. Bestimmt liefert das kostenlose Diskussionsforum auf der iView-Webseite hier bald Abhilfe (www.iView-multimedia.com).

Wer iView testen will, findet sowohl auf der ASH- wie auf der Website des britischen Herstellers einen Link zum Download einer Demoversion. Sie ist voll funktionsfähig und ermöglicht 45 mal einen Start des Programms. Spätestens dann sollten Macintosh-Anwender den Mehrwert gegenüber dem kostenlosen iPhoto erkannt haben. Die vielfältigen Im- und Exportformate von iView dürften auch in Zukunft mithelfen, den Vorteil von iPhoto mit seiner Integration in die anderen Macintosh-Beiprogramme wett zu machen. *RK*



Stifterverband: F&E-Geld knapp

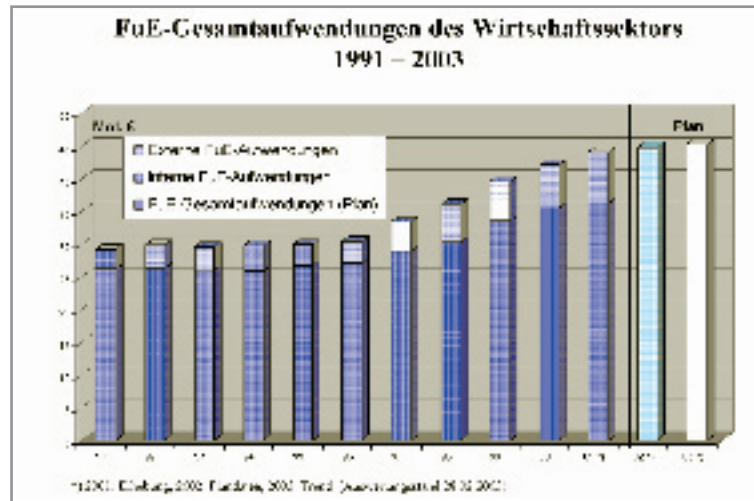
Die deutschen Unternehmen wendeten in 2002 insgesamt 44,9 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung auf. Das waren lediglich 1,7 % mehr als im Jahr zuvor (FuE-Aufwendungen 2001: 44,1 Mrd. Euro). Für das Jahr 2003 äußern sich die Unternehmen noch zurückhaltender; sie erwarten eine Zunahme der Gesamtaufwendungen von nur noch 1 %.

Dies geht aus der alljährlichen Befragung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft bei den Unternehmen hervor. Die Daten des Stifterverbandes sind Grundlage der amtlichen nationalen und internationalen Statistik. „Durch die geringeren Zuwächse bei den F&E-Aufwendungen der Unternehmen flacht auch die Innovationsdynamik der deutschen Wirtschaft ab“, erklärte Prof. Dr. Manfred Erhardt, Generalsekretär des Stifterverbandes, jetzt in Berlin. Zurückzuführen sei dies auf die schwache Ertragslage vieler Unternehmen, die unsicheren Märkte, die weltpolitische Situation und den anhaltenden Reformstau in Deutschland. „Die Unternehmen tätigen ihre Zukunftsinvestitionen vorsichtiger und kurzfristiger.“

Trend: F&E auslagern

Der Trend in den Unternehmen, F&E auszulagern, hält an. So stieg der Anteil externer F&E kontinuierlich seit 1995 von 10,5 % auf 18 % in 2001, während der Anteil interner F&E kontinuierlich sank. Von diesen externen F&E-Aufträgen profitierten eher andere Unternehmen als staatliche Forschungseinrichtungen oder Hochschulen.

Die Großunternehmen wendeten zwar in absoluten Zahlen den Löwenanteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf (2002: 38,9 Mrd. Euro zu 5,5 Mrd. Euro der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)). Relativ gesehen



Einen gebremsten Anstieg für F&E-Aufwendungen weist die Grafik des Stifterverbandes der Deutschen Wissenschaft aus.

planen die KMU aber optimistischer. Von 2001 auf 2002 verzeichnen sie mit immerhin rund 4 % einen Zuwachs der F&E-Aufwendungen, aber nur 1,3 % der großen Unternehmen. An Personal haben die KMU in 2001 rund 6,7 % mehr Personal eingestellt, die Großunternehmen aber nur 1,6 %.

Staat auf Rückzug

Auch der Rückgang des Staatsanteils bei Forschung und Entwicklung hält an, sowohl bei der Finanzierung als auch bei der Durchführung von FuE. Finanziert Wirtschaft und Staat 1995 noch im Verhältnis 61,1 % zu 36,8 %, so liegen die Anteile in 2000 bei 65,5 % zu 32 %. Bei der Durchführung sind die Verhältnisse 1995: 67,4 % zu 33,6 %, im Jahr 2000 70,5 % zu 29,5 % (neuere Daten nicht verfügbar).

Noch hinter Korea

International steht Deutschland 2001 mit 2,49 % Forschungsanteil am Bruttoinlandsprodukt zwar vor Frankreich und Großbritannien aber hinter Schweden, Finnland, Japan, Schweiz, USA und Korea an 7. Stelle.

Chemie legt zu

F&E-Zuwächse fanden – soweit vorhanden – vorrangig in der Chemie (+ rd. 8%) und dem Fahrzeugbau (+ rd. 2 %) statt. Im Maschinenbau stagnierte die Entwicklung. Bei der Entwicklung des F&E-Personals

zeigen sich laut Stifterverband „deutliche Bremspuren“. Der Anstieg betrug 1998/1999 noch 6,5 %, 1999/2000 nur noch 1,9 % und 2000/2001 gerade einmal 0,59 %. Gleichwohl blieb die Entwicklung beim FuE-Personal immer noch günstiger als bei der Zahl der Beschäftigten in der Wirtschaft insgesamt.

Biotech trennt Spreu

40 Geschäftsaufgaben gegenüber lediglich etwa 27 Neugründungen im Bereich Biotech-Start-up im Jahr 2002 zeigen, dass sich die Biotech-Branche nach wie vor in einer Konsolidierungsphase befindet, die Spreu trennt sich vom Weizen. Immer noch kaufen US-Risikokapitalgesellschaften an deutschen Forschungsinstituten Technologien ein, um sie in den USA zu kommerzialisieren. Christoph Boehringer, Partner und Mitgründer des Biotech-Personalnetzwerkes Mediatum GmbH in Heidelberg, sieht das Problem vieler Biotech-Start-ups im mangelndem Kommerzialisierungsmanagement. Als Lösung schlägt er vor, einem Unternehmen das genau zu seinem jeweiligem Entwicklungsstand passende Management von außen zu installieren.

Alles über Sprays und Zerstäuber

Günter Wosniak: **Zerstäubungstechnik – Prinzipien, Verfahren, Geräte**; 176 Seiten, 86 Abbildungen, Gebunden; Springer Verlag, Heidelberg 2003; ISBN 3-540-41170-4; 84,95 Euro.



Unter dem Begriff „Zerstäuben“ versteht der Autor im Rahmen des Buches das Zerteilen von Flüssigkeiten in Einzeltropfen. Mit den Erfahrungen aus Vorlesungen im Fach „Zerstäubungstechnik“ für Maschinenbau- und Verfahrenstechnik-Studenten entstand dieses Grundlagenwerk. Ausgehend von fluidmechanischen Grundlagen aus der Mechanik und Thermodynamik wie Oberflächenspannung, Benetzung und Strömung führt das Buch zu den Tropfenbildungsmechanismen. Das durch den Prozess des Zerstäubens entstandene Tropfenkollektiv (der Sprüh, oder, oft aus dem englischen Sprachgebrauch übernommen, das Spray) steht im

Mittelpunkt der folgenden Seiten. Die Beschreibung von Tropfengrößen und technischen Zerstäubern gibt Interessenten aus allen Branchen Hinweise zur Düsenauslegung und Beurteilung von Sprays. So zeigt die

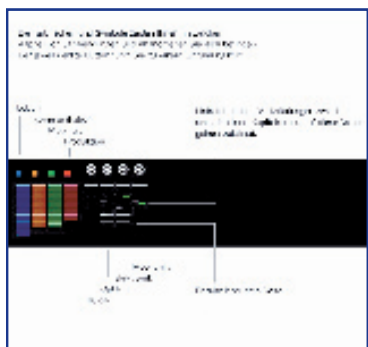
schematische Darstellung eines Parfüm-Zerstäubers, von welchen geometrischen Größen und Stoffdaten die Eigenschaften eines Sprays abhängen.

Mit den Kapiteln über Verfahren wie Viskositätsbestimmung und Tropfengeschwindigkeitsmessung kann das Werk auch als Grundlage zur Analyse von Zerstäubungssystemen dienen. Hier beschreibt der Autor beispielsweise den Einsatz der Laserbeugungsspektrometrie zur Messung von Partikelgrößenverteilungen von Tropfen im Bereich zwischen einem Mikrometer bis hin zu einigen Millimetern. Auslegungs- und Berechnungsbeispiele und Aufgaben mit erklärenden Grafiken und Lösungen vertiefen den dargebotenen Stoff auf 34 der insgesamt 176 Seiten. Dabei kann man beispielsweise das Abschätzen von Tropfengrößen oder Verdunstungsgeschwindigkeiten üben. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis ergänzt die Informationen über die Materie des Zerstäubens von Flüssigkeiten. Das abschließende – mit zwei Seiten knapp gehaltene – Sachverzeichnis gibt über das Inhaltsverzeichnis hinausgehende Hinweise zum Auffinden der für ein bestimmtes Problem relevanten Seiten.

Das mit erklärenden grafischen Darstellungen und notwendigen Formeln versehene Grundlagenwerk bietet Lesern mit unterschiedlichen Vorkenntnissen und Anwendungswünschen eine gut verständliche Einführung in die Zerstäubungstechnik. Dabei ist es auch als Leitfaden zur Auslegung und Analyse von Zerstäubungssystemen geeignet. *MB*

Große Reisen in kleine Welten

Mikrowelten – eine Reise in die Mikrosystemtechnik; Multimedia-CD für PC und Macintosh; VDI/VDE-Technologiezentrum 2002; ISBN 3-89750-107-4; kostenlos per email zu bestellen: bovenschulte@vdivde-it.de.



Die „Mikrowelten“ sind unterteilt in die Basisgebiete Fluidik, Optik, Elektronik und Mechanik. Zu jedem Bereich gibt die CD Informationen über den Einsatz und die Funktion entsprechender Mikrosysteme in Leben, Kommunikation, Mobilität und Produktion (siehe Bildschirmausschnitt links). Beginnt man eine Reise beispielsweise mit der „Guided Tour“, kann man durch Anwählen von „Mikro-

spektrometer“ erfahren, dass hier die Themen Spektrum, Lichtbeugung und Absorption aus dem Bereich Optik eine Rolle spielen. Die einzelnen Themen sind wiederum anwählbar und liefern zusätzliche Informationen. Das Mikrospektrometer wird in einer interaktiven Animation gezeigt und man kann auch gleich üben, die richtigen Spektren für die Objekte Zitrone, Tinte, Blatt und Apfelschorle zuzuordnen. Ein anderer

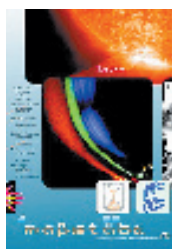
Punkt ist der Gassensor, dessen Anwendung die CD interaktiv erläutert (Abbildung unten).

Der Menüpunkt „Liliput“ berichtet über die Schwierigkeiten, die Gulliver aus wissenschaftlicher Sicht im Lande Lilliput hätte. Als Mikronaut kann man eine verschwundene Mikrosonde aufspüren und dabei gleichzeitig die Anwendungen und Phänomene der Mikrosystemtechnik näher kennenlernen. Schließlich bietet die CD noch den Film „Future Concepts“, der zu Visionen der Mikrosystemtechnik führt. Im Innovationsworkshop kann auch jeder seine eigenen Ideen und Erfindungen dazu darstellen. *MB*



Neue Broschüren

ZUM LICHT ist das dritte Magazin in der Reihe „maßstäbe“ der **Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)**. In journalistischem Stil „erzählt“ das 56seitige Wissenschaftsjournal Geschichten aus der Wissenschaft der Physik, aus der Welt des Messens, aus der PTB. Die maßstäbe können kostenlos bei der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der PTB bestellt werden. www.ptb.de.



CHANCE FÜR DEUTSCHLAND – DAS 6. FORSCHUNGSRAHMENPROGRAMM Die Broschüre gibt einen umfassenden Überblick zum Inhalt des Rahmenprogramms und vermittelt Ansprechpartner in den nationalen Kontaktstellen, die zur Beratung eingerichtet worden sind. Sie kann kostenlos beim **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** bestellt werden: Tel. 0180 5262302; www.rp6.de.

INGENIEURIN WERDEN!?! Mit der neu erschienenen Broschüre möchte das **Frauen- und Gleichstellungsbüro der Fachhochschule Osnabrück** in einem bundesweit einmaligen Vorhaben Schülerinnen ausgewählter Gymnasien, Gesamt- und Realschulen in der Osnabrücker Region für ingenieurwissenschaftliche Bereiche gewinnen. Anders als bisher üblich kommen hier die Studentinnen technischer und agrarwissenschaftlicher Fachbereiche selbst zu Wort. Tel. 0541 9692955; frauenbuero@fh-osnabrueck.de.

BIOSYSTEMS SOLUTIONS Das englische Kundenmagazin von **Applied Biosystems** erscheint dreimal pro Jahr. Es informiert darüber, was in den Lebenswissenschaften in und um Europa geschieht. Es enthält Forschungsartikel, aktuelle Nachrichten und Produktinformationen mit speziellen Angeboten von Applied Biosystems genauso wie Informationen zu anwendungstechnischen Seminaren. Um ein Freiemplar zu erhalten mailen Sie an abdirect@eurappliedbiosystems.com mit dem Betreff „newsb“.



LATENTWÄRMESPEICHER In den letzten Jahren haben Forschung und Entwicklung zu Latentwärmespeichern große Fortschritte gemacht. Das Spektrum der Forschungsarbeiten zu den Phase Change Materials (PCM) ist ebenso vielfältig wie die denkbaren Anwendungen. Mit einer effizienten Wärmespeicherung mittels PCM können viele „Wärmequellen“ wie Solarenergie aber auch Abwärme aus Industrieprozessen und Kraftwerken wirtschaftlich nutzbar gemacht werden. Mit dem Themen-Info stellt **Bine** – der Informationsdienst der Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH – die Grundlagen der Latentwärmespeicherung vor und zeigt verschiedene Möglichkeiten der Konfektionierung oder Verkapselung in Trägermaterialien. Erste Produkte am Markt komplettieren die 12seitige Information. Tel. 0228 923790; www.bine.info.



TERMINE

Mai 2003

MALDI-MS zur Analytik von synthetischen Polymeren
Kolloquium der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin
Tel. 030 81041633; www.bam.de

05.-06.05.2003

Labordaten auswerten mit Excel I
Seminar vom Haus der Technik e.V. in Essen
Tel. 0201 18031; www.hdt-essen.de

09.05.2003

Chemische Gasesstechnik
Dräger-Röhrchen und CMS
Seminar der Dräger Safety AG in Lübeck
Tel. 0451 8822185; www.draeger-safety.de

16.05.2003

Gefrierschneiden im industriellen Anwendungsbereich
Seminar von Leica in Bensheim
Tel. 06251 1360; www.leica-microsystems.com

16.-17.05.2003

Zeit- und Kostenoptimierung von klinischen Studien
Intensiv-Seminar vom Pharmaceutical Training Institute in Frankfurt am Main
Tel. 06196 585131; www.pti-aktuell.de

20.-21.05.2003

Analysenergebnisse an Spezifikationsgrenzen
Seminar der Isomehr GmbH in Weinheim
Tel. 0681 9762744; www.isomehr.com

23.05.2003

Abfallseminar für Einsteiger
Grundlagenschulung vom Umweltinstitut Offenbach in Offenbach
Tel. 069 810679; www.umweltinstitut.de

24.-25.06.2003

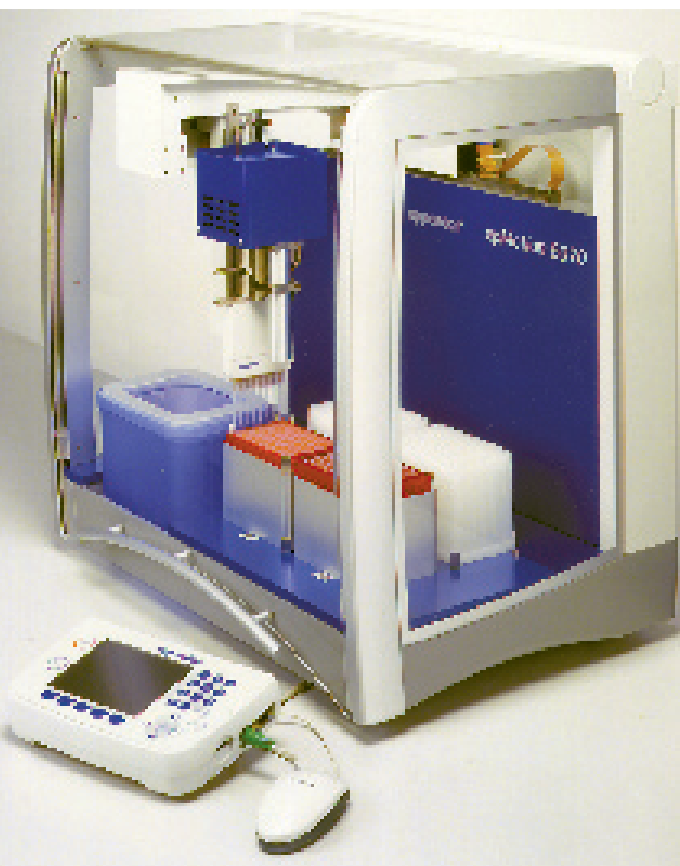
Die Analytik von Abfall
Kurs im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe in Eggenstein-Leopoldshafen
Tel. 07247 824801; <http://fortbildung.fzk.de>

26.06.2003

Anwender-Training Rheologie
Workshop von Bohlin in Pforzheim
Tel. 07231 580360; www.bohlin.de

Arbeitsplatz zum Dosieren

Die neue Workstation epMotion 5070 der Eppendorf AG ermöglicht zügige und reproduzierbare Dosierungen mittels Pipettieren, Dispensieren und weiteren Dosiervarianten. Detaillierte Vorkenntnisse und lange Trainings sind nicht erforderlich.



Bisher manuell durchgeführte Abläufe lassen sich einfach und schnell auf die Workstation epMotion 5070 übertragen. In der Routine erprobte Pipettierabläufe bleiben erhalten. Durch diese hohe Analogie zu manuellen Pipetten und zur gewohnten manuellen Arbeitsweise wird ein Umstieg auf den Automaten erleichtert.

Die Bedienung erfolgt an der Tastatur des Control Panels. Die angeschlossene Maus erlaubt die freie Bewegung des Cursors über den integrierten Bildschirm. Durch den Verzicht auf eine Bedienung über den PC wird zusätzlich wertvolle Laborfläche freigehalten.

Nach dem Einsetzen des Dosierwerkzeuges laufen alle folgenden

Schritte vollautomatisch ab: Das Dosierwerkzeug nimmt die Pipettenspitze auf, die zu dosierende Flüssigkeit wird aus einer Vorlage aufgenommen und in ein oder mehrere Zielgefäße abgegeben. Mit dem Abwurf der Pipettenspitze wird im Normalfall die Dosierung abgeschlossen.

Eine optische Sensorik kontrolliert und stellt die Zuverlässigkeit der Ausführung sicher: die Überprüfung der Flüssigkeitsmengen, der vorgelegten Pipettenspitzenart sowie der eingesetzten Gefäße mit der Programmierung.

Der Transport beziehungsweise die Archivierung von Parametern erfolgen mit einer neuartigen Multi-Media-Card-Technologie.

Die Workstation epMotion 5070 erlaubt schnelles Befüllen von Platten mit zum Beispiel Puffer im 384er Maßstab. Ebenso ist es möglich, aus anderen Formaten (zum Beispiel 4 x MTP 96-Well) eine MTP 384-Well zu bestücken. Natürlich lassen sich auch Proben aus 96 Einzelgefäßen (Eppies) automatisch in eine MTP 96 übertragen.

Eppendorf AG

D-22331 Hamburg

Tel 040 538010 Fax 040 53801556

www.eppendorf.com

fünf Prüflingen pro Sekunde ist das Gerät besonders geeignet für die Online-Prüfung in der Fertigung, aber auch im Labor und an einfachen Handarbeitsplätzen zur Stichprobenkontrolle ist dieses Gerät einsetzbar.

Mit der gleichzeitigen Erfassung von Kraft, Weg und Schalterereignis nimmt der Schalterprüfer die komplette Schaltcharakteristik auf, bewertet diese an Hand spezifischer Merkmale wie zum Beispiel Schaltbetätigungs- und Rückschaltkraft, Vorlauf- und Rücklaufweg und stellt sie auf dem großen LCD-Display dar.

Über das Setzen von Toleranzfenstern können IO/NIO-Bewertungen als Schaltsignal an eine SPS übertragen werden. Die Messwerte der einzelnen markanten Stellen werden laufend im Gerät statistisch aufbereitet, so dass Max-/Min- und Mittelwert sowie Standardabweichung in einer eigenen Tabelle zur Verfügung stehen. Daneben kann die komplette Messkurve auch an einen PC übertragen werden.

Schnelle Wechsel an Schaltertypen mit unterschiedlichen Schaltcharakteristiken sind für das Digiswitch kein Problem. Dafür stehen 32 prüflingsspezifische Parametersätze zur Verfügung, die entweder per SPS oder per Menü am Gerät umgeschaltet werden können.

burster präzisionsmeßtechnik

gmbh & co kg

D-76593 Gernsbach

Tel 07224 6450 Fax 07224 64588

www.burster.de

Schalterprüfgerät für Produktion und Labor

Speziell entwickelt für die Prüfung von Schaltern und Tastern nach DIN 41635 und 41636 bringt Burster jetzt das Schalterprüfgerät Digiswitch Typ 5410 auf den Markt. Mit einer Messrate von bis zu

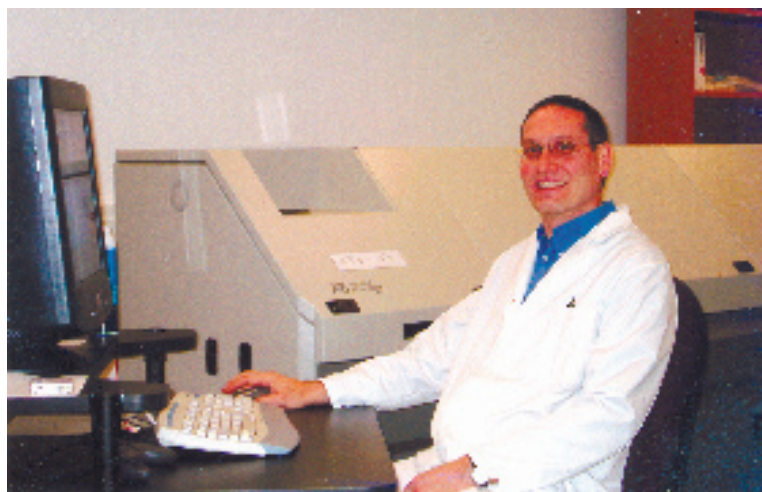


Proteom-Analysegerät

Das Hochleistungs-Tandem-Massenspektrometer 4700 Proteomics Analyser von Applied Biosystems begeistert die Wissenschaftler der biologischen Fakultät der Universität von York. Es ist das erste Proteom-Analysegerät von Applied Biosystems, das in einem Universitäts-Labor in England installiert wurde.

Analysegerät mit TOF/TOF Optik und API QSTAR Pulsar Hybrid LC/MS/MS System ein, um die zellulären Oberflächen-Glycoproteine von Mycobacterium avium zu studieren. Dies führt zu einem besseren Verständnis darüber, wie Mycobakterien menschliche Makrophagen infizieren.

Das Analyse-Gerät hat einige Begeisterung ausgelöst, nicht weil es ein neues Spielzeug ist, sondern



Dr. Jerry Thomas, Direktor des analytischen Biochemie-Labors, erklärt: Diese Einrichtung wurde gegründet, um unseren Forschern Techniken anzubieten, die sie normalerweise in ihren eigenen Labors oder Abteilungen nicht haben. Die Forschungslaboratorien bestimmen, was gekauft wird. Am dringendsten brauchen sie Techniken für die Proteom-Forschung. Einige Wissenschaftler haben das 4700-Proteom-Analysegerät getestet, und haben zweifelsfrei festgestellt, dass sie genau dieses Gerät wollten. Dabei waren die wichtigsten Entscheidungskriterien die hohe Proben-Durchlaufgeschwindigkeit und die einwandfreie Qualität der Daten.

Es hat eine Menge interessierter Nachfragen anderer akademischer Gruppen gegeben, sowohl von unserer als auch von anderen Universitäten. Desgleichen von einigen auswärtigen Firmen. Eine Gruppe von Wissenschaftlern des Chemischen Instituts an der Universität von York setzt das 4700-Proteom-

aufgrund der schnellen und einfachen Ergebnisse. Es ist ausserdem sehr benutzerfreundlich – sogar Studenten können es bedienen.

Applied Biosystems
Warrington, Cheshire, WA3 7QH, UK
Tel 01925 825650 Fax 01925 282502
<http://europe.appliedbiosystems.com>

Sequenzierung und Genotypisierung

Applied Biosystems, ein Unternehmen der Applied Biosystems Corporation, hat kürzlich eine kostenlose neue Software-Version für Benutzer des Applied Biosystems 3100 Genanalyse-Geräts herausgegeben.

Die Geräte-Software, Version 1.1, braucht nur das POP-4 Polymer und ein 36 Zentimeter langes Kapillarsystem, geeignet für mehrfache Anwendung, inklusive SNP Genotypisierung und -auswertung,

Mikrosatelliten-Analyse und Sequenzierung.

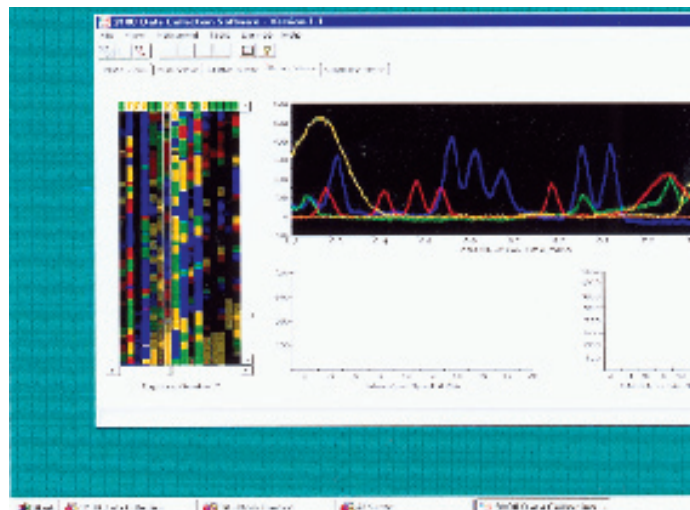
Die neue Software enthält ein Modul, das die ultraschnelle Sequenzierung in nur 40 Minuten erlaubt, 30 Prozent schneller als gewöhnlich. Dadurch wird die Produktion von Sequenzierdaten deutlich erhöht. Es können maximal 36 Sequenzierdurchgänge in 24 Stunden durchgeführt werden, was 576 Proben entspricht. Wie immer, bewegt sich die Genauigkeit der Ergebnisse bei Sequenzen über 500 Basenpaaren in einem Bereich von über 98 Prozent. Bei über 1000 Basenpaaren langen Sequenzen kann die Kapillarlänge auf 80 Zentimeter erweitert werden.

Die Applied Biosystems 3100 Software Version 1.1 bietet mehr Flexibilität, Automatisierungsmöglichkeiten und Benutzerfreundlichkeit.

Applied Biosystems
Warrington, Cheshire, WA3 7QH, UK
Tel 01925 825650 Fax 01925 282502
<http://europe.appliedbiosystems.com>

CLB-Mediadaten und Links zu Firmenseiten:

www.clb.de

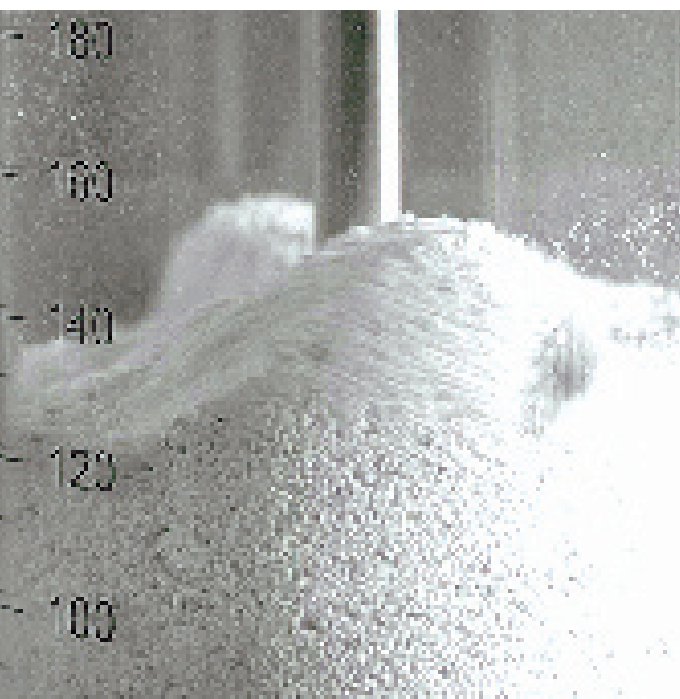


Pulver- Strömungsmesser

Freeman Technology hat sich auf Pulver-Fließfähigkeitsmessungen mit dem patentierten FT Pulver-Strömungsmesser spezialisiert. Das Unternehmen wird den FT4 der neuen Generation auf der diesjährigen Achema (19. – 24. Mai, Frankfurt) lancieren.

Als das einzige am Markt erhältliche Instrument, das zur Bestimmung der Fließenergien sowohl die Axial- als auch die Drehkraft (oder das Drehmoment) misst, ermöglicht der FT4 empfindliche und reproduzierbare Messungen, die echte Einblicke in die Eigenschaften und das Verhalten von Pulvern. Sowohl trockene als auch nasse Pulver lassen sich hinsichtlich der Hauptvariablen Durchlüftung, Verfestigung und Feuchtigkeitsgehalt beurteilen. Anwendungsbereiche sind die Entwicklung von Formulierungen, die Fertigung und die Qualitätskontrolle.

Freeman Technology
Malvern, Worchestershire, WR13 6LE, GB
Tel +44 1684 310860
Fax +44 1684 310236
www.freemantech.co.uk

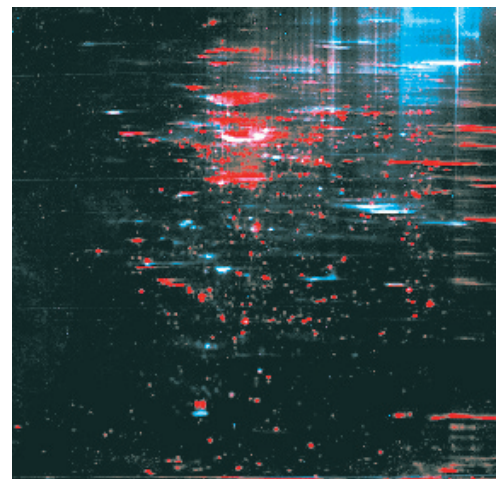


Detektion von Phosphoproteinen

Molecular Probes wird auf der Bioanalytica 2003 (München, 1.-4. April 2003) den neuen Pro-Q Diamond Fluoreszenzfarbstoff zur Detektion von Phosphoproteinen in Gelen vorstellen, die jüngste Ergänzung zur bereits bestehenden Multiplex-Proteomik-Plattform. Pro-Q Diamond ist der erste spezifische Fluoreszenzfarbstoff zur Detektion von Phosphoproteinen in Gelen und erlaubt die einfache Detektion von Phosphatgruppen an Tyrosin-, Serin- oder Threoninresten. In komplexen Proben ermöglicht der Farbstoff somit die spezifische und reversible Fluoreszenzdetektion von Phosphoproteinen. Im Gegensatz zu konventionellen Detektionssystemen ist es jedoch nicht länger erforderlich, das Gel auf eine Blottingmembran zu übertragen und mit spezifischen Antikörpern beziehungsweise Western-Blot-Detektionsreagenzien zu behandeln. Hinzu kommt, dass bei der Arbeit mit Pro-Q Diamond keine radioaktiven Proben mehr erforderlich sind.

Die spezifische Phosphorylierung von Proteinen ist einer der wichtigsten Bereiche in der Untersuchung posttranskriptioneller Proteinmodifikationen. Sie wird insbesondere für die Untersuchung zellulärer Krankheitsstadien, zum Beispiel bei Krebserkrankungen angewendet. Die Signalstärke des Fluoreszenzfarbstoffs korreliert dabei mit der Anzahl vorhandener Phosphatgruppen am Protein, wodurch es möglich ist, die Anzahl der vorhandenen Phosphatgruppen zu quantifizieren. Bei individuellen Phosphoproteinen ist die Signalstärke von Pro-Q Diamond über mindestens drei Größenordnungen linear.

Die Kombination des neuen Fluoreszenzfarbstoffs mit dem bereits bekannten Proteingel-Detektionsreagenz Sypro Ruby von Molecular Probes, erlaubt noch genauere Analysen komplexer Proteingemische. Das Proteingel-



Detektionsreagenz lässt hierbei ebenfalls quantitative Aussagen über die Gesamtproteinmenge im Gel über drei Größenordnungen hinweg zu und erlaubt somit eine akkurate ratiometrische Analyse, sowie eine verbesserte Identifizierung unterschiedlicher Phosphorylierungsstadien. Bei beiden Fluoreszenzfarbstoffen handelt es sich um die jeweils modernste Technik zur Proteinanalyse in 2-D-Gelen bei einfacher Anwendung.

Molecular Probes Europe B.V.
2333 AA Leiden, The Netherlands
Tel +31 71 5236850
Fax +31 71 5233419
www.probes.com

Kohlenmonoxid- Messung

Das neue Dräger-Röhrchen Kohlenstoffmonoxid 10/d der Dräger Safety AG & Co. KGaA (Lübeck) besitzt ein „schwefelsäurefreies“ Reagenz und richtet sich an alle Anwender, die darauf Wert legen. Das Röhrchen misst mit zehn Pumpenhüben der Gasspürpumpe accuro Kohlenstoffmonoxid im Bereich von 10 bis 300 ppm und mit einem Pumpenhub von 100 bis 3000 ppm. Die Querempfindlichkeit (Spezifität) gegenüber bei der Messung gleichzeitig vorliegenden Stoffen wurde verbessert.

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstr. 1 D-23560 Lübeck
Tel 0451 8822185 Fax 0451 8823122
www.draeger-safety.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 1164, 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



BIMSSTEINGRANULATE UND -MEHLE

Joseph Raab GmbH & Cie. KG
Postfach 2261
D-56512 Neuwied
Tel. 02631 913-178
Fax 02631 913-170



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



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

DOSIERPUMPEN

LEWA Herbert Ott GmbH + Co.
Postfach 1563, D-71226 Leonberg
Tel. 07152 14-0
Fax 07152 14-1303
E-mail: lewa@lewa.de
http://www.lewa.de

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



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN

LOT
061 51/88 06-0
Fax 061 51/89 66 67
www.LOT-Oriel.com



KALIBRATIONSSTANDARD

Starna GmbH
Postfach 1206, D-64311 Pfungstadt
Tel. 06157 2813, Fax 06157 85564
www.starna.de, starna@t-online.de

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN

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
http://www.koettermann.com

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

Wesemann GmbH & Co.
Postfach 1461, D-28848 Syke
Tel. 04242 549-0, Fax 04242 549-39
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



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



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



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

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

hünd Wetzlar GmbH
Postfach 100, D-35570 Marburg
Tel. 0344 2104-0
Telefax 0344 2104-11

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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

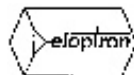


HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

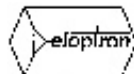
WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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

TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN



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

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!

Acetamid, Chlorwasserstoff oder dergleichen zu makromolekularen Verbindungen führen. Carbonsäure hat in gleicher Weise eine große Anzahl derartigen Aminosäuren als Gegenstück, die zum Teil in den Zuckern des Stoffes, die sich von Zuckerverbindungen durch Ersetzen von einem oder mehreren Kohlenstoffatomen durch Stickstoff, Sauerstoff oder eine andere Heteroatomart ableiten lassen. Die Carbonsäuren werden Nylon genannt. Die synthetischen Nylon-Fasern bilden sich aus Hexamethylendiamin ($\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$) und Adiponsäure ($\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$), die durch Erhitzen kondensieren und einen flüchtigen Wasserstoff abgeben. Die durch Erhitzen kondensierten Kohlenstoffatome sind durch Erhitzen in Kohlenstoffatomen zu ersetzen. Innerhalb dieser Kohlenstoffatome sind die Kohlenstoffatome durch einen oder mehrere Stickstoffatome ersetzt. Dabei Nylon 66, das die Verküpfung der verbleibenden Kohlenstoffatome dieses Ausgangsmaterials zu dem Makromolekül bildet, an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

Die Verküpfung der verbleibenden Kohlenstoffatome dieses Ausgangsmaterials zu dem Makromolekül bildet an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

Classisch ist die die Gruppierung $-\text{CO}-\text{NH}-$ eine Amideinheit, die sich durch Erhitzen von einem oder mehreren Kohlenstoffatomen und Stickstoffatomen zu dem Makromolekül bildet, an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

Das in Deutschland vorwiegend verwendete Nylon ist ein weißer chemischer Struktur des Nylons sehr ähnlich. Während man aber ein Elementarstrukturmolekül von Nylon Acetamid und Hexamethylendiamin verwendet, die die beiden Polymerisierbaren werden können, während es auch auf andere Weise durch Erhitzen von einem oder mehreren Kohlenstoffatomen und Stickstoffatomen zu dem Makromolekül bildet, an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

Das in Deutschland vorwiegend verwendete Nylon ist ein weißer chemischer Struktur des Nylons sehr ähnlich. Während man aber ein Elementarstrukturmolekül von Nylon Acetamid und Hexamethylendiamin verwendet, die die beiden Polymerisierbaren werden können, während es auch auf andere Weise durch Erhitzen von einem oder mehreren Kohlenstoffatomen und Stickstoffatomen zu dem Makromolekül bildet, an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

Nylon ist durch seine außerordentliche Festigkeit ausgezeichnet. Nylon ist die beste Festigkeit im festen Zustand. Nylonfasern, die von 4 und 8 bis 10 bis 12 von Viskose Rayon während der Verarbeitung in Cellulosegrundlage hergestellt werden, weisen eine ausgezeichnete Festigkeit im festen Zustand infolge der starken Querbindung der Wasserstoffbrückenbindungen der Cellulosemoleküle in einem starken Abfall ihrer Festigkeit. Nylon ist ein von synthetischen Fasern durch seine geringe Wasserabsorption, die Nylonfasern in einem hohen Grad wie die Textilfasern. Die spezifischen Gewichte der synthetischen Fasern liegen im allgemeinen niedriger als die der Cellulose-Kunstfasern, lediglich die die schweren Cellulosefasern. Die Cellulose-Kunstfasern, lediglich die die schweren Cellulosefasern. Die Cellulose-Kunstfasern, lediglich die die schweren Cellulosefasern.

Tabelle 1: Synthetische Fasern

Name	Chemische Grundstruktur	Seilfestigkeit R (kg/cm ²)	spez. Gew.
Fibrin	Polyvinylidencellulose	22-25	1,45
Rayon	Polyvinylidencellulose, nachchloriert	12-17	1,44
Serac, Cron	Polyvinylidencellulose	18-22	1,7
Orlon	Polycrylonitril	35-41	1,18
Vircon K	Vinylidencellulose	38-40	1,28

16. Polycondensate

Nylon (Nylon)	Polyamid	55-70	1,14
Kelvan U	Polyparaphenylen	45-55	1,2
Papelan, Amilar	Polyester	55-70	1,4

Über die reaktive Eigenschaft von Nylon zu sprechen ist ein bisschen zu früh, da es noch nicht möglich ist, Nylon zu synthetisieren. Nylon ist ein Polymer, das durch Erhitzen von einem oder mehreren Kohlenstoffatomen und Stickstoffatomen zu dem Makromolekül bildet, an den Endgruppen stehen. Bei der Kondensation entsteht eine Abgabe von Wasser, das in fast jeder Komponente abfängt, was die Bildung von Nylon. Die Strukturformel von Nylon sieht ungefähr so aus:

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für nur 87 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil. Damit sind Sie ständig informiert über aktuelle Entwicklungen in der Chemie, können diese mit der präsenten Kenntnis der Grundlagen klassifizieren, bewerten und nutzen!

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

**Kostenlos Probehefte anfordern unter
Fax: 06223-9707-41 oder
e-Mail: service@clb.de**



CLB

vermittelt
Wissen

konzentriert

Monat für Monat

aus Analytik, Biochemie

und anderen Bereichen moderner Chemie

als abonnentenstärkste Chemiezeitschrift Deutschlands*.

www.clb.de

* nach dem Anzeigenverzeichnis der Zeitschriften
In der letzten Auflage des Verzeichnisses 2007 in der Kategorie
Fachzeitschriften für die Wissenschaft, die Zeitschriften (29)
wurde die Mitgliedszahl der Abonnenten der Gesellschaften