

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

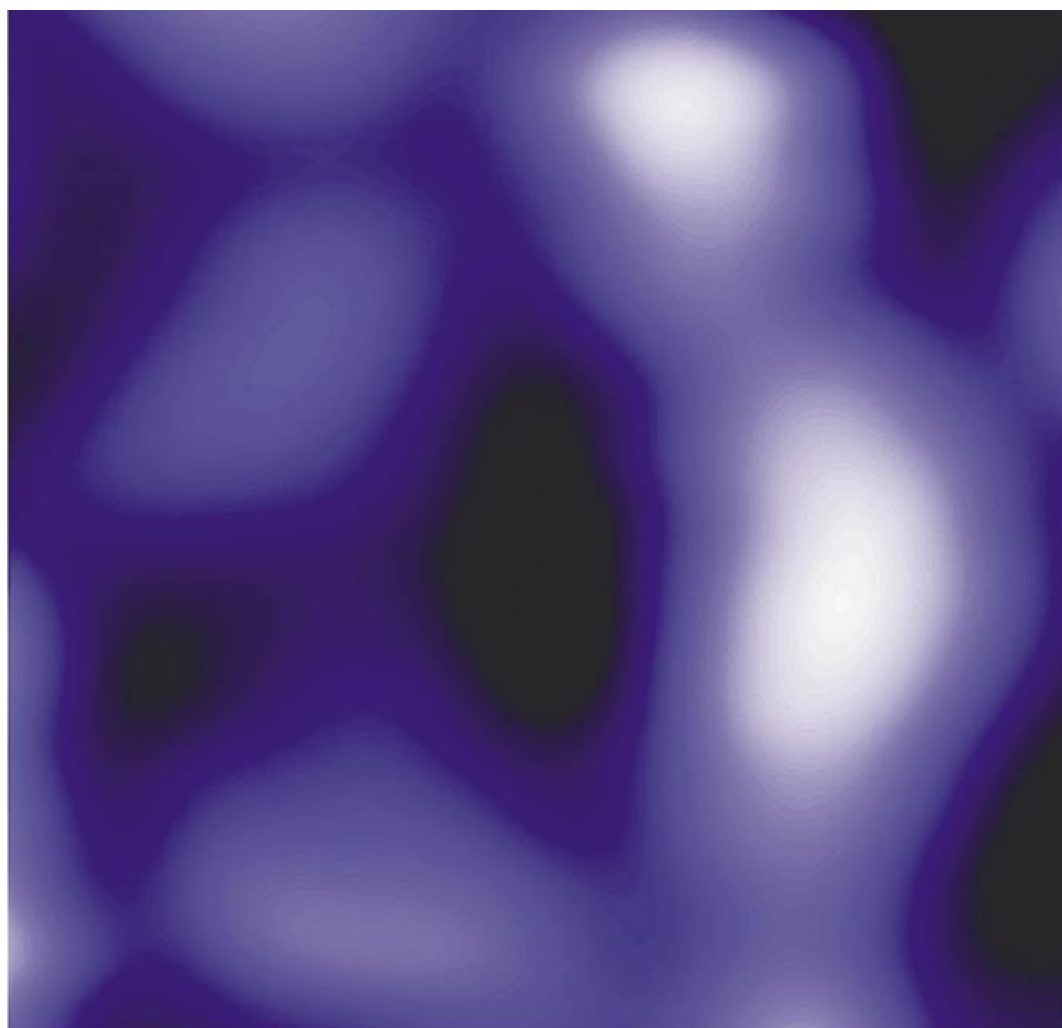
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



— 50 pm

- Molekular geprägte Kunststoffe
- Essigsäure und Acetate
- Chemie und Computer
- Selbstbau-Spektrometer

Fortschritt der Fotografie aus Sicht von 1954

Prognosen, die von vorhandenen Techniken einfach extrapolieren, können überraschende Einbrüche erleiden. Rechnete man 1954 bei der Weiterentwicklung der Fotografie noch mit immer aufwändigeren, verfeinerten Emulsionen, hat heute der Siegeszug der Digitalkameras die traditionellen Filme in die zweite Reihe verdrängt.

Die Entwicklung der Photographie

III. Von der Gelatineplatte zum Kleinbildfilm*)

Von Heinrich Hamal, Farbwerke Hoechst AG.

Gelatine als Bindemittel

Vollkommen neue und überraschende Perspektiven eröffneten sich der photographischen Technik, als zu Beginn der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts die Bromsilber-Gelatine-Emulsion auftauchte¹⁾. Eine neue Epoche der Photographie begann, deren Größe und Tragweite erst recht sinnfällig wird, wenn man bedenkt, daß die Gelatine-Verfahren nicht nur der Kritik des 20. Jahrhunderts standgehalten haben, sondern daß es auch trotz verschiedenster Bemühungen bisher noch nicht gelungen ist, einen vollwertigen Ersatz für die photographische Gelatine zu finden.

Schon recht frühzeitig, noch vor Einführung des Kolloidiums, wurden Versuche mit Gelatine als Bindemittel für Silberhalogenide angestellt, doch waren die im Laufe der Zeit gesammelten Ergebnisse keineswegs ermutigend, weshalb die Gelatine in Fachkreisen nur geringen Anklang fand. Erst dem englischen Arzte *R. L. Maddox* (1816—1902), der sich als Amateur mit der Niepotypie beschäftigte, blieb es vorbehalten, 1871 die ersten brauchbaren Gelatine-Trockenplatten herzustellen. Nachdem dieser Weg als erfolgverheißend erkannt war, setzte eine rege Erfindertätigkeit ein, die in rascher Folge die Überlegenheit der Gelatine-Schichten über die Kolloidiumplatten unter Beweis stellte. Nicht nur die Berufsphotographen, sondern mehr noch die Amateure waren an den neuen Platten interessiert, die in der denkbar günstigsten Weise die Vorteile

*) Teil I diese Ztschr. 5, 509, Teil II 5, 574 (1954).

¹⁾ Die physikalisch gesehen inkorrekte Bezeichnung „Emulsion“ für eine Suspension von Halogensilber in einem Schutzkolloid soll hier, dem photographischen Sprachgebrauch folgend, beibehalten werden.

des „nassen Verfahrens“ mit denen der Kolloidium-Trockenplatten vereinigten.

In Analogie zu den bisherigen photographischen Verfahren experimentierte man anfangs mit Emulsionen mit einem Überschuß an Silbernitrat, bei denen das Bild mit den üblichen „physikalischen“ Entwicklern hervorgerufen wurde. Bald erkannte man jedoch, daß ein geringer Überschuß an Kalibromid die Emulsion im günstigen Sinne beeinflusste und daß sich zur weiteren Verarbeitung die schon bei den Kolloidium-Trockenplatten erprobten „chemischen“ Entwickler vorzüglich eignen. Besondere Bedeutung erlangte 1878 eine Beobachtung *Charles Bennet's*, wonach die Empfindlichkeit der Emulsion durch einen längere Zeit dauernden Alterungsprozeß außerordentlich gesteigert werden kann. Während *Bennet* diese „Reifung“ bei etwa 30° vornahm und mehrere Tage dazu benötigte, bevorzugte man später höhere Temperaturen bei entsprechend verkürzter Zeit. Der weitere Ausbau dieser Arbeitsmethodik führte zur Siede-Emulsionierung, wie sie die gegenwärtige photographische Technik kennt. Die enorm hohe Lichtempfindlichkeit und die einfache Handhabung, die die hervorstechendsten Eigenschaften der Bromsilber-Gelatine-Schichten sind, ebneten zusammen mit der Möglichkeit der industriellen Herstellung dem Gelatine-Verfahren rasch den Weg, so daß bereits 1880 andere Verfahren fast nur noch in der Reproduktionstechnik üblich waren.

Bereitung der Emulsion

Zur Herstellung einer Siede-Emulsion läßt man die Gelatine zunächst in einer wäßrigen Kaliumbromidlösung etwas quellen, worauf sie durch gelindes Erwärmen in Lösung gebracht wird. In diese „Bromlösung“ läßt man im Dunkelraum bei annähernd 60° unter gleichmäßigem Rühren eine Silbernitratlösung langsam einlaufen, wobei auf einen steten Überschuß des Bromids zu achten ist. Durch $\frac{1}{2}$ - bis mehrstündiges Erhitzen auf 100° wird die Reifung bewirkt. Die Gelatine spielt die Rolle eines Schutzkolloids, das die Ausflockung des Silberbromids verhindert und zur Ausbildung einer gleichmäßigen Suspension feinsten Bromsilberkriställchen führt. Durch die Reifung tritt eine merkliche Vergrößerung der Bromsilberkörnchen auf, die von etwa 0,2 μ auf 2 bis 4 μ anwachsen. Bei geeigneter Beobachtungsweise kann dieser Vorgang mikroskopisch verfolgt werden, aber auch aus der makroskopischen Beschaffenheit der Emulsion läßt sich der Verlauf der Reifung beurteilen. Durch den *Tyndall-Effekt* erscheint eine Probe der Emulsion bei Tageslicht in der Durchsicht be-

trachtet gefärbt, wobei die Farbe mit fortschreitendem Kornwachstum von rot über orange in blaugrün und schließlich in die gelblich-weiße Eigenfarbe des Bromsilbers übergeht.

Nach beendeter Reifung wird noch Gelatine zugesetzt, und anschließend wird die Emulsion durch Abkühlung zum Erstarren gebracht. Die erhaltene zerkleinerte Masse wird zur Entfernung der bei der Fällung des Silberbromids entstandenen löslichen Mineralsalze gründlich mit Wasser ausgewaschen und dann erneut eingeschmolzen. Jetzt werden besondere Zusätze, wie optische Sensibilisatoren und Stabilisatoren beigemischt, die den endgültigen Charakter der nun gußfertigen Emulsion bestimmen.

Eine andere Art der Emulsionierung ist das Ammoniak-Verfahren, das 1880 durch *J. M. Eder* (1855—1944) Eingang in die Photo-Technik fand. Die Alkalibromid-Gelatinelösung wird hierbei mit ammoniakalischer Silbernitratlösung gefällt und die Reifung, für die nur kurze Zeit nötig ist, geschieht bei mäßiger Wärme. Die moderne photographische Industrie verwendet beide Verfahren, wobei natürlich Abwandlungen nach verschiedenen Richtungen üblich sind. So wird beispielsweise heute der Reifungsvorgang auf 2 Stufen aufgeteilt, d. h. die vorgereifte und bereits gewaschene Emulsion wird nach einem dritten Gelatinezusatz einer nochmaligen thermischen Behandlung unterworfen. Durch sorgfältige Abstimmung beider Prozesse können die Eigenschaften der Emulsion in weiten Grenzen variiert werden, wobei sich in großen Zügen sagen läßt, daß die Lichtempfindlichkeit, unter Einhaltung eines Optimalwertes, hauptsächlich von der Größe der Silberhalogenidkörnchen abhängig ist. Der Mechanismus der Reifung ist noch nicht vollkommen geklärt, aber seit 1925 weiß man durch die grundlegenden Arbeiten *S. E. Sheppard's* und seiner Mitarbeiter, daß die Empfindlichkeitssteigerung auf die Anwesenheit schwefelhaltiger Verunreinigungen in der Gelatine zurückzuführen ist. Mit einem enormen Materialaufwand konnte *Sheppard* aus normaler Emulsionsgelatine einen schwefelhaltigen Körper isolieren, der sich bei der chemischen Analyse als Allylsenfölerwies und in der Handelsgelatine in einer Konzentration von 1:300000 bis 1:1 Million vorkommt. Ähnliche Reifungskörper oder „Schwefelsensibilisatoren“ werden der reifenden Emulsion nun bewußt in geringen Mengen zugesetzt, wobei besonders substituierte Thioharnstoffe, Selenoharnstoffe, Isothiocyanate u. a. zur Anwendung kommen. Eine weitere bedeutende Verbesserung auf ganz anderer Basis brachte 1936 der von *R. Koslowsky* bei der Agfa entdeckte „Goldeffekt“. Spurenweiser Zusatz von Goldsalzen, beson-

ders komplexer Aurorhodanide zur ausgereiften Emulsion bewirkt einen nochmaligen Anstieg der Empfindlichkeit auf das 3- bis 4fache des Ausgangswertes.

Photographische Filme

Anfangs waren auch für das Gelatine-Verfahren Glasplatten die allgemein üblichen Schichtträger. Besonders von Seiten der Amateure wurde aber schon frühzeitig der Wunsch laut, die Zerbrechlichkeit und das hohe Gewicht der damals gebräuchlichen großen Formate zu reduzieren und ein neues und geeigneteres Trägermaterial zu schaffen. Streifenförmige Negativ-Papiere und Folien aus gehärteter Gelatine oder Kolloidium, zu deren Verwendung man zuerst griff, gaben nur mangelnde Ergebnisse und mußten bald zugunsten des Zelluloidfilms das Feld räumen. Im Zelluloid war ein Material gefunden, das hinsichtlich seiner Transparenz, Elastizität und seines geringen Gewichtes geradezu ideale Eigenschaften versprach. Der Zelluloidfilm geht auf *H. Goodwin* (1822—1900) zurück, der 1887 ein amerikanisches Patent darauf nahm. Auch *Georges W. Eastman* (1854—1932), ein kaufmännisch begabter Amerikaner, beschäftigte sich mit dem gleichen Gedanken und begann bereits 1888, nachdem in seinem Betriebe die erste Gießmaschine für Filme installiert war, mit der großtechnischen Herstellung photographischer Filme. Der für damalige Verhältnisse riesige Maßstab der Produktion und die großzügige Planung versetzten die Welt in Staunen und innerhalb kurzer Zeit war die „Eastman-Kodak-Company“ führend auf dem Gebiete photographischer Produkte. *Eastman's* Rollfilmen und seinen relativ billigen und einfach zu bedienenden Aufnahmeapparaten ist es zu verdanken, daß die Amateur-Photographie rasch weite Kreise der Bevölkerung eroberte und allmählich ein Faktor von wirtschaftlicher Bedeutung wurde.

Die kurzen Belichtungszeiten, die mit Bromsilber-Gelatineschichten erreicht werden konnten, waren Ansporn und Voraussetzung für die Aufnahme von Serienbildern rasch ablaufender Vorgänge. Dazu war es jedoch notwendig, das lichtempfindliche Material schnell auszuwechseln, was mit Platten nur unvollkommen zu erreichen war. Hier eröffnete der Zelluloidfilm ganz neue Möglichkeiten, da er in beliebiger Länge herstellbar war und innerhalb der Kamera verhältnismäßig einfach transportiert werden konnte. Erst das Zelluloidband führte zur Ausbildung der Kinematographie als selbständigen Zweig der angewandten Photographie.

Aber auch das Zelluloid hatte seine Achilles-Ferse, seine überaus leichte Entzündbarkeit war eine bedeutende Gefahrenquelle, deren Be-

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

eine Neuigkeit in eigener Sache, die für Sie von Nutzen sein wird: Werner Günther (IAS GmbH, Düsseldorf), beabsichtigt, die von ihm zusammen mit der Universität Düsseldorf ins Leben geru-



fenen Ausstellungs-, Kongress- und Workshop-Veranstaltungen unter den Namen „InCom“ und „LifeCom“ an mich zu übertragen.

Die InCom – erstmals vor 15 Jahren veranstaltet – und ihre Schwester LifeCom passen ausgezeichnet zum redaktionellen Konzept der Zeitschrift CLB. Deren Schwerpunkte liegen ja in Analytik und Biotechnik, und die CLB befasst sich auch regelmäßig mit Belangen der Aus- und Weiterbildung insbesondere für Laboranten und Laborantinnen. Die Ausstellungskongresse in Düsseldorf sind traditionell auch bei jungen Menschen sehr beliebt, erhalten sie hier doch einen hautnahen Einblick in die Querschnittswissenschaft Analytik. Zudem geben Jobbörsen die Möglichkeit, Kontakte zur Industrie zu schaffen. Die Aussteller der Veranstaltungen an der Universität Düsseldorf wiederum loben seit Jahren die intensiven Kontakte zu Kunden und nutzen für Vor-Ort-Präsentationen die einzigartigen Möglichkeiten einer Universität als Ausstellungsort, die bis zu Vorführungen in Laboratorien gehen können. Jetzt haben sie durch die Begleitung einer seit 55 Jahren anerkannten Fachzeitschrift auf ihrem Gebiet zusätzlich die Möglichkeit, Kunden außerhalb des Großraums Ruhrgebiet-Köln-Aachen-Holland zu erreichen – der selbst schon die meisten Universitäten und andere Hochschulen und wohl auch die meisten Chemie-, Pharmazie- und Biotechunternehmen in Europa beherbergt.

Sie als Leser werden unmittelbar dadurch profitieren, dass die CLB jetzt einen noch besseren Zugang zu den führenden Köpfen in Analytik und Biotechnik bekommt. Die aktuellen Kongressthemen und Workshops werden sich thematisch in der CLB niederschlagen.

Werner Günther, der zur Zeit ein neues Projekt in Angriff nimmt, eine vom Land Nordrhein-Westfalen geförderte B2B-Internetplattform im Bereich Chemie/Pharma (siehe CLB 04-2004, Seite 155), will seinen „Kindern“ InCom und LifeCom weiter mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Ich bin sicher, auch wenn diese Ausgabe der CLB noch ohne InCom-Einfluss entstanden ist, gibt sie wiederum wichtige Anhaltspunkte für Ihren beruflichen oder persönlichen Informationsbedarf. Mit den interessanten Artikeln über Computational Chemistry, künstliche Enzyme, Essigsäure und Acetate sowie dem Jugend forscht-Thema Selbstbauspektroskop für Schulen wird ein breiter Themenraum aufgespannt, der etliche interdisziplinäre Anregungen gibt.

Ihr

INHALT

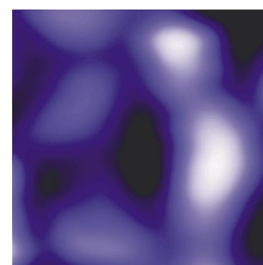
Aufsätze

Künstliche Enzyme und Antikörper für die Biotechnik Molekular geprägte Kunststoffe _____	208
Jugend forscht 2004 Ein Spektrometer für Schulen _____	211
Grenzgänger zwischen Organik und Anorganik Essigsäure und Acetate _____	216
Linux, Knoppix, Mac OS X, Open Source: Vorteile von Unix et al. in Chemie & Biologie Teil 8: Computational Chemistry _____	223

Rubriken

Editorial _____	201
Impressum _____	203
F & E im Bild _____	203
Unternehmen _____	204
Personalia _____	206
Förderungen / Preise _____	207

Umschau	
Pluripotente adulte Stammzellen Aus tierischem und menschlichem Gewebe _____	228
Forschung und Technik _____	230
Umfeld Wissenschaft _____	233
Wirtschaft _____	236
Neue Produkte _____	237
Bezugsquellenverzeichnis _____	239



— 50 pm

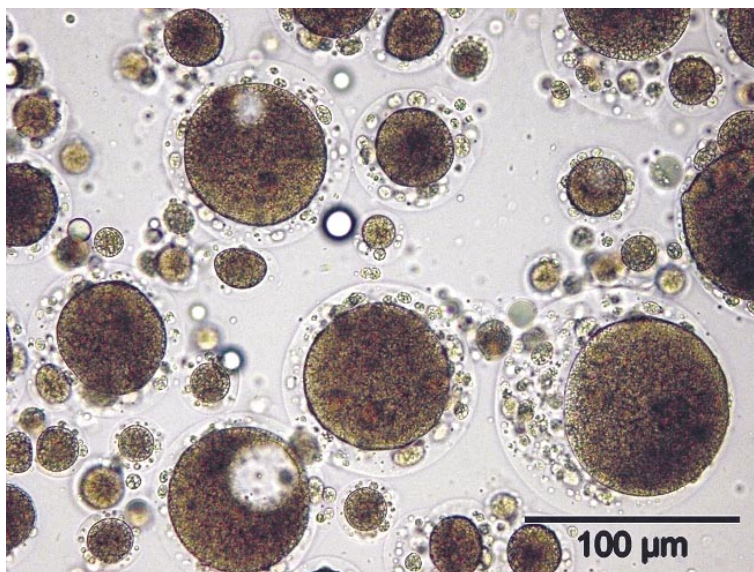
Zum Titelbild: Wissenschaftler bildeten ein einzelnes Wolframatom mit einem Rasterkraftmikroskop ab und fanden innerhalb des Atoms vier Bereiche erhöhter Elektronendichte, die in den Bildern als Elektronenwolken erscheinen (Bild: Uni Augsburg, siehe Seite 232).

CLB-Memory

Verbraucher mögen keinen Kalk Wie hartes Wasser weich wird _____	M41
Nützliche Ratgeber 8 und 9: Newsletter und Broschüre zum Umweltschutz _____	M43
Biogas-Produktion optimieren Enzyme und dynamische Prozesskontrolle helfen _____	M44
Ein neues Unterrichtsfach bald deutschlandweit? „Naturphänomene“ in hessischen Grundschulen _____	M46
„Würzburger Modell“ und „Vernetztes Studium“: „Eurobachelor in Chemistry“ _____	M46
Deutsches Akkreditierungswesen Gesetz zur Neuordnung _____	M47
Grundlegende Versuche aus der Chemie Es kann mehr als eine Antwort richtig sein _____	M48

Mikrogele „verpacken“ Nährstoffe in Lebensmitteln

Die Carotinoide in Tomaten und Möhren haben eine antioxidative Wirkung, die für den Menschen lebenswichtig ist. Zur Erhaltung der Gesundheit, aber auch zur Beschleunigung eines Heilungsverlaufs, tragen viele weitere bioaktive Stoffe bei, die in natürlichen Lebensmitteln enthalten sind. Werden diese Stoffe in verarbeiteten Lebensmitteln zugesetzt, können sie unter bestimmten technischen Einflüssen, etwa durch Druck oder Scherkräfte, den gewünschten Effekt verlieren. In einem über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie und die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) geförderten Projekt haben Wissenschaftler der Universität Jena einen Weg gefunden, der die Anreicherung von Lebensmitteln mit bioaktiven Stoffen erleichtert, die Stoffe schützt und für ihre kontrollierte Freisetzung im Verdauungstrakt sorgt. Mithilfe von porösem Material (Glas oder Keramik) werden Mikrogele mit einem Partikeldurchmesser von weniger als 100 Mikrometern aus Alginat oder Pektin hergestellt, in die Nährstoffe und probiotische Mikroorganismen eingeschlossen werden können. Die Gele bestehen aus Polysacchariden und können verschiedenen Lebensmitteln wie Milchprodukten, Fruchterzeugnissen und Süßwaren ohne Beeinträchtigung der sensorischen Eigenschaften zugesetzt werden. Über die Rohstoffauswahl bei den gelbildenden Stoffen ist es auch möglich, den Abbau der Gele



im Magen-Darm-Trakt zu regulieren. Diese Innovation aus der industriellen Gemeinschaftsforschung führt mittelständische Unternehmen der Lebensmittelindustrie an zukunftsweisende Technologien heran. Das Bild zeigt ein Mikrogele mit eingeschlossener Emulsion zur Verkapselung von bioaktiven Stoffen (Abbildung: Universität Jena).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002.

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

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

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die Unternehmensgruppe **Freudenberg** hat sich komplett aus der Schuhproduktion, dem Schuhhandel sowie der Lederherstellung zurückgezogen. Damit trennte sich das Unternehmen von all den Geschäften, die es in der ersten Hälfte seiner nun 155-jährigen Geschichte betrieben hat. Durch die Zukäufe in den Bereichen Dichtungstechnik, Vliesstoffe, Haushaltsprodukte und Spezialitäten wurden die Kerngeschäftsfelder von Freudenberg gestärkt und ertragsstarker Umsatz von rund 500 Millionen Euro hinzugewonnen.

Die **identif GmbH**, 100%iges Tochterunternehmen des Biotech-Unternehmens november AG und der amerikanische Chemiekonzern DuPont haben eine Absichtserklärung über gemeinsame Kommerzialisierungsansätze der von identif entwickelten Kennzeichnungstechnologien unterzeichnet. Die Erlanger Firma entwickelt und vermarktet fälschungssichere Bio- und Nanotech-Codes für Verpackungen in der Pharmaindustrie und anderen Branchen sowie neuartige maschinenlesbare Sicherheitsmarkierungen für Chipkarten, Banknoten und Dokumente.

Intercell AG unterzeichnete ein Lizenzabkommen mit Merck & Co., Inc. zur Entwicklung bakterieller Impfstoffe. Dieses Lizenzabkommen stellt die Weiterführung einer seit 2001 bestehenden Forschungszusammenarbeit dar. Im Zuge dieser Zusammenarbeit setzte Intercell sein Antigen Identification Program zur Identifikation von Antigenen gegen bakterielle Infektionen ein.

JPK Instruments AG, der Spezialist für nanobiotechnische Anwendungen aus Berlin, unterzeichnete eine Vertriebskooperation für die Volksrepublik China mit der Advantage International Corporation. Damit etabliert JPK Instruments ein Vertriebsnetz für Rastersondenmikroskope im Soft Matter- und Life Science-Bereich auf dem asiatischen Markt: Neben China sind bereits Japan, Korea, Taiwan und Singapur in das Netzwerk integriert. Advantage International Corp. ist eine Tochtergesellschaft der Advantage Scientific Inc., die für JPK Instruments bereits im vergangenen Jahr in Taiwan den Vertrieb mit großem Erfolg übernommen hat.

Die **MWG Biotech AG**, Ebersberg nimmt zum 1. Juni 2004 den Betrieb in ihrer neuen Produktionsstätte MWG Biotech PVT Ltd. in Bangalore, Indien, auf. Von der neuen Konzerngesellschaft aus wird das Unternehmen mittelfristig den gesamten asiatisch-pazifischen Markt zeitnah mit dem kompletten Portfolio an Biotech-Produkten und -Dienstleistungen aller vier Geschäftsbereiche der MWG Biotech AG beliefern.

Die Beiersdorf AG gibt der MAN Logistics GmbH aus Heilbronn den Auftrag für die Erweiterung des Logistik Centrums Hamburg. Das neue Gefahrstoff-Hochregallager mit Ex-Schutz dient der Lagerung kosmetischer Fertigprodukte mit den darin enthaltenen brennbaren Flüssigkeiten und brennbaren Gasen. Zum Lieferumfang von MAN Logistics gehören fünf singleMAN-Regalbediengeräte mit integriertem Kamerasystem, die Regalanlage sowie die gesamte Fördertechnik.

BASF, Bayer und Hoechst verkaufen Dystar

Platinum Equity erwirbt DyStar

BASF, Bayer und Hoechst haben heute mitgeteilt, dass der weltweit tätige Finanzinvestor Platinum Equity, Los Angeles, Kalifornien, den Frankfurter Textilfarbstoff-Hersteller DyStar übernehmen will. Eine entsprechende Vereinbarung wurde jetzt mit den derzeitigen Eigentümern BASF (30 Prozent Anteil), Bayer (35 Prozent Anteil) und Hoechst (35 Prozent Anteil), ein Unternehmen von Aventis, unterzeichnet.

Danach wird Platinum Equity 100 Prozent der DyStar-Anteile übernehmen. Über die finanziellen Einzelheiten wurde Stillschweigen vereinbart. Die zuständigen Aufsichtsbehörden müssen der Transaktion noch zustimmen. DyStar ist der weltweit führende Anbieter von Farbstoffen und Serviceleistungen für die Textilindustrie. Das Unternehmen wurde 1995 von

Bayer und Hoechst gegründet und im Jahr 2000 um die Textilfarbstoffaktivitäten der BASF erweitert. DyStar beschäftigt weltweit rund 3900 Mitarbeiter und ist in allen wichtigen Textilmärkten präsent. 2003 erzielte das Unternehmen einen Umsatz von rund 800 Millionen Euro. Platinum Equity ist eine weltweit tätige Firma, die sich auf das Zusammenführen, Übernehmen und Betreiben von Technikunternehmen spezialisiert hat. Seit seiner Gründung im Jahre 1995 hat Platinum Equity mehr als 40 Geschäftsaktivitäten übernommen und ein Portfolio von 19 marktführenden Unternehmen aufgebaut, die über 32 000 Mitarbeiter beschäftigen. Der jährliche Umsatz von 5,5 Milliarden US-Dollar wird mit rund 600 000 Kunden erwirtschaftet. 2003 wurde Platinum Equity als 34größtes Privatunternehmen in den USA aufgeführt.

MWG Biotech AG stellt eigene siRNA her

Die MWG Biotech AG, ein Marktführer im Bereich synthetische Nukleinsäuren, produziert jetzt eigene siRNA (über siRNA berichteten wir in der CLB 05/04) am Zentralsitz des Unternehmens in Ebersberg, die unter dem Markennamen siMAX vertrieben werden.

Das Unternehmen hat einen verbesserten Prozess zur Herstellung der siRNA-Produkte entwickelt, der eine gesteigerte Kopplungsrate von 99 Prozent sicherstellt. MWG bietet neben Katalog-siMAX-Bibliotheken einen Design-Service an, der es den Kunden ermöglicht, eigene siRNA zu entwerfen.

In der zweiten Jahreshälfte 2004 wird MWG Biotech auch in der amerikanischen Niederlassung in Greensboro, North Carolina, die siMAX-Produktion etablieren.

Carbon Expo 2004: Erste Abkommen

Die weltweit erste Messe mit Kongress für Emissionshandel zur CO₂-Minderung im Juni in Köln bewerten die Veranstalter Weltbank, International Emissions Trading Association (IETA) und Kölnmesse positiv. 50 Aussteller aus 20 Ländern nahmen an der Carbon Expo teil. Ein Public/Private-Partnership der Weltbank schloss zwei Abkommen zur Regelung des An- und Verkaufs von Emissionsminderungen.

Zum einen wurde ein Abkommen für das Projekt „Nachhaltige Zement-Produktion“ der Firma Indocement Tunggal Prakasa Tbk (Indocement), Indonesien, geschlossen. Sie ist eine Beteiligung der Heidelberger Zement AG. Ein zweites Abkommen wurde für das Projekt „Durban Landfill Gas to Energy-Project“ in Südafrika unterzeichnet. Bis 2008 soll die Messe jährlich in Köln stattfinden.

Neue biotechnologische Produktionsanlagen Roche in Basel und Penzberg

Um der wachsenden Nachfrage nach ihren Medikamenten gerecht zu werden, baut Roche die biotechnologischen Produktionskapazitäten weiter aus. Dazu soll auf dem Roche-Areal Basel ein neues Biotech-Zentrum entstehen und die Anlage im deutschen Penzberg erweitert werden. Das Bauvolumen umfasst Investitionen von je rund 400 Millionen Franken, die sich über die nächsten drei Jahre erstrecken. In den neuen Anlagen sollen zunächst die Wirkstoffe für die Krebsmedikamente Avastin und Herceptin – beides monoklonale Antikörper – hergestellt werden. Roche wird dazu in Basel und Penzberg je rund 150 zusätzliche Arbeitsplätze schaffen.

Für die neuen Anlagen soll in Basel, dem Hauptsitz des Konzerns, ein bestehendes Chemieproduktionsgebäude abgebrochen und durch einen achtgeschossigen Biotech-Neubau ersetzt werden. In Penzberg, dem grössten biotechnologischen Produktionsstandort

in Europa, sollen die bestehenden Kapazitäten durch ein neues Gebäude mit fünf Stockwerken ausgebaut werden.

Roche verfügt bereits heute über die weltweit grösste biotechnologische Produktionskapazität. Über Basel und Penzberg hinaus befinden sich biotechnologische Pharma-Produktionsanlagen der Roche-Gruppe in Nutley (USA), Vacaville (USA, Genentech), Porriño (Spanien, Genentech), South San Francisco (USA, Genentech) sowie in Utsunomiya (Japan, Chugai) und Ukima (Japan, Chugai).

Über Avastin

Avastin, dessen Wirkstoff Bevacizumab biotechnologisch hergestellt wird, ist ein Medikament, das man bei der Behandlung von metastasierendem Dickdarmkrebs, der Anti-Angiogenese-Therapie, einsetzt. Das Medikament vermindert die Bildung neuer Blutgefässe im Tumor, was dessen Wachstum und Ausbreitung im Körper bremst. Nach der Zulassung durch die amerikanische Gesundheitsbehörde



Anfang des Jahres arbeitet Roche eng mit den europäischen Behörden zusammen, um Avastin den Patienten so schnell wie möglich zur Verfügung zu stellen.

Das geplante Gebäude in Penzberg (Abbildung: Roche/Koppenhöfer und Partner GmbH).

Über Herceptin

Herceptin, dessen Wirkstoff Trastuzumab biotechnologisch hergestellt wird, ist ein gegen Onkogene gerichtetes Medikament zur Behandlung von Brustkrebs. Das Präparat ist so konzipiert, dass es spezifisch am HER2-Gen ansetzt, das mit aggressivem Krebszellwachstum verbunden ist. Im Gegensatz zu einer Chemotherapie zerstört Herceptin die normalen und gesunden Zellen nicht, was die Hauptursache für die Nebenwirkungen im Zusammenhang mit herkömmlichen Therapien ist.

Hirschmann Laborgeräte hat 40. Geburtstag Mehr als 100 Mitarbeiter feiern

Seit 1964 stellt man in Eberstadt Volumenmessgeräte aus Glas, Liquid Handling Produkte für die Bereiche Dosieren, Pipettieren und Titrieren sowie Präzisionsglaskapillare her.

Schon immer stand bei den Entwicklungen die Innovation und der Anwender im Mittelpunkt. Beleg dafür sind zahlreiche Auszeichnungen, wie der iF-Design award oder auch der red dot award. Die Hochwertigkeit der Produkte beginnt schon bei den Rohmaterialien. So werden zum Beispiel für die Volumenmessgeräte aus Glas fast ausschließlich Schott Duran Glasqualitäten eingesetzt. Seit über 10

Jahren ist man ISO 9001 zertifiziert und seit 2004 auch nach den Richtlinien des Umweltmanagement ISO 14001. Heute beschäftigt Hirschmann Laborgeräte über 100 Mitarbeiter.

Aus Anlass dieses runden Geburtstages, und auch um die Kunden am Jubiläum teilhaben zu lassen, präsentiert man den pipetus-forty, eine motorbetriebene Pipettierhilfe im schwarz/chrom design, die alles hat was man heute zum Pipettieren braucht und das Ganze noch zu einem attraktiven Jubiläumspreis. Weitere Details finden Sie unter www.hirschmann-laborgeraete.de



Im Angebot zur Geburtstagsfeier: pipetus-forty.

PROF. PETER GÄHTGENS,

Präsident der Hochschulrektorenkonferenz, wurde in der konstituierenden Sitzung des Kuratoriums des Deutschen Studentenwerks als Vorsitzender wiedergewählt. Zum stellvertretenden Vorsitzenden wurde Sascha Vogt vom freien Zusammenschluss von StudentInnenschaften (fzs) gewählt.

SIGURD LETTOW (Ass. jur.),

stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Karlsruhe, wurde vom Senat der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren auf der Frühjahrssitzung in Berlin zum neuen Vizepräsidenten gewählt. Die Amtszeit Lettows beträgt zwei Jahre. Er ist Nachfolger von Professor Detlev Ganten.



Lettow

DR. RÜDIGER SCHEITZA

(Portfolio Management und Arbeitsdirektor), Dr. Dirk Suwelack (Business Planning & Administration) sowie Dr. Wolfgang Welter (Industrial Operations and Investments) wurden von der Bayer Crop Science AG zu neuen Mitgliedern des Vorstands berufen, bisher bestehend aus dem Vorstandsvorsitzenden Prof. Dr. Berschauer und Dr. Bernward Garthoff, zuständig für Forschung & Entwicklung. Die bisherigen Vorstandsmitglieder Dr. Esmail Zirakparvar und Willy Scherf werden neue Aufgaben in den USA übernehmen: Zirakparvar wird Leiter der neuen CropScience-Region Americas, Scherf wechselt nach Pittsburgh, Pennsylvania, als Leiter von Bayer Corporate and Business Services.



Scheitza

DR. ALFRED OBERHOLZ,

Degussa AG, Düsseldorf, wurde vom Vorstand der Dechema zum neuen Vorsitzenden gewählt. Die Amtsübergabe erfolgte im Rahmen eines Festkolloquiums durch den bisherigen Vorsitzenden Prof. Dr. Dr. h.c. Utz-Hellmuth Felcht, der dieses Amt seit 1992 innehatte. Dr. Oberholz ist seit 1999 Vorstandsmitglied der Degussa-Hüls AG und seit 2001 der Degussa AG.

Ehrungen

Der mit 40 000 Euro dotierte **Meyenburg-Preis** wurde im Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg an den Zellbiologen **Prof. Erich A. Nigg** verliehen. Schwerpunkt seiner Forschung sind Mechanismen der Zellteilung und ihre Störungen, die zur Krebsentstehung führen können. Der Schweizer Nigg leitet seit 1999 die Abteilung Zellbiologie im Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried.

Der Generaldirektor des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie und Honorarprofessor der Universität Heidelberg, **Prof. Fotis C. Kafatos**, erhielt das **Bundesverdienstkreuz Erster Klasse**. Mit dieser höchsten deutschen Auszeichnung wird Kafatos für seine Verdienste um die Förderung erstrangiger naturwissenschaftlicher Forschung in Deutschland und Europa gewürdigt. Kafatos, seit 1993 Direktor des EMBL, ist ein weltweit führender Experte auf dem Gebiet der Malariaforschung.

Der **Paul-Bunge-Preis** der H. R. Jenemann-Stiftung wird für herausragende Arbeiten zur Geschichte wissenschaftlicher Instrumente gemeinsam von der Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie vergeben.

Die diesjährigen Preisträger sind **Dr. Jobst Brölmann** aus München und **PD Dr. Carsten Reinhardt** aus Regensburg. Brölmann, Kurator des Deutschen Museums in der Abteilung Schifffahrt, erhält den Preis für sein 2002 erschienenes Buch „Intuition und Wissenschaft in der Kreiseltechnik 1750 bis 1930“. Reinhardt, Privatdozent und Oberassistent am Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte der Universität Regensburg, wird für seine Habilitationsschrift „Physical Instrumentation and its Impact on Chemistry: Nuclear Magnetic Resonance and Mass Spectrometry, 1950 - 1980“, ausgezeichnet.

Philip Morris Forschungspreis

Vier Forschungsprojekte wurden Ende Mai mit dem renommierten, seit 1983 jährlich verliehenen Philip Morris Forschungspreis ausgezeichnet. Die mit insgesamt 100 000 Euro dotierte Auszeichnung wurde an drei Forscher und ein Team aus Dresden, Martinsried bei München, Bonn und Freiburg vergeben. Die 35-jährige Biophysikerin **Professor Petra Schuille** von der Technischen Universität Dresden erhielt den Preis für die Entwicklung eines Nachweisverfahrens, der „Zweiphotonen-Kreuzkorrelations-Spektroskopie“ (wir berichteten in der CLB 11/2002), mit dem es möglich wird, das Zusammenwirken einzelner Biomoleküle in der lebenden Zelle unter dem Mikroskop zu beobachten. Dem 61-jährigen Biophysiker **Professor Peter Fromherz** vom Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München gelang erstmals die Kopplung von Nervenzellen mit Transistoren von Halbleiterchips (wir berichteten in der CLB 02/2003), so dass Informationen aus den Nerven in die Chips und wieder zurück übertragen werden konnten. Der 46-jährige Astrophysiker **Professor Karl Menten** vom Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie und seine Kollegen Dr. Ernst Kreysa und Dr. Frank Bertoldi wurden für den Nachweis von Sternenstaub aus den Kindertagen des Universums ausgezeichnet. Sie entwickelten Felder von supraleitenden Bolometern, die das Eintreffen einzelner Photonen nachweisen und zu einem Bild zusammensetzen. Der 46-jährige Finanzwissenschaftler **Professor Bernd Raffelhüschen** von der Universität Freiburg hat sich vor allem mit der Entwicklung von Generationenbilanzen beschäftigt, in denen er untersucht, wie soziale Sicherungssysteme nachhaltig finanzierbar sind. Diese volkswirtschaftliche Methode, die seit Ende der achtziger Jahre entwickelt wurde, ergänzt die herkömmlichen Indikatoren staatlicher Aktivitäten um die Möglichkeit, auch Umverteilungseffekte und Lastenverschiebungen zwischen den Generationen zu berechnen.

Herzforschung

Die Deutsche Stiftung für Herzforschung vergibt einen mit 10 000 Euro dotierten Forschungspreis für eine Arbeit auf dem Gebiet der Herz-Kreislaufkrankheiten. Teilnahmberechtigt sind in Deutschland tätige Wissenschaftler bis zum 40. Lebensjahr. Die Arbeiten dürfen einen Gesamtumfang von 25 Seiten nicht übersteigen und in dieser Form noch nicht veröffentlicht sein. Die Bewerbungsunterlagen sind bis zum **31. Juli 2004** an die Deutsche Stiftung für Herzforschung, Vogtstrasse 50, 60322 Frankfurt am Main, einzusenden. Die Preisverleihung erfolgt im Oktober 2004 in Hamburg. Weitere Informationen unter www.herzstiftung.de.

Deutsch-französische Forschung

Die Deutsch-Französische Hochschule (DFH), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und das französische Bildungs- und Forschungsministerium bauen ihre Förderung deutsch-französischer Graduiertenkollegs/Ecoles doctorales weiter aus. Ziel einer neuen Ausschreibung ist es, die Mobilität der Nachwuchswissenschaftler und deren Qualifizierung im Rahmen von deutsch-französischen Forschungs Kooperationen zu erhöhen. Die Förderung umfasst die Finanzierung der Infrastruktur, Stipendien und Doktorandenstellen, Publikationskosten, Reisekosten und Mobilitätsbeihilfen für Doktoranden, Sprachvorbereitungskurse und wissenschaftliche Workshops. Die Anträge müssen bis **1. Juli 2004** beim Generalsekretariat der DFH eingereicht werden. Die Anträge können je nach Wissenschaftsgebiet zweisprachig (deutsch-französisch) oder auf Englisch verfasst sein. Es wird empfohlen, einen „Letter of Intent“ über das Kooperationsprojekt bis zum 31. Mai 2004 ebenfalls bei der DFH einzureichen. Nähere Informationen unter www.dfh-ufa.org.

Anwendungsideen für Galileo

Die Fraunhofer Venture-Gruppe lädt Erfinder zu einem Wettbewerb von Anwendungsideen für das Satellitennavigationssystem Galileo ein. Das europäische Pendant zum amerikanischen Global Positioning System (GPS) wird ab 2008 mit den Signalen von 30 Satelliten auf Erdumlaufbahnen die genaue Positionsbestimmung von Flugzeugen, Schiffen und Kraftfahrzeugen ermöglichen. Darüber hinaus sind weitere Einsatzszenarien für die präzise Ortsbestimmung gesucht, etwa das Aufspüren von Umweltverschmutzungen, die Verbesserung von Rettungseinsätzen oder die Früherkennung von Erdbeben. Teilnahmberechtigt am „Galileo Masters 2004“ sind Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Studenten und private Erfinder. Einsendeschluss ist der **31. Juli 2004**. Es werden fünf Regionalsieger prämiert, unter denen dann der Gesamtsieger gekürt wird. Als ersten Preis erhält der Gewinner umfassende Unterstützung zur Umsetzung seiner Geschäftsidee. Die Preisverleihung wird im Oktober auf der Systems in München stattfinden. Weitere Informationen unter www.heise.de/newsticker/meldung/47525.

Apple – Designwettbewerb

Bis zum **27.06.2004** kann jeder, der sich für begabt in Keynote hält, eine Präsentation mit 20 oder weniger Folien erstellen und an Apple schicken. Als „Grand Prize“ vergibt Apple an die beste Präsentation ein 23“ Cinema Display, der erste Preis ist ein 1000 US Dollar iTunes Gift Certificate, der zweite erhält ein iTunes Einkaufsgutschein im Wert von 500 US Dollar. Mehr Informationen unter www.mactechnews.de/index.php?id=6579.

Bunsen-Kirchhoff-Preis

Der DAsp – Deutscher Arbeitskreis für Angewandte Spektroskopie – vergibt regelmäßig den „Bunsen-Kirchhoff-Preis für analytische Spektroskopie“ um herausragende spektroskopische Leistungen vor allem jüngerer Wissenschaftler aus Universitäten, Forschungsinstituten oder Industrie auszuzeichnen. Der von der Firma Perkin Elmer mit 2500 Euro ausgetattete Preis soll auf der im März 2005 in Freiberg stattfindenden Canas (Colloquium Analytical Atomic Spectroscopy) übergeben werden. Der DAsp-Vorstand bittet um Vorschläge für geeignete Kandidaten bis zum **30.11.2004** an Prof. Dr. Hugo M. Ortner, Chemische Analytik, FB Material- und Geowissenschaften, TU Darmstadt, Petersenstr. 23, 64287 Darmstadt. Weitere Informationen finden sie unter <http://barolo.ipc.uni-tuebingen.de/extern/dasp>.

Molekularbiologie

Die Peter und Traudl Engelhorn-Stiftung zur Förderung der Biotechnologie und Gentechnik schreibt den mit 10 000 Euro dotierten Forschungspreis 2005 zum Thema „Molekular determinierte biologische Funktion“ aus. Einsendeschluss ist der **31. Juli 2004**. Die Nominierung für den Preis erfolgt auf Vorschlag von ausgewiesenen Experten. Selbstbewerbungen sind nicht möglich. Die vorgeschlagenen Kandidat/innen mit Wohnsitz in Deutschland, Österreich und der Schweiz sollten 35 Jahre nicht überschritten haben und sich durch herausragende Publikationen und ihren wissenschaftlichen Lebenslauf auszeichnen. Weitere Informationen finden Sie bitte auf der Internet-Seite der Peter und Traudl-Engelhorn-Stiftung unter www.engelhorn-stiftung.de. Anschrift: Engelhorn-Stiftung, c/o Fraunhofer IGB, Nobelstrasse 12, 70569 Stuttgart.

Molekular geprägte Kunststoffe

Mechthild Kässer

Enzyme und Antikörper haben sich in der Biotechnik bei Synthesen und Analysen unentbehrlich gemacht. Beide zeichnen sich durch Molekülbereiche aus, die wegen ihrer besonderen räumlichen Gestalt und der Anordnung spezieller chemischer Gruppen mit nur ganz bestimmten Molekülen in Wechselwirkung treten und sie so aus einem kunterbunten Molekülgemisch herausfischen. Mit Hilfe dieser Rezeptoren gelingt es z. B. in der klinischen Diagnostik, aus Blut oder anderen Körperflüssigkeiten ohne Vortrennungen die Inhaltstoffe von Interesse zu bestimmen, oder in einer Lösung verschiedener Zucker eine einzige Zuckerart zu erfassen. Die Fähigkeit, wie ein Schloss nur auf einen einzigen Schlüssel zu reagieren, macht den Wert dieser biologischen Stoffe aus. Jedoch stößt die Anwendung von Enzymen und Antikörpern der Natur in der Technik an ihre Grenzen: Sie sind empfindlich gegenüber organischen Lösungsmitteln, passen bei extremen Temperaturen, Drücken und pH-Werten, und ihre Gewinnung ist relativ teuer.

Hier sollen künstliche Materialien Abhilfe schaffen, die das Molekülerkennungsvermögen der biologischen Vorbilder und die Robustheit polymerer Netzwerke in sich vereinen. Erste Versuche, solche „molekular geprägten Polymere“ (molecularly imprinted polymers, MIPs) herzustellen, nahm vor rund 25 Jahren als erste die Arbeitsgruppe um K. Mosbach am Chemical Center der Universität Lund in Schweden auf. Sie und die Gruppe um G. Wulff von der Universität Düsseldorf könnte man als die Entwickler des Molekularen Prägens bezeichnen. Heute treiben Forscher wie O. Brüggemann und seine Mitarbeiter an der TU Berlin die Entwicklung weiter voran. Für ihre neuen Katalysatoren erhielten sie den „Wissenschaftsverbundpreis“ der Buna Werke aus Leuna.

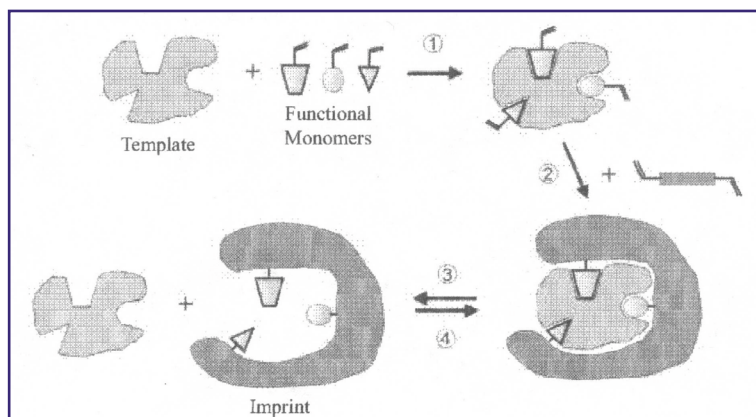
Die Technik des molekularen Prägens

Die Herstellung molekular geprägter Polymere (Abbildung 1) geht von der Verbindung aus, die vom fertigen Kunststoff erkannt werden soll (z. B. Zucker, Antioxidantien). Um sie herum wird der Erkennungsbereich gebaut, der schließlich Teil des polymeren Netzwerks wird.

Zunächst gilt es, für jede prägende Substanz (template, Schablone) geeignete Monomere zu finden, die sich mit ihren funktionellen Gruppen spontan an verschiedenen Seiten der Schablone anlagern (Reaktion 1). Die aus dem Komplex herausragenden polymerisierbaren Enden der Monomere werden bei der folgenden Polymerisation (Reaktion 2) mit Vernetzern in das entstehende Netzwerk eingebettet; und zwar in der räumlichen Anordnung, wie sie von der Schablone vorgegeben wurde. Die Vernetzer gewährleisten, dass nach dem Auswaschen (Reaktion 3) die leeren „Schlösser“ ihre Form behalten und die frei gewordenen funktionellen Gruppen darin ihren ursprünglichen Platz beibehalten. Nur so erkennen die Schlüsselbereiche spezifisch die Schablone selbst und andere, ihr ähnelnde Stoffe wieder und binden sie (Reaktion 4). Die Bindungen können kovalent oder nicht kovalent gestaltet werden. Im zweiten Fall nutzt man Wasserstoffbrücken, van der Waals-Kräfte oder hydrophobe, elektrostatische oder π - π -Wechselwirkungen (Abbildung 2).

Die Wahl der richtigen Zutaten - Monomer, Vernetzer, Lösungsmittel, und Polymerisationstarter - und ihrer Mengenverhältnisse erfordert Einiges an chemi-

Abbildung 1: Prinzip des molekularen Prägens [1]



Die Autorin

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

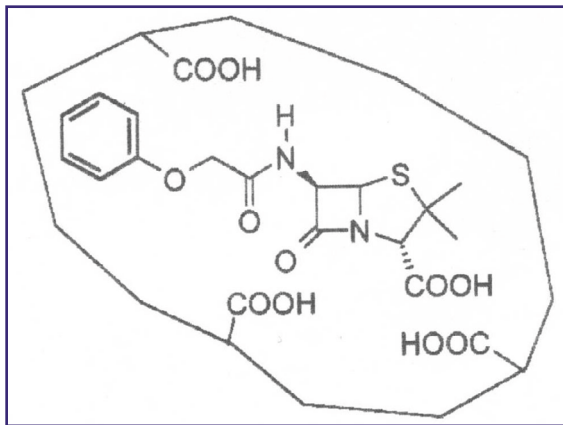


Abbildung 2: Carboxylgruppen des Monomers Methacrylsäure fixieren das Antibiotikum Penicillin V über Wasserstoff- und Ionenbindung mit den Amino-, Carboxyl- und Carbonylgruppen der β -Lactamstruktur [2].

schem Verständnis, an Geschick, Erfahrung, Phantasie und Experimentierlust.

Je nach Verwendung wird das Polymer als Masse hergestellt und zu Pulver gemahlen, oder aus der Dispersion oder Suspension in Form kleiner Körner oder Perlen gewonnen oder als dünner Film aufgetragen.

Anwendungen

Die künstlichen Rezeptoren bieten sich für zahlreiche Felder der Biotechnologie an.

Erste Erfolge erzielte man mit dem gemahlenden, gesiebten und ausgewaschenen Pulver als fester Phase bei der *Festphasen-Extraktion*. Bei diesem Verfahren werden nur die zu analysierenden Substanzen aus komplizierten Gemischen wie biologischen Flüssigkeiten und Abwässern an der Festphase adsorbiert und dadurch vom Rest abgetrennt. Vorteil: Die Analyse verläuft wesentlich ungestörter. Beispiele sind die Bestimmung der Herbizide Atrazin und Simazin aus Wasser [3] oder 4-Nitrophenol aus Abwasser [4]. Da Ausgangsmaterial und Herstellung der Festphase nicht teuer sind, ist sogar die einmalige Nutzung zu rechtfertigen.

Ebenso erfolgreich setzte man MIPs in Pulver- oder gekörnter Form als stationäre Phase in der *Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie* ein, um ganz spezifische Probleme zu lösen, die sonst nur von Trennphasen mit empfindlichen biologischen Liganden wie Antikörpern zu erwarten waren. Es gelang hier z. B. die Enantiomertrennung der Dipeptide L-Ala-L-Ala von D-Ala-D-Ala [5], die Unterscheidung zwischen o- und p- Isomeren von Kohlenhydratderivaten [6] oder die Auftrennung verschiedener β -Lactam-Antibiotika [7].

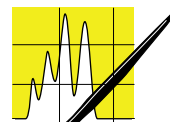
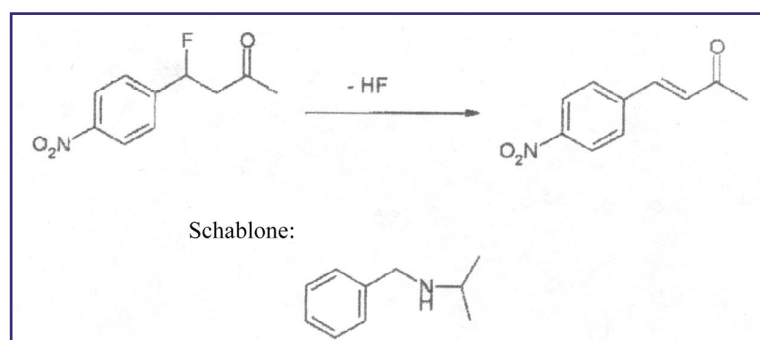
Noch wenig werden molekular geprägte Polymere in der *Kapillarelektrophorese* eingesetzt. Sie eröffnen jedoch durch ihre Fähigkeit, Enantiomere im Nanolitermaßstab zu trennen, für die Zukunft interessante Möglichkeiten.

Als künstliche Enzyme übertreffen MIPs ihre natürlichen Vorbilder vor allem in Bezug auf Stabilität und bieten Vorteile auch gegenüber *Katalysatoren* aus Edelmetallen, die teuer, oft wenig spezifisch und nicht sehr haltbar sind. Die Herstellung setzt jedoch einiges Wissen über die Abläufe der Reaktion, die katalysiert werden soll, und die Struktur ihres Übergangszustands voraus. Ein Enzym beschleunigt bekanntlich eine Reaktion, indem es dem Ausgangsstoff das Erreichen eines Übergangszustands auf dem Weg zum Produkt erleichtert. Es erreicht dies, indem es sein Substrat an sein aktives Zentrum bindet und dadurch im Substrat Ladungsverteilung und Stärke der Bindungen ändert. Um für eine bestimmte Substanz solch ein aktives Zentrum zu schaffen, wäre ihr Übergangszustand als prägendes Molekül ideal. Er ist aber nicht stabil. Daher heißt die Herausforderung, ein geeignetes Ersatzmolekül zu finden. Bei der Abspaltung von HF aus 4-Fluoro-4-(p-nitrophenyl)-2-butanon z. B. tut N-Benzylisopropylamin als Schablone gute Dienste (Abbildung 3). Bislang lässt die Wirkung bei dieser Art von künstlichen Katalysatoren allgemein zu wünschen übrig, die Beschleunigungsraten liegen unter 10.

Bei *Synthesen* greifen MIPs auch auf andere Weise hilfreich ein: Indem sie das frisch entstandene Produkt adsorbieren, dem Reaktionsgemisch also stetig entziehen, verschieben sie das Reaktionsgleichgewicht in Richtung Produkt und halten die Umsetzung in Schwung. Besonders bei thermodynamisch gehemmten Reaktionen lässt sich so die Ausbeute steigern [9].

Auch auf dem wichtigen Gebiet der *Sensortechnik* erwartet man Fortschritte durch molekular geprägte Polymere. In der chemischen Analytik ermöglichen es Sensoren, die auf spezielle Moleküle reagieren, aus kleinen Probemengen schnell und zuverlässig selbst Spurenbestandteile zu bestimmen. Ein wesentliches Bauteil der Sensoren sind dünne Schichten mit Erkennungsvermögen für die zu analysierende Substanz. Jedes Erkennungsereignis wird in ein Signal umgewandelt, aus dem qualitative und quantitative Aussagen abgeleitet werden. MIPs bieten sich hier als widerstandsfähige erkennende Schichten an, ganz gleich, ob als Membran oder als auf Mikrochips oder

Abbildung 3: Katalysierte Reaktion und das Übergangszustand-Analogon N-Benzylisopropylamin als Schablone [8]



AUFsätze

Glasfasern aufgetragene Dünnschicht. Ein Cholesterin empfindlicher Film auf einer Goldelektrode beispielsweise gestattet, Cholesterinkonzentrationen von 15 bis 60 Mikromol pro Liter in fünf Minuten zu analysieren [10]. Weitere Beispiele und Informationen finden sich in dem Übersichtsartikel von K. Mosbach [11].

Bislang beschäftigen sich hauptsächlich Forschungslabors mit der Kunst des molekularen Prägens. Eine ganze Reihe von Patenten wurde inzwischen angemeldet und erteilt, und langsam läuft die Umsetzung in Handelsprodukte an (www.miptechnologies.se, www.oxonon.net).

Ausblicke

Wie alle Kunststoffe sind die molekular geprägten Polymere unübertrefflich in Bezug auf ihre Anpassungsfähigkeit an die jeweilige Anwendung. Es müssen nicht einmal immer feste, unlösliche Körner sein; bei manchen Problemen ist es günstiger, das geprägte Polymer etwa in Form eines löslichen Mikro-Gels zuzufügen.

Die Vorteile der molekular geprägten Polymere lassen in der Zukunft ihre Weiterentwicklung auf zahlreichen Anwendungsfeldern von Analytik und Synthese erwarten. Besonders intensiv wird an der Verbesserung katalytisch wirksamer MIPs geforscht [12].

Von großem Interesse ist auch die Frage, ob das molekulare Prägen auf große Moleküle wie ganze DNS-Stränge, Eiweiße oder sogar ganze Zellen ausge-

dehnt werden kann. Eiweiße wurden mehrfach schon erfolgreich als Schablone eingesetzt, bzw. es reichten Tetrapeptide, um Proteine mit der gleichen Region zu erkennen und zu binden [13].

Literatur

- [1] O. Brüggemann *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 76 (2002) 128-163
- [2] Skudar K., Brüggemann O., Wittelsberger A., Ramström O. *Anal Commun* 36 (1999) 327
- [3] Matsui J., Fujiwara K., Ugata S., Takeuchi T J. *Chromatogr* 889 (2000) 25
- [4] Masque N., Marce RM., Borrull F., Cormack PAG., Sherrington DC. *Anal Chem* 72 (2000) 4122
- [5] Kempe M., Mosbach K. *Tetrahedr Lett* 36 (1995) 3563
- [6] Nilsson KGI., Sakguchi K., Gemeiner P., Mosbach K. *J Chromatogr* 707 (1995) 199
- [7] Skudar K., Brüggemann O., Wittelsberger A., Ramström O. *Anal Commun* 36 (1999) 327
- [8] Brüggemann O. *Analytica Chimica Acta* 435 (2001) 197-207
- [9] Ye L., Ramström O., Ansell RJ., Mansson M-O. *Biotech Bioeng* 64 (1999) 650
- [10] Piletsky SA., Piletskaya EV., Sergeyeva TA., Panasyuk TL., Elskaya AV. *Sensors Actuators* 60 (1999) 216
- [11] Haupt K., Mosbach K. *Chem Rev* 100 (2000) 2495
- [12] Wulff G. *Chem. Rev.* 102 (2002) 1-27
- [13] Rachkov A., Minoura N. *Biochim Biophys Acta* 1544 (2001) 255

Molekulargewichte ausgewählter Stoffe				Molekül- und Formelmassen, berechnet aus den relativen Atommassen			
Anorganische Stoffe		Aminosäuren		Nukleinsäure-Derivate		Bioorganische Stoffe	
CO ₂	44,01	Alanin	89,09	Adenin	135,13	Ameisensäure	46,03
CaCl ₂	110,99	Arginin	174,20	Adenosin	267,24	Azetsäure	60,05
HCN	27,03	Asparaginsäure	133,10	ADP	427,20	Barbital	184,19
HCl	36,46	Cystein	121,16	AMP	347,22	Cyclohexylamin	99,18
HNO ₃	63,01	Glutaminsäure	147,13	dAMP	331,22	EDTA	292,25
H ₂ O	18,02	Glyzin	75,07	ATP	507,18	Ethanol	46,07
H ₂ SO ₄	98,08	Histidin	155,16	Cytosin	111,10	Glucose	180,16
H ₃ PO ₄	98,00	Hydroxyprolin	131,13	Cytidin	243,22	Guanidin-HCl	95,53
KCl	74,54	Isoleuzin	131,17	CMP	323,20	HEPES	238,33
KCN	65,11	Leuzin	131,17	dCMP	307,20	Methanol	32,04
KSCN	97,18	Lysin	146,19	Guanin	151,13	NAD	663,43
KOH	56,11	Methionin	149,21	Guanosin	283,24	NADP	743,11
KH ₂ PO ₄	136,09	Phenylalanin	165,19	GMP	363,22	Pyridin	79,10
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246,45	Prolin	115,13	dGMP	347,22	Ribose	150,13
NH ₃	17,03	Pyroglutaminsäure	129,12	Thymin	126,11	Tricin	179,17
NH ₄ Cl	53,49	Serin	105,09	dThymin	242,23	Triethylamin	101,19
(NH ₄) ₂ SO ₄	132,14	Threonin	119,12	dTMP	322,21	Trimethylamin	59,11
NaCl	58,44	Tryptophan	204,23	Urazil	112,09	Tris	121,14
NaHCO ₃	84,01	Tyrosin	181,19	Uridin	244,20	Urea	60,06
Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	177,98	Valin	117,15	UMP	324,18	Zitronensäure·H ₂ O	210,14

Ein Spektrometer für Schulen

Frederik Schaal, Torben Ott



AUFsätze

Die gängigen Spektrometer sind sehr teuer und nur in professionellen Labors zu finden, für Schüler oder Schulen also nicht zugänglich. In der Schule zum Beispiel wird jedoch im Chemie- und Physikunterricht der Oberstufe mit Spektroskopie beziehungsweise Photometrie gearbeitet. Die angewandten Photometer erlauben jedoch nur punktförmige Messungen, die keinen Überblick über das gesamte Spektrum erlauben.

Wir haben nun ein Spektrometer entwickelt, mit dem man optische Spektren aufnehmen und dann am Computer auswerten kann. Computer für wissenschaftliche Analysen einzusetzen hat viele Vorteile, so liegen die Daten digital vor und können einfach auf verschiedenste Art und Weise ausgewertet werden.

Der prinzipielle Aufbau unserer Apparatur ist sehr einfach. Die Umsetzung ist durch die Lichtleitertechnik optimiert, so muss man nicht mit der Reaktion in die Apparatur, sondern kann über die Lichtleiter mit der Apparatur in die Reaktion und dort Messungen durchführen. Dadurch sind auch zeitliche Veränderungen der Absorptionseigenschaften einer Reaktion messbar. Desweiteren ist der Aufbau klein und handlich, wodurch flexible Einsätze möglich sind, für die ebenso eine Software entwickelt wurde.

Dieser flexible Aufbau erlaubt eine Anwendung für

- Bestimmung von Absorptionskurven,
- Bestimmung von zeitlichen Absorptionsänderungen,
- Bestimmung von UV-Absorption,
- Konzentrationsbestimmung von Salzen in Lösung.

Ziel war es dabei also nicht, die herkömmlichen Spektrometer zu ersetzen, sondern durch Verwendung von einfachen und möglichst preiswerten Standardkomponenten eine leistungsstarke Apparatur zu entwickeln, die leicht durchschaubar und einfach anwendbar ist, und praktische Anwendung beispielsweise bei Experimenten in der Schule findet. Durch den Aufbau ist dieses Ziel erreicht, die Kosten und der Aufbau sind ohne einen erheblichen Qualitätsverlust der Messungen nicht weiter reduzierbar.

Aufbau

Allgemeiner Aufbau

Der Aufbau des Spektrographen besteht grundsätzlich aus einer Strahlungsquelle, welche die zu untersuchende Strahlung liefert, einem Spalt(1), um die

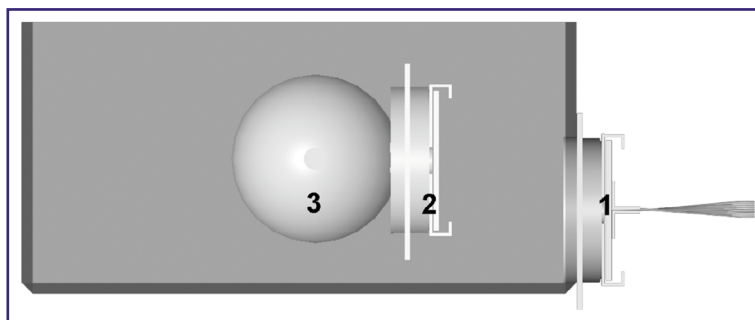


Abbildung 1: Aufbau eines Spektrographen

Strahlung einzugrenzen, einem optischen Transmissionsgitter(2), um das Licht in seine verschiedenen Wellenlängen aufzuspalten und einer Webkamera(3) als Detektor (Abbildung 1).

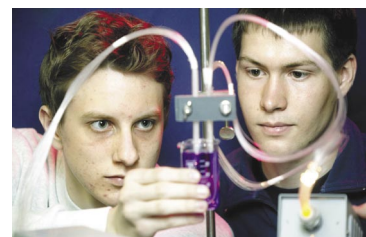
Dieser Aufbau enthält so nur die allernotwendigsten Elemente und verzichtet auf weitere Linsen und so weiter, um den Aufbau möglichst kompakt und kostengünstig zu halten. Doch trotz dieses einfachen Aufbaus bleibt dieser ausreichend leistungsfähig, und passt problemlos in einen kleinen Kasten, der die Kamera gegen Fremdlicht abschirmt.

Gitter

Die bestimmende Komponente dabei ist das optische Gitter, da es zwischen einzelnen Gittern starke Unterschiede im Wirkungsgrad (Anteil des Lichts, das spektral zerlegt wird) der Gitter gibt. Deshalb haben wir einige Gitter verschiedener Hersteller auf ihr Preis-Wirkungsgrad Verhältnis und die grundsätzliche Eignung für eine Verwendung bei quantitativen Messungen getestet, dabei wurden Gitter mit Gitterkonstanten zwischen 500 und 1300 Linien pro Millimeter getestet. Zusätzlich dazu wurde noch die Eignung von unbeschichteten CDs und DVDs getestet.

Die Autoren

Frederik Schaal und Torben Ott sind am Kepler-Seminar für Naturwissenschaften in Stuttgart. Während Frederik Schaal im Wintersemester das Studium des Maschinenwesens an der Universität Stuttgart beginnen wird, ist Torben Ott noch in der 12. Klasse, wird also nächstes Jahr Abitur machen und danach Physik studieren.



Um die CDs und DVDs als Transmissionsgitter verwenden zu können, wurde zuerst die Reflektionsschicht von unbeschriebenen CD-R und DVD+R Rohlingen durch konzentrierte Salz- und Salpetersäure abgelöst. Später wurden auch von Rohlingherstellern unbeschichtete CDs und DVDs bezogen um Beschädigungen durch das Ätzen auszuschließen.

Durch die fehlende Reflexionsschicht bilden die Rohlinge ein optisches Gitter, da sie nun transparent sind und viele nebeneinander liegende Rillen besitzen. Durch die unterschiedlichen Rillenbreite von DVDs und CDs ergibt sich für eine CD eine Gitterkonstante von etwa 600 und für eine DVD eine Gitterkonstante von etwa 1300 Linien pro Millimeter [4].

Die Untersuchungen der Gitter ergaben folgende Ergebnisse:

Gitter	Gitterkonstante $[\frac{1}{mm}]$	Wirkungsgrad
DVD+R	1300	18%
1	1000	13%
2	1000	12%
3	1000	62%
4	900	12%
5	600	64%
CD-R	600	36%
6	530	60%

Da für quantitative Messungen ein Gitter mit einem Wirkungsgrad über 50 Prozent nötig ist, kommen nur wenige Gitter in Betracht, für einen besonders preisgünstigen Aufbau das Gitter 6, dafür besitzt es aber, durch die kleine Gitterkonstante keine so gute Wellenlängenauflösung. Für einen bestmöglichen Aufbau wird das Gitter 3 verwendet, da es einen hohen Wirkungsgrad und eine hohe Gitterkonstante besitzt, dadurch wird eine noch genauere Wellenlängenbestimmung möglich. Die Gitter werden in Diarahmen in den Aufbau eingebaut, dadurch lassen sie sich schnell wechseln, neue Gitter lassen sich leicht einbauen und eventuell vorhandene Gitter können leicht verwendet werden.

Die CDs und DVDs sind zwar sehr preisgünstig und besser als manches käufliches Gitter, eignen sich aber durch den geringen Wirkungsgrad nicht für unseren

Aufbau, hinzu kommt noch, dass durch die radiale Anordnung der Rillen das Spektrum verzerrt wird, was die Auswertung erschweren würde.

Das Transmissionsgitter hat eine ähnliche Wirkung wie ein Prisma, aber die Vorteile, dass es einen einfacheren Aufbau ermöglicht, billiger ist und die Auswertung einfacher ist. Deshalb wird ein Transmissionsgitter verwendet.

Webkamera

Als Detektor kommt in unserem Aufbau eine Webkamera (Webcam) zum Einsatz. Diese Kameras werden eigentlich für Videokonferenzen verwendet. Durch die Massenproduktion dieser Kameras sind sie sehr preisgünstig (25 bis 100 Euro) und leicht durch den USB-Bus an einen Computer anzuschließen. Die Sensorauflösung beträgt 640*480 Pixel. Die Kamera ist im sichtbaren Bereich empfindlich, sodass sich Messungen im Wellenlängenbereich 400 bis 700 Nanometer durchführen lassen. Eigentlich würde für unsere Zwecke eine Schwarz-Weiß-Kamera genügen, da aber nur noch Farb-Kameras verkauft werden, wird eine Farb-Kamera verwendet.

Die Kamera nimmt das komplette Spektrum einmal auf und kann so pro Sekunde 5 bis 30 Bilder des Spektrums liefern. Dies ist ein Vorteil gegenüber Aufbauten mit punktförmigen Photosensoren, die nur langsam das Spektrum abfahren/aufnehmen können.

Die verschiedenen Webkamera Modelle unterscheiden sich vor allem durch das Rauschen des Sensors. Da das Rauschen die Genauigkeit stark verringert, verwenden wir die QuickCam Pro 3000/4000 von Logitech, die so gut wie kein Rauschen bei entsprechender Empfindlichkeit aufweist (CCD-Sensor). Die Modelle QuickCamZoom und QuickCam Pro (CMOS-Sensor) eignen sich wegen des starken Rauschens nicht.

Digitalkameras eignen sich wegen des stärkeren Rauschens der hochauflösenden Sensoren, des hohen Preises und der schlechteren Anschlussmöglichkeit an den Computer ebenfalls nicht.

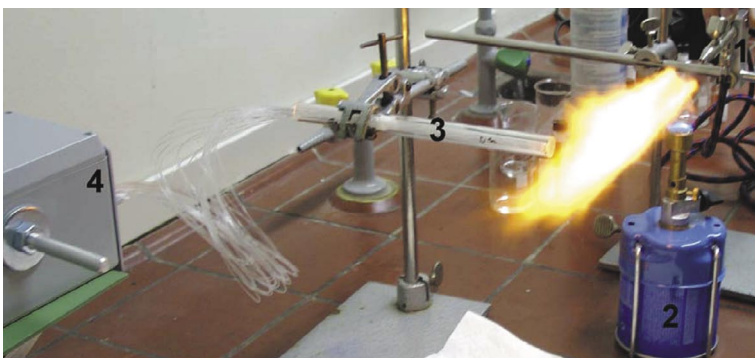
Spalt

Der Spalt besteht aus 45 einlagig eng nebeneinander angeordneten Glasfasern mit je 0,7 Millimeter Durchmesser. Durch die Glasfasern ist man flexibel bei der Aufnahme des Lichtes und es lassen sich durch die Glasfasern auch längere Distanzen vom Messort zum Spektrometer fast verlustfrei überbrücken.

Emission

Für die Emissionsspektroskopie wird der in der Abbildung 2 gezeigte Aufbau verwendet [2]. Die zu untersuchende Lösung wird mit einer Airbrush-Pistole (1) mit Treibgas in eine Bunsenbrennerflamme (2) zerstäubt. Dort entzündet sich das Treibgas und eine große, leuchtstarke Flamme wird erzeugt. Das Licht der Flamme wird durch das in einem Glasrohr geschützte

Abbildung 2: Aufbau für Emissionsspektroskopie



Glasfaserbündel(3) aufgenommen und im Spektrometer(4) ausgewertet. Auf diese Art und Weise lässt sich zum Beispiel die Wellenlänge der Emissionslinien von Natrium oder Calcium bestimmen, über Zugabe eines Standarts (zum Beispiel Lithium) lässt sich auch die Konzentration dieser Metalle in Lösungen bestimmen. Die Airbrush-Pistole ist die einzige Zerstäubungsmethode, die eine ausreichend helle und stabile Flamme erzeugt. Andere Methoden, wie beispielsweise ein Inhalationsgerät, Zerstäuber, Nadel oder Schweißgerät erreichten nicht die erforderliche Flammenintensität.

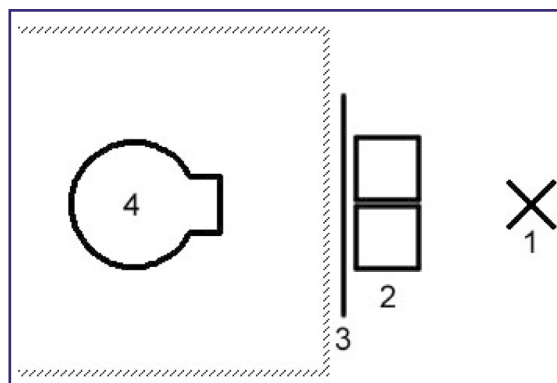


Abbildung 4: Aufbau UV-Absorption

Absorption

Für die Absorptionsspektroskopie (Abbildung 3) wird das Glasfaserbündel(2) einem zweiten Glasfaserbündel, welches Licht einer Lampe(1) heranhöhrt, wie unten dargestellt gegenübergestellt, die Glasfaserbündel verlaufen zu ihrem Schutz in Glasröhren. Diese zwei Röhren sind über einen Halter miteinander verbunden, der Abstand der Enden ist variabel. Dieser Messkopf lässt sich in Flüssigkeiten eintauchen. Durch das eine Glasfaserbündel wird Licht einer Lampe herangeföhrt. Dieses Licht tritt am Ende aus der Faser aus, durchläuft die Flüssigkeit, dabei ist die Schichtdicke durch den Abstand der Röhren einstellbar, wird vom zweiten Glasfaserbündel aufgenommen, an das Spektrometer (3) weitergeleitet und dort untersucht. Dadurch ist es möglich, Messungen direkt in Reaktionsgefäßen durchzuführen. Aufnahmeort der Messung und Messapparatur sind getrennt, so ist es nicht nötig die Reaktion in der Messapparatur durchzuführen, sondern es ist möglich, die Messung in der Reaktion vorzunehmen. Durch diese Aufnahmeart zusammen mit den Fähigkeiten der Software erweitern sich die Einsatzmöglichkeiten des Gerätes. Nicht nur statische Konzentrationsbestimmungen sind möglich, sondern auch die Aufnahme von dynamischen Konzentrationsverläufen direkt in der Reaktion. Natürlich ist es auch möglich durch einen Adapter kleine Mengen in Küvetten zu messen, wenn nicht genügend Flüssigkeit zum Eintauchen zur Verfügung steht.

UV-Absorption

Um auch im im UV-Bereich Absorptionsmessungen durchführen zu können wird der folgende Aufbau verwendet (Abbildung 4): Eine UV-Lampe(1) strahlt UV-Licht der Wellenlänge 254 Nanometer ab. Dieses Licht fällt durch zwei Küvetten(2), in einer befindet sich das Lösungsmittel, in der anderen der zu untersuchende Stoff. Zur Kostenersparnis werden Küvetten aus Polystyrol statt Quarzglas verwendet. Hinter den Küvetten ist eine Dünnschichtchromatographiekarte angebracht, die eine fluoreszierende Schicht enthält. Je nach Intensität des durchgehenden UV-Lichtes leuchtet die Karte unterschiedlich hell, da

durch lassen sich mit der nicht UV empfindlichen Kamera(4) die Intensitäten aufnehmen und daraus die Konzentration von UV-Absorbierenden Stoffen berechnen. Es sind aber nur Messungen bei einer Wellenlänge (254 Nanometer) möglich, deshalb wird bei diesem Aufbau auch kein Gitter benötigt.

Auswertung

Emission

Um bei der Emissionsspektroskopie quantitative Aussagen zu treffen, vergleichen wir das Emissionsspektrum der zu untersuchenden Lösung der Konzentration c mit einem Standard bekannter Konzentration, die wir der Lösung hinzugeben, c_{std} . Dabei verwenden wir Lithium, da Lithium nur sehr selten in den zu untersuchenden Lösungen enthalten ist. Das Verhältnis der Konzentrationen c und c_{std} hängt direkt von dem Verhältnis der Intensitäten I und I_{std} ab. Das Verhältnis der wirklichen Intensitäten I und I_{std} entspricht dem Verhältnis der Konzentrationen:

$$\frac{c}{c_{std}} = a \cdot \frac{I}{I_{std}}$$

Nun ist der Signalpegel der Kamera, also die gemessene Intensität, nicht proportional zur wirklichen Intensität. Die wirklichen Intensitäten lassen sich wie folgt berechnen:

$$I^* = b \cdot I^k$$

bzw.

$$I_{std}^* = b \cdot I_{std}^k$$

Abbildung 3: Aufbau für Absorptionsspektroskopie



Dabei sind I und I_{std} die Signalpegel der Kamera, also die gemessenen Intensität der zu untersuchenden Lösung und der Signalpegel der zugesetzten bekannten Lithiumlösung. Daraus ergibt sich eine Formel für die Konzentration der zu untersuchenden Lösung:

$$\frac{c}{c_{std}} = a \cdot \left(\frac{I}{I_{std}} \right)^k$$

Die Konstanten a und k wurden durch Messreihen mit bekannten Konzentrationen empirisch ermittelt und erlauben Messungen mit einer guten Genauigkeit.

Absorption

Die Lampe ist bei verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich hell. Außerdem ist die Kamera nicht bei allen Wellenlängen gleich empfindlich. Deshalb wird bei der Absorptionsspektroskopie vor einer Messreihe die Intensität der Strahlungsquelle I_0 durch das Lösungsmittel gemessen und gespeichert (Nullabgleich). Nun wird die Intensität I des Lichtes, das durch die zu untersuchende Lösung hindurchgeht, gemessen. Daraus lässt sich bei bekanntem Extinktionskoeffizienten ε die Konzentration berechnen, beziehungsweise bei bekannter Konzentration der Extinktionskoeffizient. Zugrunde gelegt wird hier das Lambert-Beer-Gesetz [3]:

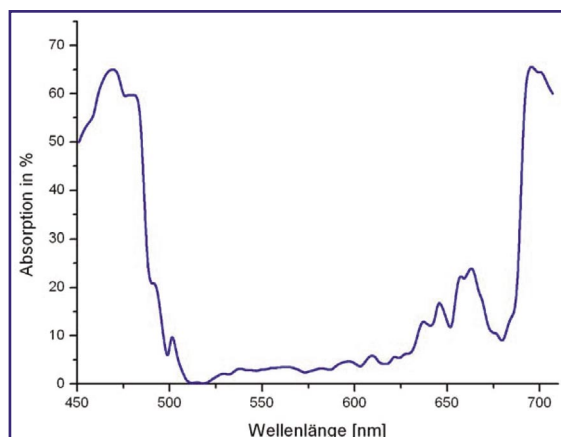
$$\lg \frac{I_0}{I} = E = \varepsilon \cdot c \cdot d$$

Dabei ist E die Extinktion und d die Schichtdicke. Die gemessenen Intensitäten müssen wie bei der Emission wieder auf die wirklichen Intensitäten umgerechnet werden. Um eine einfache und komfortable Bedienung zu ermöglichen, sind die geschilderten Berechnungen in das Programm eingebaut und es ist lediglich die Eingabe der bekannten Daten erforderlich, das Ergebnis wird dann berechnet und grafisch dargestellt.

Software

Die Aufgabe der Software ist es zunächst die Bilder der Webkamera einzulesen, dabei greift die Software

Abbildung 5:
Chlorophylllösung



auf Windows Funktionen zurück, sodass jede Kamera mit Windows Treiber verwendet werden kann.

Die Bilddaten liegen nun im RGB-Format vor, das heißt jeder Bildpunkt hat einen Rot-, Grün- und Blau-Wert. Da aber für die Spektroskopie nur die Intensität gebraucht wird, werden die drei Farbwerte in jedem Bildpunkt addiert, um so die Intensität zu erhalten. Damit die gesamte Bildinformation des Spektrobildes ausgewertet werden kann, wird die Intensität jeder Pixelspalte in einem bestimmten vertikalen Bereich gemittelt, aus diesen Werten lässt sich dann eine Intensitätskurve des Spektrums erstellen. Aus dem Abstand der jeweiligen Bildpixel zur 0. Ordnung lässt sich die Wellenlänge berechnen. Zusätzlich hat die Software noch folgende Funktionen:

- Anzeige des aktuellen Kamerabildes
- Laden und Speichern von Kamerabildern
- Exportieren der Kurvendaten, zum Beispiel um sie in anderen Programmen zu verwenden
- Mitteln der Intensität über mehrere Kamerabilder um zufällige Fehler zu minimieren
- Warnung vor Übersättigung des Kamerasensors
- Durchführung eines Nullabgleiches für die Absorption
- Berechnung der Absorptionskurve/Extinktionswerte bei der Absorption
- Berechnung von Konzentrationen und Absorptionskoeffizienten
- Aufnahme eines zeitlichen Konzentrationsverlaufs (5 bis 30 Messungen je Sekunde)
- Aufnahme des zeitlichen Verlaufs des Spektrums (5 bis 30 Messungen pro Sekunde).

Messgrenzen

Emission

Bei der Emissionsspektroskopie ist es möglich, Natrium bis zu einer Konzentration von 0,2 Milligramm pro Liter nachzuweisen. Die Messgrenze liegt bei fünf Milligramm pro Liter. Calcium lässt sich bis 50 Milligramm pro Liter nachweisen und die Messgrenze beträgt 200 Milligramm pro Liter. Die mittlere Abweichung bei Konzentrationsbestimmungen beträgt fünf Prozent.

Absorption

Bei der Absorptionsspektroskopie ergab sich ein Messbereich der Extinktion von 0,1 – 1 bei einer Schichtdicke von einem Zentimeter, die mittlere Abweichung bei Konzentrationsbestimmungen beträgt fünf Prozent. Dabei lässt sich der untere Wert durch eine größere Schichtdicke noch unterschreiten. Bei stark konzentrierten Lösungen lässt sich durch einfaches Verdünnen auch diese messen, dies ist auch nötig, da bei großen Extinktionswerten das Lambert-Beer-Gesetz nicht mehr gilt.

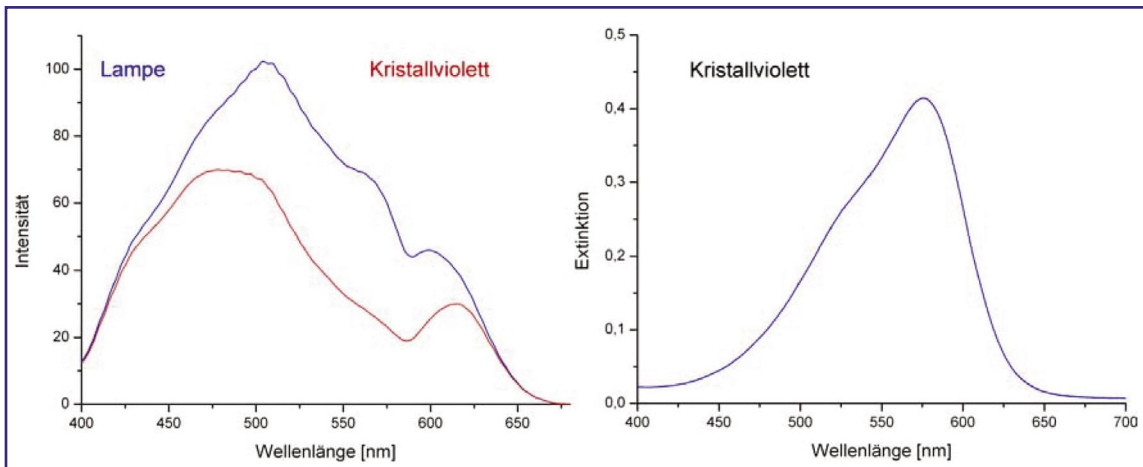


Abbildung 6: Transmissionsspektrum der Lampe und Kristallviolett (links), Spektrum von Kristallviolett (rechts)

Beispiele

Die folgenden Messungen wurden alle mit unserem Spektrometer aufgenommen.

Chlorophyll

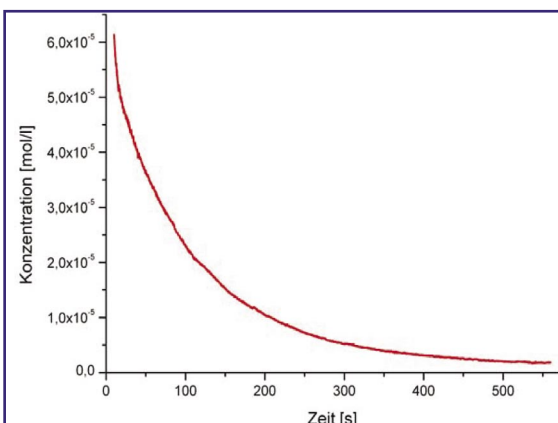
Aus Spinat wird mit Hilfe von Aceton und Ethanol eine Lösung gewonnen, die Chlorophyll enthält. Sie besitzt die in der Abbildung 5 gezeigte Absorptionskurve.

Kristallviolett

Ablauf einer Messung:

1. Der Messkopf wird in Wasser getaucht. Es wird das Spektrum der Lampe ohne Probe aufgenommen und abgespeichert. Dieser Vorgang wird als Nullabgleich bezeichnet.
2. Der Messkopf wird in die Kristallviolettlösung eingetaucht. Das Spektrum von Kristallviolett wird aufgenommen.
3. Die Extinktionskurve wird erstellt, indem bei jedem Messwert durch das Lambert-Beer-Gesetz die Extinktion aus der gespeicherten Lampenhelligkeit (I_0) und der Intensität mit Kristallviolettlösung (I) berechnet wird (Abbildung 6).

Abbildung 7: Einfärbung von Kristallviolett



Entfärbung von Kristallviolett

Eine Kristallviolettlösung wird durch Zugabe von Natronlauge entfärbt und die Konzentration des färbenden Kristallviolett im zeitlichen Verlauf verfolgt. Dazu wird an jedem Messpunkt die Konzentration aus der Extinktion bei einer Wellenlänge und dem Extinktionskoeffizienten berechnet. Aus dem Konzentrationsverlauf lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit und Reaktionsordnung bestimmen (Abbildung 7).

Na-, Li-, Ca-Lösung

Untersuchung einer Lösung, die Natrium, Calcium und Lithium enthält. Die Lösung wird durch Emissionsspektroskopie untersucht und besitzt das in der Abbildung 8 dargestellte Emissionsspektrum.

Literatur

- [1] Dorn Bader, Physik 12/13, Schroedel, 2001, S.186-189
- [2] Jochen Ott Hendrik Weimer, Sprudelanalyse mit Airbrush und Webcam, Jugend Forscht 2000 Regionalwettbewerb Mittlerer Neckar, S.7
- [3] Doerffel Geyer Müller, Analytikum, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1994, 9. Auflage, S.174-175 S.176-177 S.181-182 S.252
- [4] DVD-AG, <http://www.dvd-info.de/fakten/facts/facts.html>

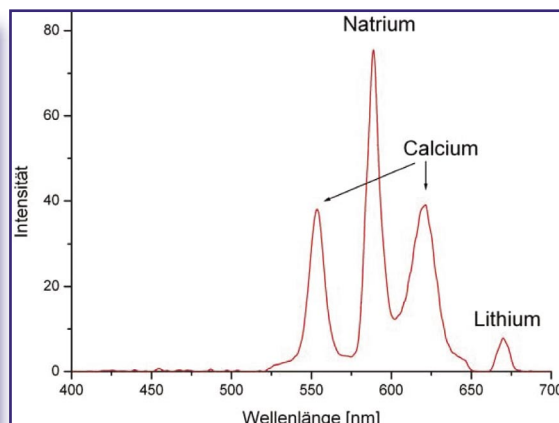


Abbildung 8: Lösung mit Natrium, Calcium und Lithium

Essigsäure und Acetate

Wolfgang Hasenpusch

In Lehrbüchern der organischen und der anorganischen Chemie kommen die Essigsäure und ihre Salze durchweg zu kurz, da sie eine Position zwischen beiden Bereichen einnehmen. Die Essigsäure und ihre Salze erlangen im Zuge der nachhaltigen Chemie wieder eine erhöhte Bedeutung für die chemische Verfahrenstechnik. Mit ihnen lassen sich eine Reihe chemischer Umsetzungen durchführen, die denen anderer anorganischer Salze ähneln, jedoch auch organische Acetylierungen in großer Vielfalt bewerkstelligen. Reine Essigsäure besitzt zwar neben dem typisch stechenden Geruch einige Gefahrstoff-Eigenschaften, wie Brennbarkeit, Explosivität und ätzende Wirkung auf Haut und Schleimhäute, was sich jedoch durch die Verwendung wässriger Zubereitungen relativiert. Aber auch die Acetate verfügen über interessante Eigenschaften: beispielsweise die Schwerlöslichkeit der Buntmetallsalze sowie die Energie-Speicherkapazität des Natriumacetats in den Wärmekissen und die pH-Pufferung äquimolarer Mischungen aus Essigsäure und Natriumacetat. Eutektische Schmelzen dienen zwischen 150 und 300°C verschiedenen chemischen Umsetzungsprozessen. Zu dem weit gefächerten Anwendungs-Spektrum zählen schließlich auch die Acetate dreiwertiger Ionen.

1. Essigsäure und ihre Eigenschaften

Essigsäure, ihre Folgeprodukte sowie ihre Salze, die Acetate, werden in Mengen mehrerer hundert Jahrestonnen hergestellt. Chemiker, die sich der Nachhaltigkeit verschrieben haben, plädieren sogar für eine neue Organische Chemie auf der Basis nachwachsender Rohstoffe über den Weg zur Essigsäure parallel zu Synthesen aus petrochemischen Rohstoffen.

Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.

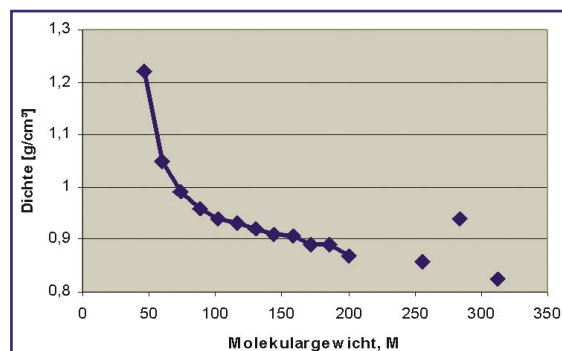
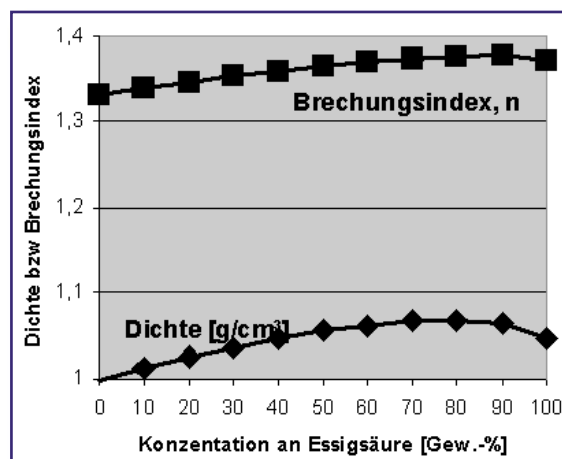


Abbildung 1: Dichten der linearen α - Carbonsäuren als Funktion des Molekulargewichtes, beginnend mit der Ameisensäure.

1.1 Essigsäure

Reine Essigsäure, auch Eisessig genannt, weil sie bei 16,5°C zu eisartigen Kristallen erstarrt, ist eine klare farblose Flüssigkeit mit typisch stechendem Geruch. Sie siedet bei 117,9°C und hat bei Raumtemperatur eine Dichte von $D_{20/4} = 1,0477 \text{ g/cm}^3$. Die Dichte der Essigsäure reiht sich harmonisch in die Abhängigkeitskurve derer anderer homologen Carbonsäuren mit dem Molekulargewicht ein (Abbildung 1). Ihr Brechungsindex n liegt bei 1,3716 [1]. Die Maximale Arbeitsplatzkonzentration, der MAK-Wert, wurde mit 25 mg/m³ bzw. 10 ppm von der MAK-Wert-Kommission festgelegt. Reine Essigsäure ist mit einem Flamm-

Abbildung 2: Dichte und Brechungsindex wässriger Essigsäure-Lösungen.



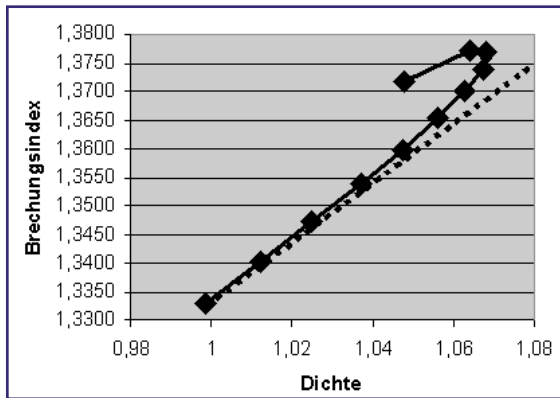


Abbildung 3: Brechungsindex als Funktion der Dichte in wässrigen Essigsäure-Lösungen.

punkt von 37°C brennbar und in den Grenzen von 4 bis 17 % in Luft explosiv. Die Zündtemperatur liegt mit 500°C relativ hoch. Mischbarkeit in jedem Verhältnis ist mit Wasser, Alkohol, Glycerin, Ether, Chloroform und Tetrachlormethan gegeben.

Essigsäure war bereits im Altertum bekannt. Die erste reine Säure stellte der deutsch-russische Chemiker Tobias Lowitz 1789 dar. Molekulargewicht und Bruttoformel ermittelte 1814 der Stockholmer Chemie-Professor Freiherr Jöns Jacob von Berzelius [2].

1.2 Essigsäure-Wasser-Mischungen

Die wässrigen Zubereitungen der Essigsäure warten mit einer Anomalie auf: Die Dichte wässriger Lösungen steigt bis etwa 78 Gew-% harmonisch auf 1,0681 g/cm³ an, um dann wieder abzufallen. Bei 77 % liegt genau das molare Verhältnis zwischen Essigsäure und Wasser von 1:1 vor. Analog verhält sich der Brechungsindex (Abbildung 2).

Besonders deutlich offenbart sich das Maximum der Essigsäureparameter bei wässrigen Lösungen, wenn der Brechungsindex gegen die Dichte bei abnehmender Verdünnung aufgetragen wird. Die in vielen Fällen lineare Beziehung zwischen diesen beiden Parametern weicht schon bei geringen Essigsäure-Konzentrationen von der Linearität ab (Abbildung 3). Für dieses Verhalten werden Wasserstoff-Sauerstoff-Brücken und Hydratbildungen verantwortlich gemacht (Abbildung 4). Dabei bilden die Essigsäure-Moleküle in verdünnter Lösung verbrückte Hydrate. In konzentrierter und reiner Essigsäure wurden aus Dampfdruckmessungen auch Dimere und Tetramere gefolgert [4].

Die Aufspaltung der Essigsäure in hydratisierte Wasserstoff- und Acetat-Ionen in wässrigen Lösungen vollzieht sich nur sehr unvollständig. Als Maß für diese Dissoziation wurde der pKs-Wert eingeführt. Er ist der negativ dekadische Logarithmus der Gleichgewichtskonstanten K aus dem Bruch von dissoziierten Ionen-Konzentrationen und den ungespaltenen Molekülkonzentrationen:

Aus der Gleichung $\text{AcOH} \rightarrow \text{AcO}^- + \text{H}^+$ formulierten Guldberg und Waage 1867 das Massenwirkungsgesetz $\frac{[\text{AcO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{AcOH}]} = K = 10^{-4,75}$. Der pKs-Wert der Essigsäure beträgt 4,75. Niedrigere Werte belegen eine höhere Dissoziation der Säuren, beispielsweise Schwefelsäure (H₂SO₄) 1,92; Flußsäure (HF) 3,45 und Ameisensäure (HCOOH) 3,75.

Durch die schwache Dissoziation wird Essigsäure auch als Säure-Puffer verwendet. Der pH-Wert bleibt bei Zugabe von Alkalien in weiten Bereichen konstant (siehe 1.4).

1.3 Herstellung der Essigsäure

Die wässrigen Lösungen der Essigsäure, kurz Essig genannt, werden aus alkoholischen Vergärungen in offenen Bottichen seit über 10 000 Jahren mit Hilfe der auf der Oberfläche wachsenden Essigsäure-Bakterien hergestellt. Zur Herstellung des Speise-Essigs dienen heute Bioreaktoren mit luftansaugenden Rotoren, die den Alkohol mit über 98%iger Ausbeute umsetzen. Bei diesem Acetator-Verfahren, auch „Submers- oder Tankverfahren“ genannt, befinden sich die Mikroorganismen im Reaktor verteilt, während sie beim Oberflächenverfahren auf dem Substrat gezüchtet werden.

Im Jahre 1648 erwähnte Johann Rudolph Glauber, der erste Chemiker, der von seinen hergestellten Chemikalien leben konnte, bereits die Produktion der Essigsäure aus dem Abgas der trockenen Holz-Destillation. Um 1970 begann die technische Gewinnung von Holzessig. Beim Erhitzen von Holz in geschlossenen Retorten auf 300 bis 500°C unter Luftausschluß entsteht ein Destillat, das aus 75 % Wasser, 8 % Teerstoffe, 12 % Essigsäure und andere Carbonsäuren sowie 3 % einer Methanol-Aceton-Mischung (Holzgeist).

Mit Beginn des 1. Weltkrieges startete die Essigsäure-Synthese aus Acetylen, das mit Sauerstoff und einem Mangan-Acetat-Katalysator zu einem über 90%igen Rohessig oxidiert.

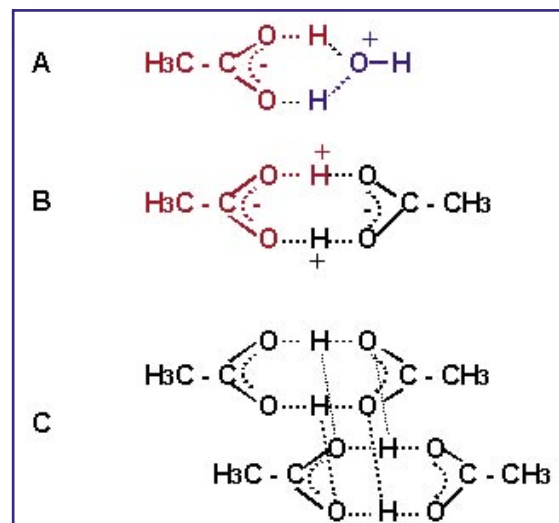


Abbildung 4: Wasserstoffbrücken-Bindungen in verdünnten wässrigen Essigsäure-Lösungen (A) sowie in konzentrierter und reiner Essigsäure (B und C).



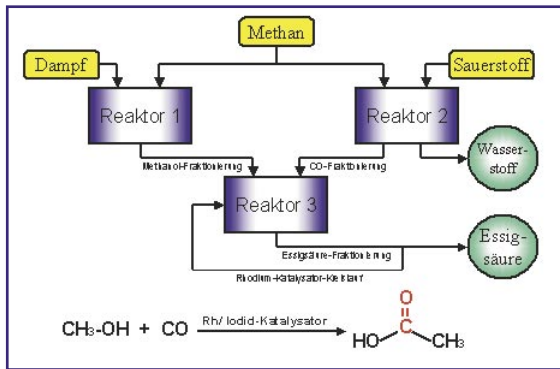


Abbildung 5: Vereinfachter Verfahrensfluß und Reaktionsgleichung der Essigsäure-Herstellung nach dem Monsanto-Verfahren.

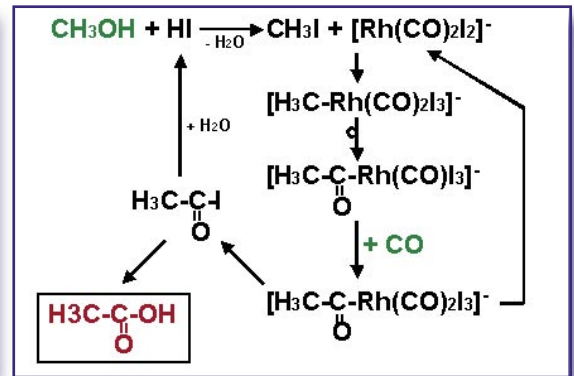


Abbildung 6: Katalyse-Cyclus im Monsanto-Verfahren.

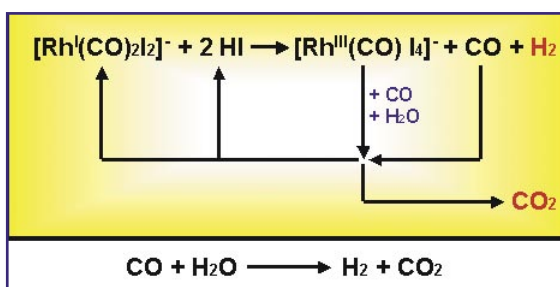
Auch die Oxidation von Acetaldehyd hatte eine Zeit lang Bedeutung, als der Bedarf von Essigsäure für die Cellulosetriacetat-Produktion sprunghaft anstieg, nachdem die Nitrocellulose-Filme für eine Reihe von Kino-Bränden gesorgt hatten.

Neuere Verfahren laufen über Carbonylierungen von Methanol unter verschiedenen Bedingungen bei Temperaturen über 150°C und Drücken von über 200 bar ab: ein kontinuierliches Verfahren der BASF verwendet Kobalt(II)-iodid als Katalysator, Monsanto arbeitet mit Rhodium und Iodid (Abbildung 5).

Der Mechanismus der Homogenkatalyse mit der Kombination aus Iodwasserstoffsäure und Dicarboxyldiiodo-rhodat(I) läuft über eine Carbonyl-Umlagerung am Rhodium-Komplex und anschließender Acetyl iodid-Abspaltung (Abbildung 6). Ausbeuten über 90 % werden hauptsächlich dadurch vereitelt, daß sich unter Wasserstoff-Bildung intermediär Rhodium(III)-Komplexe bilden, durch die der Reaktionspartner „Kohlenmonoxid“ zum Kohlendioxid aufoxidiert wird und damit für die Zielreaktion fehlt (Abbildung 7).

Umwelt-Chemiker in USA und anderen Ländern empfehlen im Rahmen ihrer „Green Chemistry“ [3] einen Großteil der Organischen Chemie auf Basis der Zucker-Vergärung vorzunehmen, anstatt die Basis-Chemikalien und Crack-Produkte aus der Petrochemie zu bemühen (Abbildung 8).

Abbildung 7: Bisher unvermeidbare Nebenreaktion im Monsanto-Verfahren.



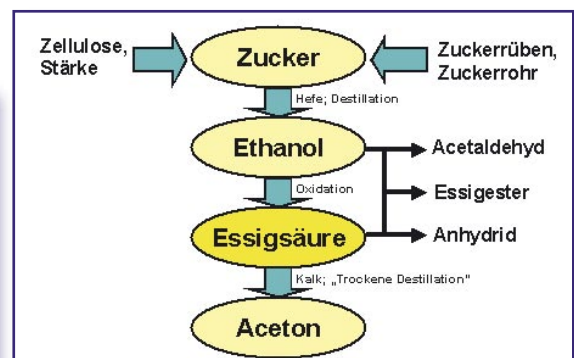
Allein in Deutschland beläuft sich die Produktionskapazität auf einige 100 000 Tonnen pro Jahr. Ihr Haupteinsatzgebiet liegt bei der Herstellung verschiedener Ester, Essigsäure-Folgeprodukte, anorganischer Salze für Textil- und Lederindustrie sowie Färberei und Pharmazie [4]. Der großtechnische Industrie-Preis schwankt derzeit um 50 Cent pro Liter ab 20 000 Liter für die 99%ige Essigsäure. Labor- und Technikums-mengen kosten deutlich mehr, wie beispielsweise dem Merck-Katalog zu entnehmen ist (Abbildung 9).

Die bekanntesten Primärreaktionen der Essigsäure zeigt zusammenfassend die Spinnen-Graphik in Abbildung 10. Auf viele dieser Umsetzungen bauen sich weitere bekannte Folgereaktionen auf, wie beispielsweise die Acetylierung der Salicylsäure (2-Hydroxybenzoesäure) mit Essigsäureanhydrid zur bekannten, über 100 Jahre industriell produzierten Acetylsalicylsäure (Aspirin, ASS).

1.4 Acetat-Puffer

Werden schwache, wenig in Wasser dissoziierende Säuren, wie die Essigsäure mit einer starken, vollständig in ihre Ionen zerfallenden Lauge tiriert, zeigt sich in einem weiten Bereich um die Hälfte der Neutralisation ein nahezu konstanter pH-Wert. Bei

Abbildung 8: Acetat-Chemie: eine Alternative zur Petrochemie ?



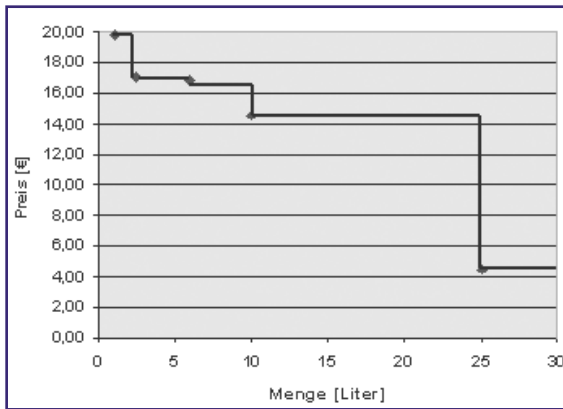


Abbildung 9: Staffel-Preise für kleinere Essigsäure-Mengen, 99 Prozent Reinheit.

der Zugabe von 0,5 ml einer 10 n NaOH-Lösung zu 100 ml einer 0,1 n Essigsäure, HOAc, liegen äquimolare Mengen an Säure und neutralisiertes Salz vor. Diese Puffer-Wirkung beruht auf der Abfangreaktion von Wasserstoff-Ionen durch die wenig dissoziierte Essigsäure. Der Pufferpunkt bei 50%iger Neutralisation einer 0,1n Essigsäure liegt bei $\text{pH} = 4,75$ (25°C). Der Neutralisationspunkt bei vollständiger Neutralisation der Essigsäure mit der starken Natronlauge steigt auf $\text{pH} = 8,88$ (Abbildung 11).

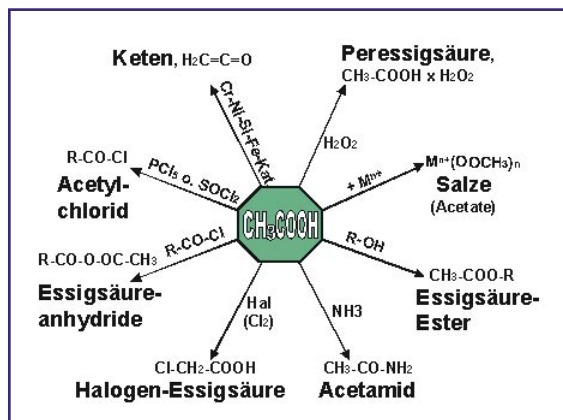
Allgemein können Säuren mit Salzen aus starken Basen und schwachen Säuren gepuffert werden und bei Zugabe von Laugen die pH-Werte mit Puffersalzen aus schwachen Basen und starken Säuren konstant gehalten werden.

Acetat-Puffer finden in der analytischen und präparativen Chemie vielfache Anwendung. Allerdings sind auch zahlreiche andere Puffer-Systeme selbst im pH-Bereich um 4,75 bekannt, beispielsweise der Kaliumhydrogenphthalat-Puffer.

2. Acetate

Neben der Veresterung und den Folgeprodukten, wie Acetanhydrid, Acetaldehyd und Aceton haben auch die Acetate eine breite technische Anwendung

Abbildung 10: Bekannte Umsetzungen der Essigsäure.



erlangt, wobei dem Natriumacetat eine besondere Bedeutung zukommt. Eutektika ermöglichen chemische Reaktionen um 200°C . Eine Reihe von Acetaten sind auch Lebensmittelzusatzstoffe.

Aus linearen Beziehungen zwischen Dichte und Molekulargewichten sind auch Dichten von Acetaten zugänglich, die bisher noch nicht gemessen bzw. deren wasserfreie Salze noch nicht hergestellt werden konnten. So kann etwa die Dichte des Rubidiumacetat mit $2,0 \text{ g/cm}^3$ interpoliert werden. Ob die Dichte des Lithiumacetats am Anfang der Geraden den Wert 1,3 einnimmt, wäre experimentell zu überprüfen. Ammonium- und Silberacetat ($M = 167$; $D = 3,26$) weichen von der Geraden der Alkalimetallacetat-Dichten als Funktion der Molekulargewichte $D = 0,0083 M + 0,8$ deutlich ab.

2.1 Alkaliacetate

Bei den Alkalimetallacetaten findet das Natriumacetat als Trihydrat die größte Anwendung. Das farblose, in Säulen kristallisierende Trihydrat schmilzt bei 58°C und spaltet bei 120°C sein Kristallwasser ab. Wasserfrei schmilzt es bei 324°C .

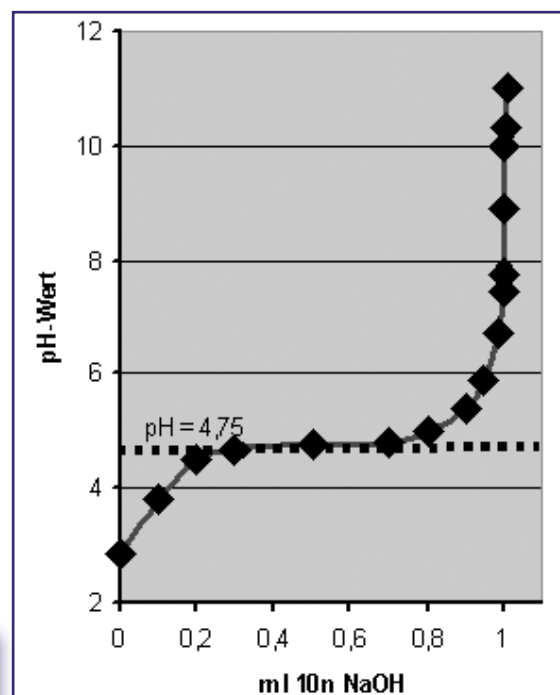


Abbildung 11: Titrationskurve von Essigsäure mit Natronlauge.

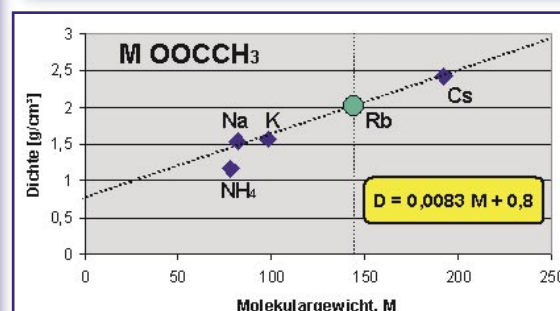


Abbildung 12: Dichte der Acetate mit einwertigen Kationen.



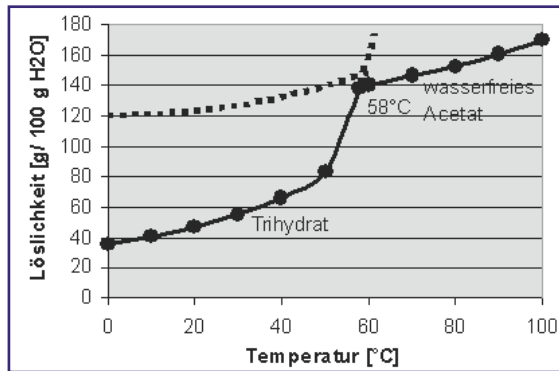


Abbildung 13: Löslichkeit von Natriumacetat in Wasser von 0 bis 100 Grad Celsius.

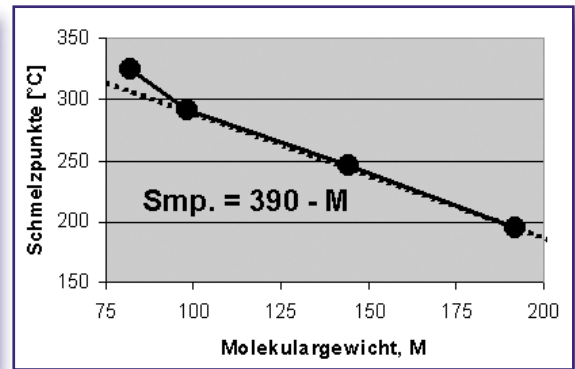


Abbildung 14: Schmelzpunkte der Alkaliacetate.

Die Dichten von wasserfreiem Natriumacetat und Trihydrat betragen 1,53 und 1,45 g/cm³. In Wasser lösen sich fast 50 Gramm Trihydrat auf 100 g Wasser, jedoch nur gut 2 Gramm in Ethanol bei 20°C. Das Natriumacetat kristallisiert bei tieferen Temperaturen bis 58°C als Trihydrat aus, darüber als wasserfreies Salz (Abbildung 13) [5]. Natriumacetat kristallisiert auch mit einem Mol Essigsäure als weißes Pulver aus, dem Natriumdiacetat, NaOAc•HOAc. Es wird als Lebensmittelzusatzstoff E 262 zur milden Säureregulierung und zum Konservieren eingesetzt.

Ein äquimolares Gemisch von Natriumacetat und Essigsäure hält den pH-Wert auch nach Zugabe von Säuren oder Laugen als „Puffer-Lösung“ in weiten Bereichen konstant bei pH = 4,75 (Abbildung 11).

Interessant ist aufgrund der hohen Schmelzwärme des Trihydrats die Verwendung in Wärmekissen. Legt man die dicht verschweißten Kunststoffbeutel mit dem Trihydrat für ca. 20 Minuten in kochendes Wasser, so wird der Inhalt transparent und flüssig. Auf Raumtemperatur abgekühlt, hält sich diese unterkühlte Schmelze für längere Zeit. Durch Biegen eines Metallplättchens in der Schmelze kristallisiert das Natriumacetat-trihydrat innerhalb weniger Sekunden und gibt dabei für etwa eine halbe Stunde die Kristallisationswärme ab. Das Kissen erhitzt sich dabei auf bis zu 55°C. Wintersportler, Taucher und Jäger schätzen

diese Wärmekissen ebenso wie Patienten bei schmerzenden Körperpartien in der Wärmetherapie.

Lithiumacetat kristallisiert mit zwei Molekülen Wasser, LiOAc•2H₂O. So schmilzt es bei 70°C im eigenen Kristallwasser. Löslichkeiten in Wasser und Ethanol sind mit über 300 und 21,5 g/100 g Lösungsmittel bei 20°C sehr hoch. Die Dichte ohne Wasser läßt sich zu etwa 1,3 g/cm³ extrapolieren (Abbildung 12). Die Verbindung wird in der Medizin, als Puffersubstanz und Katalysator eingesetzt.

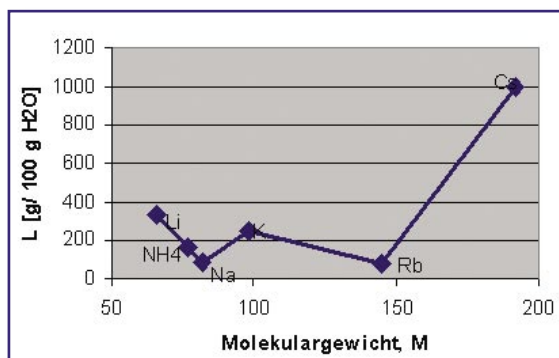
Die farblosen Kristalle des Kaliumacetats lösen sich ebenfalls sehr gut in Wasser: 253 g/100g H₂O bei 20°C. Bei niedrigen Temperaturen bis 41°C kristallisiert das Monohydrat aus. Auch die Löslichkeit in Ethanol mit 33 g/100 g Ethanol bei 20°C ist noch relativ gut. Nach dem Schmelzen bei 292°C tritt die thermische Zersetzung erst bei 440°C ein. Reines Kaliumacetat findet in der Pharmazie und als Lebensmittelzusatzstoff E 261 Anwendung.

Das Rubidiumacetat zeigt sich recht hygroskopisch. Seine Dichte wurde daher bisher nicht direkt ermittelt. Die Interpolation unter den Alkaliacetaten führt zu einer Dichte von etwa 2,0 g/cm³. Die Löslichkeit in Wasser liegt in weiten Temperatur-Bereichen kurz oberhalb von 80 g/100g H₂O. Bei 246°C schmilzt das Salz. Seine Anwendung ist auf Spezialfälle beschränkt.

Caesiumacetat besitzt mit 194°C den niedrigsten Schmelzpunkt der Alkalimetallacetate. In 100g Wasser löst sich die zehnfache Menge an Salz, genau 945 g bei -2,5°C oder gar 1,350g bei 90°C. Die Dichte wurde trotz des hygroskopischen Charakters dieses Salzes mit 2,423 g/cm³ (20°C) sehr exakt ermittelt. Das Caesiumacetat hat sich besonders bei der Perkin-Synthese, der Herstellung von ungesättigten Säuren durch Kondensation von aromatischen Aldehyden und Essigsäureanhydrid, als sehr hilfreich erwiesen, wo es zwei- bis neunmal so hohe Ausbeuten liefert wie das Natriumacetat.

Schließlich sei neben den Alkaliacetaten auch noch das Ammoniumacetat erwähnt. Das hygroskopische Salz löst sich mit 148 g/100 g H₂O (4°C) sehr gut in Wasser, zersetzt sich jedoch schon beim Eindampfen,

Abbildung 15: Löslichkeit der Alkalimetalle in Wasser in Abhängigkeit vom Molekulargewicht.



wie am Geruch von Ammoniak zu erkennen ist. Auch die Löslichkeit in Alkohol ist nennenswert: in Methanol beispielsweise 8 g/100g CH₃OH. Es verfügt über eine Dichte von 1,17 (20°C) und schmilzt schon bei 114°C. Ammoniumacetat reagiert neutral. Die Verbindung wird in der Gärungsindustrie als Stickstoffquelle und in der Wollfärberei als Egalisierungsmittel eingesetzt sowie als Zusatz zu Tonungsbädern, in ölhaltigen Spezialzementen, in der Analytik zur Bestimmung von Eisen und Blei [2].

Überblicksmäßig lässt sich bei den Alkalimetallacetaten folgendes festhalten:

- Mit steigendem Molekulargewicht
 - steigt die Dichte der wasserfreien Salze von etwa 1,3 bis 2,4 an,
 - sinken die Schmelzpunkte vom Natriumsalz mit 324°C linear bis zum Caesiumacetat mit 194°C (Abbildung 14).
- Das Caesiumacetat weist mit etwa 1kg in 100 g Wasser (20°C) bei weitem die beste Löslichkeit auf (Abbildung 15).

2.2 Erdalkali- und zweiwertige Buntmetallacetate

Erdalkaliacetate haben in verschiedenen Bereichen ihre Anwendungen gefunden. Die größte Bedeutung kommt den Magnesium- und Calciumacetaten zu. Ihre Herstellung verläuft über die in der Natur reichlich vorkommenden Carbonate mit verdünnter, ca. 15%iger, Essigsäure.

Das Magnesiumacetat kristallisiert als farbloses Tetrahydrat, Mg(OOCH₃)₂•4H₂O, aus. Trotz der leicht zerfließenden Eigenschaft konnte die Dichte mit 1,454 (20°C) relativ genau bestimmt werden. Die Dichte der wasserfreien Verbindung liegt nur bei 1,42 g/cm³. In Wasser und Ethanol ist das Salz relativ gut löslich.

Das Hydrat schmilzt bei 80°C, die wasserfreie Verbindung unter Zersetzung bei 323°C. In der Medizin wird Magnesiumacetat als mildes Abführmittel eingesetzt. Ferner findet es in der Analytik, bei der

Herstellung von Glasuren und in der Färberei seine Anwendung.

Breitere Anwendung kommt dem Calciumacetat zu: es wird bei Bodenuntersuchungen, im Alizarin-Farbdruck und beim Gerben von Leder ebenso eingesetzt wie als Lebensmittelzusatzstoff E263. Besondere Bedeutung erlangt das Calciumacetat dadurch, daß es beim Erhitzen über 160°C in Aceton und Calciumcarbonat zerfällt und somit eine nachhaltige Methode zur Herstellung dieser organischen Grundchemikalie liefert (Abbildung 8). Calciumacetat kristallisiert wasserfrei als feines weißes Pulver mit der Dichte 1,5. Abgesehen vom Calciumhydroxid liegen die Dichten D der gebräuchlichsten Calcium-Verbindungen in Abhängigkeit vom Molekulargewicht M einigermaßen auf einer Geraden der Gleichung $D = -0,02 M + 4,4$ (Abbildung 16). In diese Beziehung reiht sich auch das Calciumacetat ein.

Die Löslichkeit des Calciumacetats in Wasser beträgt 37,4g/100 g Wasser bei 0°C und knapp 30 g/100 g Wasser bei 100°C. Damit ist das Acetat mit dem Chlorid das am besten lösliche Kalziumsalz in Wasser (Abbildung 17).

Mit Calciumacetat läßt sich auch folgender interessanter Versuch anstellen: Zu einer gesättigten Calciumacetat-Lösung gibt man Ethanol, in dem sich das Salz kaum löst und daher als weißes Gel ausfällt. Der Niederschlag läßt sich entzünden, da der Alkohol in einem Calciumacetat-Netzwerk eingeschlossen wird. Ähnliche feste Gele finden ihren Einsatz als Brennstoff für Camping-Herde.

Über die Verwendung von Strontiumacetat ist nur wenig bekannt. Die Dichte des wasserfreien Salzes beträgt 2,099. Daneben existiert ein Halbhydrat, das sein Kristallwasser bei 150°C verliert. Die Löslichkeit liegt in weiten Temperaturbereichen von 15 bis 100°C nahe bei 36,6 g/100 g Wasser. Gering ist die Löslichkeit in Methanol mit nur 0,26 g/100 g CH₃OH bei 15°C.

Bariumacetat findet trotz des gesundheitsschädlichen Charakters als Beizmittel in der Druckereitechnik sowie als Katalysator für organische Reaktionen noch seinen Einsatz. Das wasserfreie Acetat hat eine

Abbildung 16: Dichte bekannter Calciumsalze als Funktion des Molekulargewichtes.

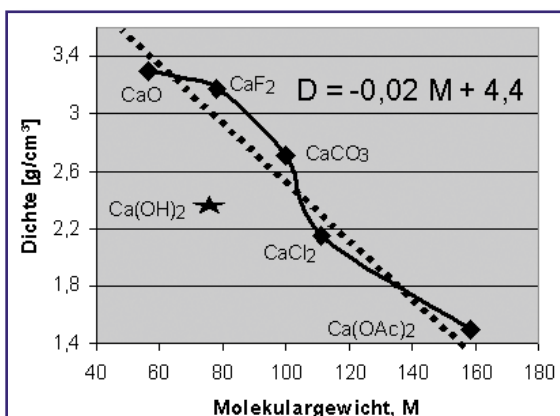
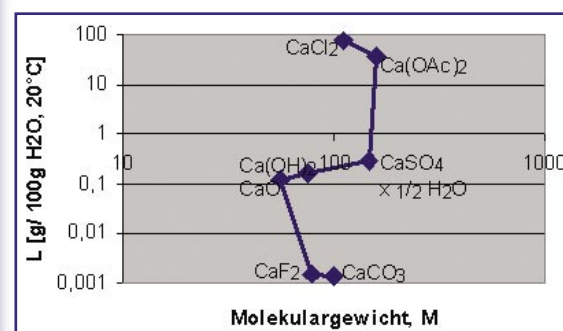


Abbildung 17: Löslichkeit bekannter Calciumsalze als Funktion des Molekulargewichtes.



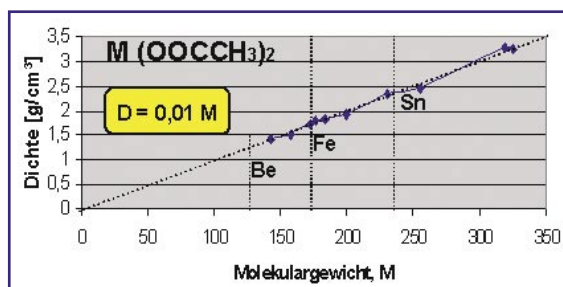


Abbildung 18: Dichte der Acetate mit zweiwertigen Kationen.

Dichte von 2,468, das ebenfalls farblose trikline Monohydrat von 2,19. Die Löslichkeit der wasserfreien Verbindung steigt von 58,8 g/100 g Wasser bei 0°C auf 75 bei 100°C.

Nur der Vollständigkeit halber sei das giftige und cancerogene Berylliumacetat erwähnt. Seine schuppigen Kristalle sind in Wasser unlöslich und zersetzen sich bei 300°C. Aus der allgemeinen, sehr einfachen Dichteformel für zweiwertige Acetate $D = 0,01 M$ ergäbe sich eine Dichte von 1,27 (Abbildung 18).

Es ist schon erstaunlich, dass neben den Erdalkalimetallacetaten auch alle wasserfreien Acetate der zweiwertigen Buntmetalle dieser Beziehung mit guter Näherung folgen. Bei den Acetaten zweiwertiger Buntmetalle ist folgendes auffällig:

- 1, 2, 3 oder 4 Mol Kristallwasser werden schon bei 100°C abgegeben,
- wasserfreie Salze schmelzen im Bereich von 180 bis 280°C, zersetzen sich aber auch wenige Grad darüber,
- das Monohydrat des Kupferacetats besitzt die gleiche Löslichkeit in Wasser wie in Ethanol: 7,1 g/100 g Lösungsmittel (20°C),
- während die Löslichkeit von Zinkacetat in Wasser mit der Temperatur von 30 g/100 g H₂O bei 20°C auf 100°C nur wenig steigt: auf 44,6 g, erhöht sie sich in Ethanol erheblich: von 2,8 g bei 25°C auf 166,8 g bei 79°C.

2.3 Dreiwertige Metallacetate

Die Acetate dreiwertiger Metalle treten zumeist in ihrer basischen Form auf, wie das Aluminium- und das Chromacetat. Von ihnen sind nur wenige physikalische Daten bekannt. Gerade einmal die Dichte des Ytterbiumacetat-Tetrahydrats sowie das Samarium-Trihydrat sind in der Literatur [1] mit 2,09 und 1,94 zu finden.

Die Löslichkeiten in Wasser variieren von dem unlöslichen Wismutacetat bis zum sehr gut löslichen Ytterbiumsalz.

Das basische Aluminiumacetat, $\text{Al}(\text{OH})(\text{OAc})_2$, wird als Beizmittel und Farblackbildner in der Textilindustrie sowie zum Flammenschutz eingesetzt. Lösungen des Salzes zur Wundbehandlung, auch „essigsäure Tonerde“ genannt, sind wegen der zellschädigenden Nebenwirkung nicht mehr in Gebrauch.

Die grünen basischen Chromacetate werden in der Textilfärberei als Beize sowie in der chemischen Industrie als Katalysator eingesetzt.

3. Acetat-Schmelzen

Die niedrigen Schmelztemperaturen der Acetate führen auch im Bereich der Salzschnmelzen zu Anwendungen. Hier sind vor allem Eutektika von Natrium- und Kaliumacetat (Smp.: 324 und 292°C) in Bereichen von 230 bis 330°C interessant [7]. Aber auch die noch niedrigeren Schmelzpunkte der Rubidium- und Caesiumacetate mit Schmelzpunkten von 246 und 194°C ergeben für Spezialanwendungen interessante Schmelzen. Zinnacetat schmilzt zwar schon bei 182°C, verflüchtigt sich jedoch schon bei 240°C, so daß nur ein enger Temperaturbereich für die Anwendungen in Salzschnmelzen bleibt. Auch Eutektika von Alkaliacetaten mit anderen niedrigschmelzenden Verbindungen, wie Harnstoff (Smp: 135°C), werden beschrieben. In den Schmelzen laufen zum einen chemischen Reaktionen gelöster Stoffe untereinander ab, jedoch ist auch die Beteiligung der Acetate möglich, wie an dem Beispiel der Bildung von Ethylendiacetat und Alkali-Terephthalat aus Polyethylenterephthalat gezeigt werden konnte [6]. Die Literatur beschreibt auch Elektrolysen, die in eutektischen Acetat-Schmelzen durchgeführt werden [7].

Äußerste Vorsicht ist beim Zusammenschmelzen von Acetaten mit Arsenoxid oder anderen Arsenverbindungen geboten. Zwar galt das entstehende sehr giftige Kakodyloxid (Oxy-bis-dimethylarsin), $(\text{CH}_3)_2\text{As-O-As}(\text{CH}_3)_2$, mit einem Siedepunkt von 120°C, an dem sich bereits der bekannte Heidelberger Chemieprofessor Robert Bunsen 1899 vergiftete, lange Zeit durch den ekelhaften, aber typischen Geruch als qualitativer Nachweis für die an der Reaktion beteiligten Stoffe, jedoch sind heute zeitgemäßere Nachweise angebracht: beispielsweise die physikalischen spektralanalytischen Verfahren, Hochdruckchromatographie oder qualitativ die Spiegelprobe nach James Marsh für Arsen oder die Veresterung der Essigsäure mit Ethanol und Schwefelsäure.

Literatur

- [1] Handbook of Chemistry and Physics, Chemical Rubber Co., 1973
- [2] Römpp Chemie Lexikon, Thieme Verlag, Stuttgart, 1990
- [3] Anastas, P.T. und J.C. Warner, „Green Chemistry“, Oxford, University Press, 1998
- [4] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, A1, VCH, 1985
- [5] Gmelin, Springer, 8. Aufl., „Natrium“, Bd. 21 (1974) 826 ff
- [6] Hasenpusch, W., CLB, 6 (2001) 208
- [7] Marassi, R. u.a., Journal of Applied Electrochemistry, 9 (1979) 81-87 und Rhodes, E., Proceedings – Electrochem. Soc. (1984) 84, 676

CLB – Memory

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

Juni 2004

Verbraucher mögen keinen Kalk:

Wie hartes Wasser weich wird

Den überwiegende Teil des Trinkwassers nutzen die meisten Haushalte für Zwecke, bei denen sich seine Härte als Nachteil erweist: Bei Erwärmung fällt Calciumcarbonat aus, verkrustet Rohrleitungen und behindert den Wärmeübergang in Wärmetauschern und Warmwasserbereitern. Außerdem führt hohe Wasserhärte zu einem erhöhten Verbrauch an Wasch- und Reinigungsmitteln und an Regeneriersalz für geräteinterne oder dezentrale Ionenaustauschanlagen.

Eine systematische Entkalkung des Trinkwassers durch die Wasserversorger würde nach einer Studie des Karlsruher Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) nicht nur die Umwelt schonen, sondern auch den Geldbeutel der Verbraucher. Die Untersuchung des ISI und des Karlsruher Technologiezentrums Wasser (TZW) kommt auf Einsparungen von 50 bis 60 Cent pro Kubikmeter bei einem Trinkwasserbedarf von 50 Kubikmeter pro Person und Jahr. Der Komfortgewinn durch den geringeren Reinigungsaufwand sei dabei nicht berücksichtigt.

Um den Übergang von unerwünschten Stoffen aus metallischen Rohrleitungen in das Trinkwasser weitgehend zu verhindern, sind innerhalb bestimmter Grenzen möglichst hohe pH-Werte beziehungsweise möglichst

niedrige Konzentrationen an freier Kohlensäure erwünscht. Bei allen Verfahren zur Wasserenthärtung entsteht ein Wasser, in dem der Gleichgewichts-pH-Wert höher ist als im Ausgangswasser, das heißt es findet zugleich eine Entsäuerung statt.

Bei der chemischen Enthärtung durch die Verringerung der Hydrogencarbonat-Konzentration verringert sich allerdings auch die Pufferung des Wassers. Bei zu weitgehender Entkarbonisierung und bei hohen Sulfat- und Chloridgehalten können deshalb auch Umbildungen und Verschlechterungen von Deckschichten in (ehemals) verzinkten Stahlrohren auftreten, die zu braunem Wasser führen können.

Andererseits wirken sich die Einsparungen an Regeneriersalz und Waschmitteln auch positiv auf die Umwelt aus, da eine Aufsalzung

der Gewässer unterbleibt. Ein weiterer Aspekt, der primär mit den korrosionschemischen Auswirkungen gekoppelt ist, ist die Verringerung des Eintrages von gelöstem Kupfer ins Abwasser.

Unser Wasser wird härter

In manchen Gegenden Deutschlands nimmt die Härte des Wassers in Förderbrunnen zu. Ursachen für diesen Anstieg sind saurer Regen und Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft. Gelangen Schwefeldioxid und Stickstoffverbindungen auf die Erdoberfläche, entstehen Schwefel- beziehungsweise Salpetersäure. Aus der Landwirtschaft kommen große Mengen an organischem und anorganischem Ammonium-Stickstoff, der im Boden biologisch zu Salpetersäure oxidiert wird; außerdem Nitrat-Stickstoff, der organische Stoffe im Boden zu Kohlensäure oxidiert und

Was ist Wasserhärte?

Der Begriff Wasserhärte entstand ursprünglich, da nicht enthärtetes Wasser zu bretharter Wäsche führt. Hartes Wasser bildet Kesselstein (besteht neben Silicaten vor allem aus CaCO_3 und MgCO_3) und Kalkseifen (schwerlösliche Mg- beziehungsweise Ca-Salze der langkettigen Fettsäuren). Die Wasserhärte wird somit durch zweiwertige Ionen wie Ca^{2+} und Mg^{2+} charakterisiert. Sie wird gesteuert durch Anionen wie HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} und Silicat sowie Chlorid.

Man unterscheidet die temporäre oder Carbonathärte und die permanente Härte. Die temporäre Härte wirkt sich erst beim Erhitzen aus: Der Kalk schlägt sich deshalb vor allem an den Heizspiralen und Heizflächen von Töpfen ab. Die permanente Härte bleibt auch beim Erhitzen und hat sogar die Tendenz, sich erst beim Erhitzen durch Lösen etwaiger Niederschläge zu bilden. Dies betrifft zum Beispiel Sulfate, Phosphate oder Silicate, die sich in der Hitze eher lösen als ausfällen lassen.

dabei selbst zu elementarem Stickstoff reduziert wird. Diese Umsetzungen führen zu Säuren, die im Boden und Grundwasserleiter mit festem Calciumcarbonat zu freien Calcium- und Hydrogencarbonat-Ionen im Wasser reagieren.

Was ist Enthärtung?

Man spricht von Enthärtung, wenn nur Calcium- und Magnesiumionen aus dem Wasser entfernt werden. Dies ist zum Beispiel bei der Enthärtung mit Hilfe eines Kationenaustauschers der Fall. Er tauscht beispielsweise Calcium- gegen Natrium-Ionen. Das Wasser wird enthärtet, der Gesamtsalzgehalt bleibt aber weitestgehend gleich. Zusätzlich wird Kohlensäure frei.

Bei der Enthärtung mittels Ionentausch durchströmt das Wasser ein Ionentauscherharz. Dieses Harz ist heutzutage ein industriell hergestelltes Polymer; in den Anfängen wurde natürliches Zeolith verwendet, dessen Kapazität allerdings sehr eingeschränkt war. Das so erzeugte Weichwasser hat eine Wasserhärte von nahezu null Grad deutscher Härte. Jeder Ionentauscher hat nur eine bestimmte Anzahl von Ionen, die er tauschen kann. Anschließend muss man das Harz wieder mit Natrium-Ionen regenerieren.

Was ist Entkarbonisierung?

Entkarbonisierungsanlagen dienen zur Beseitigung der Carbonathärte aus dem Wasser. Sie werden zum Beispiel bei der Aufbereitung von Kesselspeisewasser, Kühlwasser oder Brauwasser eingesetzt. Bei der Entkarbonisierung werden die Calcium- und Magnesiumionen, die an Hydrogencarbonat gebunden sind, mittels eines schwach sauren Kationenaustauschers entfernt. Zur Vermeidung von Korrosion wird das Wasser deshalb anschließend über einen Riesler geleitet und dort ausgegast und so die Kohlensäure entfernt.

Die Schnellentkarbonisierung und die Langsamentkarbonisierung sind zwei verfahrenstechnische Standardverfahren. Bei der Schnellentkarbonisierung wird das

Einheiten der Wasserhärte

Das alte Maß für die Wasserhärte, den deutschen Härtegrad °dH, benutzen auch heute noch viele Anwender. Es gilt jeweils in einem Liter Wasser:
 $1 \text{ °dH} = 10,0 \text{ mg CaO / l} = 7,19 \text{ mg MgO / l}$

Die Wasserhärte wird heute in mmol Erdalkali-Ionen/l Wasser angegeben:
 $1 \text{ °dH} = 0,179 \text{ mmol Ca}^{2+} / \text{l}$ oder $1 \text{ mmol Ca}^{2+} / \text{l} = 5,608 \text{ °dH}$

Häufig findet man auch die Einteilung in Härtebereiche:

0-7 °dH	weiches Wasser	(Härtebereich I)
> 7-14 °dH	mittelhartes Wasser	(Härtebereich II)
> 14-21 °dH	hartes Wasser	(Härtebereich III)
> 21 °dH	sehr hartes Wasser	(Härtebereich IV)

Rohwasser gemeinsam mit Kalkmilch in das untere Ende eines Reaktors eingeleitet. Hier befindet sich feinkörniger Impfsand. Das ausfallende Calciumcarbonat lagert sich bevorzugt an diesen Sand an, es entsteht eine Calcitoberfläche, und an dieser Oberfläche findet dann die weitere Kristallisationsreaktion statt. Sind schließlich zu viele oder zu große Pellets im Reaktor, entfernt man sie und ergänzt Impfsand.

Die Langsamentkarbonisierung wird in Flockungs- und Sedimentationsanlagen durchgeführt. Dort findet die Reaktion zwischen Kalkmilch und Rohwasser an der Oberfläche von Schlammteilchen statt. Die Schlammabtrennung in dieser Art von Entkarbonisierungsreaktor benötigt aufgrund der geringen Absinkgeschwindigkeit des feinkristallinen Calciumcarbonates sehr viel Zeit.

Was ist Entsalzung?

Von Entsalzung spricht man, wenn sowohl die Konzentration aller Kationen als auch aller Anionen reduziert wird. Dies ist mit Membranverfahren und Ionenaustauschverfahren möglich.

Die Teilentsalzung stellt eine Kombination aus zwei Verfahren dar. Dabei wird einem EntkarbonisierungsfILTER ein EnthärtungsfILTER nachgeschaltet. Dieses Verfahren findet vorrangig bei der Kesselspeisewasseraufbereitung Anwendung.

Unter Vollentsalzung versteht man die vollständige Entfernung der im Wasser gelösten Ionenverbindungen. Die Vollentsalzung ist Voraussetzung für die Herstellung von Kesselspeisewasser in Kraftwerken und Reinstwasser für spezielle industrielle Anwendungen. Als einfachste Möglichkeit besteht hier das Hintereinanderschalten eines stark sauren Kationenaustauschers und eines stark basischen Anionenaustauschers. Im Kationenaustauscher werden die im Wasser vorhandenen Kationen wie Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium gegen Wasserstoff ausgetauscht. Es entstehen freie Mineralsäuren. Im anschließenden Anionenaustauscher werden Chloride, Nitrate, Sulfate, Hydrogencarbonate und Silikate gegen Hydroxidionen ausgetauscht. Aus Wasserstoff- und Hydroxid-Ionen bildet sich dann Wasser.

Regenwasser kommt ohne Enthärtung aus

Deus 21 steht für Dezentrale Urbane Infrastruktur-Systeme und ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördertes Projekt. Mit der Stadt Knittlingen nördlich von Pforzheim hat sich eine Gemeinde bereit gefunden, dieses gemeinsam mit zwei Forschungsinstituten und sechs Industriepartnern umzusetzen.

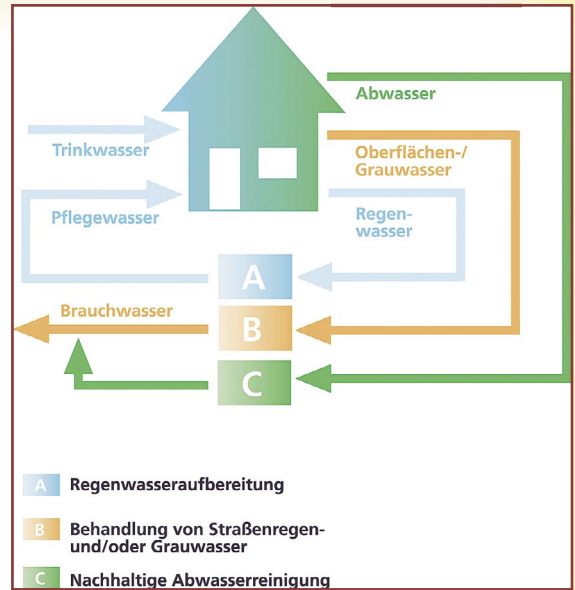
Das Konzept unter Federführung des Stuttgarter Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Biover-

fahrentechnik IGB sieht vor, das Regenwasser aller Grundstücke zu sammeln. In einer zentralen Membrananlage zu Trinkwasserqualität aufbereitet, steht es den Haushalten dann als hygienisch einwandfreies Brauchwasser zur Verfügung. Weil es nahezu salzfrei ist, kann man bei der Heißwasserzubereitung auf Entkalkungsmittel und in der Waschmaschine auf Weichspüler verzichten. Im Neubaugebiet wird den Haushalten hierzu ein eigenes Brauchwassernetz parallel zum Trinkwassernetz installiert (siehe Abbildung).

Das häusliche Abwasser saugt man über ein Vakuumkanalsystem ab, wie es bei Flugzeugen, Schiffen

und der Bahn aber auch in der kommunalen Abwasserentsorgung in skandinavischen Ländern weit verbreitet ist. Das zentral gesammelte Abwasser wird in einem biologischen Abwasserreinigungsreaktor mit integrierter Membrantechnik aufbereitet, wobei die organischen Bestandteile zu Biogas vergoren und Phosphor- und Stickstoff-Salze zu Dünger umgesetzt werden. Das Verfahren arbeitet anaerob und es entsteht nahezu kein Klärschlamm. Das gewonnene Biogas (siehe auch Artikel auf Seite M44) versorgt die Anlage mit Strom und Wärme, Überschussstrom wird in das Versorgungsnetz eingespeist.

MB



In Gegenden mit ausreichend Niederschlägen lohnt es sich, Regenwasser zu nutzen, anstatt es in eine Kläranlage einzuleiten (Abbildung: Fraunhofer IGB).

Nützliche Ratgeber 8 und 9:

Newsletter und Broschüre zum Umweltschutz

Den bislang in Papierform erschienenen Newsletter „Blauer Engel“ gibt es jetzt in elektronischer Form. Solarenergie und energiesparende Produkte sind Themenschwerpunkte der ersten Ausgabe. Mit Umweltschutz als nachhaltiger Gesundheitsvorsorge beschäftigt sich eine Broschüre verschiedener Bundesämter.

Was kann ich zum Klimaschutz beitragen? Welchen Nutzen habe ich von erneuerbaren Energien? Wie finde ich mich zurecht in dem großen Angebot von Solarkollektoren, Holzpelletkesseln, Gas- und Ölheizungsanlagen oder gar kleinen Blockheizkraftwerken? Ist es wirklich umweltschonend, eine Solaranlage auf dem Dach zu haben? Das Umweltzeichen „Blauer Engel“ gibt Antworten. Mit ihm schmücken sich zum Beispiel Anlagen zur Wärmeerzeugung und auch photovoltaische Produkte mit Batterien, wie etwa Armbanduhren oder Beleuchtungen für Haus oder Garten. Der Blaue Engel legt auch Kriterien fest, die garantieren, dass die Geräte an Tagen ohne Sonne

funktionieren. Ein Vorteil des Blauen Engels zahlt sich zudem in barer Münze aus: Wer zukünftig eine Solarkollektoranlage für seine Warmwasserbereitung nutzen will und eine Förderung durch das Marktanreizprogramm der Bundesregierung für Solarwärme haben möchte, bekommt diese nur, falls sein Kollektor die Kriterien des Umweltzeichens erfüllt. Abonnieren kann man den elektronischen Newsletter im Internet unter www.blauer-engel.de – Rubrik „News&Infos“.



Umwelt und Gesundheit

Mobilfunk, Lärm, Sonnenbaden, Ernährung – es gibt im Alltag viele Themen an der Schnittstelle von Umwelt und Gesundheit. Was wir in Deutschland darüber wissen und was getan wird in diesen Bereichen ist in der Broschüre „Umwelt und Gesundheit in Deutschland – Beispiele aus dem täglichen Leben“ zusammengefasst. Die vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Robert Koch-Institut (RKI) und Umweltbundesamt (UBA) gemeinsam erarbeitete Broschüre ist kostenlos beim Umweltbundesamt erhältlich. Im Internet findet man sie unter www.apug.de.

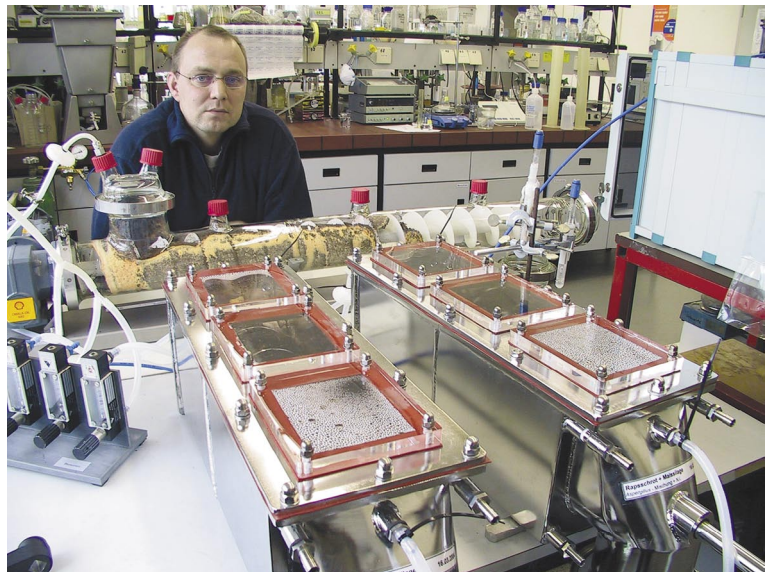


Biogas-Produktion optimieren

Enzyme und dynamische Prozesskontrolle helfen

Wissenschaftler der Universität Bonn haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Enzymmischungen zu einem Bruchteil des Weltmarktpreises produzieren lassen. Ihre Methode könnte beispielsweise dazu beitragen, Biogasanlagen effektiver zu machen. Im Rahmen eines durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) geförderten Projektes hat die Firma Utec GmbH bereits ein Optimierungsverfahren für Biogasanlagen entwickelt. Es ist dem Betreiber damit möglich, den biologischen Prozess zeitnah zu erfassen und bei Bedarf einzugreifen.

Viele kennen sie ja nur vom Waldspaziergang oder als unappetitlichen Bewuchs auf überaltertem Brot. Dr. Udo Hölker jedoch lässt auf seine Versuchsobjekte nichts kommen: „Vergessen Sie Bakterien – Pilze können viel mehr!“ Der Uni-Wissenschaftler und Geschäftsführer der Firma „Bioreact“ will die erstaunlichen Fähigkeiten der pilzlichen Mikroorganismen



Dr. Udo Hölker mit zwei Schneckenbioreaktoren, die den Pilz-Enzym-Mix mit der genau passenden Geschwindigkeit in die Biogas-Anlage befördern sollen (Foto: Frank Luerweg/Uni Bonn).

in den Dienst der Umwelt stellen. Sein Plan: Enzymmischungen – von verschiedenen Schimmelpilzen erzeugt – sollen die Methan-Produktion in Biogasanlagen ankurbeln.

Methan lässt sich einerseits zur Stromerzeugung in Block-Heizkraftwerken einsetzen, ist

aber auch für Brennstoffzellen geeignet. In der Natur entsteht es beispielsweise im Pansen von Kühen. Bei Labmagen-Operationen vergewissern sich Tierärzte gerne per Flammprobe, ob sie mit ihrem Skalpell nicht fälschlicherweise die Pansen-Wand perforiert haben. Urheber dieser Rinder-Blähungen sind „methanogene“ Bakterien. Unter geeigneten Bedingungen können sie auch außerhalb des Tieres aus nahezu allen organischen Abfällen Methan erzeugen. Nachwachsende Rohstoffe, Futtermittelabfälle, Molkerei-Rückstände oder Essensreste aus Restaurants akzeptieren sie dabei genauso gerne wie Mist oder Gülle.

Pilze können mehr als Bakterien

Ein großer Teil nachwachsender Rohstoffe wie Gras oder Mais, aber auch der Bio-Abfälle besteht aus schwer abzubauenen langen Zuckerketten – Beispiele sind Zellulose oder Hemizellulosen – und zu deren Abbau sind die methanogenen Bakterien nicht geeignet. Schon lange kursiert daher die Idee, den Bakterien bei ihrer Arbeit unter die Arme zu greifen:

Enzyme im Menschen

Enzyme finden sich in allen Zellen des Körpers, viele von ihnen sind spezifisch für ein Organsystem. Da sich die Enzyme in den Zellen befinden (beziehungsweise dort zumindest produziert werden), treten sie bei Zellschäden in das Blut über. Dort kann man dann erhöhte Enzymspiegel messen. Außerdem kann man je nach dem, welche Enzyme erhöht sind, auf den Ort der Zellschädigung schließen.

Bei Enzymbestimmungen misst man nicht die Menge der Enzyme, sondern deren Aktivität. Ausschlaggebend für das Maß ist, wie viel „Umsatz“ eine bestimmte Menge eines Enzyms schafft. Die immer noch gebräuchlichen alten Maßeinheiten sind die Internationalen Einheiten (I.E.) beziehungsweise die Units (U). Sie bezeichnen die Menge eines Enzyms, die pro Minute ein Mikromol eines Substra-

tes in einer chemischen Reaktion umwandelt. Die neue SI-Einheit ist katal (Abkürzung: kat) und bezeichnet diejenige Enzymmenge, die die Umwandlung von einem Mol Substrat pro Sekunde katalysiert. $1 \text{ kat} = 60 \cdot 10^6 \text{ U}$; $1 \text{ U} = 16,67 \text{ nkat}$; $1 \text{ U} = 1 \text{ I.E.}$

Die Enzymaktivität nimmt bei Aufbewahrung des Blutserums ab. Im Kühlschrank ist sie am geringsten, bei Raumtemperatur höher. Eingefrorene Blutproben behalten ihre Enzymaktivität. Diese nimmt jedoch nach dem Auftauen teilweise erheblich und schnell ab. Großen Einfluss auf die Enzymaktivität hat auch die Temperatur, bei der gemessen wird. Bisher war standardmäßig eine Messtemperatur von 25 Grad Celsius vorgesehen. Nach neuen, mittlerweile umgesetzten Richtlinien misst man standardmäßig bei 37 Grad Celsius.

Bestimmte Enzyme können nämlich die Zuckerketten knacken und in für die Methanproduzenten verdauliche Häppchen zerlegen. Problem ist nur: Die Enzyme sind teuer, und sie haben so ihre Vorlieben. „Mit einem oder zwei Enzymen lässt sich das organische Material nicht vernünftig vorverdauen, dazu sind die Substanzen, die sie zerlegen sollen, einfach zu unterschiedlich“, meint Dr. Hölker. Fazit: Mischungen aus vielen Enzymen müssen ran, und billig sollen sie außerdem sein.

Pilze passen ihre extrazellulären Enzyme an das zur Verfügung stehende Substrat an. Das heißt: Wenn man sie auf zellulosereiche Diät setzt, produzieren sie genau die Enzyme, die sie benötigen, um diese langen Zuckerketten abzubauen. Nun haben die Forscher verschiedene Pilze isoliert, die das besonders gut können. In einer Pilotanlage sollen sie ihre Fähigkeiten unter Beweis stellen. „Dazu geben wir mehrere Pilze, die sich gut miteinander ‚vertragen‘ müssen, auf einen Ausgangsnährstoff, beispielsweise Rübenpellets, und lassen sie eine Weile wachsen“, erklärt Hölker. „Nach einer bestimmten Zeit geben wir dann ein wenig von dem Reststoff hinzu, aus dem wir Biogas erzeugen wollen. Wir lassen dem Pilzmix 24 Stunden Zeit, sich auf das neue Substrat einzustellen und die gewünschten Enzyme zu produzieren, und geben ihn dann in die Biogasfermenter mit den Methan-Bakterien. Dort spalten die Enzyme die Biomasse, so dass die Bakterien daraus Methan erzeugen können.“ Das Ganze geht kontinuierlich: Eine Förderschnecke wird am Anfang mit Pilzsporen und Rübenpellets beimpft und transportiert die wuchernde Kultur mitsamt den Enzymen in den folgenden Tagen sukzessive bis in den Fermenter.

Effektiver und kostengünstiger

Die Idee funktioniert zumindest im Labor bislang ausgezeichnet: „Die Biogasausbeute ist um 30 bis 50 Prozent höher als ohne unseren Enzymzusatz – mit Mischungen

Zeitplan zur Entdeckung der Enzyme	
18. Jahrh.	Chemiker beobachteten vereinzelt, dass ein Stoff, der allem Anschein nach nicht an einer Reaktion teilnimmt, diese dennoch beschleunigen kann.
1812	Gottlieb Sigismund Kirchhoff zeigte, dass Stärke durch Kochen mit verdünnter Säure zu Traubenzucker abgebaut wird. Ohne Säure geschieht dieser Abbau nicht. Bei der Reaktion wird aber keine Säure verbraucht.
1816	Humphry Davy entdeckte, dass Platindrähte die Umsetzung verschiedener organischer Dämpfe, zum Beispiel Alkoholdampf mit Sauerstoff, bei gewöhnlichen Temperaturen begünstigen, ohne selbst an der Reaktion beteiligt zu sein.
1833	Anselme Payen konnte aus keimender Gerste einen Stoff extrahieren, der noch schneller als Säure den Abbau der Stärke zu Zucker bewirkte. Er nannte ihn Diastase. Diastase und ähnliche Stoffe wurden Fermente genannt, weil die Verwandlung von Stärke in Zucker eine Voraussetzung der Gärung von Getreide ist (lat. fermentum = Sauerteig, Gärung).
1836	Jöns Jacob Baron Berzelius schrieb über solche Phänomene ein Abhandlung und schlug den Namen „Katalyse“ für die Erscheinung vor. Dieser ist aus dem griechischen abgeleitet, bedeutet so viel wie „Abbau“ und bezog sich möglicherweise auf den durch Säure bewirkten Stärkeabbau.
1876	Wilhelm Kühne regte an, nur für jene Stoffe das Wort Ferment zu benutzen, die in einem Lebensvorgang wirkten. Dagegen sollten außerhalb der Zelle arbeitende Fermente als Enzyme bezeichnet werden, da sie in ihrer Wirkung den Fermente der Hefe ähnlich waren (griech. en = in, darin, hinein und zyme = Sauerteig).
Ende des 19. Jahrh.	Man erkannte an, dass alle Fermente tote Substanz sind. Der Name Enzyme wurde nun in gleicher Weise auf alle Fermente angewandt. Man erkannte an, dass eine Zelle keine Chemikalien enthält, die nur in Gegenwart irgendwelcher Lebenskräfte reagieren können.

aus vier oder fünf reinen, konventionell hergestellten Enzymen erreicht man keine vergleichbare Steigerung.“ Diese sind zudem erheblich teurer in der Herstellung, vor allem, weil sie meist kostspielig konzentriert und gereinigt werden müssen, bevor sie in den Handel kommen.

Dynamische Prozesskontrolle maximiert Biogaserträge

Nach wie vor ist der Fermenter für viele Betreiber von Biogasanlagen ein Buch mit sieben Siegeln. In seinem Inneren spielen sich biologische Prozesse ab, die nach außen verborgen bleiben. Oftmals ist die produzierte Gasmenge die einzige aussagekräftige Messgröße für den Betreiber. Dabei ist der Gärbehälter das Kernstück einer jeden Biogasanlage. Liegt in ihm etwas im Argen, so wirkt sich das auf den Rest der Anlage und insbesondere auf die Gaserträge aus. Licht ins Dunkle bringt das Verfahren der Utec GmbH Bremen. Zunächst in dem Projekt „Prozesskontrolle und An-

lagenführung landwirtschaftlicher Biogasanlagen durch dynamische Betriebsweise“ erforscht, bewährt sich das Verfahren derzeit in drei niedersächsischen Anlagen.

Dort ermittelt man in kurzen, regelmäßigen Abständen Daten, die präzise über die biologischen Prozesse im Fermenter informieren. Der Betreiber kann dadurch sehen, ob seine Anlage nahe der Überlastung läuft oder ob die verfügbaren Potenziale längst nicht ausgeschöpft sind.

Neben der Analyse von Prozessabläufen bietet die dynamische Betriebsführung zudem den Dialog mit dem Gärbehälter. Wird dem Fermenter beispielsweise mehr Substrat zugeführt, reagiert die Biologie umgehend und liefert neue Messergebnisse. Diese erlauben dann wiederum konkrete Aussagen über den Zustand der Anlage. Der Betreiber erfährt so, wo die Belastungsgrenze seiner Anlage liegt und welchen Substratmix er am besten einsetzt.

MB

Ein neues Unterrichtsfach bald deutschlandweit?

„Naturphänomene“ in hessischen Grundschulen

Nur wenn es gelingt, Schüler möglichst frühzeitig für Naturwissenschaft und Technik zu interessieren, kann der Technologiestandort Hessen gedeihen – so die Position der Arbeitsgemeinschaft hessischer Industrie- und Handelskammern (IHKn), des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI), der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI). In einer Initiative empfehlen sie eine deutliche Stärkung der Naturwissenschaften bereits in der Grundschule und die Einführung eines neuen Faches „Naturphänomene“.

Die Akteure wenden sich an die Landesregierung und verstehen ihre Forderungen als Beitrag zu den anstehenden Reformen der Lehrerbildung und der geplanten Verkürzung des gymnasialen Bildungsganges. Zu den wichtigsten Forderungen gehört die Einführung eines interdisziplinären Faches „Naturphänomene“ in der fünften und sechsten Klasse. Es soll eine Brückenfunktion zwischen den naturwissenschaftlich-technischen Inhalten des Sachunterrichts und den Einzelfächern in der weiterführenden Schule übernehmen.

Erweiterte Lehrerbildung

In der Grundschule soll der naturwissenschaftliche Unterricht durch eine veränderte Lehreraus- und

fortbildung verbessert werden. Zukünftig sollen alle Grundschullehrer Basiskenntnisse im naturwissenschaftlich-technischen Bereich erwerben. In einer Übergangsphase – bis entsprechend ausgebildete Grundschullehrer zur Verfügung stehen – müssen Fortbildungsmöglichkeiten angeboten werden.

Bessere Ausstattung für Schulen

Wichtig ist nach Meinung der Vertreter von Wirtschaft und Wissenschaft auch eine bessere Sachausstattung der Schulen, zum Beispiel für den experimentell angelegten Unterricht, sowie der gezielte Aufbau von Lernwerkstätten. Schulen, die im naturwissenschaftlich-technischen Bereich besonde-

re Aktivitäten ausweisen, sollten als „Modellschulen“ anerkannt und in besonderer Weise gefördert werden, um den regionalen Transfer zu unterstützen.

Ein gleichnamiges Unterrichtsangebot „Naturphänomene“ gibt es bereits in Baden-Württemberg. Dort kennzeichnet eine starke Eigenaktivität der Schüler den Unterricht: Sie führen fast alle Versuche selbstständig durch. Darüber hinaus wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt. Er verzichtet bewusst auf den Aufbau einer Fachsystematik und orientiert sich an den Erfahrungen der Altersgruppe – ohne dass dabei der Anspruch auf wissenschaftliche Exaktheit aufgegeben wird.

„Würzburger Modell“ und „Vernetztes Studium“: „Eurobachelor in Chemistry“

Die europäischen Bildungsminister streben einen gemeinsamen europäischen Bildungsraum bis zum Jahr 2010 an. Mit einer stärkeren internationalen Ausrichtung der Studiengänge sollen die Studierenden besser auf einen Arbeitsplatz in Europa vorbereitet werden. Diesen „Bologna-Prozess“ setzen die verschiedenen Ländern mit unterschiedlicher Geschwindigkeit um, zum Teil sind unterschiedliche Ansätze festzustellen.

Gute Vorarbeiten für europäische Bachelor-Studiengänge hat das von der EU geförderte European Chemistry Thematic Network (ECTN) geleistet. In diesem Projekt arbeiten Chemiehochschullehrer aus vielen europäischen Ländern zusammen. ECTN hat einen Entwurf für einen „Eurobachelor in Chemistry“ erarbeitet. Für die initiale Diskussion im ECTN spielte

das „Würzburger Modell“ eine Rolle, das von der Konferenz der Fachbereiche Chemie (KFC) in Zusammenarbeit mit der GDCh entwickelt wurde. Zentrales Kriterium ist die Sicherung der bisherigen hohen Qualitätsstandards für die Bachelor-/Master-Studiengänge.

Das BMBF hat 1999 das Leitprojekt „Vernetztes Studium – Chemie“ (VS-C) etabliert, in dem unter Nutzung des Internet am Beispiel der Chemie neuartige Materialien für den Lehr- und Lernprozess erstellt und getestet werden (siehe auch CLB 03/2004, Seite M22). Dieses Projekt ist noch immer in vielen Aspekten weltweit einmalig, da über die Lösung vieler technischer Fragen hinaus komplette Lehr- und Lernmodule für das Chemiestudium erstellt wurden. Bereits in diesem Jahr werden die VS-C-Module etwa 60 Prozent der Inhalte des Eurobachelor Chemistry abdecken.

Raus aus dem Klassenzimmer – rauf auf die Raketenabschussrampe!

Immer häufiger setzen moderne Unterrichtsmethoden auf praktische Übungen außerhalb des Klassenzimmers und außerhalb des Labors. Wie so etwas konkret aussehen kann, diskutierten und demonstrierten Wissenschaftler im Kölner Südstadion – wobei demonstrieren wörtlich gemeint ist: Es wurden mehrere Raketen gestartet – von der pressluftgetriebenen Papprakete über umfunktionierte Sprudelflaschen mit einem Wasser-Luft-Gemisch als Treibstoff bis hin zu Miniatur-Ausgaben großer Raketen mit echten Treibsätzen.

Deutsches Akkreditierungswesen Gesetz zur Neuordnung

Das deutsche Akkreditierungswesen wird repräsentiert durch den Deutschen Akkreditierungs Rat (DAR). Der DAR wurde 1991 von Ministerien des Bundes, Ministerien der Länder sowie von Vertretern der deutschen Wirtschaft als eine Arbeitsgemeinschaft gegründet. Im DAR arbeiten auf freiwilliger Basis Akkreditierungs-/Anerkennungsstellen sowie andere das Akkreditierungs-/Anerkennungswesen fördernde Institutionen und Ministerien zusammen.

Aufgabe des DAR ist unter anderem die Koordinierung der Tätigkeiten auf dem Gebiet der Akkreditierung und Anerkennung von Konformitätsbewertungsstellen (zum Beispiel Laboratorien, Inspektions- und Zertifizierungsstellen), mit dem Ziel einer effizienten Gestaltung der Akkreditierungs-/Anerkennungsverfahren auf einem gemeinsamen hohen Qualitätsniveau. Die im DAR vertretenen Akkreditierungsstellen können, mit Zustimmung des DAR, die DAR-Urkunden und das DAR-Logo zur Akkreditierung verwenden.

Als Arbeitsgemeinschaft steht der DAR vor dem Problem, dass die Anwendung der festgelegten Regeln nicht überprüft und damit nicht sichergestellt werden kann. Das hat zur Folge, dass einige in den DAR möchten oder bereits dort vertreten sind, um die DAR-Urkunde zu verwenden, ohne aber eine Überprüfung der Regeln zuzulassen. Das deutsche Akkreditierungswesen ist ferner im Vergleich zu fast allen europäischen Ländern sehr zersplittert, insbesondere was die Teilung zwischen gesetzlich geordnetem und nicht geordnetem Bereich betrifft. Daher ist es möglich, dass zum Beispiel ein Laboratorium von mehreren Akkreditierungs- und Anerkennungsstellen bezüglich seiner Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025 begutachtet wird.

Damit das deutsche Akkreditierungs- und Anerkennungswesen, und damit die betroffenen Konformitätsbewertungsstellen, nicht weiter Schaden nehmen, ist es erforderlich, dass das gesamte System neu geordnet und auf eine gesetzliche Basis gestellt wird.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) bereitet derzeit ein Gesetz zur Neuordnung des deutschen Anerkennungs- und Akkreditierungswesens vor. Die Eckpunkte, die Grundlage für das Gesetz sein sollen, wurden im Rahmen einer öffentlichen Anhörung vorgestellt. Die Anhörung zeigte, dass die deutsche Industrie gemeinsam mit den Spitzenverbänden der Wirtschaft und zahlreichen Fachverbänden die Eckpunkte für ein Akkreditierungsgesetz begrüßen.

Basierend auf den Eckpunkten wurden vom BMWA als Fazit der Anhörung folgende Schlussbemerkungen festgehalten:

- Aufhebung der Trennung geregelter – nicht geregelter Bereich,
- Einbeziehung des nicht geregelten Bereichs, soweit die Akkreditierungsstellen dies wünschen
- gleiche Anforderungen an alle Akkreditierungsstellen,
- gemeinsame Akkreditierungsregeln für gleiche Sachverhalte,
- Prinzip der gegenseitigen Anerkennung,
- Input für das europäische Akkreditierungssystem und
- Mitwirkung der Wirtschaft bei der Organisation des Systems.

Lösungen zu Seite M48:

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

Aus der Bildungslandschaft

- Im Sommersemester 2005 startet unter dem Dach der Internationalen Bodensee-Hochschule IBH erstmals der **Masterstudiengang in Umwelt- und Verfahrenstechnik**.

- Zum Wintersemester 2004/2005 können sich Studienanfänger an der Universität Hannover für den neuen **Bachelor-Studiengang Biologie** einschreiben. Die Unterlagen sind im Internet (www.uni-hannover.de) verfügbar. Die Biologieausbildung am Hochschulstandort Hannover wird gemeinsam von der Universität Hannover, der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und der Medizinischen Hochschule Hannover wahrgenommen und durch die Zentrale Einrichtung Biologie (ZEB) koordiniert.

- Die Fakultät für Biowissenschaften der Universität Heidelberg bietet ab dem Wintersemester 2004/05 den neuen **Master-Studiengang „Molekulare Biotechnologie“** an, der auf dem 2001 etablierten Bachelor-Studiengang „Molekulare Biotechnologie“ konsekutiv aufbaut.

- Die Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München startet den deutschlandweit ersten Abschluss des **„Bachelor of Pharmaceutical Sciences“**. Die Einführung des weiterführenden Master-Studiengangs ab 2007 ist in Vorbereitung. Einzelheiten zur Bewerbung sind im Internet zu finden unter www.cup.uni-muenchen.de/pharmascience.

- Zum Wintersemester 2004/2005 beginnt der zweite Durchgang des berufsbegleitenden, vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft ausgezeichneten **Master-Studiengangs Hochschul- und Wissensmanagement (MBA)** an der Hochschule Bremen. In vier Semestern werden den Studierenden neben spezifischem Wissen in der Wissenschafts- und Forschungspolitik auch Managementkompetenzen vermittelt.

- Berufstätigen, die sich neben ihrem Job im Bereich Hochschulmanagement weiterqualifizieren wollen, steht ab Herbst 2004 ein E-Learning-Studium zur Verfügung: Der Universitätslehrgang der Fakultät für **Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF)** an der Universität Klagenfurt.

- Der Entwurf des einundzwanzigsten Gesetzes zur Änderung des Bundesausbildungsförderungsgesetzes (**21. BAföGÄndG-E**) ist beschlossen. Die Änderungen sollen der Entbürokratisierung des BAföG-Verfahrens dienen. Sie finden den Entwurf unter www.bmbf.de/pub/entwurf_21_bafoeg_aenderungsgesetz.pdf.

- Beim nordrhein-westfälischen Wissenschaftsministerium (www.wissenschaft.nrw.de) können sich Interessierte ab sofort über das Angebot an **Bachelor- und Master-Abschlüssen** informieren. In dem Portal stehen Daten aus 38 Hochschulen zur Verfügung sowie zahlreiche Informationen rund um den Bologna-Prozess und die neue Studienstruktur.

Grundlegende Versuche aus der Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

- 1** Zwei weißen pulverigen Substanzen setzt man Wasser zu. Eine bleibt weiß, die andere wird blau. In welcher Zeile stehen zwei Substanzen, um die es sich wahrscheinlich handeln könnte?
A Cobaltchlorid, Magnesiumoxid
B Kupferoxid, wasserfreies Kupfersulfat
C Calciumcarbonat, wasserfreies Kupfersulfat
D Calciumcarbonat, Magnesiumoxid
E pulverisierte Kupfersulfat-kristalle, Cobaltchlorid
- 2** Jedes der folgenden Gase wird in Wasser eingeleitet. In welchem Fall entsteht eine Lösung, die pH-Papier verfärbt?
A Wasserstoff
B Schwefelwasserstoff
C Chlor
D Sauerstoff
E Stickstoff
- 3** Zwei Metallstäbe tauchen in eine Flüssigkeit ein. Die herausragenden Enden der Stäbe sind mit einem Voltmeter verbunden. In welchem Fall ist ein Ausschlag des Voltmeters zu beobachten?
A Beide Stäbe bestehen aus unterschiedlichen Metallen und tauchen in eine Zuckerlösung ein.
B Beide Stäbe bestehen aus demselben Metall und tauchen in Wasser ein.
C Beide Stäbe bestehen aus verschiedenen Metallen und tauchen in Wasser ein.
D Beide Stäbe bestehen aus demselben Metall und tauchen in verdünnte Schwefelsäure ein.
E Beide Stäbe bestehen aus unterschiedlichen Metallen und tauchen in verdünnte Schwefelsäure ein.
- 4** Welche Verbindung verursacht die stärkste Gefrierpunktniedrigung, wenn man 0,001 Mol davon in 100 Gramm Wasser löst?
A Zucker
B Bariumchlorid
C Natriumchlorid
D Harnstoff
E Zinksulfat
- 5** Welcher Indikator ist für die Titration von Essigsäure mit Natronlauge am besten geeignet (In Klammern ist der jeweilige pH-Umschlagsbereich genannt)?
A Thymolphthalein (9,0 - 10,5)
B Phenolrot (6,8 - 8,4)
C Methylrot (4,4 - 6,2)
D Bromthymolblau (6,0 - 7,6)
E Bromphenolblau (3,0 - 4,6)
- 6** In je 100 Gramm Wasser gibt man bei 25 Grad Celsius die unten aufgeführten Mengen Natriumchlorid. In welchem Fall bleibt nach intensivem Rühren ein Bodensatz?
A 10 Gramm
B 20 Gramm
C 30 Gramm
D 40 Gramm
E 50 Gramm
- 7** In welcher Zeile stehen Stoffe, die alle drei gute Wärmeleiter sind?
A Dampf, Wasser Eis
B Wolle, Baumwolle, Nylon
C Wasser, Luft, Vakuum
D Aluminium, Kupfer, Silber
E Quecksilber, Wasser, Alkohol
- 8** Es stehen vier baugleiche Küvetten hintereinander, die mit der gleichen Flüssigkeit gefüllt sind. Durch die Küvetten wird ein Lichtstrahl geschickt. Jede der Küvetten absorbiert 15 Prozent des eingestrahnten Lichts. Wieviel Prozent des in die erste Küvette eingestrahnten Lichts verlassen die vierte Küvette?
A rund 70 Prozent
B rund 60 Prozent
C rund 50 Prozent
D rund 40 Prozent
E rund 30 Prozent
- 9** In die Flamme eines Bunsenbrenners werden nacheinander die unten stehenden Salze gebracht. Wann tritt eine rote Flammenfärbung auf?
A SrCl_2
B $\text{Mn}(\text{OH})_2$
C $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
D LiCl
E BaCl_2
- 10** Welcher Vorgang läuft bei der Elektrolyse verdünnter Schwefelsäure unter Verwendung von Platinelektroden ab?
A An der Kathode wird Wasserstoff frei.
B Die Anode oxidiert.
C Die Schwefelsäure wird nicht verbraucht.
D Wasserstoff und Sauerstoff bilden sich im Volumenverhältnis zwei zu eins.
E Die Lösung wird stetig saurer.
- 11** Jeder der folgenden Stoffe wird auf eine heiße Oberfläche von etwa 300 Grad Celsius gebracht. Welcher Stoff verändert nach kurzer Zeit seine Farbe?
A Benzoesäure
B Natriumchlorid
C Natriumcarbonat
D wasserfreies Kupfersulfat
E Siliciumdioxid
- 12** Erhitzt man ein Becherglas mit kaltem Wasser mit der Flamme eines Gasbrenners, so beschlägt das Becherglas außen zunächst. Bald danach verschwindet der Beschlag wieder. Was ist die Ursache für das Beschlagen?
A Das Gas enthält Wasserdampf, der sich auf der kalten Wasserglaswandung niederschlägt.
B Der entstehende Wasserdampf vom Wasser im Becherglas schlägt sich nieder.
C Die Hitze der Flamme bringt den Wasserdampf aus der Luft dazu, sich auf der kalten Wasserglaswandung niederzuschlagen.
D Beim Verbrennen des Gases entsteht Wasserdampf, der sich auf der kalten Wasserglaswandung niederschlägt.



Teil 8: Computational Chemistry

Röbbe Wünschiers

Molekülstrukturen zeichnen? Kristallstrukturen anzeigen? Moleküldynamiken simulieren? NMR- oder IR-Spektren vorhersagen? Das alles und noch mehr ist möglich mit Vigyaan Linux. In der vergangenen Woche habe Sie die graphische Oberfläche von Linux näher kennen gelernt. In dieser Woche möchte ich Ihnen einige interessante Programme für Chemiker und Biologen vorstellen.

Chemoinformatik und Bioinformatik sind zwei Forschungsgebiete die in besonderem Maße auf die Anwendung von Computern zur Lösung von Problemen angewiesen sind. Allerdings sind die Begriffe Chemo- und Bioinformatik vage. Sie können alles von der reinen mathematischen Algorithmik bis hin zur Anwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms zur Berechnung von Puffergleichgewichten beinhalten. Im Englischen wird zwischen *Chemo-/Bioinformatics* und *Computational Chemistry/Biology* unterschieden. Letzteres meint die angewandte Seite: der Computer wird eingesetzt um Probleme in den Bereichen Chemie und Biologie zu lösen. *Chemo- und Bioinformatics* sind dagegen eigenständige Forschungsgebiete. Leider gibt es für *Computational Chemistry* oder *Biology* keine gängigen Übersetzungen. Computergestützte Chemie? Das hört sich komisch an und fließt nicht locker über die Lippen. So haben sich die Begriffe Chemoinformatik und Bioinformatik eingebürgert, bestenfalls noch mit der Einschränkung Angewandte Chemo- und Bioinformatik. Mit diesem Thema wollen wir uns nun beschäftigen.

Vigyaan Knoppix

Des öfteren war bereits von Knoppix, einer freien Linuxdistribution die von CD-ROM startet, die Rede. Der Chemiker Pratul Agarwal hat eine Knoppixdistribution zusammengestellt, die wesentliche Programme für die Bereiche Chemie und Biologie enthält. Diese Distribution namens Vigyaan (der Name kommt aus dem Sanskrit und bedeutet soviel wie Wissenschaft) ist kostenlos unter <http://www.vigyaanCD.org> herunterzuladen. Wenn Sie über keine oder nur eine langsame Internetverbindung verfügen, dann können Sie die Vigyaan CD für 5 Euro inklusive Porto und Verpackung bei der CLB-Redaktion (redaktion@clb.de, Stichwort Vigyaan) bestellen. Im ersten Teil dieser Serie (CLB 11/2003) wurde die Verwendung von Knoppix und somit auch von Vigyaan kurz besprochen. Vigyaan-Knoppix enthält eine Vielzahl von Programmen für Chemiker und Biologen. Eine Übersicht über die Arbeitsfläche (*Desktop*) von Vigyaan-Knoppix ist

in Abbildung 1 zu sehen. Um Ihnen einen Überblick über die Möglichkeiten zu geben, seien die wichtigsten Applikationen kurz vorgestellt.

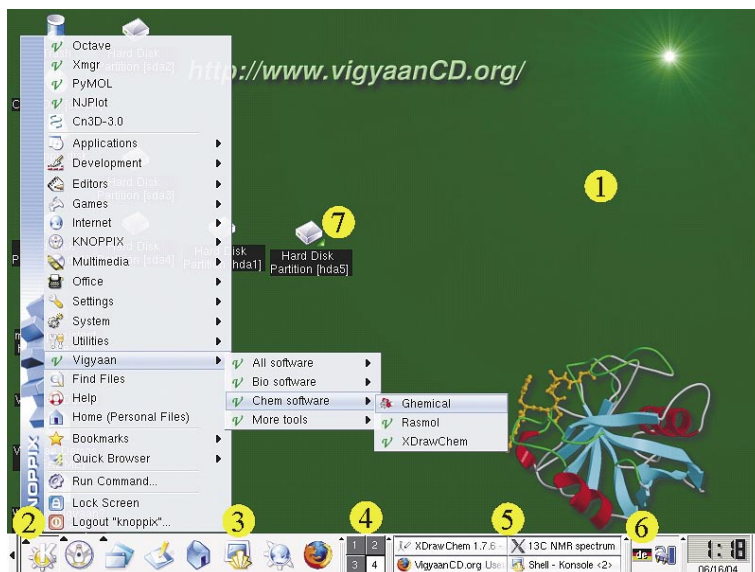
3D Molekülstruktur-Betrachter

Eine der ersten chemoinformatischen Fragestellung war die Rekonstruktion einer Molekülstruktur aus ihren spektroskopischen Eigenschaften (insbesondere der Röntgenbeugung). Es ist also nicht verwunderlich, das es eine Vielzahl von Programmen zur Darstellung dreidimensionaler Molekülstrukturen gibt (sogenannte *Structure-Viewer*).

Rasmol – <http://www.umass.edu/microbio/rasmol/index2.htm> – Der Klassiker unter den Molekülstruktur-Viewern (siehe Abbildung 6). Rasmol ist für jede Computerplattform verfügbar und erfreut sich trotz seines hohen Alters großer Beliebtheit. Das Programm verfügt über eine eigene Skriptsprache, die komplexe Darstellungen von räumlichen molekularen Strukturen erlaubt (siehe Skript *sulphur.ras* weiter unten). Im zweiten Anwendungsbeispiel weiter unten werden wir Rasmol einsetzen.

JMol – <http://jmol.sourceforge.net> – Wie Rasmol, so dient auch JMol dem Betrachten von Molekülstruktu-

Abbildung 1: Vigyaan-Knoppix. (1) Arbeitsplatz (*Desktop*); (2) Startmenü; (3) Link zur Konsole (*Terminal, Shell*); (4) hier kann zwischen 4 Desktops gewechselt werden; (5) hier kann zwischen den geöffneten Programmen gewechselt werden; (6) ein Klick auf Fahne wechselt das Tastaturlayout; (7) die Festplatte wird erkannt und eingebunden.



ren. Jmol ist etwas bedienerfreundlicher, dafür aber nicht so leistungsfähig.

PyMOL – <http://pymol.sourceforge.net> – PyMol ist einer der leistungsfähigsten freien Structure-Viewer. Allerdings benötigt PyMol erheblich mehr Rechenleistung als Rasmol.

Cn3D – <http://www.ncbi.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d.shtml> – Cn3D kann als Plugin in den Internetbrowser eingebunden werden. Neben der Struktur kann in einem separaten Fenster auch die Proteinsequenz angezeigt werden.

Garlic – <http://garlic.mefos.hr/garlic> – Da die Homepage von Garlic nicht gut zugänglich ist, hier ein Link zu einer PDF-Version (*portable document format*; lesbar mit dem freien Adobe Acrobat Reader) der Internetseite: http://www-vis.lbl.gov/NERSC/Software/garlic/docs/pdf/garlic_website.pdf. Garlic ist ein Programm das auf die Visualisierung von Membranproteinen spezialisiert ist. Als Dateiformat dient das PDB Format.

2D Molekülstruktur Editor und mehr

Abbildung 2: XDrawChem. Erstellte Strukturformel und berechnete Summenformel und Molekulargewicht des Tetrapeptids Cystein-Glycin-Prolin-Cystein (CGPC).

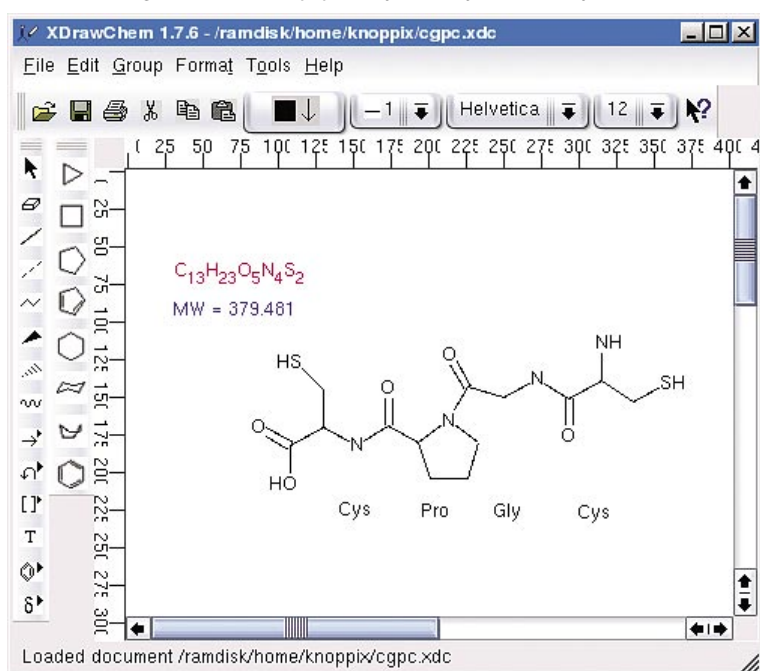
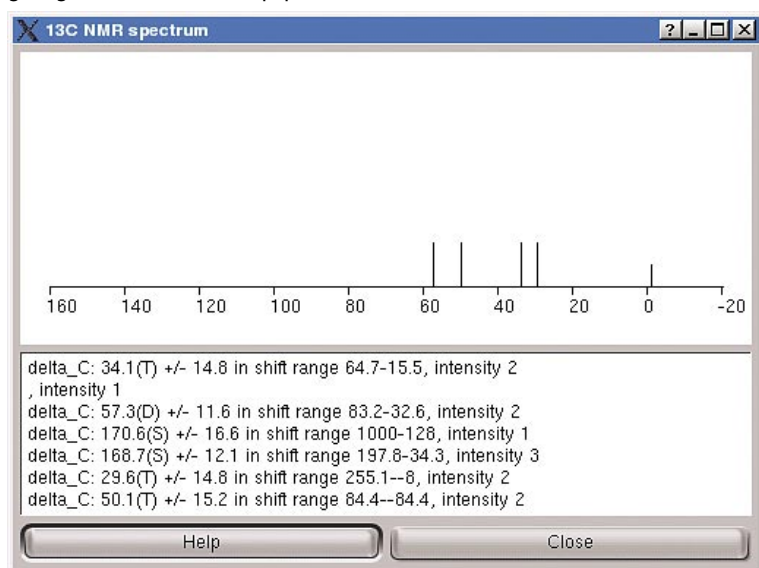


Abbildung 3: XDrawChem. Vorhergesagtes ^{13}C NMR-Spektrum der in Abbildung 2 gezeigten Struktur des Tetrapeptids CGPC.



Jedem Chemiker begegnet irgendwann die Aufgabe Strukturformeln zu zeichnen. Vigyaan-Knopix bietet zu diesem Zweck nur ein Programm an.

XDrawChem – <http://xdrawchem.sourceforge.net> – Neben dem Zeichnen von Strukturformeln bietet XDrawChem unter anderem die Möglichkeit Infrarot- und ^1H beziehungsweise ^{13}C NMR-Spektren zu simulieren (siehe Abbildungen 2 und 3).

Moleküldynamik & Quantenmechanik

Im Zeitalter von Internet und computergestützten Präsentationen vergisst man leicht, dass Computer eigentlich dazu entwickelt wurden um Rechenaufgaben zu lösen. Wenn Sie Ihren Prozessor mal richtig aufheizen möchten, dann füttern Sie ihn zum Beispiel mit Problemen aus der Quantenchemie oder Molekülmechanik ...

Ghemical – <http://www.uku.fi/~thassine/ghemical> – Ghemical bietet über eine graphische Benutzeroberfläche Zugang zu Programmen für komplexe chemoinformatische Probleme (siehe Abbildungen 4 und 5). Es ermöglicht unter anderem die Simulation von Moleküldynamiken sowie die Berechnung von Energiepotentialen und quantenmechanischen Zuständen von Strukturen. Strukturdaten können aus verschiedenen Dateiformaten importiert und exportiert werden. Im ersten Anwendungsbeispiel weiter unten werden wir Ghemical verwenden.

MPQC – <http://aros.ca.sandia.gov/~cljanss/mpqc/index.html> – MPQC (*massively parallel quantum chemistry*) ist ein Kommandozeilen Programm für quantenmechanische Berechnungen. Ghemical bietet zu einigen Teilprogrammen von MPQC einen graphischen Zugang.

Gromacs – <http://www.gromacs.org> – Gromacs dient der Berechnung von molekularen Dynamiken, wie beispielsweise der Simulation des Verhaltens von Molekülen in Lösungsmitteln.

PSI3 – <http://www.psicode.org> – Ein weiteres Programm für quantenmechanische Berechnungen.

DNA- & Proteinsequenz Analyse

Eine große Rolle spielt der Computer bei der Analyse von DNA- und Proteinsequenzen um insbesondere funktionale oder evolutive Zusammenhänge zu erkennen oder Sequenzmotive zu identifizieren. Für diese Aufgaben gibt es eine vergleichsweise große Auswahl an Programmen.

Emboss – <http://www.hgmp.mrc.ac.uk/Software/EMBOSS> – Unter dem Namen Emboss sind mehr als 100 Programme rund um die Verarbeitung von DNA- und Protein-Sequenzdaten vereint. Dazu gehören Programme zur Erstellung von Sequenzalignments, zur Identifizierung von Sequenzmotiven, der Genomanalyse und vieles mehr.

Artemis – <http://www.sanger.ac.uk/Software/Artemis> – Artemis ist ein leistungsfähiger DNA-Sequenz Betrachter. Das Program liest verschiedene Eingabeformate wie EMBL, Genbank oder Fasta. Die DNA-Sequenz nebst annotation wird angezeigt und ist editierbar.

ClustalX – <http://www-igm.c.u-strasbg.fr/BioInfo/ClustalX/Top.html> – ClustalX ist die graphische Benutzeroberfläche zu ClustalW, dem Klassiker unter den Sequenzalignment Programmen. Sowohl DNA als auch Proteinsequenzen können unter Berücksichtigung verschiedener evolutionärer Modelle aligniert werden. Zusätzlich werden die berechneten Distanzdaten abgespeichert. Sie können zum Beispiel mittels TreeView oder NJPlot zur Erstellung eines phylogenetischen Baumes verwendet werden.

NCBI Toolkit – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST> – Das NCBI Toolkit vom amerikanischen *National Center for Biotechnology Information* bietet verschiedene kleinere Kommandozeilen orientierte Programme die mit den unterschiedlichen NCBI Datenbanken zusammenarbeiten. Am prominentesten ist wahrscheinlich Blast (*Basic Local Alignment Search Tool*). Das NCBI Toolkit erlaubt das Erstellen lokaler Sequenzdatenbanken.

Smile – http://www-igm.univ-mlv.fr/~marsan/smile_english.html – Smile ist ein Kommandozeilen orientiertes Programm das nach Sequenzmustern sucht. Es wurde ursprünglich entwickelt um Promotersequenzen (Genregulationseinheiten) in DNA-Sequenzen zu identifizieren. Smile kann aber ebenso auf Proteinsequenzen losgelassen werden. Die Basis zur Datenanalyse ist ein Suffixtree der von Smile intern erstellt wird.

Sonstige Tools

Schließlich seien einige Programme der Vigyaan-Knopix Distribution erwähnt, die insbesondere für die Datenprozessierung und -visualisierung eine wichtige Rolle spielen.

Open Babel – <http://openbabel.sourceforge.net> – Open Babel dient der Konvertierung unterschiedli-

cher Dateiformate die in der Computational Chemistry Anwendung finden.

Bioperl – <http://www.bioperl.org> – Freunde der Programmiersprache Perl haben mit Bioperl Zugang zu einer umfangreichen Bibliothek von Modulen, welche die Bearbeitung biologischer Sequenzinformationen erlaubt.

GNU R – <http://www.r-project.org> – R ist eine freie Skriptsprache für die statistische Datenanalyse (die kommerzielle Version heißt S). Mit R stehen eine Vielzahl statistischer Modelle zur Verfügung. Darüber hinaus können die Daten graphisch dargestellt werden.

The Gimp – <http://www.gimp.org> – Gimp ist das frei zugängliche Pendant zu Adobe Photoshop. Mit Gimp können Sie beispielsweise mit Rasmol erstellte Bilddateien editieren und in andere Dateiformate konvertieren.

Xmgrace – <http://plasma-gate.weizmann.ac.il/Xmgr> – Xmgrace bietet die Möglichkeit Daten in xy- oder xyz-Plots graphisch darzustellen.

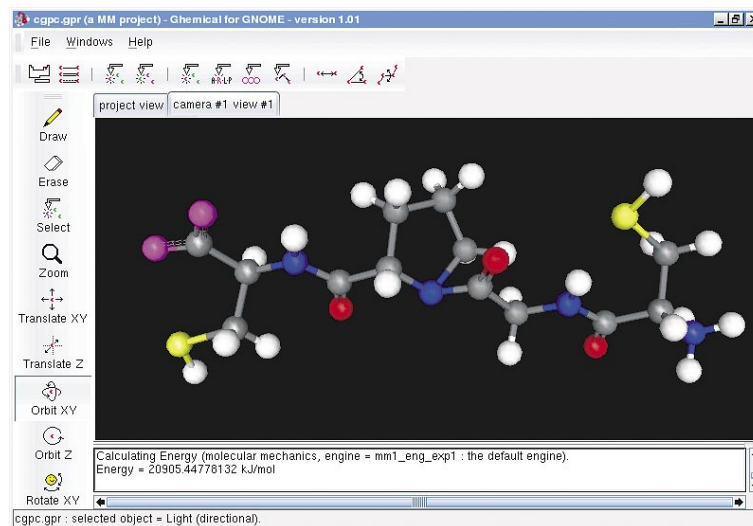
Beispiele

Es ist annähernd unmöglich alle erwähnten Softwarepakete vorzustellen. Selbst die detaillierte Vorstellung eines Programms würde den Rahmen dieser Kolumne sprengen. Stattdessen möchte ich zwei kleine Beispiele unter Verwendung von Gchemical und Rasmol vorstellen.

Faltung eines Tetrapeptids

In der Abbildung 2 ist die mit XDrawChem erstellte Strukturformeln des Tetrapeptids CGPC (Cystein-Glycin-Prolin-Cystein) gezeigt. Sowohl das Molekulargewicht wie auch die Summenformel wurden aus der

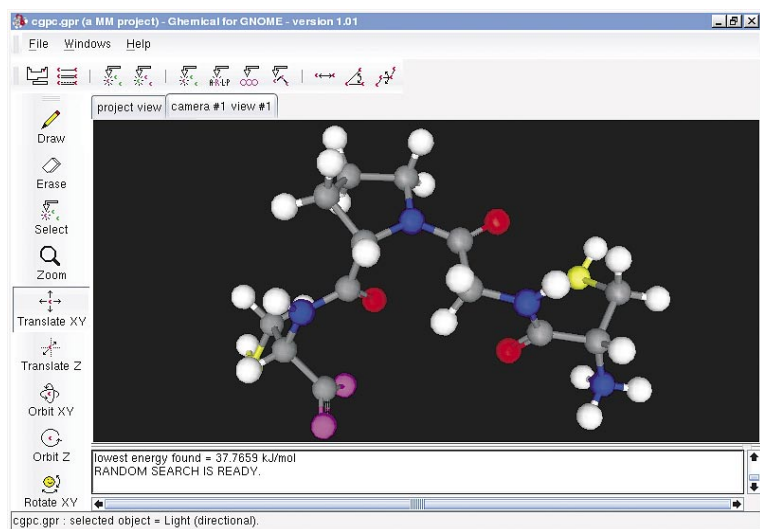
Abbildung 4: Gchemical. Native lineare Struktur des Tetrapeptids CGPC. Die berechnete Energie der Struktur beträgt rund 20905 kJ/mol.



erstellten Struktur berechnet. Abbildung 3 zeigt das vorhergesagte ^{13}C NMR-Spektrum des Tetrapeptids. Mit Hilfe von Ghemical wollen wir nun eine mögliche dreidimensionale Faltung des Tetrapeptids vorhersagen. Dazu müssen wir zunächst Ghemical im Startmenü öffnen (Abbildung 1). Wir beginnen nun ein neues Projekt durch klicken auf *File* → *New Project* → ... *Molecular Mechanics (.gpr)*. Nun klicken wir mit der rechten Maustaste in die schwarze Arbeitsfläche – es erscheint ein Menü. Wir wählen nun *Build* → *Sequence Builder (amino)* Es öffnet sich

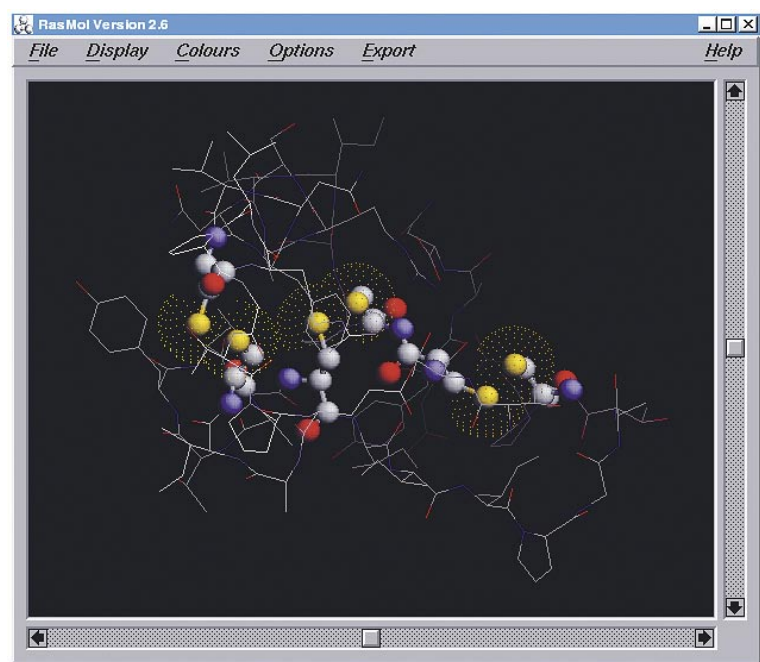
ein Fenster, welches wir durch einen Mausklick auf *OK* schließen. In dem nun offenen Fenster namens *Command Interpreter* ersetzen wir *AAA* durch die Aminosäuresequenz unseres Tetrapeptids: *CGPC* und klicken *OK*. In der Arbeitsfläche erscheint nun das Molekül. Wir öffnen wieder das Menü indem wir mit der rechten Maustaste auf die Arbeitsfläche klicken und wählen jetzt *Build* → *Hydrogens* → *Add*. Jetzt ist unsere Struktur vollständig. Blau erscheinen die Stickstoffatome, schwarz Kohlenstoff, weiß Wasserstoff, rot Sauerstoff und gelb Schwefel (Abbildung 4). Wenn Sie in der linken Menüleiste *Orbit XY* aktivieren, dann können Sie das Molekül drehen indem Sie mit der linken Maustaste in die Arbeitsfläche klicken und die Maustaste gedrückt halten während Sie die Maus bewegen. Lassen Sie uns nun die Energie dieser Struktur berechnen, indem wir, wie gehabt, das Menü öffnen und *Compute* → *Energy* auswählen. Das Ergebnis erscheint in der Statuszeile: *20905 kJ/mol*.

Abbildung 5: Ghemical. Von 100 zufälligen Konformationen des Tetrapeptids CGPC hat die hier gezeigte mit rund 38 kJ/mol die geringste Energie. Dies ist somit eine wahrscheinliche reale Konformation.



Jetzt lassen wir Ghemical nach dem Zufallsprinzip einen energiearmen stabilen Zustand suchen: klicken Sie den Menüpunkt *Compute* → *Random Conformational Search*. Es erscheint ein Fenster mit dem Inhalt *random_search 100 250*. Wir übernehmen diese Voreinstellung und klicken lediglich auf *OK*. Ausgehend von 100 zufälligen Ausgangskonformationen werden in 250 Iterationen Strukturkonformationen simuliert und deren Energie berechnet – dies kann einige Minuten dauern. Auf der Arbeitsfläche werden während der Berechnungen die aktuellen Konformationen angezeigt. Schließlich wird die energieärmste und damit wahrscheinlichste Konformation angezeigt (Abbildung 5). Die Energie wird in der Statuszeile angezeigt: *37.8 kJ/mol*. Erhalten Sie einen anderen Wert? Dann starten Sie die Berechnung von neuem.

Abbildung 6: Rasmol. Darstellung der Struktur des Crambin Proteins. Die Cysteine sind hervorgehoben. Von allen Schwefelatomen sind die Van der Waals Radien gezeigt.



Näheres Betrachten der resultierenden Struktur zeigt eine U-förmige Kurvatur des Peptidrückgrades. Dies entspricht der Beobachtung in Proteinen, dass die Aminosäure Prolin häufig Schleifen einleitet. Eine Dokumentation zu Ghemical können Sie mit dem Befehl `konqueror /usr/share/doc/ghemical/index.html` aus einer geöffneten Konsole laden. Eine Konsole (*Shell, Terminal*) wird geöffnet, wenn Sie in der unteren Symbolleiste auf Ihrem Bildschirm auf den Monitor mit der Muschel klicken (Abbildung 1).

Cysteine, Schwefel und Disulfidbrücken

Durch ihre Fähigkeit Disulfidbrücken auszubilden nehmen Cysteine in Proteinen eine Sonderstellung ein. Intermolekulare Disulfidbrücken bewirken eine Stabilisierung der Proteinstruktur. Die Trennung einer Disulfidbrücke durch Reduktion kann zu einer Konformationsänderung und somit zu einer Aktivitätsänderung bei Enzymen führen. Cysteine können daher auch an der Regulation von Enzymaktivitäten beteiligt sein. In Disulfidbrücken sind die Schwefelatome der

Cysteine weniger als 3 Ångström voneinander entfernt. In einer späteren Ausgabe werden wir ein Programm schreiben, um solche Schwefelatome aus einer Proteinstrukturdatei im PDB-Format herauszulesen. In diesem Beispiel sollen die Van der Waals Radien der Schwefelatome von Cysteinen in einer Proteinstruktur mittels Rasmol visualisiert werden. Als Struktur wählen wir Crambin, ein 46 Aminosäuren großes Protein aus Salatsamen. Geben Sie zunächst das nachfolgende Skript mit Hilfe des Texteditors `vim` ein. Wie bereits weiter oben beschrieben öffnen Sie dazu eine Konsole (Abbildung 1). Jetzt haben Sie eine Shell, wie Sie sie bereits kennen gelernt haben. Die Verwendung des Texteditors wurde bereits in Teil 4 (CLB 02/2004) besprochen.

Skript `sulphur.ras`

```

1  # Rasmol Skript
2  # von RW für CLB
3  # Lade Proteinstruktur
4  load pdb „~/Vigyaan/TINKER/
crambin.pdb“
5  # Zoom Struktur
6  zoom 151
7  # Waehle Cysteine
8  select cys
9  # Formatiere Struktur
10 wireframe 40
11 spacefill 150

```

```

12 # Waehle Schwefel
13 select sulphur
14 # VanDerWaals
15 dots

```

Nach Eingabe des Skriptes in eine Datei namens `sulphur.ras`, können Sie Rasmol mit dem Befehl `rasmol -script sulphur.ras` öffnen. Sie müssen den Befehl von jenem Verzeichnis aus ausführen, in welchem Sie die Skriptdatei gespeichert haben. Es sollte sich ein Fenster gemäß Abbildung 6 öffnen. Sie sehen als Punktwolken die Van der Waals Radien um die Schwefelatome der hervorgehobenen Cysteine des Crambin Proteins. Bewegen Sie den Mauszeiger auf der Struktur mit gedrückter linker Maustaste, so können Sie die Struktur drehen. Wechseln Sie zurück in die Konsole und geben das Kommando `quit` ein um Rasmol zu beenden. Eine Dokumentation zu Rasmol können Sie mit dem Befehl `konqueror /usr/share/doc/rasmol/rasmol.html` aus einer geöffneten Konsole laden.

Die beiden vorangegangenen Beispiele sollten Ihnen einen Einblick in die Möglichkeiten im Bereich von Computational Chemistry mit Linux bieten. Probieren Sie einfach verschiedene Dinge aus um Erfahrungen mit Vigyaan-Knoppix zu sammeln. Auf dem Desktop finden Sie auch einen Link zu verschiedenen Demos die Sie durcharbeiten können. Linux bietet kostenfrei leistungsfähige Programme!

Atomgewichte				Atommassen bezogen auf 12 C = 12,0000
Ag 107,868	Cs 132,9054	K 39,098	Pb 207,19	Sr 87,62
Al 26,981	Cu 63,546	Kr 83,80	Pd 106,4	Ta 180,9479
Ar 39,948	Dy 162,50	La 138,9155	Pr 140,9077	Tb 158,9254
As 74,9216	Er 167,26	Li 6,941	Pt 195,09	Tc 98,9062
Au 196,9665	Eu 151,96	Lu 174,97	Pu 244	Te 127,60
B 10,81	F 18,9984	Mg 24,305	Ra 226,02	Th 232,038
Ba 137,34	Fe 55,847	Mn 54,9380	Rb 85,467	Ti 47,90
Be 9,01218	Ga 69,72	Mo 95,94	Re 186,2	Tl 204,37
Bi 208,9804	Ge 72,59	N 14,0067	Rh 102,9055	Tm 168,9342
B 79,904	H 1,0079	Na 22,9898	Ru 101,07	U 238,029
C 12,011	He 4,0026	Nb 92,9064	S 32,064	V 50,944
Ca 40,08	Hf 178,49	Nd 144,24	Sb 121,75	W 183,85
Cd 112,40	Hg 200,59	Ne 20,179	Sc 44,9559	Xe 131,30
Ce 140,12	Ho 164,9304	Ni 58,71	Se 78,96	Y 88,909
Cl 35,453	I 126,9045	O 15,9994	Si 28,086	Yb 173,04
Co 58,9332	In 114,82	Os 190,2	Sm 150,35	Zn 65,38
Cr 51,996	Ir 192,22	P 30,9738	Sn 118,69	Zr 91,22

Pluripotente adulte Stammzellen

Aus tierischem und menschlichem Gewebe

Dr. Charli Kruse vom Institut für Medizinische Molekularbiologie der Universität Lübeck ist es gelungen, aus differenziertem Gewebe tierischen und humanen Ursprungs mittels eines neuen Verfahrens Zellen mit Eigenschaften pluripotenter adulter Stammzellen zu isolieren. Das Besondere an diesen Zellisolaten ist, dass sie nach bisheriger Prüfung mittels zellspezifischer Fluoreszenzfärbungen, an Hand der Proteinstmusteränderungen der Zellen bei der Differenzierung und in der Ausformung gewebeähnlicher Schichtungen in Zelltypen mit Merkmalen aller drei Keimblätter differenzieren.

Nach dem Kruse-Verfahren lassen sich Stammzellkulturen herstellen, die viele Eigenschaften embryonaler Stammzellen aufweisen. Die vor mehr als einem Jahr aus verschiedenen Spendergeweben, unter anderem auch aus einem 74-jährigen Patienten, gewonnenen Stammzellen vermehren sich sehr gut in stabilen in vitro-Kulturen. Eine der angelegten Stammzelllinien

en befindet sich inzwischen in der 25. Kultur-Passage und blieb ohne Co-Kultur mit anderen Zellen oder die Differenzierung unterdrücken der Zusätze undifferenziert und stabil in ihren Eigenschaften. Die Stammzellen erweisen sich dabei bisher als sehr gut vermehrbar und kryokonservierbar.

Die Wissenschaftler konnten darüber hinaus zeigen, dass über geeignete Kultivierungsschritte sehr definiert die Differenzierung der Zellen induziert werden kann. Wie sonst bei embryonalen Stammzellkulturen beobachtet, bilden die Lübecker Zellkulturen „organoide Gewebekörper“ aus, die ihrerseits wieder in stabile sich selbst vermehrende Differenzierungskulturen ueberführt werden konnten. Bemerkenswert ist, dass diese Gewebeschichtungen in den Kulturschalen über Monate weiter wachsen und Gewebekomposite von einigen Millimetern Größe hervorbringen, in denen sich Zellen und Zellformationen mit Eigenschaften des Meso-, Ekto- und Entoderms finden. Organbildungen (Blutkreislauf, Herz, Niere etc.),

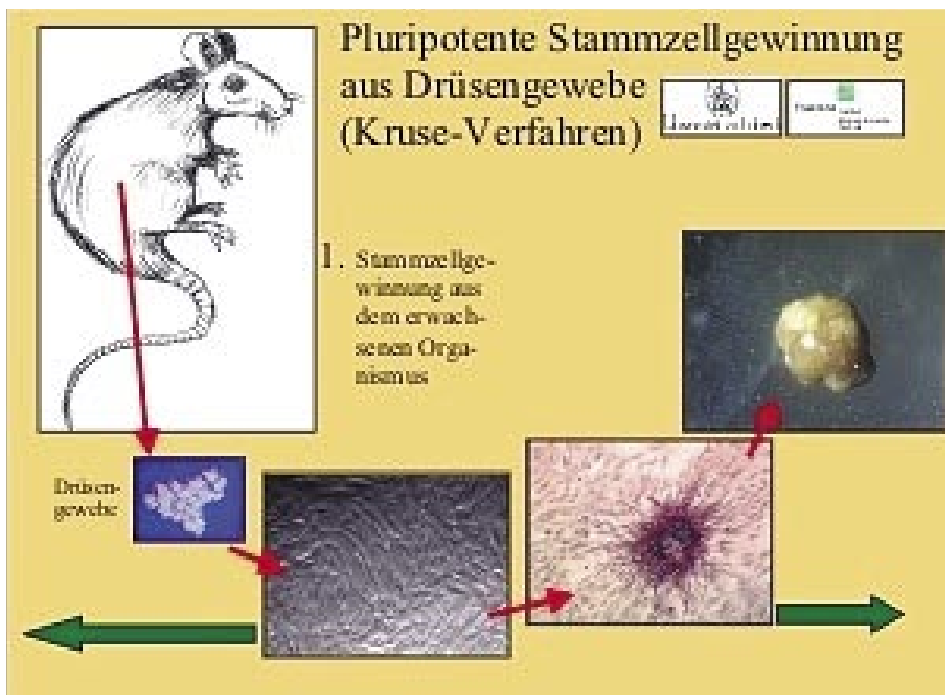
wie sie für Embryonen charakteristisch sind, treten in den Gewebekörpern hingegen nicht auf.

Man ist der Vision, von vielen Tieren aber auch dem Menschen ein Stammzelldepot ausreichender Größe für eine spätere landwirtschaftliche, biotechnologische beziehungsweise individuell-medizinische Nutzung anlegen zu können, einen großen Schritt näher gekommen. Auch für das Tissue Engineering stehen damit in Kürze neue adulte Stammzelllinien verschiedenster Herkunft zur Verfügung. Allerdings löst eine neue Stammzelllinie nicht das Grundproblem von Gewebetherapien, nämlich die Frage, wie die gesunden Zellen am besten an den gewünschten Zielort gebracht werden, um dort dann genau das zu tun, was sie sollen.

Eine biotechnologisch und medizinisch sehr wichtige Eigenschaft der Lübecker Stammzelllinien ist ihre gute Konservierbarkeit bei Temperaturen des flüssigen Stickstoffs (Siedepunkt -196 °C). Das ermöglicht die frühzeitige Ablage und Lebendlagerung der Zellen für Tage, Monate oder Jahre bis zum späteren Einsatz. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT wurden speziell gestaltete Substrate (Mikrocontainer) zur Aufnahme von Stammzellsuspensionen aber auch „organoiden Körpern“ entwickelt, in denen eine zeitlich unbegrenzte Lagerung der Zellen und Aggregate ohne Verlust der Vitalität möglich ist. In der Mikrocontainer-Kryobank des IBMT in Sulzbach (Saarland) wurde der Kern einer Stammzellsammlung angelegt, in die die Kruse'schen Stammzelllinien bereits eingegliedert wurden und als Referenz für zukünftige Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Bereits anfang des Jahres wurde die IBTM-Arbeitsgruppe „Zelldifferenzierung und Zelltechnologie“

Schema zur Gewinnung adulter pluripotenter Stammzellen aus erwachsenen Organismen (hier am Beispiel der Ratte) und Etablierung von Primär- bis hin zu Differenzierungskulturen (Grafik: Uni Lübeck).



gegründet und unter sofortiger Zuführung von Mitteln die erforderliche Infrastruktur geschaffen. Durch die Einbeziehung der Technologie-Plattform der Fraunhofer-Gesellschaft, wie etwa im Bereich der Zellisolation und Tiefemperaturkonservierung lebender Proben, stehen der Arbeitsgruppe Forschungsbedingungen und -kooperationen zur Verfügung, wie sie kaum anderenorts in der Welt zu finden sind. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Max-Planck-Gesellschaft sowie die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Landesregierungen Schleswig-Holsteins und des Saarlandes sind über die bahnbrechenden Ergebnisse informiert und aufgrund der biomedizintechnischen Bedeutung des Erfolges in die weitere Forschungsstrategie einbezogen.

Die Arbeitsgruppe wird in Kürze neue Räume im Multifunktionszentrum (MFC) auf dem Lübecker Hochschul-Campus beziehen und

kann auf diese Weise ohne Unterbrechung ihre Forschungsarbeiten auf einem der international wohl am härtesten umkämpften Gebiete fortsetzen. Sie ist sofort in ein integriertes Projekt der Europäischen Union „CellPROM“ einbezogen worden, dessen Ziel die definierte oberflächenbasierte Induktion der Differenzierung von tierischen Zellen ist. Die Universität zu Lübeck, das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (St. Ingbert) und die Max-Planck-Institute für Biophysikalische Forschung (Göttingen) sowie für Molekulare Biomedizin (Münster) haben auf Initiative des Fraunhofer-IBMT eine Forschungsallianz zur Prüfung, Bewertung und zum Ausbau der Lübecker Ergebnisse geschlossen. Es gilt nun, die Resultate durch Fremdeinrichtungen zu prüfen, den Vorsprung auszubauen, die Verfahrensschritte zu optimieren und die Universalität des Verfahrens zu untermauern.

Erstmals jahrgenaue archäologische Datierung mit Computertomographie gelungen

An drei keltischen Tierskulpturen aus dem Württembergischen Landesmuseum ist es weltweit erstmals mittels eines Computertomographen an der Fachhochschule Aalen gelungen, fragile archäologische Objekte berührungsfrei aufs Jahr genau zu datieren. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Standardisierung des computertomographischen Verfahrens zur dendrochronologischen Datierung in der Archäologie.

Wertvolle Objekte wie die Tierskulpturen mussten bislang undatiert bleiben, weil sie zur Altersbestimmung entweder gebohrt oder aufgeschnitten werden mussten. Mithilfe computertomographischer Aufnahmen gelang es nun am Institut für Botanik der Universität Hohenheim, festzustellen, dass die Eiche, aus der die Skulpturen geschnitzt wurden, im Jahr 127 v. Chr. gefällt wurde.

Als sensationell bezeichnet der Agrarbiologe Michael Friedrich die Bilder des Computertomographen. Darin würden Strukturen im Holz sichtbar, die Experten sonst nur von lichtmikroskopischen Schnitten zu Gesicht bekommen. Zudem enthielten die Bilder Zusatzinformationen wie den Übergang vom Kernholz zum Splintholz. Zur Altersbestimmung wurden die computertomographisch gewonnenen Jahrringkurven der Holzfiguren mit einer Referenzkurve verglichen. Daraus ergab sich, dass die Tierfiguren exakt gleich alt sind. Einen weiteren Vorteil bietet die Computertomographie: Die Daten, die zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Bilder von den Figuren gewonnen wurden, lassen sich in einen Stereolithographen einspeisen, der aus flüssigem Harz Modelle der Bilder in unterschiedlichen Maßstäben erzeugt.

Proteine, Gene und Hormone

Die Gewinnung von Stammzellen aus embryonalem Gewebe ist ethisch bedenklich. Wissenschaftler der Universität Ulm entwickelten im Labor aus Knochenmark von Erwachsenen Stammzellen. Sie sollen künftig zerstörtes Hirngewebe von Alzheimer- oder Parkinsonpatienten ersetzen. Entsprechende Versuche sind im Mausmodell schon gelungen.

In-vitro-Tests an lebenden Nervenzellen mit mehreren Wirkstoffen aus der Substanzgruppe der Acylaminopyrazole haben sich als äusserst erfolgversprechend für die Bekämpfung der Alzheimer-Krankheit erwiesen. Der Wirkstoffe hindern bestimmte bei der Alzheimer-Krankheit abnormal veränderten Eiweiße im Gehirn an der Verklumpung und schützen so Nervenzellen vor dem Absterben. Entwickelt wurde die Substanzgruppe von Forschern der Universitäten Marburg und Düsseldorf. Nun sind in-vivo-Tests an Mäusen geplant.

Mobilfunkfelder haben keinen Einfluss auf Hitzeschockproteine, die in allen Organismen eine wichtige Rolle bei der Zellregulation spielen. Dies ist das Ergebnis eines FGF-Workshops in Helsinki/Finnland. In Kooperation mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der europäischen Forschungsaktion COST 281 und STUK (finnischen Strahlenschutzbehörde) wurden über 40 internationale Experten im April zu diesem Thema befragt.

Das Schimpansenchromosom 22, Gegenstück zum Chromosom 21 des Menschen, ist mit einer Exaktheit von 99,998 Prozent sequenziert worden. Ein Team von Wissenschaftlern aus Deutschland, China, Japan, Korea und Taiwan identifizierte wichtige Genorte, die für Down Syndrom, Alzheimer, Epilepsie oder akute Leukämie verantwortlich gemacht werden. Die DNA von Schimpanse und Mensch stimmt zu 98,6 Prozent überein. Dennoch wurden 68.000 eingeschobene und weggefallene Sequenzabschnitte identifiziert. Diese Varianzen sorgen für strukturelle Unterschiede bei Proteinen und damit zu andersartigen Funktionen.

Die Verwandlung eines Adenoms in ein Kolonkarzinom wurde mit Hilfe der DNA-Microarray-Technik aufgeklärt. Forscher der Universität Leipzig wiesen nach, dass das Tumorsuppressorgen p53 die Synthese des Onkogens Tcf-4 hemmt. Erst wenn p53 selbst durch Mutation geschädigt wird, geht seine Bremsfunktion verloren und es entsteht ein Tumor. Häufig liegen zwischen der Aktivierung von Tcf-4 bis zur Entstehung des Tumors nach dem Verlust von p53 mehrere Jahre.

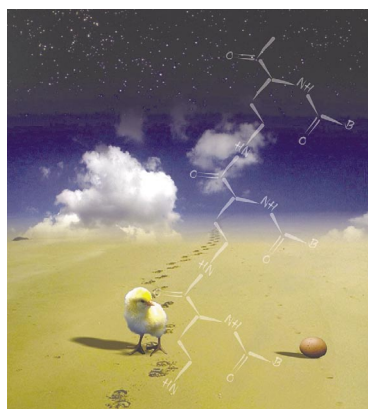
Die Bildung von Blutgefäßen, die das Wachstum von Tumoren ermöglichen, konnte mit einer neuen Methode verhindert werden. Medizinwissenschaftler der University of New South Wales unterdrückten im Tierversuch die Bildung eines Zellproteins, das Blutgefäße säumt. Diese Zellen konnten keine neuen Blutgefäße mehr bilden. Eine einzige lokale Injektion dieser DNA-Moleküle hemmte das Tumorstadium um 60 Prozent, reduzierte die Anzahl der Blutgefäße, die bereits in den Tumoren waren und verursachte keine Toxizität.

Diaminosäuren im Murchison-Meteoriten nachgewiesen

Enantioselektive GC-MS-Analytik

Bei der erneuten Untersuchung des Murchison-Meteoriten gelang den Wissenschaftlern Uwe Meierhenrich und Wolfram Thiemann von der Universität Bremen der Nachweis einer zweiten Klasse von Aminosäuren. Diesen Diaminosäuren wird eine zentrale Funktion bei der Entstehung des Lebens zugeschrieben.

Was war zuerst da? Gene bestehend aus DNA (Küken) oder Proteine (Ei)? Neue Analysen des Murchison Meteoriten deuten an, dass die DNA- und Proteinwelt aus peptidischer Nukleinsäure PNA hervorgegangen sein könnte (Abbildung: Uni Bremen).



Der Meteorit war 1969 über Australien niedergegangen. Sein Material gilt als „rein“, also nicht durch irdische Einflüsse verändert. Das Forscher-Team setzte bei den Experimenten ein neues, von ihnen entwickeltes Analyseverfahren ein. Im Reinstraum zerkleinerten sie ein Gramm des Meteoriten, pulverisierten und extrahierten die Probe mit hochreinem Wasser und unterzogen sie der enantioselektiven GC-MS Analytik. Die aus dem Inneren des Murchison-Meteoriten angefertigte Probe erhielten die Bremer Forscher über die Universität Münster aus dem Fundus der Max-Planck-Gesellschaft in Mainz.

So konnte eine zweite Klasse von Aminosäuren nachgewiesen werden. Dabei handelt es sich um Aminosäuren mit einer zusätzlichen Aminofunktion. Derartigen Diaminosäuren wird eine zentrale

Funktion in der Entstehung des Lebens bei der chemischen Evolution des genetischen Materials zugesprochen: Molekularbiologische Untersuchungen legen nahe, dass sich in der Chemischen Evolution vor der DNA die RNA ausbildete, und diese wiederum aus der PNA, einer peptidischen Nukleinsäure hervorging. Das Rückgrad der PNA ist aus Diaminosäuren aufgebaut.

Bislang konnte diese Klasse von Aminosäuren nicht in Meteoritenproben nachgewiesen werden. Zur Analyse wurden bisher meistens Kapillartrennsäulen von 30 bis 50 Meter Länge eingesetzt. Diese Säulen sind in der Regel zu lang, um Diaminosäuren eluieren zu können. Die Bremer Wissenschaftler nutzten eine zwölf Meter „kurze“ Säule – wie sie von ihnen auch für das Cosac-Experiment auf der Rosetta-Mission installiert wurde.

Wassertoff-Tröpfchen in der Raman-Spektroskopie

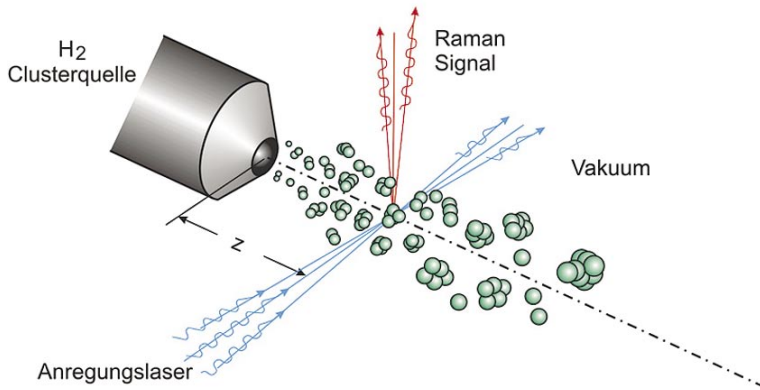
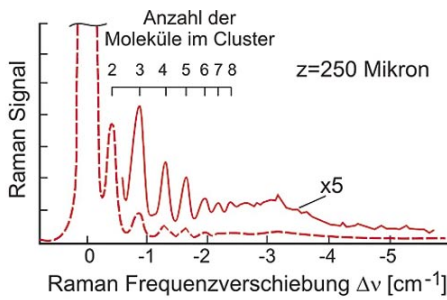
Gibt es suprafluiden Wasserstoff?

Einem internationalen Forscherteam ist es jetzt gelungen, das schrittweise Wachstum winziger Cluster von bis zu acht Wasserstoffmolekülen zu beobachten. Die Forscher nutzten dazu eine für den Nachweis von molekularem Wasserstoff von ihnen entwickelte Spektroskopie-Technik. Obwohl die Cluster viel kälter waren als der Gefrierpunkt von Wasserstoff (-259 Grad Celsius = 14 Kelvin), bewegten sich die Moleküle frei wie in einer Flüssigkeit und nicht auf festen Positionen wie in einem Festkörper. Damit sollte die neue Technik geeignet sein, festzustellen, ob reiner Wasserstoff soweit „unterkühlt“ werden kann, bis er superfluide wird.

Die Empfindlichkeit vieler Messmethoden, wie die Beugung von energetischen Elektronen oder Röntgenstrahlen, steigt mit der Anzahl der Elektronen im Element an, so dass sie auf Wasserstoff recht unempfindlich reagieren. Auch bei der theoretischen Beschreibung der Aggregatzustände bereitet die kleine Masse einige Probleme. Die meisten anderen Atome und Moleküle sind hinreichend schwer, so dass ihre quantenmechanische Unschärfe nach dem Heisenbergschen Unbestimmtheitsprinzip nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dagegen führt bei den leichten Wasserstoffmolekülen, besonders bei tiefen Temperaturen, die quantenmechanische Unschärfe dazu, dass die Teilchen keine wohldefinierten

klassischen Positionen einnehmen, sondern quantenmechanisch verschwommen sind. Bei dem etwas schwereren Helium führt dies dazu, dass es selbst bis zu tiefsten Temperaturen nicht fest wird und unterhalb von 2,2 Kelvin in einen kollektiven Quantenzustand übergeht: den suprafluiden Zustand. Wasserstoff dagegen wird unterhalb von 13,8 Kelvin fest und zeigt ein scheinbar normales Verhalten. Bei noch tieferen Temperaturen führen die Quanteneffekte allerdings auch im festen Zustand zu einem ungewöhnlichen Verhalten. So können die Wasserstoffmoleküle, anders als bei allen anderen Stoffen, im Festkörper frei rotieren.

1972 haben Vitali Ginzburg (Nobelpreis für Physik 2003) und sein



Schematischer Aufbau des Experiments zum Nachweis kleiner Wasserstofftröpfchen. Bei der Expansion des Gases aus einer 0,050 Millimeter Durchmesser Düse ins Vakuum entstehen kleine Cluster. Durch einen intensiven Laserlichtstrahl werden die Cluster zum Aussenden eines Raman-Spektrums angeregt. Das Spektrum im oberen Teil des Bildes besteht aus einem intensiven Maximum, gefolgt von einer Reihe kleinerer Nebenmaxima. Jeder dieser Maxima wird einem Cluster mit einer definierten Anzahl von Molekülen zugeordnet (Bild: Max-Planck-Institut für Strömungsforschung/IEM (CSIC)).

Mitarbeiter Alexander Sobyenin vorgeschlagen, dass auch Wasserstoff in einen suprafluiden Zustand umgewandelt werden könnte. Versuche, den suprafluiden Zustand im Wasserstoff durch eine Unterkühlung der flüssigen Phase zu erreichen, sind jedoch bis heute gescheitert. 1991 konnten David Ceperley und seine Mitarbeiter jedoch mithilfe einer aufwändigen theoretischen Simulation zeigen, dass kleine Cluster aus bis zu etwa 18 Molekülen in einen suprafluiden Zustand übergehen können. Bei so wenigen Molekülen ist die kollektive Bindung so schwach, dass der Cluster auch bei tiefen Temperaturen flüssig bleibt und nicht fest wird.

In dem neuen Experiment konnte das Forscherteam die Empfindlichkeit und Auflösung der Spektren soweit verbessern, dass erstmals der Nachweis kleiner Wasserstoff-Cluster möglich wurde. Die verbesserte Methode ist so empfindlich,

dass sogar die örtliche Konzentration der einzelnen Wasserstoff-Cluster mit einer räumlichen Auflösung von nur zwei Mikron bestimmt werden konnte. Damit war es auch möglich, Entstehung und Wachstum der Cluster entlang der Expansion zu verfolgen (siehe Abbildung). Durch diese Experimente wurde erstmals der Weg zum Nachweis der Suprafluidität in reinen Wasserstoff-Clustern geebnet. Andere Untersuchungen zeigen, dass die Cluster kälter als ein Grad Kelvin sein sollten. Die Cluster müssten also hinreichend kalt sein, um suprafluide zu werden. Eine solche Temperatur kann durch die Beimischung eines Überschusses an Helium erreicht werden. Dazu wollen die Forscher auch die Empfindlichkeit und Auflösung der Spektren weiter verbessern. Erst dann können die theoretischen Vorhersagen von Ginzburg und Sobyenin sowie Ceperley und Mitarbeitern endgültig überprüft werden.

Proteine, Gene und Hormone

Alzheimer-Kandidaten bilden im Gehirn schon viele Jahre vor Ausbruch der klinischen Symptome vermehrt Amyloid-Peptide, Bestandteile der später nachweisbaren Plaques. Forscher der Johannes Gutenberg-Universität Mainz haben nun im Tiermodell gezeigt, dass ein von ihnen identifiziertes Enzym, die Metalloprotease ADAM 10, als alpha-Sekretase wirkt und die Entstehung solcher Amyloid-Ablagerungen verhindern kann.

Prionen, übertragbare Erreger der Scrapie bei Schafen, lassen sich im Tiermodell schon vor dem Auftreten klinischer Symptome in der Muskulatur nachweisen. Dabei dringen die Erreger offensichtlich aus dem Gehirn oder Rückenmark über Nerven in Muskelfasern ein, wie Forscher vom Robert Koch-Institut in Berlin und dem der Universität Göttingen herausgefunden haben. Über Muskelgewebe war es möglich, die Erkrankung auf andere Tiere zu übertragen.

Eine Herzschwäche kann auch durch eine Immunreaktion entstehen. Wissenschaftler der Uni Würzburg wiesen einen Antikörper nach, der sich gegen den beta1-adrenergen Rezeptor des Herzmuskels richtet, was zu einer Erweiterung und Funktionseinschränkung der linken Herzkammer führt. Rund 30 Prozent von Herzpatienten zwischen 20 und 40 Jahren haben diese Antikörper. An möglichen Therapien, etwa mit Beta-Blockern oder Immunadsorption, wird gearbeitet.

An Sepsis erkranken jährlich etwa 100 000 Menschen, mehr als 40 000 davon sterben. Heidelberger Wissenschaftler entdeckten ein Rezeptorprotein namens RAGE, das nicht nur bei der Zuckerkrankheit, Entzündungs- und Alterungsprozessen eine entscheidende Rolle spielt, sondern auch bei der Sepsis. RAGE erkennt und bindet bevorzugt „Advanced Glycation Endproducts“ (AGE) und setzt dadurch Entzündungsreaktionen in Gang. Neue Therapiemöglichkeiten gegen Sepsis, etwa den Rezeptor in seiner Struktur zu verändern oder ihn zu hemmen, sind denkbar.

Herzinfarkt und Schlaganfall sind Folgen der Verkalkung von Gefäßen. Je grösser der Quotient aus LDL- und HDL-Cholesterin, desto grösser ist das Risiko für eine Herz-Kreislaufkrankheit. Wissenschaftler der Charité und des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin Berlin haben 13 Gene des Fettstoffwechsels und ihre spezifischen Veränderungen, SNP's genannt, bei 250 Familien untersucht. Zwei Drittel der genetisch bedingten Schwankungen im Cholesterinspiegel werden durch die untersuchten SNP's verursacht.

Impftherapien bei Krebs haben bisher enttäuscht, da Tumoren offenbar den Immunzellen den Zugang verwehren können. Mit Hilfe einer künstlichen Entzündung gelang es Forschern des DKFZ in Heidelberg im Tiermodell, Tumorzellen durch spezifische, zytotoxische T-Zellen zu zerstören. Eine entzündungsauslösende Substanz, das synthetische Oligonukleotid CpG-ODN, ebnet dabei den Immunzellen den Weg in den Tumor mit nachfolgender Zerstörung der Tumorzellen.

Fortschritte bei der Rasterkraftmikroskopie

Zweihundertmillionenfache Vergrößerung

Ein Forscher-Team der Universität Augsburg hat das räumliche Auflösungsvermögen der Mikroskopie weiter verbessert. Die Wissenschaftler bildeten ein einzelnes Wolframatom mit einem Rasterkraftmikroskop ab und fanden innerhalb des Atoms vier Bereiche erhöhter Elektronendichte, die in den Bildern als Elektronenwolken erscheinen. Bei einer Breite des Bildes von fünf Zentimetern entspricht die Vergrößerung dem zweihundertmillionenfachen. Das Auflösungsvermögen des Bildes beträgt 77 Picometer, ein bislang unerreichter Wert.

Die abgebildete Elektronenstruktur (Abbildung 1) hat ihren Ursprung in den quantenmechanischen Eigenheiten des kristallinen Wolframs. Die Kristallstruktur von Wolfram ist kubisch raumzentriert, jedes Wolframatom ist also von acht nächsten Nachbarn umgeben und bildet zu diesen Bindungen mit lokal erhöhten Elektronendichten aus. Von diesen acht Elektronenwolken können vier Wolken an der Kristalloberfläche beobachtet werden.

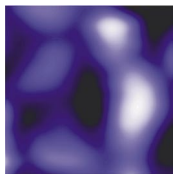
In der Rasterkraftmikroskopie werden die zu untersuchenden

Proben mit einer sehr feinen Spitze mechanisch abgetastet. Aus der räumlichen Variation der Kräfte zwischen Probe und Spitze wird das Mikroskopiebild gewonnen. Um die bestmögliche Auflösung zu erhalten, war es für die Forscher wichtig, als atomare Sonde ein sehr kleines, leichtes Atom zu verwenden. Kohlenstoffatome in Graphitkristallen sind hierfür hervorragende Kandidaten. Da Graphitkristalle eben sind, drehten die Wissenschaftler die Rolle von Sonde und Probe einfach um: das aus einer scharfen Wolframspitze herausragende letzte Atom wird von einem leichten Kohlenstoffatom des Graphits abgebildet. Dieser Fortschritt wurde durch mehrere Innovationen ermöglicht.

Das Experiment wurde in einem neuartigen Mikroskop durchge-

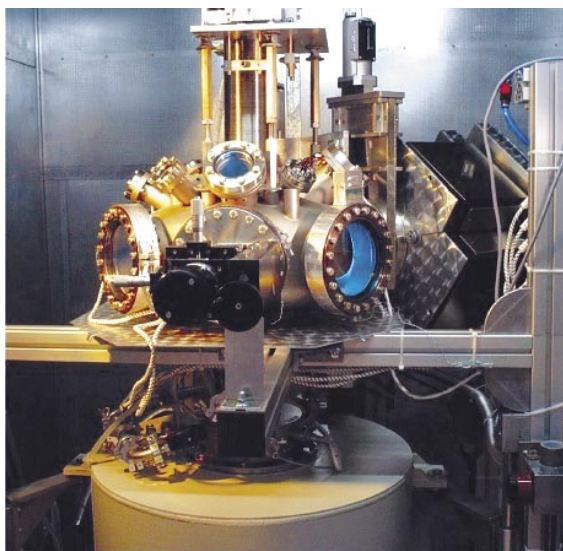
führt, das auf eine Temperatur von nur fünf Grad über dem absoluten Temperaturnullpunkt abgekühlt ist und im Ultrahochvakuum arbeitet (Abbildung 2). Das Mikroskop ist auf ein 30 Tonnen schweres Fundament gebaut und von externen Störungen wie etwa Schall und elektromagnetischen Störfeldern durch eine metallische Schutzkammer isoliert. Der Aufbau dieses Mikroskops am Institut für Physik der Universität Augsburg wurde durch ein langfristiges gemeinsames Forschungsprojekt des Freistaats Bayern und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit einer Projektbetreuung durch das VDI gefördert. Es wird erwartet, dass diese Weiterentwicklung der Rasterkraftmikroskopie von grossem Nutzen für die Nanotechnik sein wird.

Abbildung 1:
Ein einzelnes Wolframatom im Rasterkraftmikroskop (siehe Titel).



— 50 pm

Abbildung 2:
Das Rasterkraftmikroskop ist auf ein 30 Tonnen schweres Fundament gebaut. (Abbildungen: Uni Augsburg).



10 cm

„Seifertit“ ist eine Quarzmodifikation

Ein Mineral und sein Name

Die Überraschung bei den Wissenschaftlern des Bayerischen Geoinstituts (BGI) war groß, als jetzt Prof. Ahmed El Goresy vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz am Ende seines Fachvortrages über Forschungsarbeiten zu Hochdruckmineralen in Mars-Meteoriten die Katze aus dem Sack ließ: eine neu gefundene Quarz-Modifikation ist nach dem BGI-Gründer Professor Friedrich Seifert (Experimentelle Geowissenschaften) benannt: Seifertit.

Die Studien Professor El Goresys haben neben neuen Erkenntnissen über den Mars und seine Kollisionsgeschichte auch zur Entdeckung neuer Minerale geführt. Insbesondere wurde eine neue Modifikation des Quarz (SiO_2) identifiziert. Seifertit wur-

de mittlerweile in zahlreichen Meteoriten vom Mars nachgewiesen. Diese Meteorite sind irdischen Basalten sehr ähnlich; sie wurden durch einen riesigen Asteroideneinschlag vom Mars geschleudert und fielen später als Meteorite auf die Erde. Das Mineral bildete sich durch die enorme Druckwelle, die bei diesem Einschlag auf dem Mars entstand.

Seifertit sollte aber nicht nur ein Bestandteil der Gesteine auf dem Mars sein. Auch im unteren Erdmantel, in Tiefen unterhalb von 1700 km, sollte Seifertit in Gesteinen mit freiem SiO_2 vorhanden sein. Das durchscheinende, lamellare Hochdruck-Mineral ist die bisher dichteste natürliche Modifikation des Quarz; es zeichnet sich durch eine ungewöhnliche Härte aus, ist jedoch lediglich bei Drücken über 780 kbar stabil.

Interdisziplinarität und Nachhaltigkeit betont Chemie-Gipfel in Tokio

Mitte Mai fand auf Einladung der japanischen chemischen Gesellschaft (CSJ) in Tokio das vierte C6-Treffen der sechs wichtigsten chemischen Fachgesellschaften statt. Neben Gastgeber Japan und der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) nahmen daran Vertreter der American Chemical Society, der Royal Society of Chemistry, der Societe Francaise de Chimie und der Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging teil.

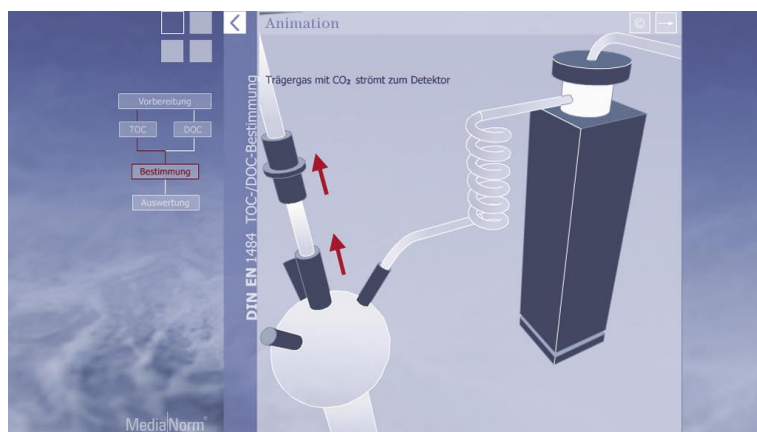
In einer gemeinsamen Abschlussklärung wurden die Bedeutung der Chemie als Grundlagenwissenschaft und ihre zunehmende Interdisziplinarität betont. Die Aufgabe der chemischen Gesellschaften, den Dialog über Chemie mit Öffentlichkeit zu suchen, wurde ebenso unterstrichen wie die Verantwortung der chemischen Gesellschaften für die Stärkung der Nachhaltigkeitsaspekte in der Chemie. Weiterhin forderten die sechs Gesellschaften eine Intensivierung des internationalen Austauschs von Studierenden, Wissenschaftlern und Lehrern sowie eine verstärkte Kooperation mit Entwicklungsländern.

Die Vertreter der sechs chemischen Gesellschaften hoben die wichtige Rolle der Chemie bei der

Lösung globaler Probleme hervor, zu denen der Klimawandel, die Energiefrage, die Sicherstellung ausreichender Nahrungsmittel und die Bekämpfung von Krankheiten zählen. Insbesondere auf diesen Gebieten werden die chemischen Gesellschaften in Zukunft verstärkt zusammenarbeiten, und sie wollen vor allem die junge Generation auffordern, diese Herausforderungen anzunehmen und ihre Beiträge zur Sicherung der Zukunft zu leisten. Das erfordert ein vertieftes Verständnis der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge und verstärkte chemische Forschung. In diesem Zusammenhang wollen die chemischen Gesellschaften weiterhin konstruktiv an modernen Lehrplänen für die Universitäten und an einer zeitgemäßen Unterrichtsgestaltung an höheren Schulen mitarbeiten.

Das C6-Treffen in Tokio ist das vierte Zusammenkommen der sechs Gesellschaften, die sich zuvor in London (1999), Washington (2000) und Frankfurt (2002) zu Konsultationen getroffen hatten. Das nächste Treffen dieser Art wird im Jahr 2007 in Verbindung mit den Feierlichkeiten zum 150-jährigen Bestehen der Societe Francaise de Chimie in Paris stattfinden.

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



Trendbarometer Förderungen

- Prozesse an **biologischen Membranen** von den molekularen Grundlagen bis hin zu zellbiologischen Modellen erforschen Wissenschaftler der Ruhr-Universität mit Kollegen vom Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie Dortmund und der Universität Dortmund im neuen Sonderforschungsbereich „GTP- und ATP-abhängige Membranprozesse“. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligte fünf Millionen Euro für vier Jahre.
- Trotz knapper gewordener Mittel für die Forschungsförderung hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) einen neuen Sonderforschungsbereich (SFB) an der Universität Erlangen-Nürnberg bewilligt. Der Fokus des neuen SFB liegt auf der Erforschung von **Dendritischen Zellen**, einer bestimmten Sorte von weissen Blutkörperchen, die bei der Abwehr von Metastasen eingesetzt werden können.
- Mit hochempfindlichen Verfahren der Proteinanalyse wollen sich jetzt Molekulargenetiker und Biochemiker der Universität Erlangen-Nürnberg in einem fakultätsübergreifenden Verbund, dem Interdisziplinären Zentrum für Funktionelle Genomik, der Analyse von **Proteinkomplexen der Zellmembran** widmen. Der Freistaat Bayern wird dieses Vorhaben im Rahmen des Genomnetzwerks Bayern in den nächsten sieben Jahren mit fünf Millionen Euro fördern.
- Das Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften in Hamburg ist eine von weltweit fünf wesentlichen Säulen in **der globalen Klima- und Meeresforschung**. Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft und der Universität Hamburg forschen Fächer übergreifend unter einem Dach an den Ursachen und Folgen des globalen Wandels.
- Die Staatliche Brautechnische Prüf- und Versuchsanstalt Weihenstephan wird neu positioniert und fortentwickelt. Entsprechend dem Modernisierungsprozess wird die traditionsreiche Einrichtung in ein modernes **„Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität“** umgewandelt. Sie soll verstärkt wissenschaftlich fundierte Spezialanalytik für die Forschung und externe Auftraggeber leisten. Das Beratungsnetzwerk soll ausgebaut und gezielt internationalisiert werden.
- Nanotechnologien sind Schrittmachertechnologien der Zukunft. Arbeitsgruppen der TU Berlin haben im letzten Jahrzehnt internationale Pionierarbeit bei der Entwicklung neuartiger Nanotechnologien geleistet. Um diese Führungsrolle zu behaupten und auszubauen, hat die TU Berlin auf ihrem Campus ein **Nanophotonikzentrum** in Betrieb genommen. Das Projekt wurde mit 5,5 Millionen Euro gefördert.
- Das Tierärztliche Institut der Universität Göttingen unter der Leitung von Prof. Dr. Bertram Brenig ist Partner in einem europäischen Forschungsvorhaben, das in fünfjähriger Arbeit das **Genom von Schweinen** entziffern will. Ziel der Untersuchungen ist es, die Rolle der Gene bei Entwicklung, Wachstum, Gesundheit und Reproduktion zu entschlüsseln und für eine grössere Sicherheit in der Fleischproduktion zu sorgen. Das Projekt European Network for Pig Genomics (PigNet) wird mit rund 13 Millionen Euro von der Europäischen Union (EU) finanziert.

Professorenbesoldungs-Reform: Mehr negative als positive Folgen?

Ab 2005 wird die Reform der Professorenbesoldung rechtskräftig. Hauptziel der Reform: Professoren stärker als bisher leistungsorientiert zu bezahlen und so zusätzliche Leistungsanreize zu schaffen. Ein Wirtschaftswissenschaftler der Universität Bonn hat das Regelwerk genauer unter die Lupe genommen. Sein Fazit: Das Gesetz könnte genau das Gegenteil von dem bewirken, was es bezweckt.

Der ökonomische Pferdefuß steckt in §34 Absatz 1 des „Prof-BesReformG“: „Der Gesamtbetrag der Leistungsbezüge ... ist so zu bemessen, dass die durchschnittlichen Besoldungsausgaben ... den durchschnittlichen Besoldungsausgaben im Jahr 2001 entsprechen.“ Aus politischer Sicht sei diese Vorgabe vor dem Hintergrund angespannter öffentlicher Haushalte verständlich, urteilt der Bonner Betriebswirtschaftler Professor Dr. Matthias Kräkel. Für den angestrebten Zweck könnte sich die Deckelung der Personalkosten aber als fatal erweisen.

Momentan werden Professoren in Deutschland im C-System vergütet. Zusätzlich zum Grundgehalt nach Besoldungsstufe C2, C3 oder C4 gibt es Zulagen für Rufe: Wer sich auf eine Stelle an einer anderen Universität bewirbt und den Zuschlag bekommt, erhält für diesen Erfolg bares Geld in Form eines monatlichen Bonus – unabhängig davon, ob er den Ruf annimmt oder ablehnt. „Im Prinzip ist das auch eine Form der Leistungszulage“, so Kräkel; „wer einen Ruf bekommt, hat sich aufgrund seiner Fähigkeiten im Wettbewerb gegen andere Kollegen durchgesetzt.“

Ab dem 1.1.2005 soll in NRW nun das W-System gelten, das die beiden Vergütungsgruppen W2 (anstatt C3) und W3 (anstatt C4) vorsieht. Das Basisgehalt liegt im W- deutlich niedriger als im C-Sys-

tem; dafür gibt es die Möglichkeit, unter anderem für besondere Leistungen in Forschung, Lehre oder Nachwuchsförderung Zulagen zu vergeben. C-besoldete Professoren können im alten System verbleiben, solange sie nicht den Ruf an eine andere Hochschule annehmen oder nach einem erfolgten Ruf Bleibeverhandlungen mit ihrer alten Hochschule führen. Dann erfolgt automatisch der Wechsel zur W-Besoldung.

Zumindest in den ersten Jahren nach der Umstellung wird aufgrund der Kostendeckelung der Topf für die W-Zulagen nur spärlich gefüllt sein, da die meisten Professoren noch die (höheren) C-Gehälter plus Zulagen für bisherige Rufe beziehen. Viel zu verteilen bleibt dann nicht mehr. Zudem droht aufgrund der angespannten Haushaltslage eine weitere Kürzung der Personalmittel und damit der Zulagen. „De facto könnten für W-besoldete Stellen

sogar gar keine Leistungszulagen mehr übrig bleiben“, befürchtet der Wirtschaftswissenschaftler. „Dann wäre es aber auch für C-Professoren unattraktiv, einen Ruf an eine andere Hochschule anzunehmen, weil damit automatisch der Wechsel ins W-System verbunden wäre – mit massiven Einbußen bei den Pensionszahlungen und beim Grundgehalt.“ Folge: Null-Anreize sowohl für W- als auch für C-Professoren sowie personelle Stagnation. „Lediglich der Nachwuchs wird sich mangels Alternativen auf freie W-Stellen bewerben. Für C-Professoren oder gar Wissenschaftler aus dem Ausland werden derartige Stellen erst dann attraktiv, wenn der Topf mit Leistungszulagen gut gefüllt ist.“ Für zukünftige Generationen möglicher Nachwuchswissenschaftler würde sich in Anbetracht privatwirtschaftlicher Verdienstmöglichkeiten ohnehin die Frage nach der Attraktivität des Professorenberufs stellen.

Stellenwert der Wissenschaft in Vorbereitung der Tarifverhandlungen gesichert

Das Zentrum für Wissenschaftsmanagement, Speyer begrüßt es, dass die Notwendigkeit, wissenschaftsadäquate Regelungen in den Tarifverhandlungen zum Bundesangestelltentarif (BAT) zu entwickeln, ihre Akzeptanz in der Fortführung der Beratungen zum Thema „Wissenschaft“ findet.

Nach Ausscheiden der Tarifgemeinschaft der Länder (TDL) aus den Tarifverhandlungen und damit den Beratungen zur Reform des BAT, ist beschlossen, dass die Große Lenkungsgruppe, in der nur noch der Bund, die Vereinigung der Arbeitgeberverbände und Ver.di vertreten sind, weiterhin in engem Rhythmus bis zum Herbst tagen wird, u.a. auch um Regelungen für Befristungen von Personalverträgen zu definieren. Die Projektgruppen zu den einzelnen Bereichen des BAT bleiben zwar bestehen, tagen aber bis auf weiteres nicht. Eine Ausnahme ist die Arbeitsgruppe ‚Wissenschaft‘, die den für diesen Bereich spezifischen Bedarf erarbeitet. Das heißt, dass die Empfehlungen einer Expertengruppe des Zentrums für Wissenschaftsmanagement, in der auch Vertreter der Gewerkschaften mitgearbeitet haben, und von einer Reihe anderer im Wissenschaftsbereich tätiger Organisationen weiterhin zur Diskussion beitragen. Die Expertengruppe des ZWM hat – neben der Erweiterung der Regelungen für befristete Verträge in der Wissenschaft – eine Verstärkung der Möglichkeiten, zusätzliche unbefristete Verträge einzurichten, gefordert.

Eppendorf rüstet auf

Fertigung in USA und Asien, gefüllte Kassen

Investitionen in Wissenschaft machen sich gleich auf dem Labormarkt bemerkbar. Demzufolge geht es wohl aufwärts. Wie Klaus Fink, Vorsitzender des Vorstands der Eppendorf AG jetzt in Hamburg erläuterte, gibt es in den USA mehr Forschungsmittel, die Pharmaindustrie investiert verstärkt, Konsequenz: Plus zehn (USA)-Prozent im ersten Halbjahr 2004 für das Unternehmen.

In China bremsen Sars nicht mehr. In Asien brach 2003 das Wachstum durch Sars ein, was 2002 50 Prozent betragen hatte. Jetzt dort wieder: Plus 15 Prozent im ersten Halbjahr. Nur in Westeuropa sei noch keine Belebung erkennbar: minus vier Prozent. Währungsberichtigt erreichte das Unternehmen insgesamt für das erste Halbjahr 2004 sechs Prozent Wachstum gegenüber der Vorjahresperiode. Fink schätzt, in diesem Jahr sieben bis acht Prozent zu wachsen, und so will er auch das Ergebnis steigern.

„Wir gehen davon aus, dass der Konsolidierungsprozess in der Biotechnologie-Industrie in eine Phase neuer Marktdynamik mündet. Eppendorf ist gut gerüstet, auch künftig überdurchschnittliche Wachstumsraten zu generieren“, kommentierte Fink.

Und er rüstet weiter: In diesem Jahr steigen die Fertigungskapazitäten

in den USA im Bereich Kunststoffproduktion. Eine Entscheidung über eine Fertigung in Asien fällt ebenfalls noch dieses Jahr. Wahrscheinlich entsteht sie in China. Wahrscheinlich sind es Kunststoffprodukte. „Unser Exportanteil liegt bei 90 Prozent. Wenn wir Teile der Fertigung in die Vertriebsschwerpunkte hin verlegen, schwächen wir damit das Währungsrisiko ab. Wir wollen natürliches Hedging, ein Währungsgleichgewicht erreichen: Die Summe der Dollar-Einnahmen soll der Summe der Dollar-Ausgaben gleichkommen“, erläutert Fink.

Das hat natürlich auch Folgen für Deutschland, dem laut Fink „außerordentlich negativen“ Markt. So stehen in dem Kunststoffwerk in Oldenburg 40 bis 50 der 300 Arbeitsplätze in Frage, denn verschiedene Kunststofflinien werden in die USA verlegt. Und in Hamburg baute man in den letzten Monaten schon um die 90 Mitarbeiter ab. Die Gesamtzahl der Mitarbeiter stieg hingegen von 1624 2002 auf 1725 2003 und mittlerweile über 1800. Die Steigerung erfolgte insbesondere in Asien. Dort gebe es jetzt über 100 Mitarbeiter, und im nächsten Jahr über 200 „oder auch noch deutlich mehr“, so Fink.

Die Rüstung von Eppendorf durch den Vorstandsvorsitzenden geht aber wohl auch noch andere Wege.

Wiederum stieg die Eigenkapitalquote auf nunmehr fast 54 Prozent (2002: 52,5 Prozent), und auch das Bankkonto nahm um 15,4 Millionen Euro zu und belief sich Ende 2003 auf 44,6 Millionen Euro, mittlerweile auf über 50 Millionen Euro.

Soviel Geld lässt man – bei allen Sicherheitsüberlegungen – als Unternehmer nicht dauerhaft liegen. Bedenkt man die Äußerung von Fink, man müsse etliches zulegen, wenn man nach der zu erwartenden zweiten Konsolidierung in der Biotech-Branche noch unter den „Big 15“ zählen wolle, dann wird wohl auf eine Akquisition hin gespart, die innovative Produkte bringen soll. Vertrieblich seien nämlich alle Märkte gut erschlossen. Da passt auch das Interesse von Fink, Eppendorf an die Börse zu bringen, und er hält dies wie schon im letzten Jahr verlautbart 2005 für möglich.

Technologisch setzt das Unternehmen vermehrt auf Automation und auf Biochips (siehe nächste Seite „Neue Produkte“). In die Biochip-Fertigung im belgischen Namur hat man bislang jährlich sechs bis sieben Millionen Euro investiert. Der erste Umsatz fällt im nächsten Monat an. Den Break Even will man in etwa zwei Jahren erreichen, und in vier bis fünf Jahren, so schätzt Fink, sollen deutliche Gewinne eingefahren werden. Er denkt, dass sie in Zukunft dort so sprudeln wie bei den Biotools heute (Verbrauchsmaterialien und Instrumente für Laboruntersuchungen).

Und jener Bereich ist die Cash Cow von Eppendorf. Bei den Biotools hat sich der Gewinn vor Steuern und Finanzergebnis (EBIT) 2003 leicht auf 41,8 Millionen Euro verbessert. Der Konzernumsatz von Eppendorf verfehlte 2003 währungsbedingt den Vorjahreswert um 9,2 Prozent und sank auf 270,1 Millionen Euro. Der Gewinn vor Steuern und Finanzergebnis lag mit 36,2 Millionen Euro auf dem „sehr guten“ Vorjahresniveau. *Rolf Kickuth*

Währungsbedingter Umsatzrückgang: Klaus Fink zu neuen Eppendorf-Zahlen (Foto: RK).



Microarraysystem für Genexpressionsanalytik

Das DualChip Microarray System von Eppendorf ist ein einfaches und dabei doch hocheffizientes System zur differentiellen Genexpressionsanalytik. Einfach, weil kostengünstig, robust und sicher sowohl in der Handhabung als auch in der Auswertung. Hocheffizient, weil durch außerordentliche Produktqualität und eine optimale Abstimmung der Komponenten beste Ergebnisse schon nach kürzester Zeit erreicht werden.

Bisherige Anwendungen der ersten DualChip Microarrays sind: die toxikogenomische Analytik, das Stu-

dium von Alterungs- und Streßvorgängen, die Analyse von G-Protein gekoppelten Rezeptoren und die Überblicksanalyse der wichtigsten zellulären Vorgänge. Weitere werden in kurzen Zeitabständen folgen.

Jeder DualChip besteht aus zwei identischen DNA Microarrays, die jeweils von einer geschlossenen und leicht befüllbaren Hybridisierungskammer umschlossen sind. Bis zu vier Microarrays können parallel im Thermoblock for slides DC hybridisiert werden. Dieser Aufsatz für den Thermomixer comfort garantiert uniforme Temperierung und sorgt

durch hochfrequentes Mischen für maximale Signalstärke bei gleichzeitig stark reduziertem Hintergrund. Diese Hybridisierungstechnologie ist ein wichtiger Produktvorteil, der maßgeblich zur hohen Ergebnisqualität und Reproduzierbarkeit der Experimente beiträgt. Spezialisierte Reagenzien wie das cMaster RT System von Eppendorf sind auf das DualChip System abgestimmt und unterstützen dieses optimal.

Ebenso effizient und geradlinig wie die Durchführung des Experimentes ist auch die Auswertung der erhaltenen Daten. Die DualChip evaluation software importiert Rohdaten aus allen gängigen Microarray Analyse Software Paketen und extrahiert das Maximum an Information aus ihnen. Eine für DualChip Microarrays optimierte Datennormalisierung, profunde statistische Bewertung und grafische Visualisierung können intuitiv und in wenigen Schritten durchgeführt werden.

Eppendorf AG

Tel 040 5 38 01 0

Fax 040 5 38 01 556

www.eppendorf.com



Automation fürs Labor

Die neue Workstation epMotion 5075 von Eppendorf kann Werkzeuge automatisch erkennen und wechseln, wodurch es möglich wird Flüssigkeitsmengen von 1 bis

1000 Mikroliter zu dosieren. Mit dem Greifer können Platten und Teile der Vakuumstation transportiert werden, so werden komplette Abläufe ohne manuelle Eingriffe gewährleistet.

Der optische Sensor erkennt den Typ der Dosierwerkzeuge, die Füllstände, die Labware, den Spitzentyp und die Anzahl der Spitzen. Mit dieser Technik ist die Workstation in der Lage, die Positionierung der Dosierwerkzeuge auf Bruchteile von Millimetern genau zu steuern.

Zur Steuerung wird ein kompaktes Control Panel eingesetzt, was den Platzbedarf auf ein Minimum zu reduziert. Kombiniert mit der Software ist die Bedienung der epMotion einfach und schnell erlernbar.

Die neuen Mastercycler ep 96 oder 384 können in die Workstation integriert werden. Somit kann die Probenvorbereitung und die

PCR vollautomatisch durchgeführt werden.

Die epMotion Vakuumstation (VAC) mit integrierter Vakuumstation wurde für die Nukleinsäureaufreinigung im 96-Well-Format entwickelt. Die Verwendung des Perfectprep 96 Plasmid Kits auf der Workstation epMotion 5075 liefert innerhalb von 60 Minuten hochreine Plasmid-DNA. Weiterhin stehen validierte Applikationen, wie die Aufreinigung von BAC DNA und das Cleanup von PCR-Produkten, zur Verfügung.

Das modulare Systemkonzept der epMotion Familie bietet darüber hinaus flexible Ausbaumöglichkeiten, die das Einsatzspektrum der Workstation intelligent vergrößern.

Eppendorf AG

Tel 040 5 38 01 0

Fax 040 5 38 01 556

www.eppendorf.com



Neue pH- und Redoxelektrodenserie: mechanisch stabil, leicht zu reinigen

Eine Neuausrichtung des Programmes an elektro-chemischen Sensoren der Jumo GmbH & Co. KG, Fulda, läutet die neue Elektrodenreihe Jumo ecoLine pH / Redox ein.

Ein großer Teil der pH- und Redoxelektroden wird heute im Schwimm- / Therapiebadbereich, in nur leicht verschmutzten oder vorgereinigten Abwässern und in Medien mit Trinkwasserqualität eingesetzt. Die Prozessparameter Temperatur-, pH- / Redox-Messbereich, Druckwerte am Einbauort oder mögliche chemische Angriffe durch Elektrodengifte im Medium sind hier ganz andere als in der

sonstigen Prozessindustrie, der industriellen oder kommunalen Wasseraufbereitung, der Lebensmitteltechnik und so weiter. Der Einsatztemperaturbereich bis 60 Grad Celsius (kurzzeitig auch 80 Grad Celsius) und die druckfeste Ausführung bis sechs bar erlauben die Anwendung in privaten und öffentlichen Badeanstalten, der Trinkwasseraufbereitung, der Aquaristik / Teichwirtschaft, der Gewächshaustechnik sowie in Anlagen mit schwacher Belastung.

Ein silberionen- und acrylamidfreier, hochviskoser Bezugselektrolyt bildet mit dem Silber- / Silberchlorid-Ableitsystem und dem

Keramikdiaphragma eine stabile Referenz. Als pH-sensitiver Teil der Glaselektrode wirkt eine mechanisch stabile Kuppenmembran aus dem bewährten Jumo U-Glas. Die Redox-Elektrodenausführung kann mit einer Platin- oder Goldkuppe geliefert werden. Bislang waren Gold-Redoxelektroden aus fertigungstechnischen Gründen nur mit Gold-Stift lieferbar. Die Spezialisten aus der Jumo-Glas-technik haben es nun möglich gemacht, auch massives Gold mit der Glasoberfläche zu verschmelzen und damit eine mechanische Stabilität und leichte Reinigung der Metalloberfläche wie bei den Platinkuppen zu ermöglichen.

Diese und weitere Elektrodenausführungen sind für die Kunden über den Webshop „Jumo-Plus“ zu beziehen. Interessierte OEM-Kunden und Großabnehmer können die Sensoren mit ihrem Firmenlogo erhalten. In kürzester Zeit können auch größere Bedarfsmengen gefertigt werden.



Jumo GmbH & Co. KG
36039 Fulda
Tel +49 661 6003 238
Fax +49 661 6003 682
www.jumo.net

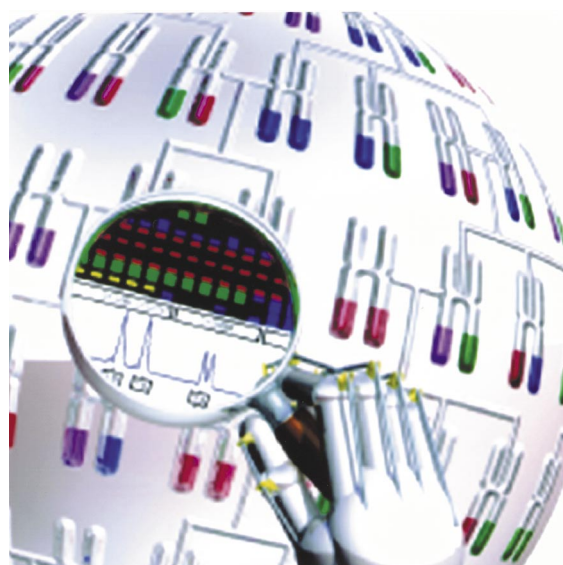
„genotyping“-Software

Applied Biosystems, ein Unternehmen der Applied Biosystems Corporation, startet GeneMapper Version 3.5, ein flexibles Software-Paket für die präzise Allelbestimmung in Studien zur Genotypisierung. GeneMapper analysiert Daten aller Analysegeräte von Applied Biosystems. In Kombination mit dem SNPlex System werden mehr als 100 000 Genotypen pro Stunde analysiert. Cluster-plot Analyse, ein Display für das SNPlex-System, Dokumentationswerkzeuge, sowie ein erhöhter Sicherheitsstandard sind Merkmale der neuen Soft-

ware-Version, die damit auch hilft, den Regularien des 21 CFR Teil 11 zu genügen. Weiterhin gibt es Auto-Analyse, OLA (oligonucleotide ligation assay)-Analyse, Database-Manager und eine beschleunigte Zeichenfunktion.

GeneMapper ist eine einfach und intuitiv anzuwendende und schnelle Software. Dies macht sie zu einem zeitsparenden tool für jedes Genom-Labor, das sich mit Genotypisierung beschäftigt.

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



Innovativer Pulver-Strömungsmesser

Die Forschungsabteilung der Firma Quintiles in Edinburgh (Schottland) hat den neuen Pulver-Strömungsmesser FT4 von Freeman Technology für sein Medikamentenentwicklungsprogramm gekauft. In der pharmazeutischen Industrie sind die heute entstehenden neuen Moleküle in der Regel größer als bei früheren Medikamentengenerationen. Die Folge ist, dass Kandidaten weniger wasserlöslich und schwieriger zu formulieren sind. Deshalb sind die verfügbaren Materialmengen begrenzt und ein frühes Verständnis der Fließeigenschaften einer Formulierung gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Mit dem FT4 können umfassende Daten zu den Fließeigenschaften von Pulvern erhoben werden. Das Gerät enthält einen leistungsstarken Prozessor, wodurch kein externer PC mehr erforderlich ist. Es ist netzwerkfähig, was bedeutet, dass die Nutzer über abgesetzte Geräte auf die Fließbarkeitsdaten

zugreifen und Analysen im Labor durchführen können. Über einen Universalbus können Zusatzgeräte seriell angeschlossen werden. Der neue Pulvermesser besitzt darüber hinaus ein digitales Kontrollsystem und ein neues, digitales Datenerfassungssystem zur Kraft-, Drehmoment- und Positionsmessung, wodurch eine verbesserte Steuerung, ein größerer Geschwindigkeitsbereich und eine höhere Empfindlichkeit gegeben sind.

Der patentierte FT4 Pulver-Strömungsmesser hilft bei der Formulierung neuer Materialien, trägt zur Optimierung der Handhabung und Verarbeitung bei und kann Standards für die Qualitätskontrolle liefern, die zu Produktivitäts- und Qualitätsvorteilen führen.

freeman technology
Worcestershire WR13 6LE, UK
Tel +44 0 1684 310 860
Fax +44 0 1684 310 236
www.freemantech.co.uk



Tragbarer Rauchgasanalysator

Der Lancom III ist das neueste Gerät aus der Reihe von tragbaren Rauchgasanalysatoren aus dem Hause Land Instruments International. Mit ihm ist es möglich, bis zu neun verschiedene Gase und damit insgesamt 17 Messparameter gleichzeitig zu bestimmen. Durch die fortschrittliche Probenaufbe-

ereitung wird eine hohe Genauigkeit des Geräts ermöglicht. Eine weitere Verbesserung ist die Menügeführte Datenaufnahme- und Verarbeitungssoftware. Das Gerät wiegt nur sechs Kilogramm, dadurch wird der Zugang zu schwer erreichbaren Stellen über Leiter oder Gerüste erleichtert. Er ist robust und verträgt auch einen kleinen Sturz unbeschadet.

Der Rauchgasanalysator ermöglicht die gleichzeitige Bestimmung von CO low, CO high, O₂, NO, NO₂, NO_x, SO₂, H₂S, CO₂ und Kohlenwasserstoffen. Zusätzlich können Verbrennungswirkungsgrad, Verluste, überschüssige Luft, CO₂, total NO_x bestimmt werden. Das Gerät liefert Messwertkorrekturen wie Sauerstoffnormalisierung, Feucht- und Trockenbasis und die automatische Umrechnung von Einheiten. Applikationen

wie Messdatenspeicher, serielle Com-Schnittstelle und integrierter Drucker sind Standardausrüstungsmerkmale. Der Lancom III entspricht der US EPA CTM 034-Referenzmethode für die Erstellung von Protokollen nach anerkannten Standards. Umfangreiche Zusatzausstattungen beinhalten Zugmessungen, Strömungsmessungen (für die Rauchgasgeschwindigkeit, Durchfluss- und Massenemissionsrate), Rauchmessung, eine Auswahl an Probenahmesonden, die Datenerfassungssoftware Insight, analoge Datenausgänge, Wake- und Sleep-Einrichtung für zyklische Messungen und eine große Auswahl an Menüsprachen.

cmc Instruments GmbH
65760 Eschborn
Tel 06173 32 00 78
Fax 06173 6 50 50
www.cmc-instruments.de



Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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



GERBU Biotechnik GmbH
Am Kirchwald 6, D-69251 Gaiberg
Tel. 06223 9513 0, Fax: 06223 9513 19
www.gerbu.de, E-mail: gerbu@t-online.de

DEUTERIUMLAMPEN

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



DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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



GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN

CHRIST
Gefriertrocknungsanlagen

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



STERIS®

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



HOHLKATHODENLAMPEN

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



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE

Hettich
ZENTRIFUGEN

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



Kendro
Quality Products – Lifetime Care

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



KÜVETTEN

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



LABORCHEMIKALIEN

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



LABOREINRICHTUNGEN

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

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

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

LABORHILFSMITTEL

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



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

GUMMI WÖHLEKE GmbH
Siemensstr. 25, D-31135 Hildesheim
TeleTex 5121845 GUMWOE
Tel. 05121 7825-0

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN

Hettich
ZENTRIFUGEN

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



Kendro
Quality Products – Lifetime Care

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



SIGMA
Laborzentrifugen

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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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



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

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

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

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



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

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

seitigung besonders von der Kinematographie dringend gefordert wurde. 1901 entstand durch die Arbeiten von *A. Eichengrün* und *T. Becker* ein neuartiger Sicherheitsfilm, der „Cellitfilm Bayer“, und heute werden Filme benutzt, die sich entweder von einer sehr niedrig nitrirten Nitrocellulose oder von Acetylcellulose ableiten.

Hatte man zunächst große Formate bevorzugt, so trat bald eine Tendenz in Richtung kleinerer Negative ein. Wenngleich die Fachphotographen konservativ blieben und hierfür ihre berechtigten Gründe hatten, setzten sich die Kleinformate bald durch. Zuerst war es der 6 mal 9 cm Rollfilm und wenig später bescherte uns die Kinematographie den 35-mm-Normalfilm, dessen Anwendung für die photographische Einzelaufnahme eng mit dem Namen *Oskar Barnack* (1879–1936), dem genialen Schöpfer der „Leica“, und mit der Firma *Ernst Leitz* verknüpft ist. Hand in Hand mit der Entstehung der kleinen Formate ging die Forderung nach steter Verbesserung der Aufnahmeschichten und Vereinfachung der Verarbeitungsmethoden.

Entwicklungspapiere

Auch bei der Herstellung der positiven Papierbilder trat eine Wende ein. In Analogie zum Negativ-Prozess ließ man beim Kopieren nur ein latentes Bild entstehen, das in chemischen Entwicklern hervorgerufen und wie üblich fixiert wurde. Niedrigempfindliche Entwicklungspapiere führte 1883 *J. M. Eder* ein. Diese „Gaslichtpapiere“ wurden, wie der Name ausdrückt, bei gedämpftem Kunstlicht verarbeitet und waren auf Chlorsilber-Basis aufgebaut. Die Empfindlichkeit dieser Papiere konnte durch Verwendung von Chlor-Bromsilbergelatine-Emulsionen noch wesentlich gesteigert werden, wie das die durch die Kleinbildphotographie immer mehr in den Vordergrund gerückte Vergrößerungstechnik verlangte. Bei den früheren Photo-Papieren entstand das Silberbild nicht nur in der lichtempfindlichen Schicht an der Oberfläche des Papiers, sondern durch Diffusion teilweise auch im Papierfilz selbst, wodurch die Wiedergabe feinsten Einzelheiten oft mangelhaft war. Durch einen Kunstgriff, die Aufbringung einer Bariumsulfat-Gelatineschicht auf das Rohpapier, kann dieses lästige „Einsinken“ der Bilder restlos behoben werden. Erst nach dieser „Barytage“ wird mit der Emulsion beschichtet. Eine Schutzschicht, ebenfalls aus Gelatine bestehend, wird über der Emulsion aufgegossen und schützt diese vor mechanischen Verletzungen und gibt außerdem dem Papier seine besondere Note. Im Falle einer einfachen Gelatine-Schutzschicht werden glänzende bzw. „Hochglanz“-

Papiere erhalten, während ein Zusatz von Stärke zu einer matten Oberfläche führt. Besondere Effekte wie z. B. „Seidenraster“, „Leinen“ usw. lassen sich durch leichte Prägung der Schutzschicht erhalten.

Neue Entwicklersubstanzen

Gleichzeitig mit der Ausbreitung der Photographie auf Gelatineschichten ist das Interesse an organischen Entwicklersubstanzen schnell angewachsen. Bei dem von *C. Lea* 1877 erfundenen und von *J. M. Eder* später verbesserten Eisen-(II)-Oxalat-Entwickler ist die Anlehnung an die älteren „physikalischen“ Entwickler noch deutlich erkennbar. Das Hervorrufen des Bildes mit Pyrogallol in alkalischer Lösung, das bereits seit 1861 bekannt war, bildete den Ausgangspunkt für weitere Forschungen auf dem Gebiete organischer Entwickler. Nahelegend war die Erprobung weiterer mehrwertiger Phenole, die 1880 durch *J. M. Eder* und *V. Tóth* zur Entdeckung des Brenzkatechin-Entwicklers führte. Im gleichen Jahre fand *W. Abney* die entwickelnde Eigenschaft des Hydrochinons, das bis heute in der Photo-Technik seinen Platz beibehalten hat. Kurze Zeit später

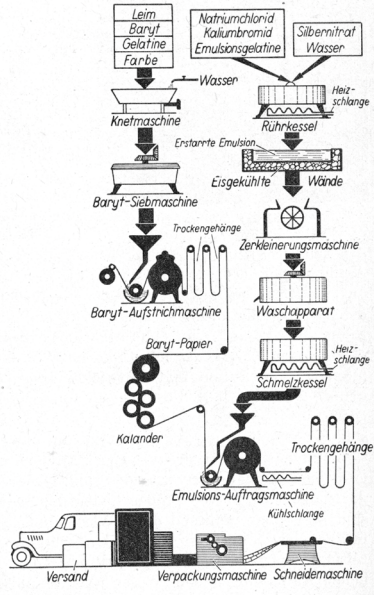


Abb. 1. Schaubild der Herstellung von Photo-Papieren (Agfa)



Abb. 2. M. Andresen

wurden Stickstoffverbindungen wie Hydroxylamin und Phenylhydrazin als Hervorrufere empfohlen, denen aber nur wenig Erfolg beschieden war.

Eine ganze Reihe hervorragender Entwickler geht auf *M. Andresen* (1857–1951) zurück. 1888 erhielt er ein Patent auf die Verwendung von p-Phenylendiamin als Entwicklersubstanz. Bald folgte das Eikonogen, ein brauchbarer Entwickler aus der Naphthalinreihe. Die seit 1867 bestehende „Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrication“ (Agfa) in Berlin, bei der *Andresen* tätig war, begann 1889 auf seine Anregung hin mit dem Aufbau einer photographisch-chemischen Abteilung. Unter Leitung *Andresens* wurden

zunächst neue Entwickler hergestellt, von denen besonders das p-Aminophenol hervorzuheben ist, das 1891 unter dem Namen „Rodinal“ auf den Markt gebracht, rasch weltweite Bedeutung erlangte. Bald wurden die Fabrikationsanlagen erweitert und auch die Herstellung von Filmen und Papieren in das Fabrikationsprogramm einbezogen.

Nachdem schon *Eder* und *Tóth* auf Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und Entwicklungsvermögen hingewiesen hatten, konnte *Andresen* 1891 die für einen Entwickler erforderlichen Substitutionen am Benzol- oder Naphthalinkern klar umreißen. Nach seiner Feststellung hat ein aromatischer Körper nur dann Entwicklereigenschaften, wenn mindestens 2 Hydroxyl- oder 2 Aminogruppen oder eine Hydroxyl- und eine Aminogruppe vorhanden sind. Daneben ist die relative Stellung der Substituenten von großer Bedeutung. Nur die o- und p-Isomeren sind brauchbar, während die m-Verbindungen, wie z. B. Resorzin und m-Phenylendiamin, kein Entwicklungsvermögen aufweisen. Etwa gleichzeitig gelangten die Brüder *August* und *Louis Lumière* in Lyon zu ähnlichen Auffassungen vom Wesen photographischer Entwickler.

Systematische Abwandlungen des p-Aminophenols durch *A. Bogisch*

fürten 1892 zum Amidol, zum „Glyzin“⁽²⁾, und zu dem als Metol bekannten p-Methylaminophenol-sulfat. Heute noch im Positiv-Prozess nahezu allbeherrschend und auch für die Hervorrufung von Negativen vielfach verwendet ist das bewährte Gemisch Metol-Hydrochinon, das seit 1893 bekannt ist. Halogensubstituiertes Hydrochinon kam 1900 beinahe gleichzeitig von den Firmen *Hauff* und *Schering* als „Adurol“ in Verkehr. „Adurol *Hauff*“ ist das von *A. Bogisch* ausgearbeitete Chlorhydrochinon, während „Adurol *Schering*“, das Bromhydrochinon, von *H. Lüppocramer* stammt.

Die sich rasch ausbreitende Kleinbildphotographie forderte spezielle „Feinkornentwickler“, die sich größtenteils vom p-Phenylendiamin herleiten. Neuerdings wird zu diesem Zwecke auch das o-Phenylendiamin herangezogen.

Um bei der gebrauchsfertigen Lösung die reduzierende Entwicklersubstanz vor Schädigung durch den Luftsauerstoff zu schützen, ist es üblich, Natriumsulfit als Konservierungsmittel in erheblichen Mengen zuzusetzen. Die Alkalität des Bades, die durch Zugabe basischer Stoffe eingestellt wird, ist maßgeblich für die Schnelligkeit der Hervorrufung und für den Kontrast des Bildes. Vom Kaliumhydroxyd bis zum schwach basischen Borax reicht die Skala dieser Zusätze, die in vielfältigen Rezepturen festgelegt sind. Eine geringe Verzögerung der Entwicklung, die im Hinblick auf besonders klare Negative oft erwünscht ist, kann durch Kaliumbromid erzielt werden. Der erfahrene Fachphotograph hat dadurch die Möglichkeit, die bildmäßige Wiedergabe nach verschiedenen Richtungen zu beeinflussen und der an sich starren photographischen Wiedergabe eine subjektive Note aufzuprägen.

²⁾ Dieses p-Oxy-phenylglyzin ist nicht zu verwechseln mit der ebenfalls Glyzin genannten Aminosäure.

Die Kluge

Edward C. Kendall, *Philip S. Hench* und *Tadeus Reichstein* erhielten 1950 zusammen den Nobelpreis für Chemie. Die US-Zeitschrift „Life“ brachte ein Gruppenbild von *Kendall*, *Hench* und zwei anderen Forschern. Wenige Tage später erhielt *Kendall* einen Brief von einer Unbekannten, in dem sie ihm das Kompliment machte, daß er auf jenem Bilde zweifellos den intelligentesten Kopf habe. *Kendall* legte den Brief beiseite.

Wieder einige Tage später erschien *Hench* und zeigte einen Brief genau des gleichen Inhalts: *Hench* habe auf diesem Bilde zweifellos den intelligentesten Kopf, schrieb eine Unbekannte an ihn.

Ein Vergleich der Briefe und der Handschriften zeigte, daß sie von verschiedenen Schreiberinnen stammten. „Ich untersuchte die Handschriften sehr genau“, erzählte *Kendall* später, „und kam zu dem Schluß, daß die Dame, die an mich geschrieben hatte, offensichtlich die Klügere der beiden Schreiberinnen war.“

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

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

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

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

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

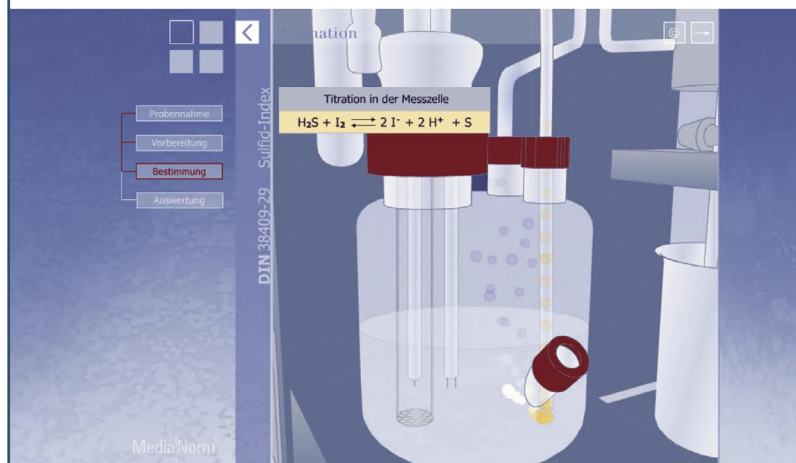
Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

Multimediale Lehr- und Lernsoftware

Wasseranalytik

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



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

Bausteine der Software

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

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

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

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

Bezugsmöglichkeiten über www.media-norm.de

CD-ROM mit allen vier Analysenverfahren:

149,00 Euro (zzgl. MwSt.)

Lernprogramme einzeln bzw. individuell kombinierbar:

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

MediaNorm®

MediaNorm GmbH

Weinbergweg 23 | D-06120 Halle (Saale) |

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

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