

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

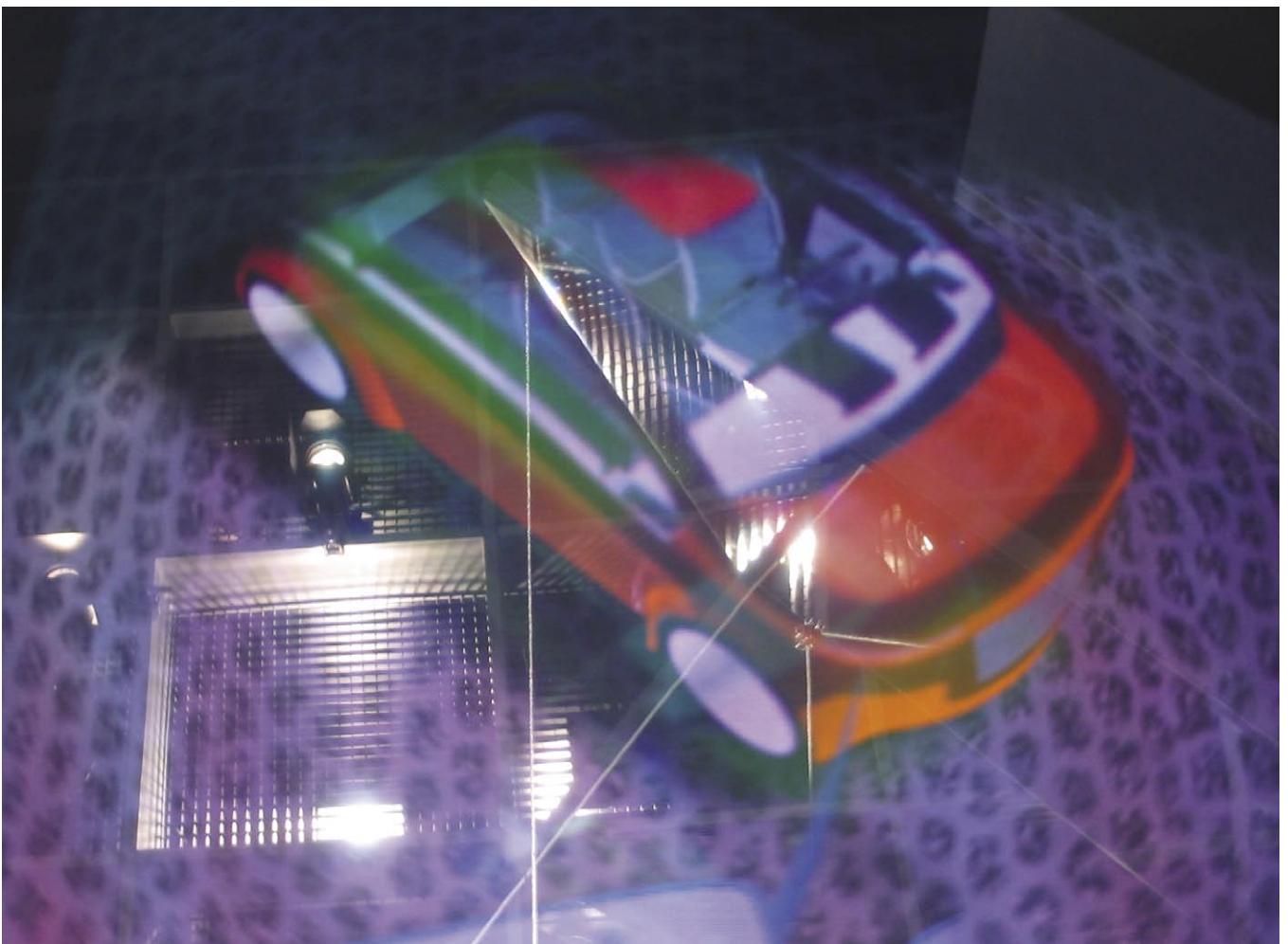
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- **Impfstoffe und Adjuvantien**
- **Blauschönung des Weines**
- **Autoimmunkrankheiten**
- **Innovationen und Innovationsstrategien**

Chemie FÜR LABOR UND BETRIEB

Eine verständliche Monatsschrift

Frankfurt a. M., Juli 1958

9. Jahrgang

Fortritte der technischen Gasanalyse III Gas-Chromatographie

Von Dr. W. Hunsmann, Chemische Werke Hüls A.G.

Im I. Teil*) dieses Berichtes) wurde als neueste gasanalytische Methode die Gas-Chromatographie erwähnt. Sie hat in den letzten Jahren außerordentliche Fortschritte gebracht und ermöglicht es, Analysen, die bislang einen großen Aufwand an Zeit, Material oder Apparaten erforderten, schnell und mit relativ einfachen Mitteln zu bewältigen. Dabei ist sie außerordentlich wandelbar und sie sich der analytischen Aufgabe, die gerade gelöst werden soll, anpassen. Diese Anpassung ist aber auch notwendig, und es bedarf in verwinkelten Fällen einer gewissen, oft nicht ganz einfachen Vorarbeit, um den Gas-Chromatographen für die Routine-Analyse verwenden zu können. Diese Vorarbeit ist allerdings in der technischen Gasanalyse schon für eine Reihe von Mischungen geleistet und man kann aus der Literatur entnehmen, wie man seinen Apparat auszurüsten hat.

Diese Methode ist nicht auf Gase beschränkt, sondern läßt sich auf Gemische von flüchtigen, d. h. destillierbaren Stoffe anwenden. Ihre größte Stärke besteht darin, daß sie es gestattet, Stoffe ähnlicher Flüchtigkeit voneinander trennen, deren Trennung mit Destillationskolonnen nicht mehr erreichbar ist. Ist die Flüchtigkeit der Mischungspartner dagegen stark unterschiedlich, wird die Gas-Chromatographie umständlich, weil man mit einer einzigen Säule bei einer einzigen Temperatur nicht mehr auskommt. Unsere Beispiele werden dies näher erläutern. Um die Zusammenhänge zu verstehen, wollen wir uns den Grundlagen zuwenden.

Grundlagen

In einem geschlossenen Gefäß zwei Phasen vorhanden, etwa eine flüssige (z. B. Paraffinöl) und eine gasförmige (z. B. Stickstoff), so verteilen sich alle Stoffarten, die in dem Gefäße vorhanden sind, auf beide Phasen. Im Gasraum findet sich eine geringe Menge des Öldampfes; im Öl ist etwas Stickstoff gelöst. Bringen wir nun eine weitere Komponente in das Gefäß, etwa Propan, so verteilt sie sich ebenfalls in beiden Phasen und zwar so, daß das Verhältnis

*) In diese Ztschr. 8, 133; Teil II 8, 357 (1957). — Vgl. zu diesem Aufsatz auch Angew. Chem. 70, 42 (1958).
**) In diese Ztschr. 8, 136 (1957).

Der Konzentrations-Verlauf in Richtung der Strömung, der sich dabei ausbildet, hat die in Abb. 2 dargestellte Form, die sich in vielen Fällen recht genau durch eine Gauß'sche Fehlerkurve darstellen läßt. Auf ihrem Gipfel besteht in der Längsrichtung kein Konzentrationsgefälle. Infolgedessen findet dort auch keine Längsdiffusion statt, und das Lösungs-gleichgewicht kann sich tatsächlich vorübergehend einstellen. Von großer Bedeutung sind deshalb, wie aus den oben angestellten Betrachtungen über Diffusion hervorgeht, die Abmessungen der Gas- und flüssigen Phase quer zur Hauptströmungsrichtung. Sie sollen einerseits so klein wie möglich sein, damit der Stoffaustausch zwischen den Phasen und damit die Gleichgewichtseinstellung so rasch wie möglich vor sich geht. Andererseits muß aber der Strömungswiderstand gering genug sein, damit die Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende der Säule nicht zu große Werte annimmt.

Dieses wird dadurch erreicht, daß man das Lösungsmittel in einem porösen Material geeigneter Korngröße verteilt. Praktisch wird dazu fast ausschließlich Kieselgur verwendet. Dieses Material ist besonders geeignet, da es aus einem Kapillarsystem mit verhältnismäßig weiten Poren (sogenannten Makroporen, Durchmesser $\sim 1 \mu$) besteht, die nach beiden Seiten offen sind, oder aus kleinen Plättchen, die mit zahlreichen Löchern nach Art eines Siebes durchsetzt sind. Das Schüttgewicht des Materials liegt bei 0,4, die Dichte der festen Gerüstsubstanz SiO_2 dagegen bei 2,2 g/ccm, so daß diese nur $\frac{1}{5}$ des Raumes erfüllt. Das Material kann bis 40% seines Gewichtes an Lösungsmittel aufnehmen und in seinen Kapillaren festhalten, ohne daß es zusammenbackt. Dabei bleibt die aufgenommene Flüssigkeit von der Gasphase her leicht zugänglich und bildet sehr dünne Schichten, so daß sich das Lösungs-Gleichgewicht einstellen kann. Die geeignete Korngröße liegt bei 0,5 bis 0,2 mm. Kleinere Körner erhöhen den Strömungswiderstand ohne daß die Trennwirkung zunimmt, größere verringern die Trennleistung, da die Einstellung des Gleichgewichtes in die Gasphase länger dauert. Das Material wird in ein Rohr, die Trennsäule, eingefüllt.

Wir hätten hiermit die Grundlagen für den Trennungsvorgang bei der Gas-Flüssig-Chromatographie erörtert. Tritt an Stelle der Lösung in der stationären Flüssigkeit die Adsorption, so spricht man von fest-gasförmiger oder Adsorptionschromatographie. Bei ihr wird ein Adsorptionsmittel, wie Kieselgel, Aluminiumoxydgel, Aktivkohle oder Molekularsieb von der Korngröße 0,5 bis 0,2 mm an die Stelle des beladenen Trägers in die Trennsäule hineingebracht.

Apparatur

Außer dem Trennteil gehören als Hauptteile noch eine Quelle für das Trägergas mit einer Vorrichtung zum Messen und Regeln seiner Geschwindigkeit, ein Probeneinlaßteil und ein Indikator für die Analyse des aus der Säule aus-

der Konzentrationen bei gegebener Temperatur unabhängig von der Propanmenge ist. Die Menge des gelösten Propanes ist also proportional der Menge des Propanes in der Gasphase. Der Proportionalitätsfaktor ist der Löslichkeits- oder Verteilungskoeffizient. Fügen wir noch eine weitere Komponente, z. B. Butan hinzu, so verteilt sich diese wiederum in den Phasen, unabhängig von den bereits vorhandenen Stoffen. Der Verteilungskoeffizient hat für Butan einen anderen Zahlenwert als für Propan; Butan ist im Paraffinöl leichter löslich.

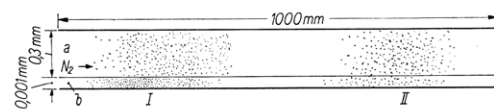


Abb. 1: Schema einer gaschromatographischen Trennung. a) Gasraum, strömende Phase Stickstoff; das Maß entspricht dem Korndurchmesser. b) Stationäre flüssige Phase; das Maß entspricht der mittleren Dicke des Films.

Bringt man das Propan in den Gasraum, so wird es einige Zeit dauern, bis es in die Flüssigkeit gewandert ist und sich dort gleichmäßig verteilt hat. Diese Zeit wird umso länger sein, je dicker Flüssigkeits- und Gasschicht von 1 cm Tiefe dauert die Durchmischung infolge Diffusion rund 10 sec, bei einigen zehntel mm etwa 0,01 sec. Flüssigkeitsschichten, in denen die gleichmäßige Verteilung ebenso schnell eingestellt sein soll, dürfen nur einige tausendstel mm dick sein.

Wir denken uns nun das Paraffinöl in solch einer dünnen Schicht auf dem Boden eines Gefäßes ausgebreitet (Abb. 1). In den Gasraum bringen wir bei etwa 1 cm Propan und lassen den Stickstoff in Pfeilrichtung strömen. Die Propan-Molekeln diffundieren nach allen Seiten und lösen sich in der Paraffinölschicht, wobei ein Rest im Gasraum verbleibt. Der strömende Stickstoff bringt diesen mit frischem Paraffinöl zusammen, so daß der Auflösungsprozeß weiter geht. Auf der anderen Seite gibt das gesättigte Paraffinöl wieder Propan an den frischen, nachströmenden Stickstoff ab. So wandert die Propan-haltige Zone in Pfeilrichtung unter allmählicher Verbreiterung weiter, und zwar umso langsamer, je weniger Propan der Stickstoff transportiert, d. h. je größer die Löslichkeit des Gases in der flüssigen Phase ist.

Führen wir statt des Propanes eine Mischung von Propan und Butan ein, so wandert das Butan langsamer und es werden sich zwei getrennte Zonen für Propan und Butan ausbilden, vorausgesetzt, daß die Säule genügend lang und der Unterschied in der Löslichkeit genügend groß ist.

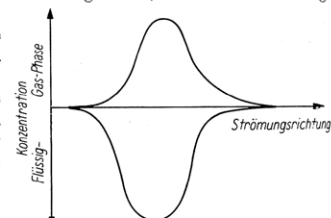


Abb. 2: Konzentrationsverlauf in der Längsrichtung der Säule, schematisch.

tretenden Gases zur Apparatur. Diese sind nach der Art des in Abb. 3 wieder-gegebenen Schemas zusammengesetzt.

1. Das Trägergas wird über ein Reduzierventil einer Stahlflasche entnommen und seine Geschwindigkeit vor Eintritt in die Apparatur mit einem Rotamesser oder einem Kapillarströmungsmesser gemessen. Die Art des Trägergases hängt in starkem Maße von der Meßmethode ab, mit der der Indikator arbeitet. Benutzt man die Änderung der Wärmeleitfähigkeit, so sind Helium und Wasserstoff die geeignetsten Träger, da man hiermit die höchste Empfindlichkeit erreicht. Will man dagegen das durch die Säule gegangene Volumen messen, so ist ein Gas zu benutzen, das sich bequem absorbieren läßt, z. B. Kohlendioxyd. Am vielseitigsten anwendbar ist Helium. Sind keine leicht flüchtigen Gase (Kp. $> -50^\circ$) in der Probe, so kann auch Stickstoff angewandt werden. — Die Lineargeschwindigkeit des Gases im freien Rohrquerschnitt liegt zwischen 2 und 20 cm/sec.

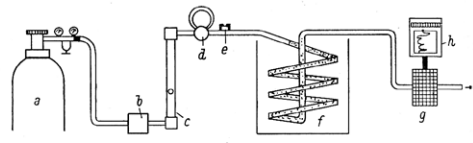


Abb. 3: Hauptteile der Apparatur: a) Stahlflasche mit Trägergas, b) Strömungsregler, c) Strömungsmesser, d) Gaspipette, e) Serumverschlußkappe, f) Trennsäule im Thermostaten, g) Detektor, h) Registriergerät.

2. Der Probeneinlaßteil besteht im einfachsten Falle aus einer Serumverschlußkappe, an der das Trägergas vorbeiströmt. Die Gasprobe wird mit einer Injektionspritze hineingebracht. Bei diesem Verfahren sind allerdings die Probemengen oft nicht genügend genau reproduzierbar, man bevorzugt daher einen Umweghahn, wie er in dem umrandeten Teil der Abb. 4 dargestellt ist. In der Stellung I läßt sich die Probe in das Meßvolumen einfüllen. In der Stellung II wird dieses vom Trägergas in die Säule transportiert. Für Gasanalysen wird die letztere Methode bevorzugt, während Flüssigkeiten meist mit einer Injektionspritze eingebracht werden.

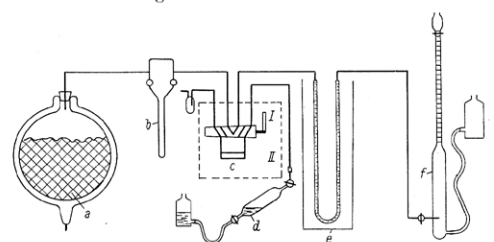


Abb. 4: Apparat nach Janac. a) verdampfendes Kohlendioxyd, b) Strömungsmesser, c) umrandeter Einlaßteil für 5-10 cm Gas, d) Gasprobe, e) Trennsäule, f) Nitrometer mit Feinmeßbürette 6-11 cm und Niveaugefäß oder Druckausgleich.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

bei einer Rumpfbeuge erreichen 43 Prozent aller 4- bis 17-Jährigen in Deutschland nicht das Fußsohlenniveau. 15 Prozent der Kinder und Jugendlichen im Alter von 3 bis 17 Jahren sind übergewichtig. Bei 21,9 Prozent aller 11- bis 17-



Jährigen findet man Auffälligkeiten beim Essverhalten. Das sind Ergebnisse einer neuen Studie des Robert-Koch-Instituts, das dafür 17 641 Befragungen durchführte. Extrapoliert man diese Angaben auf den Gesundheitszustand unserer Bevölkerung in der Zukunft, dann

erkennt man, welches riesige Potential sich für Innovationen im Gesundheitssektor auftut. Einen Einblick darin geben die Artikel auf den Seiten 431 bis 437. Der Artikel über Innovationen (ab Seite 434) beschreibt zudem solche in den Materialwissenschaften, bringt aber auch Klagen von Bayer-Chef Werner Wenning über Mängel im Ausbildungssystem zum Ausdruck.

Das sind sicher Probleme, die es zu lösen gilt. Die harten Fronten eines Kampfes für die breite Akzeptanz für Naturwissenschaft und Technik, der auch über unsere eigene Gesundheit mit entscheidet, sind jedoch einerseits eine rein gefühlsmäßige Technologie-Scheu in der Bevölkerung – auch das spricht Wenning an – sowie religiös motivierte Weltanschauungen, gerade auch unter dem Deckblatt der Wissenschaft. Wiederholt habe ich in der CLB auf diese Kreativismus- und „Intelligent Design“-Gedanken aufmerksam gemacht. Jetzt sieht es so aus, als würde Westeuropa geradezu in die Zange genommen. Assoziierte man „Intelligent Design“ bislang vor allen Dingen mit den USA – und dort primär mit der Regierung Bush, so droht nun solches Ungemach auch aus Russ-

land. Eine 15-jährige Schülerin und ihre Familie haben das russische Bildungsministerium angeklagt. Das Mädchen fühle sich durch „Darwins kontroverse Hypothese“, mit der sie sich im Biologieunterricht auseinandersetzen musste, in seinen religiösen Gefühlen verletzt. Bedrohlich daran: Forscher der Friedrich-Schiller-Universität Jena berichteten in der November-Ausgabe von *Nature*, dabei handele es sich nicht um ein Einzelphänomen. „Hinter der Klage stehen einflussreiche religiöse und politische Kreise“, macht der aus Sankt Petersburg stammende Wissenschaftshistoriker und Erstautor des Beitrags, Dr. Georgy Levit, die Dimension deutlich. In Russland wächst nach Ende der Ära des verordneten Atheismus die Religiosität stark an.

Derzeit sind fast 22 000 religiöse Vereinigungen in Russland aktiv. Eine ganze Reihe davon unterstützen den Kreationismus und stellen die Lehre Darwins eher als Bestandteil der Sowjetideologie denn als fundierte Naturwissenschaft dar, so die Jenaer Wissenschaftler.

Da kommt was auf uns zu, gerade auch auf die Medienschaffenden. Ich denke, mit der CLB weiterhin Beiträge dazu leisten zu können, dass auch junge Menschen einen Teil ihrer Interessen auf Naturwissenschaft und Technik lenken, und wünsche viel Freude beim Lesen,

Ihr

INHALT

Aufsätze

Renaissance der Impfstoffe Sogar gegen krankhaft veränderte Zellen _____	418
Adjuvantien für Impfstoffe der jüngsten Generation Hilfsstoffe machen Impferen erst richtig scharf _____	424
Weinchemiker Wilhelm Möslinger (1856 - 1930) Die Blauschönung des Weines _____	426



Zum Titelbild:
Holografie „zum Anfassen“ mit einem Automodell zeigte eine große Polymerscheibe bei der Präsentation der Bayer MaterialScience (siehe dazu den Bericht Seite 434-437; Foto: RK).

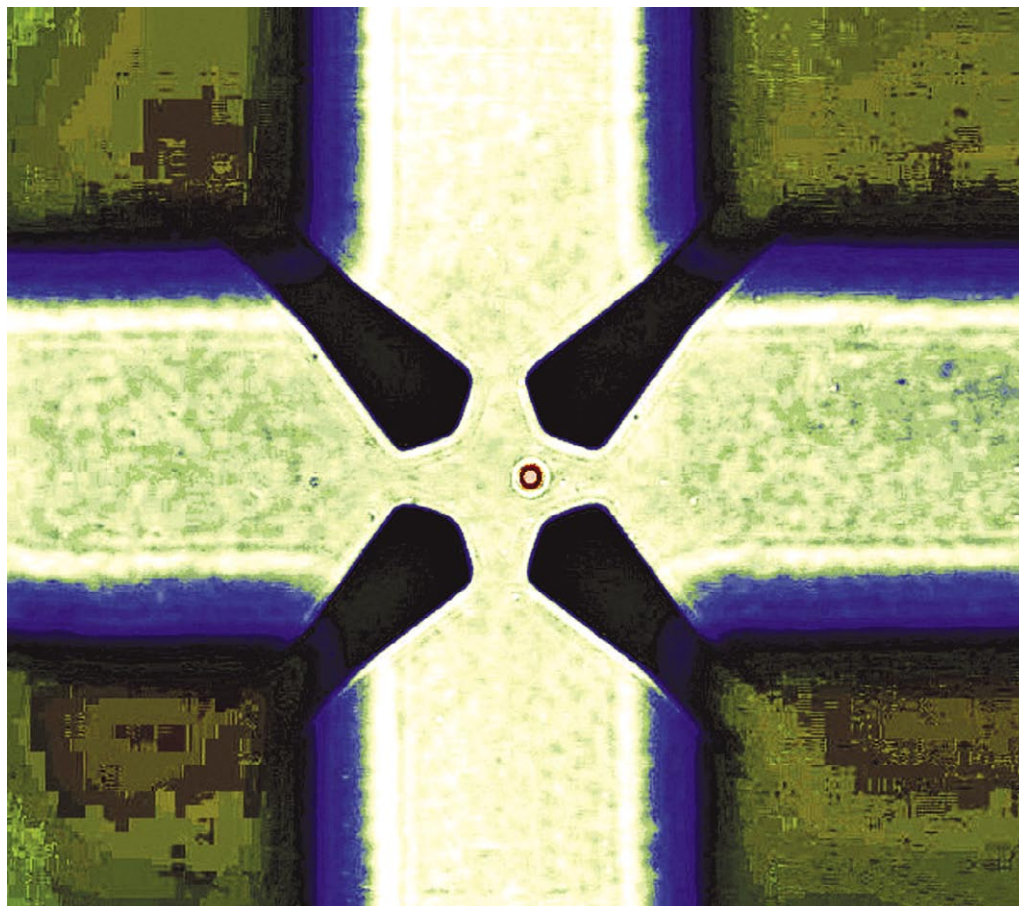
Rubriken

Editorial _____	411
Impressum _____	413
F & E im Bild _____	413
Unternehmen _____	414
Personalia _____	416
Förderungen / Preise _____	417
Umschau	
Rheumatoide Arthritis und andere Autoimmunkrankheiten _____	431
Eppendorf Young Investigator Award: Arbeit zur Apoptose _____	434
Messe / Kongress / Ereignisse _____	436
Grundlagen _____	440
Literatur _____	443
Umfeld Wissenschaft _____	445
Forschung und Technik _____	446
Neue Produkte _____	447
Bezugsquellenverzeichnis _____	449

CLB-Memory

Verdeutlicht mit einfachen physikalisch-chemischen Experimenten:	
Geowissenschaftliche Phänomene _____	M71
Über die Bedeutung von Netzwerken für Wissenschaftlerinnen	
Erster Erfahrungsaustausch in Brüssel _____	M73
Angewandte Lebensmittelchemie	
Curcubita – Winter-Kürbisse und ihre Inhaltsstoffe _____	M74
Statistische Angaben zur Lehrerschaft 2006	
Fast zwei Drittel Frauen _____	M75
BIBB befragte Jugendliche und Berufsbildungsfachleute	
Was sind die Kennzeichen von Ausbildungsreife? _____	M75
Nützliche Ratgeber 74	
Doping-Broschüre, auch für Freizeitsportler _____	M76
Jugendsoftwarepreis 2006 belohnt pfiffige Schülerideen für den Unterricht	
Von „Kombinatorik“ bis „Dalton's Lab“ _____	M77
Qualitative Analyse – Trennungsgänge	
Anorganische Kationen: Überblick über den Kationentrennungsgang _____	M78

Über die Individualität von Zellen



Bisher waren Aussagen über die Funktionsweise von Zellen rein statistischer Natur, doch Wissenschaftler vom ISAS-Institute for Analytical Sciences und von der Universität Dortmund wollen in einem gemeinsamen Projekt (ICA) nach der individuellen „Persönlichkeit“ von Zellen suchen. Am Beispiel von Hefezellen wird getestet, ob sie auf gleiche Bedingungen unterschiedlich reagieren, etwa wenn ein Nährstoff zugeführt oder die Temperatur erhöht wird. Dazu müssen Zellen einzeln immobilisiert werden: Auf einem speziellen Mikrochip (siehe Abbildung) erzeugen vier Elektroden ein elektromagnetisches Feld, aus dem die Zelle nicht entweichen kann. Zellen sind Minifabriken, sie können Wert- oder Wirkstoffe erzeugen, beispielsweise Ethanol bei der Hefezelle. Wenn aufgrund genetischer Unterschiede Hefezelle A mehr oder schneller Ethanol produzieren kann als Hefezelle B, dann könnten in Zukunft lauter A-Hefezellen zur Rohstoffgewinnung eingesetzt werden (Abb.: Hendrik Kortmann/ISAS).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

Dr. Christiane Soiné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Werner
Günther, Düsseldorf; Prof. Dr. Wolf-
gang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekhofen; PD Dr.
Röbbe Wünschiers, Köln.

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

des VBTA, des VCÖ sowie des VDC erhal-
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 46 vom 01. 12. 2006.

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die **SKW Stahl-Metallurgie Holding AG**, eine 100%-ige Tochtergesellschaft der Arques Industries AG, plant für das 4. Quartal 2006 die Notierungsaufnahme im Regierten Markt (Prime Standard) der Frankfurter Wertpapierbörse. SKW Metallurgie ist nach eigenen Marktstudien der Weltmarktführer bei zahlreichen chemischen Zusatzstoffen für die Roheisenentschwefelung und bei der Sekundärmetallurgie. Die Erlöse aus dem Börsengang sollen zur Finanzierung des Wachstums dienen.

Die **Cenix BioScience GmbH** aus Dresden, Applied Biosystems und das Biotechnologische Zentrum der Technischen Universität Dresden starten ein gemeinsames Proteomics-Programm zur Erforschung von RNAi- und Wirkstoffeffekten auf menschliche Zellen. Durch detailliertere Analyse der Funktion von therapeutisch relevanten Genen kann die frühe, vorklinische Medikamentenentwicklung verbessert werden. Im Rahmen des Förderprogramms BioChancePlus unterstützt der Bund die Anstrengungen des zweijährigen Projekts mit 1,2 Millionen Euro.

Die **Bayer HealthCare AG** übernimmt von der chinesischen Topsun-Group für 103 Millionen Euro das Geschäft mit verschreibungsfreien (OTC) Arzneimitteln gegen Erkältungskrankheiten. Damit erhöht Bayer HealthCare ihre Präsenz in China. Der Vertrag beinhaltet auch die Übertragung des Herstellungsbetriebs Gaitianli in Qidong und das nationale Außendienstnetz.

Der **Chemiekonzern Lanxess** hat im spanischen Tarragona die neue Europazentrale der kürzlich umbenannten Business Unit Lustran Polymers eingeweiht. Zuvor war ein Teil der Produktionsanlagen zur Herstellung von ABS-Kunststoffen von Dormagen nach Tarragona transportiert worden. Auch das regionale Management des Geschäfts für Europa und Lateinamerika wurde nach Katalonien verlegt. Damit erhöht sich die Belegschaft von Lustran Polymers in Spanien auf 300 Mitarbeiter. Insgesamt wurden 20 Millionen Euro in den Standort Tarragona investiert.

Die **Benelux Process**, Process & Vacuum Technology, mit Sitz in Eke, Belgien, hat mit sofortiger Wirkung den exklusiv Vertrieb für die Online Gasanalyse-Systeme und Ersatzteile von InProcess Instruments Gesellschaft für Prozessanalytik mbH, Bremen, Deutschland, für die EU-Länder Belgien, Niederlande und Luxemburg übernommen. Dies unterstützt das Vertriebsnetzwerk von InProcess Instruments, das zuletzt im Februar des Jahres mit MassAnalys Nordic AB, Uppsala, Schweden, die Präsenz in den Nordländern verstärkt hat. Bereits seit drei Jahren besteht in Frankreich eine Allianz mit der Arelco A.R.C. mit Sitz in Fontenay sous Bois und Lyon.

Qiagen hat jetzt FlexiPlate siRNA auf den Markt gebracht. Es ist das weltweit erste Produkt, das vollständige siRNAs-Sets für die RNA-Interferenz (RNAi) Forschung liefert. Dies erlaubt Anwendern, die genaue Auswahl an RNAi-Tests zu definieren.

ITER-Vertrag unterzeichnet

Bauvorbereitung schon 2007

Den Vertrag zur Gründung der für den Bau und Betrieb des internationalen Fusionstestreaktors ITER verantwortlichen Organisation haben am 21. November in Paris Vertreter der sieben ITER-Partner – Europa, Japan, Russland, die USA, China, Indien und Südkorea – unterzeichnet.

Gastgeber der Zeremonie im Elysee-Palast waren der französische Staatspräsident Jacques Chirac und der EU-Kommissionspräsident José Manuel Barroso. Als erste Aktion der neu eingerichteten ITER-Organisation kam nach der Unterzeichnung der vorläufige ITER-Rat unter der Leitung des EU-Kommissars für Wissenschaft und Forschung, Janez Potocnik, zu seiner ersten Sitzung zusammen. Der Experimentalreaktor ITER (lat.: „der Weg“), der in Cadarache in Südfrank-

reich entstehen soll, ist der nächste große Schritt der weltweiten Fusionsforschung. Er soll zeigen, dass ein Energie lieferndes Fusionsfeuer unter kraftwerksähnlichen Bedingungen möglich ist. Die ITER-Vereinbarung gilt zunächst für eine Dauer von 35 Jahren und kann um bis zu zehn Jahre verlängert werden. Die Bauvorbereitungen für ITER können damit im nächsten Jahr beginnen. Nach einer Bauzeit von etwa zehn Jahren werden rund 600 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker rund zwanzig Jahre an der Anlage arbeiten. Die Baukosten wurden auf rund 4,7 Milliarden Euro, die Betriebskosten – einschließlich Rücklagen für den späteren Abbau – auf jährlich 265 Millionen Euro veranschlagt. Nach Deutschland sollen rund 500 Millionen Euro an Aufträgen fließen.

Amaxa hat das stärkste Wachstum

Der „Deloitte Technology Fast 50 Award“ zeichnet die Rangliste der am schnellsten wachsenden Technologieunternehmen in Deutschland aus, basierend auf dem Umsatzwachstum der letzten fünf Jahre. Teilnehmen können deutsche Unternehmen mit einer selbst entwickelten Technik aus den Bereichen Kommunikation/Netzwerkbetrieb, Internet, Computer/Peripherie, Life Sciences oder Software. Das 1998 gegründete Kölner Biotech-Unternehmen Amaxa konnte ein Wachstum von 3000% erzielen und belegt damit insgesamt den 11. Platz. Gleichzeitig ist amaxa auch das wachstumsstärkste deutsche Unternehmen im Bereich Life Science. Seit 2002 gibt es eine Niederlassung in den USA, wo 50% des Umsatzes gemacht wird. Mit inzwischen 150 Mitarbeitern entwickelt das Unternehmen nicht-virale Gentransfer-Produkte für die akademische und industrielle Forschung.

Bayer Industry Services: Nur noch Kerngeschäft

Der Chemiapark-Betreiber Bayer Industry Services will mit dem Projekt „BIS 2009“ sein Dienstleistungsportfolio optimieren. Nutznießer sind die Anteilseigner Bayer und Lanxess sowie 60 angesiedelte Chemiapark-Partner. Es wurde untersucht, welche Leistungen auch weiterhin zu wettbewerbsfähigen Preisen angeboten werden können und in welchen Bereichen eine Übertragung an kompetente Unternehmen zur Verbesserung der Kostenstruktur beitragen könnte. BIS wird weiterentwickelt und auf sein Kerngeschäft fokussiert, das ist das Management von Sicherheit und Umweltschutz sowie die Ver- und Entsorgung und die Infrastruktur für die Produktionsanlagen der Kunden. Von den derzeit rund 5800 Mitarbeitern der Bayer Industry Services werden etwa 2300 in andere Unternehmen wechseln. In weiteren Bereichen werden rund 600 Arbeitsplätze sozial verträglich abgebaut.

European Biotechnica Award 2006

Ein Beitrag zur europäischen Zusammenarbeit

In Zürich übergab die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Dr. Annette Schavan, die drei ersten Preise an die Gewinner des European Biotechnica Award: die Intercell AG aus Wien, Genmab A/S aus Kopenhagen und die amaxa GmbH aus Köln. Der Preis wirbt für mehr Kooperation im Forschungsstandort Europa.

Der Gewinner des ersten Preises, die Intercell AG, erhielt einen Scheck in Höhe von 20 000 Euro sowie eine einjährige Mitgliedschaft bei EuropaBio. Das Biotech-Unternehmen mit Sitz in Wien hat sich auf die Entwicklung von prophylaktischen und therapeutischen Impfstoffen gegen Infektionskrankheiten spezialisiert.

Der zweite Preis, ein Medienpaket der Zeitschrift „European Biotechnology News“, ging an

die Firma Genmab A/S, die sich mit der Herstellung menschlicher Antikörper zur Behandlung von Krankheiten wie Krebs, Infektionskrankheiten, rheumatoider Arthritis und anderen Entzündungskrankheiten befasst.

Platz drei umfasst einen Stand auf der Biotechnica 2007 in Hannover sowie fünf Beratungstage der Firma Capgemini, und geht an die amaxa GmbH. amaxa entwickelt und vermarktet Technologien, mit denen sich schnell und einfach Nucleinsäuren wie die DNA isolierter Gene oder auch siRNA in Zellen einbringen lassen.

Der Preis richtet sich an bereits am Markt etablierte kleine und mittelständische Unternehmen der Biotechnologie und Life Sciences.

Die Kernaussage hinter dem Preis lautet: Innovation ist die entscheidende Triebfeder für den

wirtschaftlichen Erfolg einer der bedeutendsten Zukunftsbranchen. Nicht Größe, sondern Innovationskraft, strategische Allianzen, internationales Networking, IP-Strategien und die Ausrichtung auf neue und wachsende Märkte bestimmen die Entwicklung der Biotechnologie-Industrie.



CEM: 20 Jahre Mikrowellen-Aufschlusstechnik

Im Jahre 1986 setzten Chemiker und Ingenieure der Firma CEM ihre Idee zum Einsatz von Mikrowellen-Systemen mit Druckbehältern für den Einsatz in der instrumentellen Analytik ein. Unterschiedlichste Proben werden mit Mineralsäuren versetzt und einem Mikrowellen-Aufschlussprogramm unterzogen. Anschließend untersuchte man die so gewonnene Aufschlußlösung in Spektrometern hinsichtlich der Elementgehalte. Das weltweit erste Mikrowellen-Aufschlußgerät verfügte über gerade mal 600 W und vermochte lediglich 12 Probenbehälter gleichzeitig zu bearbeiten. Die maximalen Aufschlußtemperaturen betragen 200 °C und die maximal erzielbaren Drücke 7 bar.

Die Ergebnisse der damaligen Technik waren so faszinierend, dass auch andere Firmen das Potenzial dieser Technik erkannten und eigene Modelle auf den Markt brachten. CEM als Marktführer in der Mikrowellen-Labortechnik vermeldete gerade das Rekordergebnis für 2006 von 55 Millionen Euro Umsatz.

20 Jahre später zieht der Marketingleiter des Unternehmens, Ulf Sengutta, ein Fazit zum Status Quo der Mikrowellen-Aufschlußtechnik. „Heutige moderne Geräte verfügen mittlerweile um gut 1600 W und vermögen bis zu 40 Proben temperaturkontrolliert zu bearbeiten. Die drastisch erhöhten Aufschlußparameter von bis zu 300 °C und 100 bar vermögen nun auch den Aufschluß der schwierigsten Proben.“

Das Bild zeigt die Erfinder beim Bau der ersten Mikrowellen-Aufschlußgeräte.



AG HOCHSCHUL-PR Die Pressesprecher der mehr als 300 deutschen Hochschulen wählten auf ihrer Jahrestagung in Lübeck **Dr. Andreas Archut** von der Universität Bonn für weitere zwei Jahre zum Vorsitzenden. Seine Stellvertreterin Maiken-Ilke Groß (Folkwang Hochschule) wurde ebenfalls wieder gewählt. Für die ausscheidenden Stellvertreter Susanne Schuck und Carsten Feller rückten Frank Mindt von der Fachhochschule Lübeck und Achim Fischer von der Universität Mannheim nach.

DATALOGIC Darell Owen (42) übernahm die Geschäftsführung der Datalogic GmbH in Erkenbrechtsweiler. Er löst den bisherigen Geschäftsführer Michael W. Laufen (57) ab. Der Ingenieur Darell Owen ist bereits seit 20 Jahren im Unternehmen.

DEVGEN Devgen, ein Biotech-Unternehmen aus Ghent in Belgien, hat den Chemiker **Dr. Pol Bamelis** in den Vorstand berufen. Dr. Bamelis war lange bei Bayer Leverkusen tätig. Devgen mit über 100 Mitarbeitern in Ghent und Singapur entwickelt innovative Agrochemie und Medikamente.

FZ-JÜLICH Prof. Dr. Achim Bachem, bisher Vorstand im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), ist neuer Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich. Er hat die Nachfolge von Prof. Dr. Joachim Treusch angetreten, der das Forschungszentrum fast zwanzig Jahren geleitet hat.

GANIMED PHARM. AG, ein biopharmazeutisches Unternehmen aus Mainz mit Schwerpunkt auf der Entwicklung Antikörper-basierter Immuntherapeutika zur Krebsbehandlung, ernannte den Rechtsanwalt **Dr. Thomas M. Rinderknecht** zum Vorsitzenden des Aufsichtsrats und **Dr. Alfred Scheidegger** zum neuen Mitglied des Aufsichtsrats.



HOYER Der Wirtschaftswissenschaftler **Ortwin Nast** (47) verstärkt als CEO das Führungsteam der Hamburger Hoyer-Gruppe, zusammen mit Dr. Michael Lukarsch (37) und Peter Suchy (62), der seine aktive Zeit im Unternehmen Ende des Jahres beenden wird.

SIEMENS Prof. Hermann Requardt (51), seit 1984 bei Siemens, ersetzt den aus Altersgründen ausgeschiedenen Prof. Claus Weyrich (62) im Corporate Executive Committee als „head of Corporate Technology“.

THC PHARM GMBH Johanna Gerullis, 50, wurde neue Geschäftsführerin bei der THC Pharm GmbH in Frankfurt. Sie löste den ehemaligen geschäftsführenden Gesellschafter Holger Rönitz, 44, ab, der dem Unternehmen als Berater und Gesellschafter verbunden bleibt.

EHRUNGEN

Mit dem **Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland** ist Prof. Dr. Gisbert Winnewisser für seine jahrzehntelange Forschungsarbeit, durch die der Bereich der Radioastronomie und Molekülspektroskopie in Deutschland erstmalig im universitären Raum etabliert werden konnte, im Wissenschaftsministerium ausgezeichnet worden. Der 1936 in Karlsruhe geboren Physiker lehrte von 1979 bis 2001 als Vorstandsmitglied des Physikalischen Instituts an der Universität.

Der Physiker **Daniel Haddad** (35) von der Uni Würzburg hat die „**Exzellenzakademie Medizintechnik**“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit Bravour abgeschlossen. Als Auszeichnung dafür bekam er 50 000 Euro für ein eigenes wissenschaftliches Projekt bewilligt. Haddad entwickelt mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) ein Verfahren zur Identifizierung und Zählung von Zellen.

Erster Preisträger des neugeschaffenen **Rudolf Jaeckel-Preises** der Deutschen Vakuum-Gesellschaft (DVG) ist der Physiker **Prof. Hans Lüth** vom Forschungszentrum Jülich. Er erhielt den Preis für seine Leistungen in den von der DVG betreuten Wissenschafts- und Technologiebereichen, insbesondere für seine Arbeiten zu neuartigen nanoskaligen Halbleiterstrukturen.

Dr. Arno Rauschenbeutel (35) von der Universität Bonn ist in Prag mit einem der höchstdotierten Forschungspreise Europas ausgezeichnet worden, dem mit 1,25 Millionen Euro dotierten **EURYI-Award** (European Young Investigators). Insgesamt vergab die European Science Foundation 25 dieser Preise an Nachwuchswissenschaftler.

Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, **Prof. Hans-Jörg Bullinger** (62) wurde mit dem **Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland** ausgezeichnet. Bundespräsident Horst Köhler überreichte die hohe Auszeichnung im Schloss Bellevue in Berlin. Bullinger erhielt den Orden für die Intensivierung des Wissensaustauschs zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Bei dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Wirtschaft hat die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren 58 Instituten eine Brückenfunktion.

Preisträger des mit 100 000 Euro dotierten „**Degussa European Science-to-Business Award 2006**“ ist **Russell Cowburn**, 36, Professor für Nanotechnology am Imperial College, London. Außer dem Preisgeld erhält er ein umfassendes Management-Coaching von INSEAD. Die Jury überzeugte sein auf der Nanotechnologie basierendes Verfahren zur Herstellung magnetischer Materialien. Dadurch lässt sich die Kapazität von Datenspeichern um den Faktor 100 erhöhen. Thema des Preises 2006 waren Materialwissenschaften und verwandte Technologien.

Umweltjournalismus

Die Gregor Louisoder Umweltstiftung möchte Journalistinnen und Journalisten, die sich mit kompetenten und kritischen Beiträgen außergewöhnlich für den Umweltschutz engagiert haben, mit einem Förderpreis unterstützen. Mit der damit verbundenen Öffentlichkeitsarbeit soll für eine engagierte, kompetente und kritische Berichterstattung – auch in Zeiten großen Rationalisierungsdrucks – in den Tageszeitungen geworben werden. Der Preis ist mit 10000 Euro dotiert. Einsendeschluss ist der **1. März 2007** (siehe www.umweltstiftung.com).

Erwachsenenbildung

Zum sechsten Mal schreibt das Deutsche Institut für Erwachsenenbildung (DIE) den „Preis für Innovation in der Erwachsenenbildung“ aus, für das Jahr 2007 unter dem Motto „Aus Geschichte lernen“ - Projekte und Initiativen mit historischem Bezug. Bewerbungsschluss ist der **30. April 2007**. Das Spektrum der Themen ist breit gefächert: Projekte, in denen Zeitzeugen auf innovative Art eingebunden sind, kommen für eine Bewerbung ebenso in Frage wie didaktische Modelle, die das Lernen an historischen Orten auf innovative Weise verwirklichen. Eine Liste mit weiteren Beispielen findet sich in den Bewerbungsunterlagen, die auf der DIE-Website abgerufen werden können. Die Projekte müssen bereits in der Praxis erprobt worden sein, aus der allgemeinen oder beruflichen oder politischen Weiterbildung stammen und Erwachsene als Zielgruppe haben. Um den Preis können sich Bildungseinrichtungen jeder Art sowie Organisationen, Betriebe oder Initiativen bewerben. Zu gewinnen gibt es einen Geldpreis. Weitere Informationen bei Marianne Massing, Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (DIE), Friedrich-Ebert-Allee 38, 53113 Bonn, Tel 0228 3294 110, Fax 0228 3294 399, www.die-bonn.de.

Preis für Forscher an der Universität Heidelberg

Einer der höchstdotierten Wissenschaftspreise wird zum vierten Mal ausgeschrieben, der mit 250 000 Euro dotierte Lautenschläger-Forschungspreis der Universität Heidelberg 2007. Bis zum **15. Januar 2007** können Wissenschaftler aller Disziplinen an der Universität Heidelberg sowie ausländische Forscher, die der Universität Heidelberg in wissenschaftlicher Kooperation verbunden sind, ausgezeichnet werden. Mit dem Preisgeld sollen Kooperationsprojekte angestoßen werden, die die nationalen und internationalen Kontakte der Universität Heidelberg fördern und der Ausbildung des Nachwuchses dienen sollen. Kandida-

ten können von Wissenschaftlern der Universität Heidelberg, ausländischen Universitäten mit wissenschaftlichen Beziehungen zur Universität Heidelberg, deutschen und ausländischen Akademien der Wissenschaften, Instituten der großen deutschen Wissenschaftsorganisationen sowie Preisträgern des Leibniz- und des Max-Planck-Forschungspreises vorgeschlagen werden. Weitere Informationen unter: Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Forschungsdezernat, Dr. Jens Hemmelskamp, Seminarstraße 2, 69117 Heidelberg, Tel 06221 542146, Fax 06221 543599, www.lautenschlaegerforschungspreis.uni-hd.de.

Katalyseforschung

Zum sechsten Male wird die Dechema im Jahr 2007 die mit 5000 Euro dotierte Otto-Roelen-Medaille für wissenschaftliche Leistungen auf verschiedensten Gebieten der homogenen Katalyse vergeben. Dieser nach dem Entdecker der Hydroformulierung Otto Roelen (1897-1993) benannte Preis, der ursprünglich von der Hoechst AG ins Leben gerufen wurde und seit 1998 von der Celanese AG gestiftet wird, wird verliehen für: Neuentwicklungen auf dem Gebiet homogener Katalysatoren. Grundlegende Arbeiten zur Nutzbarmachung neu-

er Verfahren der homogenen Katalyse. Untersuchungen auf dem Gebiet der Reaktionsmechanismen homogener katalysierter Reaktionen sowie kinetische Studien hierzu. Grundlegende Arbeiten zu einem besseren Verständnis von Struktur und Wirkungsbeziehungen homogener Katalysatoren. Vorschläge für die Zuerkennung der Otto-Roelen-Medaille werden bis zum **31. März 2007** erbeten an: Dechema e.V., z.Hd. Herrn Prof. Dr. G. Kreysa, Postfach 15 01 04, 60061 Frankfurt am Main. Selbstnominierungen sind nicht möglich.

Verbesserungen in der Lebensmittelchemie

Anlässlich des Deutschen Lebensmittelchemiker-Tages vom 10.-12. September 2007 in Erlangen wird die Lebensmittelchemische Gesellschaft, Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, wieder den mit 5000 Euro dotierten „Bruno-Roßmann-Preis“ verleihen. Er soll Arbeiten auf folgenden Gebieten auszeichnen: Schnellmethoden zum Nachweis gesundheitsschädlicher Stoffe auf und in Lebensmitteln, Methoden zur Untersuchung von Lebensmitteln mit einfachen Mitteln, wenn die technischen Apparaturen aus

äußeren Gründen nicht mehr einsetzbar sind, sowie Verbesserung der Ernährung, Ausschaltung von Schadstoffen, bessere physiologische Ausnutzung. Erläuterungen zu einzelnen Begriffen finden sich in der Ankündigung über die Stiftung des Bruno-Roßmann-Preises in Lebensmittelchemie 45, Heft Nr. 5 (1991). Bewerbungen und Vorschläge werden bis zum **15. April 2007** erbeten an den Vorsitzenden der Lebensmittelchemischen Gesellschaft, Fachgruppe in der GDCh, Postfach 90 04 40, 60444 Frankfurt.

Sogar gegen krankhaft veränderte Zellen

Mechthild Kässer, Diekholzen

Seit etwa 30 Jahren gewinnen alte, lange als besiegt angesehene, und neue Infektionskrankheiten wieder an Bedeutung. Da viele Erreger gegen Medikamente resistent geworden sind und sich ausbreiten, wendet sich die Forschung verstärkt der Impfstoffentwicklung zu, denn Schutzimpfungen gehören immer noch zu den wirksamsten und kostengünstigsten medizinischen Vorsorgemaßnahmen. Mit Hilfe der modernen Biotechnologie gelingt es den Forschern nicht nur, neue Ansätze für bislang unbezwingliche Krankheitskeime zu finden, mit Impfstoffen der jüngsten Generation lassen sich außer körperfremden Stoffen auch körpereigene, krankmachende Eiweiße und andere schädliche Moleküle, sowie krankhaft veränderte Zellen bekämpfen.

Impfstoffe haben unsere Welt verändert. Durch sie sind die Geißeln der Menschheit früherer Jahrhunderte wie Pocken, Pest und Cholera so gut wie verschwunden. Viele schwere und tödliche Kinderkrankheiten – Diphtherie, Kinderlähmung, Keuchhusten – kennen die meisten nur noch dem Namen nach. Impfungen sind sehr sichere und erfolgreiche Maßnahmen bei der Bekämpfung von Krankheiten. Sie bereiten den Körper auf Infektionen mit Viren oder Bakterien vor, so dass er im Ernstfall über Abwehrmechanismen verfügt, die den Eindringling gezielt angreifen. Die als universell tauglich eingeschätzte Methode stößt jedoch an Grenzen, denn manche Keime tarnen sich, tauchen in bestimmten Körperzellen unter und überleben dort oder verändern sich ständig und entgehen so der Erkennung und Vernichtung. Daher gibt es auch heute noch häufige und bedrohliche Infektionskrankheiten, gegen die kein Serum hilft. Aids und Malaria etwa trotzen hartnäckig jedem Versuch, sich durch Impfen besiegen zu lassen. Bei den weitgehend resistent gewordenen Tuberkulose-Erregern schützt der verfügbare Impfstoff zwar vor gewissen Formen bei Kindern, aber nicht mehr vor der häufigsten Krankheitsform, der Lungentuberkulose Erwachsener. Zudem tauchen immer wieder neue Krankheiten wie etwa Sars oder Vogelgrippe auf, die nach Impfstoffen verlangen. Die erweiterten Kenntnisse über das menschliche Immunsystem eröffnen seit

einigen Jahren neue Ansatzpunkte in der Impfstoffforschung. Dank Molekularbiologie, Gentechnik und Zellkultivierung sind heute zahlreiche Erfolg versprechende Impfstoffkandidaten in der klinischen Prüfung. Und sie richten sich nicht nur gegen ansteckende Leiden, sondern auch gegen Krebs, Atherosklerose, Alzheimer Krankheit, Multiple Sklerose oder Nikotinsucht.

Geschichte

Schon die alten Chinesen kannten eine Art Schutzimpfung gegen Pocken. Ihr Wissen gelangte aus dem China des 6. Jahrhunderts über Indien, Persien und die Türkei schließlich nach Mitteleuropa. Bei der Variolation, auch Inokulation oder Pflöpfung genannten Methode wurde Pustelinhalt Pockenkranker in die Nase geblasen oder in kleine Ritzwunden gerieben. Die dann ausbrechende Krankheit verlief meist mild, anschließend war man immun gegen Pocken. Ähnlich gut schützte eine Infizierung mit den für Menschen ungefährlichen Kuhpocken gegen die verheerenden echten Pocken. Der englische Landarzt Edward Jenner praktizierte diese „Vakzination“ (von vacca, die Kuh) ab 1798, ohne noch etwas von Immunzellen zu wissen und ohne den Erreger der Pocken zu kennen. Verständlicher wurden die Zusammenhänge durch die Arbeiten von Louis Pasteur in den 1880er Jahren. Er entdeckte, dass die Erreger von Hühnercholera, Milzbrand und Tollwut Lebewesen sind, nämlich Bakterien und Viren. Durch Wärme, Luftsauerstoff oder Chemikalien, so fand er, konnte man sie schwächen oder abtöten. Sein Verdienst war es zu erkennen, dass es die überstandene Infektion mit solchen geschwächten oder toten Keimen war, die Immunität gegen ihre gefährlichen Artgenossen aufbaut. Das Prinzip der **aktiven Immunisierung** war gefunden. Nach diesem Muster wurden und werden bis heute vorbeugende Vakzine entwickelt. Durch konsequente Anwendung sind mit Lebendimpfstoffen Krankheiten wie Masern, Mumps, Kinderlähmung, Röteln und Gelbfieber selten geworden. Tot-Impfstoffe haben die Seuchen früherer Zeiten, Cholera, Typhus und Pest zurückgedrängt und werden auch heute noch zum Schutz vor Influenza, Keuchhusten (1926) und Hepatitis A (1995) eingesetzt.

Die **passive Immunisierung** wurde 1890 von Emil Adolph von Behring (1854-1917) und dem Japaner Shibasaburo Kitasato (1856-1931) entdeckt. Bei Experimenten mit dem Gift der Diphtherie-Bakterien, dem eigentlichen Auslöser der Diphtherie, hatten sie beobachtet, dass infizierte Tiere Abwehrstoffe in ihrer Blutflüssigkeit bilden, die das Diphtherie-Gift unschädlich



Die Autorin:

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

machen, und dass diese Gegengifte im Blutserum auch erkrankten Menschen helfen. Genauso fand man ein heilendes „Serum“ gegen das Gift des Tetanus-Erregers. Dank dieser Erfindungen und der anschließenden großtechnischen Impfstoffherstellung verlor in kurzer Zeit der „Würgeengel der Kinder“ seinen Schrecken und stand für verwundete Soldaten seit 1915 ein wirksames Mittel gegen den gefürchteten Wundstarrkrampf bereit.

Wirkprinzip der Impfung

Was die alten Chinesen noch nicht wussten, nämlich wie der Impfstoff auf den menschlichen Organismus wirkt, können wir uns heute erklären. Das zugrunde liegende Prinzip ist einfach:

Bei der aktiven Impfung wird das menschliche Immunsystem mit dem krank machenden Feind – Bakterien, Viren oder deren Giften – bekannt gemacht. Man spritzt nur geschwächte oder abgetötete Erreger, die Krankheit soll ja nicht ausbrechen. Bestimmte Zellen des Immunsystems (B- und T-Lymphozyten) erkennen den Eindringling als körperfremd und organisieren seine Vernichtung. Sie vermehren sich und regen gleichzeitig den Bau genau passender Abwehrmoleküle, der Antikörper, an. Bis die Produktion richtig anläuft, vergehen etwa zehn Tage. Die Antikörper heften sich an den Fremdstoff (Antigen) und geben so anderen Immunzellen das Zeichen zu seiner Zerstörung. Schließlich werden spezielle Gedächtniszellen gebildet, die sich bei einer späteren Infektion mit dem echten Erreger an die Begegnung erinnern und ohne Zeitverlust mit dem Bau der bewährten Waffen beginnen. Auch diesmal bricht die Krankheit nicht aus, der Geimpfte ist immun.

Bei der passiven Impfung erhält der Patient die Antikörper gegen seine Krankheitserreger schon fix und fertig verabreicht. Sie wirken sofort. Dabei werden jedoch keine Gedächtniszellen gebildet, die Impfung macht also nicht immun.

Anwendungsfelder

Für mehr als 20 lebensbedrohliche Infektionskrankheiten stehen heute Impfstoffe bereit, und zahlreiche weitere Seren, vorbeugende wie heilende, befinden sich in den verschiedensten Stadien der Entwicklung zum Medikament. Das Prinzip des Impfens hat sich nicht geändert, die Technik wurde nur weiter entwickelt und an die unterschiedlichen, zum Teil äußerst kniffligen Probleme angepasst. Mit den Gendaten der Krankheitskeime, neuen Erkenntnissen der Infektionslehre und modernen biotechnischen Verfahren ergeben sich zusätzliche Ansatzpunkte zur Bekämpfung von bislang nicht zu packenden Krankheitserregern. Es gelang sogar, die Strategie des Impfens auf andere unerwünschte Gaste wie krankmachende Eiweiße, Tumore und Suchtstoffe auszuweiten. So richten sich die Impfstoff-Neuheiten vor allem gegen Grippe, Aids, Malaria und Tuberkulose sowie gegen Krebs, Hirn- und Suchtkrankheiten. Die

Nachrichten der Biobranche sind voll mit Meldungen über neue Impfstoffe. Schlagwörter sind rekombinante Impfstoffe, „Impfkartoffeln“, Plantikörper, DNS-Impfstoffe, Virosomen oder Impfstoffviren.

Impfstoffe mit abgeschwächten Keimen

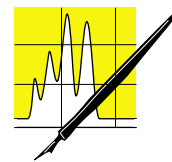
Hatte Pasteur die Bakterien noch mit Hitze und Chemikalien abgeschwächt, so nutzt man seit 1950 die Kultivierung in Zellkulturen, meist in Hühnerembryonen, um von Kultivierungsbedingungen geprägte, harmlose Stämme auszulesen und zu vermehren [1]. Seren gegen Grippe, Rotaviren, Masern und Mumps und der Polio-Schluck-Impfstoff werden so hergestellt. Heute wird auch verstärkt Gentechnik eingesetzt, um Keime durch gezielte Genmanipulation abzuschwächen. Sie kann ihnen beispielsweise die Fähigkeit nehmen, Zellen zu befallen oder sich in Wirtszellen versteckt zu halten.

Impfstoffe mit abgetöteten Keimen

Die Tot-Impfstoffe sind kein Auslaufmodell, sie bewähren sich auch heute noch. Es gibt sie zum Beispiel in Form der beiden Standard-Vakzinen von Chiron Berling beziehungsweise Baxter gegen die von Zecken übertragene FSME. Die Viren werden durch Formalin inaktiviert. Mit zunehmenden Einsichten in die Wechselwirkungen zwischen Erreger und Wirt wurde klar, dass es nicht nötig ist, den gesamten toten Erreger zu spritzen, auch charakteristische Teile oder Untereinheiten lösen die erwünschte Immunantwort aus (Spaltimpfstoffe).

Spalt- und rekombinante Impfstoffe

Seren gegen Pneumo-, Staphylo- und Meningo-Kokken sind Beispiele dieser Impfstoffklasse. Sie enthalten nur noch Teile der Keime, nämlich Komplexe von Protein und Virushülle. Noch weiter auf das Wesentliche beschränkt sind Impfstoffe, die lediglich ein bestimmtes Eiweiß als Antigen, meist aus der Erreger-Oberfläche, enthalten. Besonders gefeiert als erster (1986) gentechnisch hergestellter Impfstoff ist die Vakzine gegen Hepatitis B (Chiron) [2]. Zellen der Bäckerhefe, in die das HB-Virus-Gen für das kleinste der Oberflächenantigene eingeführt wurde, produzieren seither ergiebige Mengen von rekombinantem Protein, dem nur die für die Wirkung unwichtigen Kohlenhydratseitenketten des echten Virusproteins fehlen. An Aluminiumsalze adsorbiert, wird es heute kommerziell zum Schutz vor HBV-Infektionen eingesetzt. Und es ist sicherer als die erste Generation dieses Impfstoffes, bei der der Erreger noch aus dem Blut von infizierten Spendern gewonnen wurde und das Risiko einer Übertragung von Viren wie etwa HIV bestand. Andere Beispiele für rekombinante Impfstoffe sind der zellfreie Impfstoff gegen Keuchhusten, ein Serum gegen Borreliose [3] und die beiden kurz vor ihrer Zulassung stehenden Vakzinen Gardasil (Sanofi-Pasteur-MSD) beziehungsweise Cervarix (Gla-



SmithKline), die Infektionen durch die wichtigsten Typen des humanen Papillomavirus HPV vorbeugen und dadurch nachweislich das Risiko für Gebärmutterhalskrebs verringern.

Vorteil dieser Zubereitungen ist, dass anders als bei Vollimpfstoffen von der Herstellung bis zur Immunisierung der Impflinge keine Ansteckungsgefahr mehr durch vitale Keime besteht. Besonders hilfreich ist die gentechnische Herstellung, wenn die für Impfstoffe günstigen Eiweiße vom Erreger nur in winzigen Mengen gebaut werden oder wenn sich der Erreger außerhalb des menschlichen Körpers nicht vermehren lässt.

Impfstoffe mit Zuckerarten als Antigen

Lange sah es so aus, als ob es die fremden Eiweiße oder Peptide sind, auf die das menschliche Immunsystem mit Angriffen reagiert. Neuerdings gelingt es auch, die Abwehrzellen mit Zuckerarten zu einem Gegenschlag zu reizen. Und das eröffnet neue Möglichkeiten für die Bekämpfung von Krebs. Denn auf Krebszellen sitzen, anders als auf gesunden Zellen, größere Mengen von zum Teil seltenen Mehrfachzuckern, die sich daher als Angriffspunkt anbieten. Unglücklicherweise sind Mehrfachzucker zwar in der Lage, B-Lymphozyten zu aktivieren, nicht aber die genau so wichtigen T-Lymphozyten. Gebunden an ein Protein oder Peptid jedoch, stacheln auch Saccharide die volle Immunabwehr auf. Das be-

wiesen Forscher um Geert-Jan Boons an der University of Georgia in Athens. Sie bauten einen Drei-Komponenten-Impfstoff gegen Krebszellen: aus einem Krebszellen-Zucker, einer Sequenz aus einem Membranprotein von *Neisseria meningitidis*, dem Erreger der Hirnhautentzündung, – sie aktiviert die T-Lymphozyten – und einem Lipopeptid. Sein Fettanteil erleichtert den Einbau in die als Verpackung vorgesehenen Liposome. In Mäusen löste dieser Impfstoff eine deutliche Immunantwort aus [4].

Auch Forscher der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich um P. Seeberger arbeiten an Seren auf Zuckerbasis gegen Malaria, Tuberkulose, Hirnhautentzündung durch *Hämophilus influenzae*, Milzbrandsporen[5] und Krebs.

Mit einem Zucker als Antigen gelang italienischen Forschern um A. Torosantucci die erste Schutzimpfung gegen Pilzinfektionen. Sie verknüpften ein β -Glucan, das für viele Pilze lebensnotwendig ist, mit einem von Diphtherie-Erregern produzierten Giftstoff. Dieses Doppel regte in Ratten das Immunsystem zur Bildung von Antikörpern gegen den Zucker an und schützte die Tiere vor dem Hefepilz *Candida albicans*, der auch bei Menschen Ursache hartnäckiger Hauterkrankungen ist.[6]

Saccharide sind zwar schwierig zu synthetisieren, da aber die Zuckermoleküle auf Parasiten- oder Bakterienoberflächen im Gegensatz zu Proteinen kaum verändert werden, verliert ein Zucker-Impfstoff seine Wirksamkeit nicht so schnell. Der Grippe-Impfstoff hingegen muss wegen der Veränderlichkeit der Proteine auf der Viren-Oberfläche jedes Jahr neu entworfen werden.

Impfstoffe gegen Stoffe, die weder Protein noch Zucker sind

Impfstoffe gegen Zucker waren schon eine Überraschung. Moderne Impfseren können aber noch mehr. Es gelingt offenbar, die Immunabwehr gegen x-beliebige Verbindungen zu mobilisieren. Nikotin beispielsweise bleibt als Einzelmolekül unbeachtet, reizt jedoch, sobald es an ein Bakterieneiweiß gebunden auftaucht, die Immunzellen zur Antikörperbildung. Bei geimpften Personen fangen diese Antikörper das Nikotin im Blut ab, so dass es das Gehirn, in dem es seine Wirkung entfaltet, nicht erreicht. Folge: das gewohnte Glücksgefühl, die genussvolle Entspannung bleiben aus, und ohne Sucht fördernde Anreize fällt es sehr viel leichter, Nichtraucher zu werden [7]. In klinischen Tests befinden sich zwei Produkte, CYT002-NicQb (Cytos Biotechnology) und NicVAX (Nabi Biopharmaceuticals). [8]

DNS-Impfstoffe

Die Gentechnik hat uns eine weitere Gruppe von Impfstoffen gebracht, die DNS-Vakzine. Wesentlicher Bestandteil sind Teile des Erreger-Erbguts. Sie liefern den Körperzellen die Information zum Bau von Erreger-

B-Zell-Impfstoffe:

Die meisten Impfstoffe rufen die Bildung langlebiger Zellen hervor, die Antikörper erzeugen und damit die Krankheitserreger in Schach halten. Diese B-Zell-Impfstoffe führen zur sogenannten humoralen Immunität d. h. zu einer Immunität durch in der Körperflüssigkeit gelöste Stoffe (Immunglobuline), die nach Kontakt mit dem Antigen als Antikörper gebildet werden. Sie heften sich an das Antigen, worauf es vom Komplementsystem zerstört wird.

T-Zell-Impfstoffe:

Manche Keime (HIV, Tuberkelbazillen) sind durch Antikörper allein nicht zu besiegen. Hier helfen T-Zell-Impfstoffe, die eine durch T-Zellen (T-Lymphozyten) vermittelte Immunität bewirken. Zwei Sorten von T-Zellen sind beteiligt, die CD8- und die CD4-T-Zellen. Sie werden aktiv, wenn ihnen durch Makrophagen ein körperfremdes Antigen präsentiert wird. CD8 erkennen und töten infizierte Zellen und sondern antivirale Cytokine ab, daher heißen sie auch cytotoxische T-Zellen. CD4 stellen Wachstumsfaktoren und Signalmoleküle zur Erzeugung und Versorgung von CD8-T-Zellen bereit und sind auch bekannt als T-Helferzellen.

Die Kunst der Impfstoffherstellung besteht darin, beide, die humorale als auch die zellvermittelte Immunantwort, herauszufordern.

Dendritische Zellen:

Die dendritischen Zellen, eine bestimmte Sorte weißer Blutkörperchen, sind die Späher des Immunsystems. Im Gewebe und vor allem auf Schleimhäuten verteilt, nehmen sie ständig kleine Proben aus ihrer Umgebung auf. Stoßen sie auf etwas Ungewöhnliches, wandern sie in den nächst gelegenen Lymphknoten und präsentieren das mitgebrachte antigene Material den T-Zellen, die den Eindringling im Körper bekämpfen. HIVirus und Tuberkulosebakterium können sich in den Späherzellen verstecken und legen sie lahm.

Eiweißen, die im Gewebe gebildet werden und dann als Antigen eine Immunantwort auslösen. Die DNS wird nackt oder mit Genfäden in den Zellkern ausgeliefert. Zum Beispiel bietet die Firma Mologen [9] nicht-virale Fäden, sogenannte MIDGE (Minimalistic Immunogenically Defined Gene Expression)-Vektoren, an. Sie bestehen aus hantelförmiger, linear doppelsträngiger DNS, deren offene Enden mit haarnadelförmigen Oligonukleotiden geschlossen sind. Über zusätzlich angebrachte chemische Gruppen oder Peptide kann man sie sogar auf bestimmte Zellen oder Gewebe zielgenau abrichten oder die Immunantwort noch verstärken. Impfstoffe dieser Art sollen laut Planung in Zukunft zur Bekämpfung von Tuberkulose beitragen, aber auch, örtlich angewandt, etwa rheumatoide Arthritis oder chronische und schwere Schmerzen lindern. Dazu werden MIDGE-Genpakete mit dem Bauplan zur Herstellung schmerzstillender Peptide ausgewählt und in chronisch entzündete Bereiche wie Knie- oder Handgelenke gespritzt. Ebenso ließen sich Schmerzen bei Krebserkrankungen lokal behandeln, ohne den gesamten Organismus zu belasten.

Allgemein sind DNS-Impfstoffe sehr gut verträglich, sicher, preiswert in der Herstellung und einfach zu lagern, weil sie nicht gekühlt werden müssen. Es gibt aber auch Kritiker, die befürchten, durch die Verabreichung könnte Viren-DNS ins menschliche Erbgut eingebaut werden. Dies scheint sehr unwahrscheinlich, ist aber nicht absolut auszuschließen. Für eine Beurteilung auf Grund von Langzeitstudien ist die Entwicklung noch zu jung.

Virosomen-Impfstoffe

Virosomen sind halbsynthetische Influenza-Viren, winzige, nur 120-180 nm große Teilchen, die, wie der Name nahelegt, Liposomen und Viren nachempfunden sind (Abbildung 1) [10]. Zu ihrer Gewinnung verwendet man eine Doppelschicht-Membran aus Phospholipiden, die sich unter den Herstellungsbedingungen zu kugeligen Virushüllen zusammenlagert. Diese werden mit Hämagglutinin (HA) und Neuraminidase (NA) aus dem Grippevirus versetzt, und die gewünschten Antigene zugefügt. Sowohl HA und NA als auch das Antigen ordnen sich auf der Membranoberfläche sehr regelmäßig wie auf echten Viren an. Die Influenza-Proteine wurden gewählt, da sie die Verschmelzung des Virosoms mit den Zellen des Immunsystems und die Auslieferung des Antigens vermitteln. Danach wird das Virosom in den Zellen vollständig abgebaut. Virosomen-Impfstoffe erzeugen eine starke Immunität und sind sehr gut verträglich.

Der erste Virosomen-Impfstoff ist Epaxal (Berna Biotech) gegen Hepatitis A. In der Erprobung befindet sich ein weiterer, über die Nasenschleimhaut verabreichter Impfstoff gegen Influenza A und B. Er hat erste Tests an Menschen bestanden, ist ausgezeichnet verträglich und kommt ohne Konservierungsmittel, Antibiotika oder Aluminiumhydroxid aus. Von der neuen Fähe verspricht man sich eine breite Anwendung auch für neue

Impfziele wie Alzheimerkrankheit, Autoimmunerkrankungen und Krebs. Darüber hinaus ist sie allgemein ein wertvolles Werkzeug zur Übertragung von DNS oder RNS, oder für Medikamente.

Impfviren

Auch Impfviren sind künstliche, von Viren abgeleitete, nach Bedarf maßgeschneiderte virusähnliche Gebilde. Sie enthalten zusätzlich Erbsubstanz. Die Firma Baxter, Wien hat beispielsweise für ihren Impfstoff gegen Sars einen modifizierten bzw. defekten Kuhpockenvirus Bestandteile der Oberfläche von Sars-Viren aufgesetzt. Oder: Der zurzeit in Afrika getestete vorbeugende HIV-Impfstoff „tgAAC09“ besteht aus der leeren Hülle eines harmlosen adeno-assoziierten Virus (AAV2) und einem Genpaket von HIVviren. Die im Körper gebildeten HIV-Proteine sollen das Immunsystem trainieren, so dass es bei einer Infektion die Vermehrung des HIVirus in Grenzen halten kann.

Auch Forscher am Universitätsklinikum Tübingen [11] setzen auf Impfviren, um Leberkrebs zu heilen. Dazu verwenden sie einen bewährten Masern-Virus. Sie haben ihn gentechnisch so verändert, dass er für gesundes Gewebe völlig harmlos ist, Tumorzellen aber aufspürt und in sie eindringt. Dort vermehrt er sich so schnell, dass die befallenen Krebszellen zerstört werden. Die freigesetzten Virus-Nachkommen vernichten in kurzer Zeit die restlichen kranken Zellen. In drei Jahren, so rechnen die Forscher, können klinische Tests mit solchen Virotherapeutika beginnen.

Schließlich versuchen Max-Planck-Wissenschaftler, den BCG-Impfstoff gegen Tuberkulose aufzurüsten. Der von *Mycobacterium bovis*, dem Erreger der Rindertuberkulose, abgeleitete Bacille Calmette-Guérin (BCG) ist als Impfvirus untauglich geworden, er kann die T-Zellen nicht aktivieren. Nun wurde er so verändert, dass der neue Impfstamm durch ein Gen aus dem Bakterium *Listeria monocytogenes* ein porenbildendes Protein produziert und damit Fresszellen, die der Erreger befallt, in den programmierten Zelltod treibt. Dies ist ein sehr starkes Signal, das die so genannten dendritischen Zellen – die besten antigenpräsentierenden Zellen überhaupt – auf den Plan ruft. Damit löst der Selbstmord-Impfstoff eine starke und vollständige Immunantwort aus, die sich auch gegen den Tuberkulose-Bazillus richtet. In vorklinischen Versuchen bewährte sich der neue Impfstoff bei Lungentuberkulose und sogar bei seiner gefährdeten Spielart vom Beijing-Typ. [12]

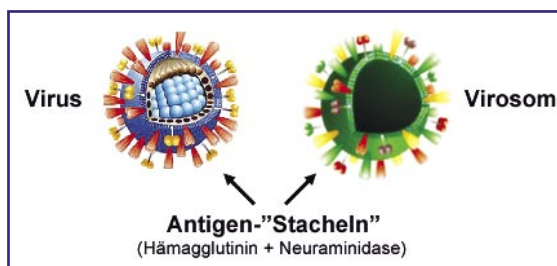


Abbildung 1: Virosom und sein natürliches Vorbild [21] Virosomen sind leere künstliche Membranhüllen ohne Erbsubstanz, gespickt mit Antigenen des Grippevirus und ausgewählten Antigenen, mit denen die Immunzellen bekannt gemacht werden sollen.



Abbildung 2: Mit der Gentechnik lassen sich Pflanzen in Impfstoff-Fabriken verwandeln – oder auch wie hier zu Fabriken für spezielle Fettsäuren. Langkettige Omega-3-Fettsäuren haben einen positiven Effekt auf die Gesundheit. Sie senken z.B. das Risiko für Schlaganfälle und beugen Herz-Kreislauferkrankungen vor. Bisher wird der Stoff hauptsächlich aus fettreichem Fisch gewonnen. Bei SunGene arbeiten die Mitarbeiter daran, diese Fettsäuren in Pflanzen herzustellen. Das Erbgut von Rapspflanzen wird so verändert, dass sie selbst die gesunden Säuren bilden. Damit dies gelingt, wird der Biosynthese-Mechanismus für Omega-3-Fettsäuren aus Moosen und Algen in die Rapspflanze übertragen. Das Bild zeigt Elke Schwarz von SunGene. Sie liest die einzelnen Barcodes der Pflanzen mit einem Handscanner ein. Herkunft und Identität der Pflanzen sind so nachvollziehbar (Foto: BASF).

Virusartig aufgebaut ist auch ein weiterer Träger für verschiedene Antigene: der von Cytos Biotechnology entwickelte Immunodrug®-Träger QbG10 [13]. Er besteht aus dem virusähnlichen Partikel Qb, der mit einer besonderen immunstimulierenden DNS-Sequenz namens G10 gefüllt ist. QbG10 regt die menschlichen T-Zellen nachweislich stark an und wirkt als Impfstoff-Hilfsmittel (Adjuvans). Ihm werden je nach Impfziel verschiedene Antigenextrakte zugemischt. Sie ordnen sich regelmäßig wie auf echten Viren auf der Oberfläche des Trägers an. Von den etwa 20 angedachten Impfstoffen befindet sich zurzeit ein Kandidat zur Behandlung von Hausstaubmilben- und Gräserpollen-Allergien in klinischen Tests und beweist, dass er nachhaltig das für Heuschnupfen typische Asthma, Augentränen und Nasentriefen lindern kann. QbG10 fordert offensichtlich eine so starke nicht-allergische Immunantwort heraus, dass die bestehende allergische Reaktion zurückgedrängt wird, vermuten die Forscher. Ihr neuer therapeutischer Ansatz richtet sich gegen eine Vielzahl von Leiden, entscheidend ist, dass sie durch fremde oder krankhafte Proteine oder durch krankhafte Protein-Ablagerungen ausgelöst werden. Das bedeutet, in Zukunft ließen sich auch Prionerkrankungen, Parkinson- und Alzheimer Krankheit oder Atherosklerose mit der Impfspritze behandeln.

Fortschritte bei der Kultivierung von Viren

Im Allgemeinen werden Viren z. B. Grippeviren für die alljährliche Schutzimpfung in bebrüteten Hühnereiern vermehrt. Inzwischen stehen auch Zelllinien von Säugtieren, vor allem die Vero-Zelllinien, zur Verfügung. Sie sind von einem afrikanischen Affen abgeleitet und eignen sich hervorragend zur Züchtung von Viren. Auf sie wird man im Fall einer Grippe-Pandemie oder anderer Notfälle oder Bedrohungen zurückgreifen, wenn Hühnerembryonen als Kulturmedium nicht schnell genug in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, oder für Vogelgrippeviren, die bekanntlich Hühnerembryonen töten. Aufgetaute Vero cell-Kulturen (Baxter) können dann die Lücke füllen und die Produktionszeit eines Influenza-Impfstoffes von drei Monaten auf 8-9 Wochen verkürzen.

Impfstoffe aus Pflanzen

Gentechnische Methoden machen es möglich, nicht nur Hefen, sondern auch höhere Pflanzen in Impfstoff-Fabriken zu verwandeln (Abb.

2). Vorgestellt wurden vor einigen Jahren „Impfbananen“ gegen Hepatitis B und Bananen-Varianten, die vor Gelbsucht, Cholera, Kinderlähmung, Masern oder Durchfallerkrankungen schützen, oder Tabakpflanzen mit der Fähigkeit, ein Antigen gegen das Hepatitis-B-Virus zu synthetisieren. Mit Tabak hatten auch Forscher der Universität Würzburg Erfolg. Nachdem sie den Bauplan für ein gegen Borreliose immunisierendes Protein in die Tabak-Chloroplasten eingeführt hatten, stellten die Pflanzen das Antigen in großer Menge her und versahen es sogar mit den für seine Wirkung wichtigen Fettsäuren, eine Leistung, die man bisher nur Bakterien zugetraut hatte [14].

Während es die meisten Impf-Pflanzen bis zu Tests an Tieren brachten, haben Kartoffeln gegen Hepatitis B erste klinische Versuche an Freiwilligen bestanden [15]. Auch Karotten und Tomaten wurden umprogrammiert zu essbaren Impfstoffen, Tomaten z. B. als Schutz gegen Sars [16].

Ein Ziel dieser Forschung an Pflanzen ist es, Impfstoffe in Ländern der Dritten Welt frisch erzeugen und auf Nadeln und Kühlkette verzichten zu können, ein anderes, Medikamente allgemein einfacher und billiger in großem Maßstab auf dem Feld zu gewinnen. Da es zu leicht zu folgenschweren Verwechslungen mit Lebensmitteln kommen kann und wegen vehementer

Proteste verschiedener Gruppen, auch von besorgten Wissenschaftlern [17], wendet sich die Forschung heute verstärkt essbaren Pflanzenteilen zu, die nicht als Lebensmittel üblich sind, und konzentriert sich insbesondere auf die Hitzebeständigkeit des Impfstoffs.

Pflanzen können außer Aktiv- auch Passiv-Impfstoffe in Form von Antikörpern herstellen. In der Natur bilden zwar nur Wirbeltiere Antikörper, die Gene dafür lassen sich aber auf Pflanzen übertragen und die Pflanzen sind in der Lage, nach der zusätzlichen Information Antikörper zu bauen. Diese „Plantkörper“ werden gereinigt und zu Impfstoffen aufgearbeitet [18].

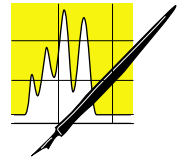
Reverse Impfstoffentwicklung

Nicht nur bei der Herstellung von Impfstoffen hilft die moderne Biotechnologie, schon weit im Vorfeld, bei seiner Planung und Entwicklung nutzen Unternehmen Daten der Genombanken, um geeignete Antigen-Kandidaten aufzufinden. Vorreiter dieser Vorgehensweise sind die Arbeitsgruppen um R. Rappuoli und A. Cozzani vom Immunological Research Institute of Siena (IRIS) der Firma Chiron. Bisher vermehrte man den Krankheitserreger, spaltete ihn und testete mühsam und zeitraubend, ob sich die einzelnen Teile für einen Impfstoff eignen. Dabei wurden schützende Antigene, die bei der Infektion von Bedeutung sind, in der Kultur oft gar nicht gebildet. Sie fielen daher ganz aus dem Suchraster, ebenso versagte die Methode bei Keimen, die sich nicht kultivieren lassen.

Die reverse (umgekehrte) Impfstoffentwicklung [19] dagegen beginnt an anderer Stelle, mit den Gendaten des Erregers. Durch ihre Untersuchung und Analyse am Rechner erkennt der Fachmann alle Antigene, die sich für einen Impfstoff eignen könnten, ganz gleich in welchen Mengen und wann sie der Erreger bildet. Es müssen nicht einmal Struktureiweiße sein wie bei den heutigen Vakzinen. So werden jetzt alte Problemkeime ins Visier genommen, bei denen herkömmliche Methoden versagt haben, wie etwa bei Meningococcus B oder bei Erregern mit vielen Stämmen wie den Gruppe-B-Streptokokken (GBS), die besonders bei Neugeborenen zu lebensbedrohlichen Infektionen führen. Erst durch sorgfältige Untersuchung des funktionellen Genoms der GBS-Bakterien gelang es, mehrere Proteine ausfindig zu machen, die in einem Impfstoff kombiniert, Schutz vor allen bedeutsamen und im Umlauf befindlichen Stämmen vermitteln [20]. Entsprechend sollen in Zukunft auch universelle Seren gegen andere Bakterien mit mehreren Stämmen wie die Gruppe-A-Streptokokken oder Streptococcus pneumoniae sowie gegen Tuberkulose- und Malaria-Erreger entwickelt werden. Allerdings lassen sich über das Studium der Genome nur Eiweiße als Antigene aufspüren, nicht aber Saccharide, Lipopolysaccharide oder Glykolipide.

Die Biotechnologie im weiten Sinn hat die Impfstoff-Entwicklung revolutioniert. Sie hat zahlreiche neue Ansätze aufgezeigt. Die Chancen stehen gut, dass es mit ihnen gelingen wird, bislang unangreifbare

Krankheitserreger zu besiegen, auf neue Bedrohungen schneller als bisher zu reagieren und darüber hinaus weitverbreitete chronische und Zivilisationskrankheiten zu behandeln. Bis zur Einführung der neuen Impfstoffe werden jedoch noch bis zu zehn Jahre vergehen. **CLB**



AUFsätze

Literatur

- [1] M. Theiler, H.H. Smith „The use of yellow fever virus by in vitro cultivation for human immunization“ J. Exp. Med. 65 (1937) S. 787_800
- [2] W.J. McAleer, E.B. Buynak, R.Z. Maigetter, D.E. Wampler, W.J. Miller, M.R. Hilleman „Human hepatitis B vaccine from recombinant yeast“ Nature 307 (1984) S. 178_180
- [3] E. Fikrig, S.W. Barthold, F.S. Kantor, R.A. Flavell „Protection of mice against the Lyme disease agent by immunizing with recombinant OspA“ Science 250 (1990) S. 553_556
- [4] G.-J. Boons; „Towards a Fully Synthetic Carbohydrate-Based Anticancer Vaccine: Synthesis and Immunological Evaluation of a Lipidated Glycopeptide Containing the Tumor-Associated Tn Antigen“ Angewandte Chemie (2005) doi: 10.1002/ange.200501818
- [5] Angewandte Chemie Int Edn 44 (2005) 2-5
- [6] „Versuchstiere erfolgreich gegen Mykosen geimpft“ Ärzte Zeitung 7.9.2005, J Exp Med 202/5 (2005) S.1
- [7] P. Maurer, MF. Bachmann „Therapeutic vaccines for nicotine dependence“ Curr Opin Mol Ther. 8 (2006) S. 11-16
- [8] <http://www.nabi.com/pipeline/pipeline.php?id=3>
- [9] <http://www.mologen.com/deutsch/Mologen.html>
- [10] <http://www.bernabiotech.com/rd/platforms/virosomes/>
- [11] <http://idw-online.de/pages/de/news155134>
- [12] L. Grode et al. „Increased vaccine efficacy against tuberculosis of recombinant Mycobacterium bovis bacille Calmette-Guérin mutants that secrete listeriolysin“ J. Clin. Invest. 115 (2005) S. 2472-2479.
- [13] www.bionity.com/news/d/54296
- [14] K. Glenz, B. Bouchon, Th. Stehle, R. Wallich, MM. Simon und H. Warzecha: „Production of a recombinant bacterial lipoprotein in higher plant chloroplasts“ Nature Biotechnology 24 Nr. 1 (2006) Seiten 76 - 77, DOI: 10.1038/nbt1170
- [15] Proceedings of the National Academy of Sciences (DOI: 10.1073/pnas.0409899102)
- [16] N. Pogrebnyak et al. „Severe acute respiratory syndrome (SARS) S protein production in plants: Development of recombinant vaccine“, Proc. Natl. Acad. Sci. 102 (2005) S. 9062-9067
- [17] „Drugs in crops the unpalatable truth“ Editorial Nature Biotechnology 22:2 (2004) S.133
- [18] „Medizin aus der Pflanzenfabrik“ Presseinformation 12.07.2004 <http://www.fraunhofer.de/fhg/press/pi/2004/07/Presseinformation12072004.jsp>
- [19] http://www.chironvaccines.com/company/vaccines_Research.php
- [20] <http://idw-online.de/pages/de/news119686>
- [21] http://www.baxter.at/Baxter.aspx?target=42637#show_42637

Hilfsstoffe machen Impfsereen erst richtig scharf

Mechthild Kässer, Diekholzen

Bei der Impfstoff-Entwicklung ging man von den ursprünglichen Lebend-Impfstoffen über zu Tot-Vakzinen und Impfstoffen, die nur Spaltstücke des Erregers enthalten oder gar nur charakteristische Oberflächeneiweiße (Antigene) bzw. Teile seines Erbguts. Die Immunantwort auf derart reduzierte Impfstoffe allein lässt jedoch zu wünschen übrig. Erst die Zugabe von Hilfsstoffen, Adjuvantien, gewährleistet einen sicheren Impfschutz.

Die alten Adjuvantien

Schon seit etwa 50 Jahren sind Hilfsstoffe bekannt, welche die Schutzwirkung von Vakzinen, auch von Vollimpfstoffen, beachtlich steigern. Aluminiumsalze gehören dazu, oder Öl-in-Wasser-Emulsionen. Wieso und wie sie wirken war bis vor kurzem nicht ganz einsichtig. Da sie außerdem Nebenwirkungen haben, wurden für Menschen im Wesentlichen Aluminiumsalze angewendet. Zugelassen sind auch Kalziumphosphat, die Öl-in-Wasser-Emulsion MF59 und Virosomen. Für Tiere außer Schlachtvieh wird immer noch das Freund'sche Adjuvans (1948) verwendet. Es besteht aus Mineralöl, Emulgator und Teilen von *Mycobacterium tuberculosis*.

Wirkung von Adjuvantien

Neue Erkenntnisse und Techniken der modernen Biowissenschaften haben Licht auch in die Wirkungsweise von Impfstoffen und Adjuvantien gebracht. Heute wissen wir, dass ein geimpfter abgeschwächter Keim im Körper eine Reihe von Reaktionen auslöst. Auf seine typischen Oberflächenstrukturen antworten jeweils verschiedene Arten von Abwehrzellen und stoßen weitere Vorgänge an. Die Zellen des angeborenen Immunsystems erkennen den Keim an seinen mole-

kularen Mustern als körperfremd, greifen prompt aus dem Stand an und alarmieren außerdem die zweite Abwehrlinie, das erworbene Immunsystem. Dessen Zellen werden aktiv und vermehren sich: B-Zellen stellen Antikörper her, T-Zellen schwärmen aus und vernichten den feindlichen Keim. Schließlich werden Gedächtniszellen gebildet, die bei einer zukünftigen Infektion sofort den Bau der genau auf das Antigen passenden Antikörper in Gang setzen. Die Immunreaktionen bieten also reichlich Angriffspunkte zu ihrer Verstärkung. Eine große Zahl von B-, T- und Gedächtniszellen hervorzubringen, ist das Ziel des Impfens. Zu erreichen ist es, wie man seit einigen Jahren weiß [1], durch eine starke Anregung des angeborenen Immunsystems. Im Ganzkeim-Impfstoff erledigen dies Strukturen des Erregers. Aber auch andere Substanzen sind dazu in der Lage wie z. B. die bekannten, empirisch gefundenen Adjuvantien. Sie wirken eher unspezifisch, etwa indem sie sich nur langsam im Gewebe verteilen, einen entzündeten Bereich verursachen, der Immunzellen anlockt, und unter der Haut eine Art Antigen-Depot bilden. Dadurch werden die Abwehrzellen lange und durch die hohe Antigen-Konzentration besonders stark gereizt.

Aluminiumhydroxid hat diese Wirkung. Es ist Bestandteil des neuesten Impfstoffs gegen Vogelgrippe von Sanofi und ermöglicht es dort, die Dosis des Spaltimpfstoffs um den Faktor drei zu senken. Da die verfügbaren Mengen an Antigenen im Pandemiefall den Versorgungsengpass darstellen, bedeutet dies, dass allein durch das bereitstehende Adjuvans dreimal so viele Menschen geimpft werden könnten. Auch chinesische Mediziner verstärken ihren jüngsten Vogelgrippe-Impfstoff aus ganzen, inaktivierten Viruspartikeln mit Aluminiumhydroxid.

Neue Adjuvantien

Inzwischen werden mit Hochdruck neue spezifischere Adjuvantien entwickelt. Einige befinden sich bereits in vorklinischen und klinischen Prüfungen. Die neuesten Erkenntnisse der Immunologie, besonders der HIV-Forschung, fließen hier ein. Da man an den unterschiedlichsten Stellen der Immunreaktionskaskaden verstärkend eingreifen kann, kommt eine große Zahl von natürlichen und synthetischen Stimulantien in Frage, und neben den eigentlichen Immunverstärkern



Die Autorin:

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

auch Moleküle, die das Antigen vor frühzeitigem Abbau schützen und sicher ausliefern. Getestet werden zur Zeit folgende Wirkstoffe:

Immunverstärker

- Nicht infektiöse Bestandteile von Bakterien wie Lipopolysaccharide oder Muramyldipeptid-Derivate aus Mycobakterien; sie täuschen eine natürliche Infektion durch Bakterien vor.
- Lipoproteine wie MALP-2; sie passen auf bestimmte Zell-Rezeptoren und lösen dadurch den Alarm „körperfremder Stoff!“ aus.
- CpG-Oligonukleotide [2]; sie enthalten nichtmethylierte Cytidin-Guanosin-Dinukleotide als typische Motive von Viren- und Bakterien-DNS, die in Wirbeltier-DNS kaum vorkommen und als fremd erkannt werden. Abwehrzellen wie Dendritische Zellen, Monozyten und Fresszellen werden aktiviert.
- Immunstimulierende Botenstoffe wie Cytokine, (Interleucin-2 z. B. erhöht die Zahl der T-Helferzellen, die etwa bei Aids fehlen) oder Wachstumsfaktoren wie der Granulozyten-Makrophagen-koloniestimulierender Faktor GM-CSF, auch in Form der Gene dieser Botenstoffe.
- Antimikrobielle Peptide.

Auslieferungssysteme:

- Öl-in-Wasser-Emulsionen wie z. B. Montanide ISA 720, ISA 51, MF59, QS21; sie aktivieren unspezifisch.
- Liposomen; die von Lipidmembranen gebildeten Kügelchen können Antigene einlagern und sie je nach Art des Lipids unversehrt und gezielt in T-Zellen oder Makrophagen zur Stimulation einschleusen.
- Virosomen und virusartige Partikel (siehe „Renaissance der Impfstoffe“).
- ISCOMs „immune stimulatory complex particles“ (1:1:1-Mischung aus dem Glykosid Quil A, Cholesterin und einem amphipatischen Antigen wirkt als Antigen-Depot und regt B- und T-Zellen an).
- Dendritische Zellen [2] für Krebs-Impfstoffe; dendritische Zellen des Patienten, die im Labor herangereift sind und mit Peptiden oder Tumor-Antigenen bzw. mit der Erbinformation für die Tumor-Antigene beladen wurden, verstärken die Aktivierung von T-Zellen.

Einige fertige Zubereitungen

Adjuvantien von Gerbu, Heidelberg sind eine Weiterentwicklung des Freund'schen Adjuvans und bestehen aus löslichen Peptiden von *M. tuberculosis* und GMDP (N-Acetylglucosaminyl-(β 1-4)-N-Acetylmuramyl-L-Alanyl-D-Isoglutamin), einem Glykopeptid aus der Zellwand von *L. bulgaricus* als universelle Immunstimulatoren sowie aus dem kationischen Lipid Esterquat (Dimethyl-di(stearoylhydroxyethyl)-Ammoni-

umchlorid), das in Form unregelmäßiger Nanopartikel Antigene adsorbiert und die Suspension stabil hält.

IC31TM von Intercell, Wien ist ein synthetisches Adjuvans. Es enthält ein antimikrobielles Peptid und ein Oligodesoxynukleotid und regt B- und T-Zellen an.

PADRE-Peptide von Pharmexa, Hørsholm (Dänemark) sind synthetische Moleküle mit stark aktivierender Wirkung auf T-Helferzellen. Sie stimulieren B- und T-Zellen und sind zur Bekämpfung von Krebs und Infektionskrankheiten bestimmt.

AS02 von GlaxoSmithKline enthält Monophosphoryl lipid A (MPL), ein chemisch modifiziertes Lipopolysaccharid aus gramnegativen Bakterien, QS21, ein natürliches Saponin, das aus dem Chilenischen Seifenrindenbaum (*Quillaja saponaria*) gewonnen wird, und eine Öl-in-Wasser-Emulsion.

E6020, ein von Eisai, Tokio chemisch synthetisiertes Adjuvans, wird von einem Rezeptor des angeborenen Immunsystems als körperfremd erkannt. Es wird in Impfstoffen von Sanofi eingesetzt.

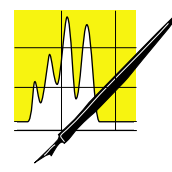
Bedeutung

Adjuvantien verbessern die Impfwirkung, indem sie den Aufbau der Immunität beschleunigen, die Immunantwort verstärken und den Impfschutz verlängern. Es profitieren davon insbesondere Personen mit geschwächtem Immunsystem oder geringer Impfanprechrate, ein Problem bei der jährlichen Grippe-Impfung von Senioren oder bei Menschen mit transplantierten Organen. Für die Mehrzahl der Impflinge bedeutet es, dass sich die Antigendosis senken lässt, und damit Kosten und Zeit für Impfprogramme eingespart werden können.

Die Zulassung von Adjuvantien und adjuvantierten Impfstoffen geht verhältnismäßig schleppend voran, denn ausführliche Tests an Tieren und Menschen sind unverzichtbar. Der Sicherheit wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet, da bei jedem Eingriff in das Immunsystem trotz größter Sorgfalt und Erfahrung mit unvorhersehbaren Folgen bis hin zu Todesfällen zu rechnen ist.

Literatur

- [1] K. Hoebe, E. Janssen, B. Beutler „The interface between innate and adaptive immunity“ Nature Immunology 5 (2004) 971 - 974 doi:10.1038/ni1004-97
- [2] G. Hartmann, S. Endres, S. Rothenfuß, B. Jahrsdörfer, A. Krug, „CpG-Oligonukleotide: Immuntherapie nach dem Muster bakterieller DNA“ Deutsches Ärzteblatt 98, 15 (13.04.2001) Seite A-981 / B-813 / C-761
- [3] A. Enk, K. Mahnke „Die Bremse des Immunsystems lösen“ Forschungsmagazin „Ruperto Carola“ Heft 1/2006A
- [4] A. Pashine, N. M. Valiante, J. B. Ulmer „Targeting the innate immune response with improved vaccine adjuvants“ Nature Medicine 11 (2005) 63-68



AUFsätze

Die Blauschönung des Weines

Georg Schwedt, Bonn

Mit „Blauschönung“ bezeichnet man die Beseitigung von Metalltrübungen (vor allem durch zu hohe Konzentrationen an Eisen hervorgerufen) aus Wein durch die Fällung mit Kaliumhexacyanoferrat(II), dem so genannten gelben Blutlaugensalz, als „Berliner Blau“. Auch Ionen des Kupfers, Zinks und Mangans werden ausgefällt; als Nebeneffekt findet eine Mitfällung von Proteinen statt. Dieses bis heute wichtige Verfahren wurde von dem in Neustadt an der Weinstraße (früher an der Haardt genannt) tätigen Weinchemiker Wilhelm Möslinger entwickelt, 1923 in Deutschland erstmals zugelassen und gelegentlich in der Weintechnologie auch noch als „Möslingern“ bezeichnet.

Der Weinchemiker Möslinger

Wilhelm Möslinger wurde am 16. Juli 1856 in Breslau (heute Wrocław/Polen) geboren. Er wuchs ab dem zehnten Lebensjahr im großbürgerlichen Hause seines Großvaters auf. Dort hatte ein Chemiker auch sein Labor und bei ihm entdeckte Möslinger sein Interesse an der Chemie. Ab dem Wintersemester 1872 – mit erst 16 Jahren – begann er ein Chemiestudium an der Universität Breslau, das er 1877 mit der Promotion zum Dr. phil. abschloss. Danach trat er als Mitarbeiter in das Öffentliche Chemische Laboratorium in Breslau ein. Zur Hygieneausstellung 1882 in Berlin veröffentlichte er seine Arbeit „Das Oderwasser bei Breslau, ein Beitrag zur Selbstreinigung der Flüsse“. In dieser Zeit gab es in der Umgebung von Breslau allein 30 Zuckerfabriken, welche die Oder mit ihren Abwässern erheblich verschmutzten. Der Dichter Wilhelm Raabe behandelte dieses Thema für die Umgebung von Braunschweig in seinem Roman „Pfisters Mühle“ 1884 auch literarisch. [1]

Am 1. August 1882 wechselte er aus Schlesien in die Pfalz und trat in Speyer die Stelle des ersten Assistenten an der Landwirtschaftlichen Kreisver-

suchsstation an. Ihr war zwei Jahre zuvor die Öffentliche Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel angegliedert worden. Im Weinland Pfalz hatte Möslinger fast täglich auch mit der Analytik von Weinen zu tun. Ab 1886 brachte er seine Erfahrungen in die „Kommission für Weinstatistik“ (s.u.) ein. Er entwickelte exakte Analysenverfahren und publizierte sie zusammen mit dem Direktor der Speyerer Versuchstation A. Halenke 1895 in „Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie“. [2]

Am 1. April 1893 gründete Wilhelm Möslinger in Neustadt an der Weinstraße (an der Haardt), in der Fröbelstraße 15, sein eigenes Laboratorium (Abbildung 1) – das Öffentliche Laboratorium Dr. W. Möslinger, das noch 100 Jahre danach von Nachfolgern geführt wurde (Abbildung 1a). Dort entwickelte er bis 1901 (vertrauliche Mitteilung an den damaligen Direktor des Reichsgesundheitsamtes Dr. Köhler) sein Verfahren der „Wein-Schönung“, das ab 1903 in größerem Stil in einigen Kellereien eingesetzt wurde. Das Weingesetz von 1909 jedoch verbot zunächst die Weinbehandlung mit „Eisenzyanverbindungen“. Nach dem Ersten Weltkrieg stellte Möslinger 1922 einen Antrag auf Wiederezulassung, die am 8. November 1923 durch eine Verordnung des Reichsministers des Inneren nach Zustimmung des Reichsrates als zulässig erklärt wurde.

Aus Anlass des fünfzigjährigen Doktordiploms erhielt Möslinger von der philosophischen Fakultät der Universität Breslau am 5. Juli 1926 die „Würde und Rechte eines Doktors der Philosophie“ verliehen. Möslinger starb in Heidelberg am 4. Juni 1930.

Das Verfahren der Möslinger-Schönung

In einem Referat auf dem „7. Verbandstage des Mitteldeutschen Küferinnungsverbandes am 26. Juni 1927 in Worms am Rhein“ berichtete Möslinger über die Ursache von Trübungen im Wein durch die Aufnahme von Eisen (und anderen Metallen) infolge der Verfahrensweise der Weinbereitung (aus Gerätschaften). Die Vorgeschichte beginnt in den 1890er Jahren:

„...Ich hatte dazumal mit einer bedeutenden und sehr renommierten Wienhandlung zu tun, die mich bei schwierigen Vorkommnissen stets und gern zu



Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, war von 1987 bis zu seiner Emeritierung 2006 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal. Jetzt lebt er in Bonn und widmet sich in vielfacher Weise der Aufgabe, die Naturwissenschaften den Menschen nahe zu bringen.

Rate zog. Dies geschah auch wieder, als von einer gewissen Zeit ab – kurz nach der Einführung großer Filtrationseinrichtungen in dieser Kellerei – Tag um Tag die glanzhell gemachten Weine wie auf Kommando umschlugen, sich trübten, demgemäß von Neuem filtriert werden mussten, so dass des Filtrierens schließlich kein Ende mehr war, weil auch die zwei-, drei- und mehrmalige Filtration vor dem Wiederumschlagen nicht schützte. Der Besitzer beschwor mich hoch und teuer, das Menschenmögliche zu tun, um Abhilfe zu schaffen...“ [3]

Möslinger vermutete zunächst eine Trübung durch Bakterien. Eine „durchgreifende Reinigung der Kellerei“ führte jedoch nicht zum gewünschten Erfolg. Erst Jahre später erkannte Möslinger die Ursache der Trübungen und wandte dann die ihm als Analytiker bekannte „Berliner Blau-Reaktion“ (1704 entdeckt) zur Abtrennung von Eisen- und anderen Metallionen an. Er selbst stellte fest, dass „eine Vermehrung des natürlichen Eisengehaltes des (Trauben-) Saftes (von den 2-3 Milligramm je Liter) aber um wenige Milligramme schon genügt, um den Anstoß zu Trübungen zu geben.“ Und weiterhin: „... mit unbedingter wissenschaftlicher Sicherheit trat hervor, dass im Vorhandensein von Eisen, Phosphorsäure und Eiweiß, aller drei in sehr wechselnden Mengen, die eigentliche Veranlassung der trübenden Ausscheidungen lag..., dass sie kolloidale Beschaffenheit besaßen ... und ... in den verschiedensten Farben spielt (en)...“

In einem Vortrag im Jahre 1928 in Heidelberg fasste er seine Erkenntnisse rückblickend noch einmal wie folgt aus seiner Sicht als analytischer Chemiker zusammen:

„Als solcher (Analytiker) war ich allerdings schon Mitte der 90er Jahre soweit, dass ich mit Sicherheit sagen konnte: Eisenverbindungen und Eiweiß zusammen bilden den wesentlichsten Teil der bei den Trübungen entstehenden kompliziert zusammengesetzten Niederschläge. (...) Zwar das Mittel zur Beseitigung des Eisens stand im gleichen Augenblick, in welchem das Eisen als Feind erkannt war, dem Chemiker vor Augen, aber er musste vor dem bloßen Gedanken schon, eine Substanz wie etwa eines oder ein Gemisch der beiden Blutlaugensalze mit dem Weine zur Kellerbehandlung zusammenzubringen, geradezu zurückschrecken. (...) Und (...) die unzähligen Versuche der Folgezeit, die trotz aller Variationen, aller künstlichen Hindernisse und Schwierigkeiten, trotz Berücksichtigung

aller erdenklicher Verhältnisse des Weines und seiner wechselnden Beschaffenheit nur immer wieder unwiderleglich bewiesen, dass mit dem Ferrocyan das Mittel katexochen (gr.: schlechthin), von alles überragender, jedes Bedenken besiegender Brauchbarkeit, Gefahrlosigkeit und Zielsicherheit aufgefunden war.“

Eisen kann im Wein in zwei Oxidationsstufen auftreten - +2 und +3. Mit Phosphat-Ionen entsteht mit Fe(III)-Ionen der *weiße Bruch*, eine weißlich-schleierige (weinunlösliche) Abscheidung an Eisen(III)phosphat. Mit Hilfe des Kaliumhexacyanoferrats(II) – als gelbes Blutlaugensalz bekannt – arbeitete Möslinger eine Arbeitsvorschrift zur Beseitigung des überschüssigen (störenden) Eisengehaltes aus. In seinem Originalbericht an das Reichsgesundheitsamt (1922) erwähnt Möslinger ausdrücklich, dass er bei der Vorreaktion (Vorprüfung) nicht nur das Hexacyanoferrat(II) (damals noch Ferrozyankalium genannt), sondern auch das Hexacyanoferrat(III) (rotes Blutlaugensalz oder Ferrizyankalium genannt) eingesetzt habe, um beide Oxidationsstufen des Eisens zu erfassen.

Aus den Vorreaktionen wird diejenige Menge an Hexacyanoferrat(II) ermittelt, die notwendig ist, um störendes Eisen zu entfernen, ohne dass ein unerwünschter Überschuss auftritt. Man hatte Bedenken, dass aus dem überschüssigen Salz Blausäure (Cyanwasserstoff) frei werden könnte. [4]



AUFsätze

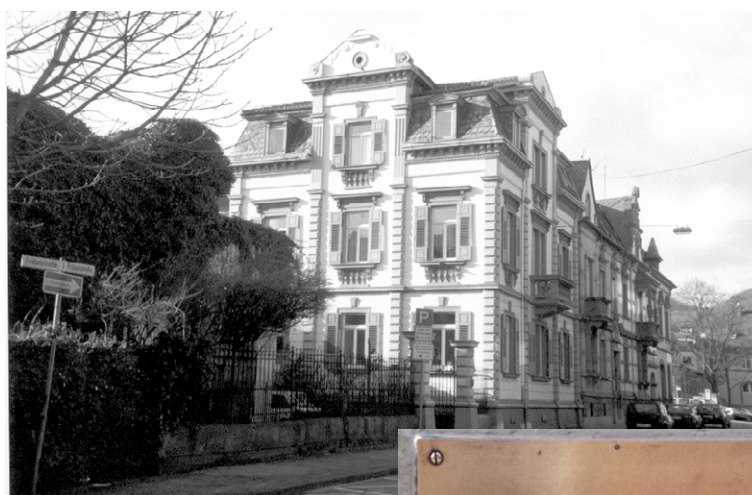
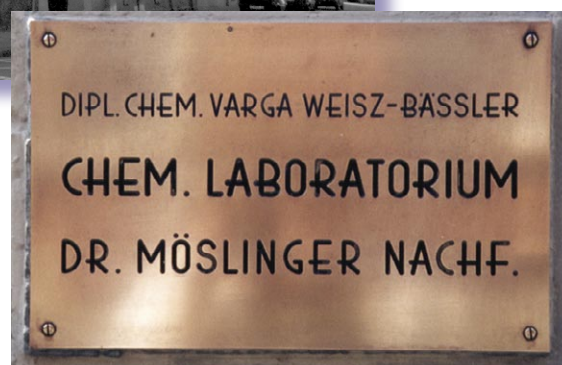


Abbildung 1: das Öffentliche Laboratorium Dr. W. Möslinger. Es wurde noch 100 Jahre später von Nachfolgern geführt (siehe Namensschild Abbildung 1 a; Abbildungen: Bauer).



Die Chemie der Blauschönung

Zum Grundwissen der anorganischen Chemie gehören heute die Reaktionen von gelbem bzw. rotem Blutlaugensalz – als Ionen $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ bzw. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ – bei einem Molverhältnis von 1:1 zu kolloid gelöstem „löslichen Berlinerblau“ der Zusammensetzung $[\text{Fe}^{+3}\text{Fe}^{+2}(\text{CN})_6]$. Die intensive blaue Farbe ist auf die Anwesenheit zweier Wertigkeits(Oxidations)stufen in ein und demselben komplexen Ion (Elektronenübergänge zwischen den beiden Ionen möglich) zurückzuführen. Bereits bei einem geringen Überschuss an Eisen(III)- bzw. Eisen(II)-Ionen entstehen blaue Niederschläge – unlösliches Berlinerblau – mit der Zusammensetzung $\text{Fe}^{+3}[\text{Fe}^{+2}\text{Fe}^{+3}(\text{CN})_6]_3$. Als Struktur wurde ein einfaches Würfelgitter ermittelt, in welchem die Würfelcken von Eisen-Ionen und die Würfelkanten zwischen den Eisen-Ionen von längs dieser Kante angeordneten Cyanid-Ionen besetzt sind. Mit den beiden Eisen-Ionen sind sie auf der einen Seite über C (stärker Bindung), auf der anderen Seite über N (schwächere Bindung) verknüpft. Auf diese Weise ist jedes Eisen-Ion oktaedrisch von sechs CN-Ionen und jedes CN-Ion diagonal von zwei Fe-Ionen verbunden. Liegt Eisen in beiden Oxidationsstufen vor, so ist das weichere Lewis-basische Kohlenstoffende des Cyanids mit dem weicheren Lewis-sauren Fe(II)-Ion, das härtere Lewis-basische Stickstoffende mit dem härteren Lewis-sauren Eisen(III)-Ion verknüpft. Bei der Möslinger- oder Blauschönung können zusätzlich auch die schwer löslichen Salze des Kupfers, Mangans, Zinks u.a. Schwermetalle entstehen und damit abgetrennt sowie Proteine mitgefällt werden.

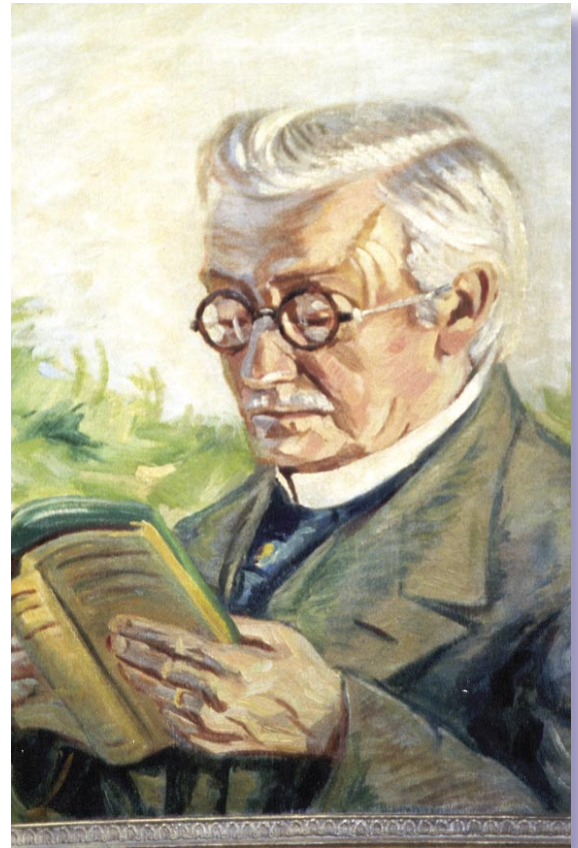


Abbildung 3: Möslinger plädiert für Weinanalytik

Möslinger über die Chemie im Dienste des Weines

In einem Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker (Vorläuferorganisation der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh) 1904 in Mannheim formulierte Möslinger (Abbildung 3) vor allem die Rolle der analytischen Chemie „...im Dienste des Weinbehandlung und Weinbeurteilung“. Einige Kernsätze, die bis heute – nach über hundert Jahren – noch immer prinzipiell gültig sind, sollen hier zitiert werden [5]:

„Ein erstes Ziel der analytischen Durcharbeitung unseres Gebietes (der Weinchemie) lag in der Beschaffung eines großen statistischen Materials von Naturmosten und Naturweinen aller deutscher Weinbaugebiete aus den verschiedensten Jahrgängen. Im Lauf von mehr als fünfzehn Jahren, mit 1885 beginnend, ist diese mühevoll Arbeit seitens der aus den Reihen der früher bairischen, jetzt deutschen „Freien Vereinigung von Nahrungsmittelchemikern hervorgegangenen „Weinstatistik-Kommission“, mit dem um die Nahrungsmittelchemie in Deutschland so hochverdienten Prof. Hilger, München, an der Spitze, geleistet worden. Viele Tausende typischer Naturmoste und Weine sind auf diese Weise in freiwilliger analytischer Pionierarbeit aufs sorgfältigste untersucht, die Ergebnisse zusammengestellt und veröffentlicht und damit die

Abbildung 2: Apparate zur Weinuntersuchung zur Zeit Möslingers.

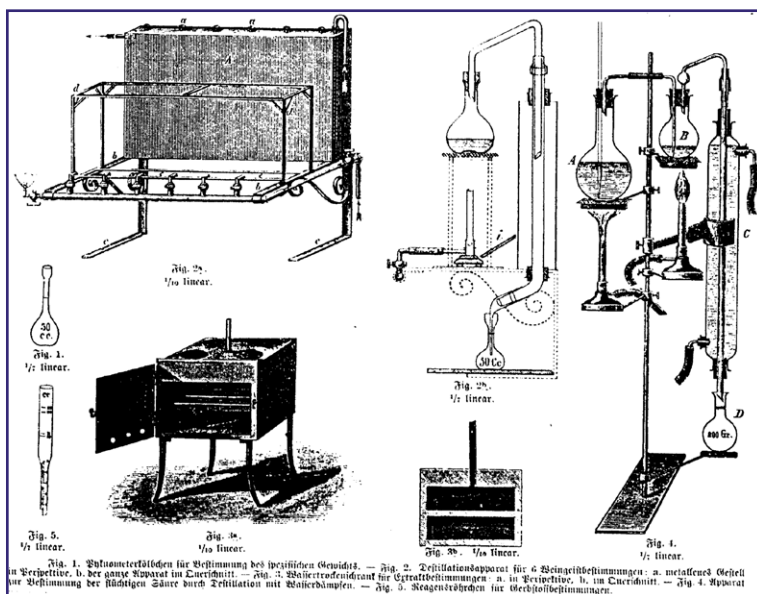


Fig. 1. Volumenmeterföhen für Bestimmung des spezifischen Gewichtes. — Fig. 2. Zentrifugationsapparat für Gährungsbestimmungen. a, metallenes Gefäß in Perspektive, b, der ganze Apparat im Querschnitt. — Fig. 3. Balanceträger für Gährungsbestimmungen. a, in Perspektive, b, im Querschnitt. — Fig. 4. Apparat zur Bestimmung der flüchtigen Säure durch Zentrifugation mit Wasserdämpfen. — Fig. 5. Messgefäßen für Gährungsbestimmungen.

technischen Grundlagen gewonnen worden für die Aufstellung von leitenden Normen sowohl für die Weinbeurteilung in der Praxis, wie namentlich auch für die deutsche Weingesetzgebung.“

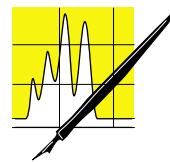
Als zu seiner Zeit wichtige Untersuchungen nennt Möslinger: „Die Ermittlung des Alkohols, des unvergorenen Zuckers, die Menge und Art der Säure, des Gehaltes an flüchtiger Säure, Prüfung auf Oxydase usw. liefern oft willkommene Anhaltspunkte.“ (s. dazu Abbildung 2)

Und schließlich äußert sich Möslinger auch über die Anforderungen an die Analytik bzw. deren Methoden:

„Alle Leistungen der Analyse aber sind durchweg abhängig von der Zuverlässigkeit der angewandten Methoden und der peinlichen Sorgfalt in ihrer Ausführung. Und deshalb erwächst hier eine Ehrenpflicht für uns Fachgenossen (heute: Maßnahmen der Qualitätssicherung!): die strikte Durchführung nicht bloß der amtlichen Vorschriften, sondern innerhalb des Rahmens derselben die strenge Beachtung der von unserer Fachkommission vereinbarten Ausführungsweisen der einzelnen analytischen Bestimmungen (Beispiel heute: die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach dem Lebensmittelrecht in § 64 des Lebensmittel- und Futtermittelsetzbuches). Ich habe Anlaß zur Bitte und Mahnung in dieser Hinsicht. Ihren ehrenvollen Platz kann die Analyse nur dann mit Erfolg verteidigen, wenn sie vor allem absolut zuverlässig in ihren Zahlenergebnissen ist. Was Analysendifferenzen auf unserem Gebiete besagen, das weiß nur grade der

Chemiker des Weinlandes in seiner vollen Tragweite und Bedeutung zu würdigen.“

In Neustadt an der Weinstraße bestand bis 2004 die Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Wein- und Gartenbau, die der Autor als ehemaliger Inhaber des Lehrstuhls für Lebensmittelchemie an der Universität Stuttgart mit seinen Studenten auch in den 1980er Jahren besuchte. Heute nennt sich die Einrichtung „Agrarinformation Rheinland-Pfalz“ bzw. „Dienstleistungszentrum ländlicher Raum – Rheinpfalz“, wo in Zukunft auch an das Wirken des Weinchemikers Möslinger erinnert werden könnte.



AUFsätze

Literatur

- [1] G. Schwedt: Umweltschutz in Literatur und Geschichte. Ein Umweltprozeß vor 100 Jahren – beschrieben von Wilhelm Raabe, Umweltmagazin April u. Mai 1989, S. 108-109 bzw. 78-79.
- [2] A. Halenke u. W. Möslinger: Beiträge zur Analyse von Most und Wein, Fresenius' Zeitschrift f. analyt. Chemie XXXIV (1895), 263-293.
- [3] H. R. Eschnauer: Dr. phil. Wilhelm Möslinger – Ein Forscherleben für den Wein, Deutsches Weinbau-Jahrbuch 47 (1996), 233-238.
- [4] H. R. Eschnauer: Die >Möslinger-Schönung< - Ein Beitrag zur Entdeckungs-Geschichte, Weinbau-Jahrbuch 51 (2000), 213-218.
- [5] W. Möslinger: Die Chemie im Dienste der Weinbehandlung und Weinbeurteilung, Zschr. f. angew. Chemie XVII, Heft 31 (1904) – Sonderdruck.

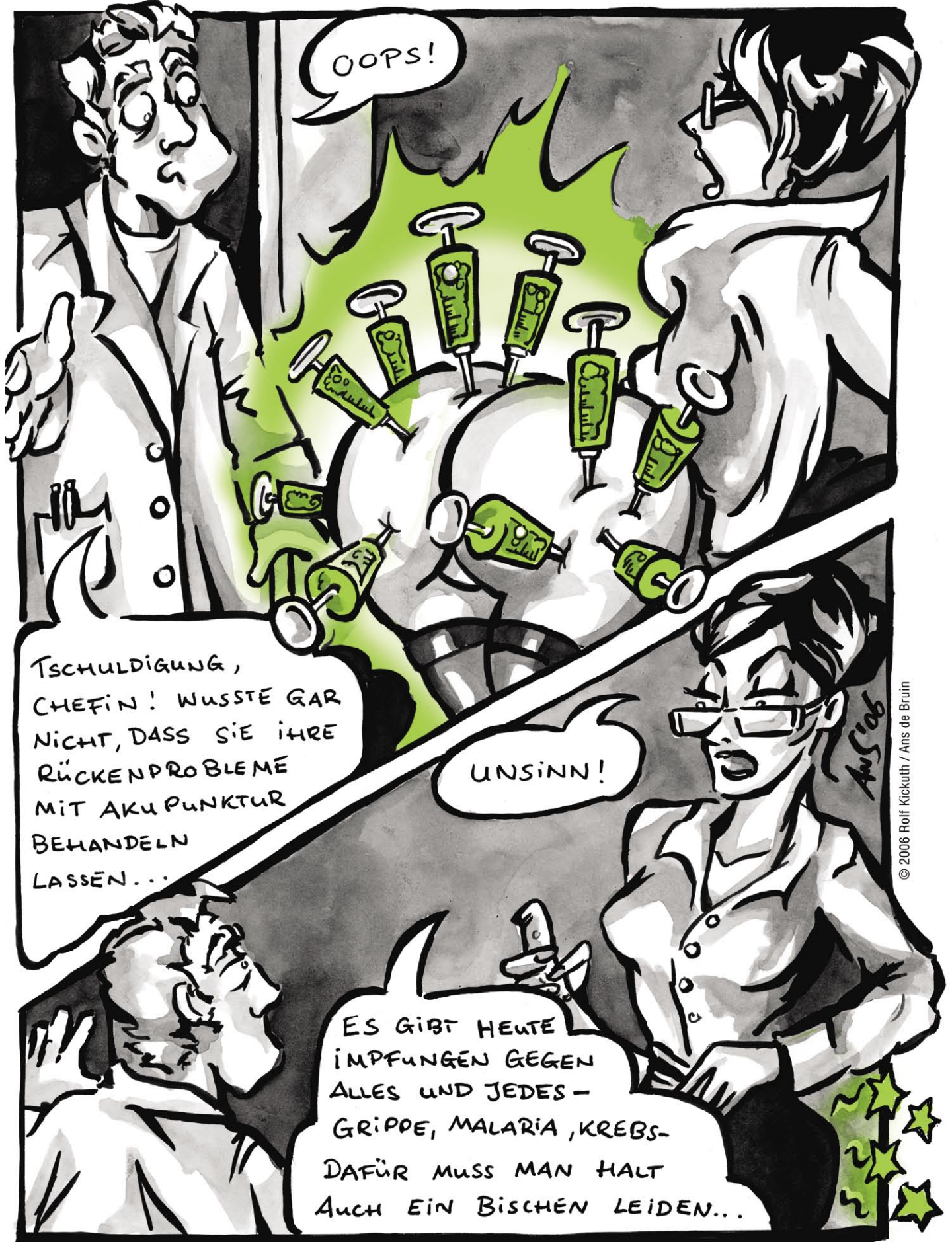


Der Jahrgang 2005 ist komplett.

**CLB-Einbanddecken 2005
sind noch verfügbar.
CLB-Einbanddecken 2006
können jetzt vorbestellt werden.**

**Jede Einbanddecke kostet 11,80 Euro
(+MwSt. und Versand).**

**Richten Sie Ihre Bestellung
per e-Mail an service@clb.de
oder per Fax an die Faxnummer
06223 9707 41.**



© 2006 Rolf Kickuth / Ans de Bruin

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

November 2006

Verdeutlicht mit einfachen physikalisch-chemischen Experimenten:

Geowissenschaftliche Phänomene

Über Wetter, Klima und Gesteinsbildung wird bereits im Sachunterricht der Grundschule und im Erdkundeunterricht der gymnasialen Grundstufe auf einfachem Niveau unterrichtet. Wie geowissenschaftliche Phänomene mit Schülerversuchen eindrucksvoll und lehrreich untermauert werden können, wird im Folgenden beschrieben. Experimente, die den jungen Menschen sonst eher im Chemie- oder Physik-Unterricht begegnen, stehen dabei in einem anderen Kontext [1-3].

Sonne – Energie fürs Leben

Warum leben wir? Das hängt ganz maßgeblich von der Sonne ab. Für unsere Lebensprozesse benötigen wir nämlich Energie, – die Sonne ist eine Quelle dafür.

Um Grund- oder Unterstufenschülern den Energie-Begriff verständlich zu machen, empfiehlt es sich, sie Umwandlungen verschiedener Energieformen erleben zu lassen. Deshalb dürfen die Mädchen und Jungen das Sonnenlicht mit Hilfe einer Lupe bündeln und auf einen Streichholzkopf fokussieren. Wenn dieser auflodert, bleibt die Erinnerung, dass die Sonne wirklich „Feuer-Kraft“ besitzt. In einen zweiten Versuch halten die Jungforscher eine Solarzelle mit angeschlossenem Elektromotor und Propeller ins Sonnenlicht. Jetzt wird es nicht heiß, dafür fängt der Propeller aber an, sich zu dre-

hen. Sonnenlicht kann also etwas in Bewegung setzen.

Gibt es Leben auf der Venus oder auf dem Mars? In unserer Form jedenfalls nicht, denn auf dem ersten Planeten ist es zu heiß, auf dem anderen zu kalt. Wir sollten dankbar dafür sein, dass wir uns auf der Erde genau in der „richtigen“ Entfernung von der Sonne befinden. Den Zusammenhang zwischen Wärme und Distanz von der Wärmequelle können die Jungforscher erfahren. Sie müssen nur eine Hand über eine brennende Kerze (Modell für die Sonne) halten und den Abstand variieren. Kommen sie der Flamme zu nahe, zucken sie unweigerlich zurück, um sich nicht zu verbrennen. Entfernen sie sich zu weit von der Kerze, so nehmen sie deren Wärmestrahlung gar nicht mehr wahr. Nur im „richtigen“ Abstand ist es nicht zu heiß und nicht zu kalt, sondern angenehm warm.

Wind, Regen und Gewitter – Gasgesetze, Wasserkreislauf und Elektrostatik

Die Sonne erwärmt die Erdatmosphäre. Warme Luft steigt nach oben, kalte nach unten. So entsteht Wind. Das kennen die Kinder von der Weihnachtspyramide: Die Verbrennung von Wachs, eine chemische Reaktion, liefert Wärme, und der resultierende Aufwind versetzt einen Propeller in Rotation – eine interessante Folge von Energieumwandlungen. Noch faszinierender ist die „Teebeutelrakete“: Ein Doppelkammer-Teebeutel wird entleert, zu einem Hohlzylinder

gerollt, senkrecht auf eine feuerfeste Unterlage gestellt und oben angezündet. Nachdem der Zylinder etwa zu zwei Dritteln abgebrannt ist, hebt sein brennender Rest ab. Die heiße Luft im Inneren liefert den erforderlichen Auftrieb dafür (vergleiche Kamin-Effekt).

Lassen wir die Kinder den Zusammenhang zwischen Volumen, Druck und Temperatur der Luft genauer studieren. Im ersten Experiment verschließen sie einen Erlenmeyerkolben mit einem leeren Luftballon. Wenn sie den Kolben nun in heißes Wasser tauchen, bläht sich der Ballon auf. Der Zusammenhang, dass sich ein Gas mit steigender Temperatur ausdehnt, ist offensichtlich. Im nächsten Experiment füllen die Kinder eine Plastikflasche mit etwas heißem Wasser, schütteln, gießen das Wasser wieder aus und verschließen die Flasche rasch. Diese ist jetzt mit heißer Luft gefüllt. Beim Abkühlen schrumpelt das Plastikgefäß zusammen. Die Jungforscher erkennen den Zusammenhang zum ersten Experiment und formulieren, dass sich heiße Luft beim Kalt-Werden zusammen zieht.

Die Sonne erwärmt auch das Wasser auf der Erde. Dieses verdunstet, und zwar um so schneller, je größer seine Oberfläche und je wärmer es ist. Diese Korrelationen können sich Grund- und Unterstufenschüler erarbeiten. 5 ml Wasser im Reagenzglas, 5 ml Wasser als Pfütze auf einem flachen Teller, 5 ml Wasser von ausgebreitetem Küchenpapier aufgesaugt – welche

Portion ist zuerst verdunstet? Die Kinder stellen die richtige Hypothese auf, die sie dann überprüfen. Auch das Resultat des nächsten Experimentes in unschwer vorauszusagen: 10 ml Wasser in einer kleinen Schale auf der Heizung und 10 ml Wasser in einer identischen Schale mitten im Wohnraum – welches Wasser ist schneller „weg“?

Wo bleibt das verdunstete Wasser? Der warme Wasserdampf steigt nach oben, kühlt sich ab und wird schließlich flüssig. Wenn sich viele winzige Wassertropfchen zusammen schließen, entstehen Wolken. Irgendwann sind die Wassertropfen so groß, dass sie nach unten fallen, es regnet. Den temperaturabhängigen Vorgang von Verdampfen und Kondensieren können die Jungen und Mädchen beobachten, wenn sie Wasser in einem Topf kochen. Die Wärmezufuhr bewirkt das Verdampfen des Wassers. Wenn die Kinder nun einen kalten Gegenstand, zum Beispiel ein mit Eis gefülltes großes Reagenzglas oder den Topfdeckel, in den aufsteigenden Dampf halten, beobachten sie daran eine Tröpfchenbildung. Die Tröpfchen werden mit der Zeit größer, fließen zusammen und fallen schließlich in den Topf zurück. Der Wasserkreislauf ist geschlossen, und die Kinder haben ein Grundverständnis für die Entstehung von Niederschlag.

Wenn Wolken, vom Wind getrieben, heftig aneinander stoßen, kann es ein Gewitter geben. Ein Blitz hat etwas mit Reibungselektrizität zu tun und ist eine elektrische Entladung. Elektrostatische Kräfte erleben die Kinder, wenn sie einen Kunststoffstab mit einem Wolltuch kräftig reiben und an den Metallbügel eines „Holundermark“-Pendels halten. Die durch die Reibung erzeugte Ladung des Kunststoffes wird auf die beiden Pendelkörper übertragen, die sich dann abstoßen (Elektroskop). Auf dem Tisch liegende Papierschnitzeln können die Mädchen und Jungen mit einem geriebenen Kunststoffstab elektrostatisch „aufheben“. Einen dünnen Wasserstrahl können sie ablenken, wenn

sie den geriebenen Stab in die Nähe bringen. Nach diesen Experimenten ist es für die Kinder auch verständlich, warum ihnen beim Kämmen manchmal die Haare zu Berge stehen. Einen Mini-Blitz können die Jungforscher erzeugen, indem sie die Pole einer Batterie an zwei Nägel anschließen und deren Spitzen berühren. Außerdem sollten sie fühlen, wie heiß die Nägel schon nach kurzem Kontakt sind. Dazu sollte man ihnen erklären, dass bei einem Blitz eine enorme Hitze entsteht, so dass sich die Luft in seiner Nähe explosionsartig ausdehnt. Die resultierende Luftbewegung wird von uns als Schall (Donner) wahrgenommen.

Wasser – ein ganz besonderer Stoff

Das Wasser in der Nähe des Äquators wird von der Sonne stärker erwärmt als das in Pol-Nähe. Ähnlich wie kalte und warme Luft- (siehe oben) bewegen sich auch kalte und warme Wassermassen in entgegengesetzte Richtungen. Warmes Wasser steigt nach oben, kaltes nach unten. Dies lässt sich im folgenden Experiment genau beobachten. In ein kleines Marmeladenglas werden 10 Tropfen Tinte gegeben, es wird fast randvoll mit heißem Wasser gefüllt, mit einer Aluminiumfolie verschlossen und in ein großes Becherglas mit kaltem Wasser gestellt. Mit einer Bleistiftspitze werden zwei voneinander entfernte kleine Löcher in die Folie gestoßen. Bereits nach wenigen Sekunden strömt aus einem Loch das gefärbte heiße Wasser nach oben; nachgefüllt wird das Marmeladenglas durch kaltes Wasser, welches durch das zweite Loch in der Alufolie eindringt. Bestimmt haben die Kinder beim Schwimmen in einem See schon erlebt, dass das oberflächennahe Wasser wärmer ist als das tief befindliche, in das sie mit ihren Füßen gelegentlich eindringen. Durch entgegen gesetzte Bewegungen kalter und warmer Wassermassen entstehen Meeresströmungen, zum Beispiel der Golf-Strom, die das Klima der Erde mitprägen.

Wenn kaltes Wasser unten ist, scheint es zunächst unlogisch, dass Eis, also festes Wasser mit einer Temperatur unter 0°C, oben schwimmt. Auf die strukturechemisch bedingte niedrigere Dichte von Eis wird an dieser Stelle nicht eingegangen; es wird den Schülern lediglich vermittelt, dass Wasser sich signifikant anders als die meisten anderen Stoffe verhält. Dazu dient ein hübsches Experiment, in dem in einem Reagenzglas Eis, in einem anderen Glas Kerzenwachs angeschmolzen wird. Während das noch nicht geschmolzene Eis auf dem gebildeten Wasser schwimmt, bleibt das noch nicht geschmolzene Wachs am Boden des Gefäßes liegen und ist von flüssigem Wachs bedeckt.

In Felsritzen gefrierendes Wasser kann den Stein sprengen, eine Form von Erosion. Dies wird für die Schüler glaubhaft, wenn sie ein Filmdöschen mit Wasser füllen, verschließen und in den Tiefkühlschrank stellen. Am nächsten Tag ist der Deckel vom entstandenen Eis etwas angehoben worden.

Eine Frage stellen Schüler recht häufig: Warum friert das Meer nicht so schnell zu wie ein See? Das muss etwas mit dem Salzgehalt zu tun haben, vermuten sie. Experimentell lässt sich ihre Hypothese bestätigen: Die Schüler messen die Temperatur von zerstoßenem Eis, das schon etwas angeschmolzen ist, erwartungsgemäß 0°C. Nun geben sie Speisesalz hinzu, beobachten, dass das Thermometer um einige Grad fällt, und kommen zu dem Schluss, dass salziges Wasser offensichtlich erst bei tieferer Temperatur fest wird (Gefrierpunktniedrigung).

Nicht minder neugierig sind Grund- und Unterstufenschüler, wieso ein Mammut im Eis versunken konnte? Wie verhält sich Eis unter Druck?, ist die fachwissenschaftliche Frage, die sich dahinter verbirgt und experimentell beantwortet werden kann. Zunächst mit einem Versuch über Nacht. Die Schüler stellen eine Schale mit Wasser ins Gefrierfach und warten, bis das Wasser vollständig zu Eis

geworden ist. Dann legen Sie einen faustgroßen Kieselstein auf das Eis. Wenn sie am nächsten Morgen den Tiefkühlschrank öffnen, stellen sie fest, dass der Stein einige Millimeter ins Eis gesunken und angefroren ist. Unter Druck schmilzt das Eis nämlich, der aufliegende Gegenstand verdrängt das Wasser, welches dann an der Seite, wo es dem Druck nicht ausgesetzt ist, wieder gefriert. In einen zweiten Versuch sollen die Kinder vergleichend einen Nagel in ein Holzbrett und einen zweiten Nagel in ein Eisstück drücken. Beim Eis geht das viel leichter, denn dieses schmilzt unter dem von der Nagelspitze ausgehenden Druck. (Ergänzend kann an dieser Stelle das Gleiten auf dem Eis beim Schlittschuhlaufen angesprochen werden.)

Abschließend lohnt es sich, den Kindern mit spannenden Experimenten zu verdeutlichen, dass Wasser an zahlreichen gesteinsbildenden Prozessen beteiligt ist. Dazu drei Vorschläge:

- **Modell für Kalkstein-Bildung:** In ein Becherglas wird ein Esslöffel Brandkalk gegeben. Nach einer Woche hat sich an der Wasserober-

fläche eine Schicht gebildet, die anders als das ursprüngliche Calciumoxid mit Essig unter Gasbildung reagiert. Der Versuch zeigt, dass das in der Luft befindliche Kohlenstoffdioxid im Wasser absorbiert und mit darin gelösten Calciumionen zu schwerlöslichem Calciumcarbonat reagieren kann. Auf die wichtige Funktion der Ozeane als „CO₂-Senken“ sollte hingewiesen werden.

- **Modell für Salinen-Bildung:** Wenn Meerwasser verdunstet, bleibt Salz zurück. Ästhetisch schöne Kristalle entstehen, wenn man eine (filtrierte) Speisesalz-Lösung in einer flachen Schale stehen lässt, bis das Wasser verdunstet ist.

- **Modell für Tropfstein-Bildung:** Zwei konzentrierte Magnesiumsulfat-Lösungen in zwei Gläsern stehen über einen Wollfaden miteinander in Kontakt. Der Faden taucht mit seinen Enden in die beiden Lösungen und hängt zwischen den Gläsern etwas durch. Zwischen den Gläsern befindet sich eine Petrischale. Die Kinder beobachten, wie die wässrigen Lösungen den Wollfaden durchdringen. Von dessen durchhängender

Stelle fällt von Zeit zur Zeit ein Tropfen in die Petrischale. Der Prozess verläuft langsam. Wenn das Wasser verdunstet, wachsen am Wollfaden von oben nach unten und in der Petrischale von unten nach oben Kristalle (Stalaktiten beziehungsweise Stalagmiten).

Dr. Volker Wiskamp, Hochschule Darmstadt, Fachbereich Chemie- und Biotechnologie

Literatur

- [1] J. P. VanCleave: Science For Every Kid – Earth Science. – Wiley, New York 1991, ISBN 0471530107
- [2] V. Wiskamp: Naturwissenschaftliches Experimentieren – nicht erst ab Klasse 7. – 2. Aufl. (inkl. CD-ROM), Skaker Verlag, Aachen 2005, ISBN 3-8322-4308-9, Kapitel: Sonne, Wind, Blitz und Regen ... und die Naturwissenschaften
- [3] V. Wiskamp: Geowissenschaftliche Experimente (Versuchsvorschriften zu einer Arbeitsgemeinschaft). <http://www.fbc.fh-darmstadt.de/homepages/Wiskamp/didaktik/grundschule/index.html>

Über die Bedeutung von Netzwerken für Wissenschaftlerinnen

Erster Erfahrungsaustausch in Brüssel

Warum müssen Frauen Netzwerken? Das war nur eine der Fragen, die die Vertreter von mehr als 80 Wissenschaftlerinnen-Netzwerken aus 28 Ländern am 20. Oktober beim ersten Network Event der European Platform of Women Scientists, EPWS, in Brüssel diskutierten.

Die Notwendigkeit von Netzwerken für Wissenschaftlerinnen betonte EPWS-Präsidentin Adelheid Ehmke: „Obwohl Frauen schon immer in wissenschaftliche Forschung eingebunden sind, sind sie in Top-Positionen noch immer unterrepräsentiert.“

In mehreren Workshops trafen sich die TeilnehmerInnen zum Er-

fahrungsaustausch und erörterten Themen wie die Gleichbehandlung und die Situation von Frauen in der Wissenschaft sowie die wissenschaftspolitische Debatte. Sie diskutierten Möglichkeiten, auf diese Debatten einzuwirken und entwickelten Strategien, um über die EPWS den Wissenschaftlerinnen mehr Gehör zu verschaffen.

Die große Bedeutung der Gleichbehandlung für eine erfolgreiche Forschung in Europa, auch im Hinblick auf den Wettbewerb mit dem Rest der Welt, unterstrich José Manuel Silva Rodriguez, Generaldirektor der Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission. Er hob hervor, dass Gender Mainstreaming auch im derzeit diskutierten

7. Forschungsrahmenprogramm eine wichtige Rolle spielen wird.

Einen großen Teil der Veranstaltung nahmen persönliche Gespräche, das kennen Lernen und der Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern ein. Sie diskutierten Möglichkeiten künftiger Zusammenarbeit und tauschten Ideen sowie Erkenntnisse aus ihrer Arbeit in nationalen Netzwerken aus.

Die EPWS wurde vom Kompetenzzentrum Frauen in Wissenschaft und Forschung (CEWS), Abteilung des Informationszentrums Sozialwissenschaften (IZ) in Bonn, mit der Unterstützung eines internationalen Founding Boards aufgebaut und hat im Februar offiziell ihre Arbeit im Büro in Brüssel aufgenommen.

Angewandte Lebensmittelchemie

Cucurbita – Winter-Kürbisse und ihre Inhaltsstoffe

Der Spätherbst ist die Zeit der Kürbisse. In Ausstellungen oder Festivals wetten Gärtnern um den größten Kürbis (*C. maxima convar. maxima*) – als Riesen-, Zentner- oder Mammutkürbis. Kulinarisch werden Kürbisse als süßsauriges Gemüse, püriert als Suppe, gekocht als Gemüse, im Eintopf, als süßes Kompott – und der Saft sogar mit Sekt als Spezialgetränk serviert.

Geschichte und Botanisches

Die Heimat der Kürbisgewächse ist die so genannte Neue Welt. Heute werden Kürbisse weltweit in gemäßigten Zonen sowie in den Subtropen und Tropen (dort schon seit Jahrtausenden bekannt) kultiviert. Der Gartenkürbis (*C. pepo*) stammt aus dem südlichen Nordamerika. Die Familie der

Kürbisgewächse (Cucurbitaceae) – botanisch ein Gurkengewächs – weist etwa 750 Arten in 120 Gattungen mit einem Verbreitungsschwerpunkt in wärmeren Gebieten auf. Man unterscheidet außerdem zwischen Sommer- und Winterkürbissen: Der Sommerkürbis (Gemüse Kürbis – u.a. auch als Zucchini) wird unreif geerntet, der Winterkürbis (Speisekürbis) dagegen im reifen Stadium. Sommerkürbisse werden mit Schale als Salat zubereitet, geschmort, mariniert oder gebraten. Die goldgelben Blüten der Sommerkürbisse werden u.a. in Italien und Mexiko in Wurstmasse untergemischt oder in Eierkuchenteig getaucht und in Öl gebacken – als *golden pockets*.

Vor mehr als hundert Jahren ist im „Brockhaus“ – dem „Bilder-Conversations-Lexikon für das deutsche Volk“ (1838) – über die Verwendung von Kürbissen (neben des Anbaus in Gärten als Ziergewächse wie auch noch heute) zu lesen:

...Aus dem Fleische bereitet man Kürbißmus, das eine nicht eben sehr wohlschmeckende und nahrhafte, doch gesunde Speise abgibt. Man nimmt den ausgedrückten Saft von gekochten Kürbissen auch als Zusatz zum Brot und benutzt die Früchte zum Futter für Schweine und Rienvieh. –

Weiter ist zu lesen: *Besondere Erwähnung verdient der aus Indien stammende Flaschen-, Jonas- oder Calabassenkürbiß, auch Herculeskeule genannt, mit einer keulenförmigen Frucht, die man in Indien nach Herausnahme des als Nahrungsmittel dienendes Fleisches benutzt, indem man aus der harten Rinde allerlei Geräte bereitet.*

Von dieser Kürbisart stammt auch der Familienname *curbita* – vulgärlateinisch für Flaschen. Auf den Marktständen sind heute vor allem exotische Kürbisarten

wie Butternusskürbisse, Schlangenkürbisse (aus US-Nordamerika – unreif zu essen), südamerikanische Moschuskürbisse und orangefarbene Hokkaido-Kürbisse aus Japan (samt Schale verzehrbar) sowie chinesische Wintermelonen (Wachskürbisse) zu finden.

Inhaltsstoffe der Winterkürbisse

Winterkürbisse werden geschält verwendet – vor allem für süße Speisen (sogar als Backkürbis). Die Gesamtmasse (ausgenommen extreme Züchtungen bis zu 100 kg und mehr) beträgt im Durchschnitt 50 kg mit über 90 % (durchschnittlich 91,3 %) an Wasser. Der Mineralstoffgehalt beträgt insgesamt 0,77 % – vor allem Kalium mit 0,38 %. Weitere nennenswerte Mineralstoffe sind Calcium (22 mg/100 g) und Phosphor (44 mg/100 g).

Der Gesamtcarotinoid-Gehalt von 2,4 mg/100 g ist fast ausschließlich auf das β -Carotin (2,3 mg/100 g) zurückzuführen. An organische Säuren überwiegt die Äpfelsäure (mit 260 mg/100 g) – Citronen- bzw. Chinasäure sind mit etwa 16-17 mg/100 g vertreten. Die Kohlenhydrate setzen sich aus gleichen Anteilen an Fructose und Glucose (je 1,4 %) sowie 1,8 % an Saccharose zusammen. Der Ballaststoffanteil beträgt 1,24 %.

Werden Kürbisse gegart, so erhält man an Aromastoffen vor allem C₆-Alkohole wie n-Hexanol und (Z)-Hex-3-enol mit 21 % sowie C₆-Aldehyde wie 2-Hexanal (18 %) und n-Hexanal (11 %). Kürbisse enthalten auch Bitterstoffe, tetracyclische Triterpene, die als Cucurbitacine bezeichnet werden. Aus den fettreichen (35-38 % Fett) Kürbiskernen wird Kürbiskernöl gewonnen. Die Kaltpressung ergibt ein grünlich gefärbtes Öl mit nussartigem Geschmack. Linol- und Ölsäure überwiegen

Die Vielfalt von Kürbissen zeigt diese Pyramide auf dem Kürbismarkt in Bozen (Foto: Schwedt).



mit 46-47 bzw. 24-41 % der Fettsäuren. Kürbiskerne, die auch pharmazeutisch genutzt werden (harntreibend, gegen Prostataleiden und Harnwegsinfektionen) enthalten Tocopherole, Phytosterine und als Mineralstoffe vor allem Magnesium, Eisen, Phosphor, Zink und Kupfer, an Vitaminen B₁ und B₂, Niacin und Folsäure. Der Eiweißanteil beträgt 33 %, der Kohlenhydratgehalt 13 %.

Prof. Dr. Georg Schwedt

Statistische Angaben zur Lehrerschaft 2006

Fast zwei Drittel Frauen

Wie das Statistische Bundesamt zum Tag des Lehrers am 5. Oktober mitteilte, unterrichteten im Schuljahr 2005/06 rund 790 000 Lehrkräfte an den allgemeinbildenden und beruflichen Schulen in Deutschland. Von diesen waren 64 Prozent Lehrerinnen.

Die Gesamtzahl der Lehrer ist im Vergleich zum Schuljahr 1995/96 auf Bundesebene um 1,6% (+ 12 000) gestiegen. Allerdings steht einem Zuwachs von 7,9% (+ 46 000) im früheren Bundesgebiet ein Rückgang von 17,7% (- 34 000) in den neuen Ländern gegenüber.

In diesem Zeitraum stieg der Anteil teilzeitbeschäftigter Lehrkräfte von rund 31% auf 40%. In den neuen Ländern fiel der Zuwachs mit 14 Prozentpunkten (von 28% auf 42%) deutlicher aus als im früheren Bundesgebiet (von 32% auf 39%). Die

Veränderungen bei den Lehrkräften sind im Zusammenhang mit der unterschiedlichen Entwicklung der Schülerzahlen in Ost und West zu sehen: Einem demografisch bedingten Rückgang im Osten von rund 31% seit dem Schuljahr 1995/96 steht eine Zunahme von rund 9% im Westen gegenüber.

Die Zahl der Lehrerinnen ist im Vergleich zum Schuljahr 1995/96 um 8,9% (+ 42 000) gestiegen. Damit erhöhte sich der Anteil der Lehrerinnen um rund 4% auf 64%. Der Frauenanteil stieg insbesondere in den alten Bundesländern (von 55% auf 61%). Allerdings ist dieser bei den Lehrkräften in den neuen Ländern mit rund 75% noch deutlich höher. Zwischen den Bundesländern reichte 2005 die Spanne des Frauenanteils an den Lehrkräften von 57% im Saarland bis zu 79% in Mecklenburg-Vorpommern.

Literatur

- [1] Ternes/Täufel/Tunger/Zobel: Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie, 4. Aufl., Wiss. Verlagsges., Stuttgart 2005
- [2] Udo Pini: Das Gourmet-Lexikon – Handbuch, Köhnenmann Verlagsges., Köln 200
- [3] Das große Lexikon der Lebensmittel, Südwest-Verlag, München 1998

BIBB befragte Jugendliche und Berufsbildungsfachleute

Was sind die Kennzeichen von Ausbildungsreife?

Kennzeichen für die Ausbildungsreife von Lehrstellenbewerbern sind nach Auffassung von Berufsbildungsfachleuten und Auszubildenden insbesondere überfachliche Qualifikationen und weniger schulisch erworbene Fertigkeiten, mit Ausnahme bestimmter mathematischer Kompetenzen. Dies ist das Ergebnis einer Fachleute- und Auszubildendenbefragung, die das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) durchgeführt hat.

Dabei werden unter dem Begriff „Ausbildungsreife“ all diejenigen Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die für alle Ausbildungsberufe wichtig sind und schon bei Antritt der Lehre vorhanden sein sollten. Demgegenüber gehören Qualifikationen, die nur für bestimmte Berufe

wichtig sind, zur berufsspezifischen Eignung.

Befragt wurden mehr als 250 Auszubildende und rund 500 Berufsbildungsexperten aus unterschiedlichen Institutionen.

Über 90% aller Befragten gehen übereinstimmend davon aus, dass Schlüsselqualifikationen wie Zuverlässigkeit sowie die Bereitschaft, zu lernen und Leistung zu zeigen, Merkmale von Ausbildungsreife sind. Zudem werden Verantwortungsbewusstsein, Konzentrationsfähigkeit, Durchhaltevermögen, Höflichkeit, Beherrschung der Grundrechenarten, einfaches Kopfrechnen, Sorgfalt, Rücksichtnahme und Selbstständigkeit von der Mehrheit der Jugendlichen und Experten als Kennzeichen von Ausbildungsreife verstanden. Demgegenüber werden von beiden Gruppen vor allem

die Beherrschung der englischen Sprache, betriebswirtschaftliche Vorkenntnisse und Grundkenntnisse im IT-Bereich eher als Merkmale einer beruflichen Eignung wahrgenommen, ebenso wie der korrekte Umgang mit der deutschen Sprache in Wort und Schrift.

Nur 26% der Experten sowie 36% der Auszubildenden führen die Schwierigkeiten auf dem Lehrstellenmarkt auf die mangelnde Ausbildungsreife der Bewerber zurück. Vielmehr gehen über 80% der Jugendlichen und Berufsbildungsfachleute davon aus, dass selbst vorhandene Ausbildungsreife heutzutage keine Garantie mehr für einen Ausbildungsplatz ist. Konsens zeigen beide Gruppen auch dahingehend, dass sie Schulnoten und -abschlüsse als Indikatoren von Ausbildungsreife ablehnen.

Nützliche Ratgeber 74

Doping-Broschüre, auch für Freizeitsportler

Freizeit- und Breitensport haben positive Auswirkungen auf die Gesundheit, aber auch in diesen Bereichen des Sports gibt es Doping und Arzneimittelmissbrauch. Das gesundheitsgefährdende Potenzial solcher Wirkstoffe ist bei missbräuchlicher Anwendung erheblich, zahlreiche Nebenwirkungen bis hin zu einer erhöhten Sterblichkeit werden beobachtet.

Das Europäische Übereinkommen gegen Doping vom 16. November 1989 definiert den Begriff „Doping im Sport“ als den Einsatz von verbotenen Wirkstoffen oder verbotenen Methoden bei Sportlern, die regelmäßig an organisierten Sportveranstaltungen teilnehmen. Da Breitensport auf Wettkampfbetrieb ausgelegt ist, kann hier auch von Doping gesprochen werden. Freizeitsport wird dagegen nicht in organisierten Wettkampfanstaltungen ausgeübt, der Einsatz von Dopingwirkstoffen ist hier weniger als Doping, sondern als Arzneimittelmissbrauch zu bezeichnen.

Sowohl Breiten- als auch Freizeitsport zuzuordnen sind die Angebote von Fitnessstudios, von denen es in Deutschland circa 6500 gibt, mit mehr als 4,6 Millionen Mitgliedern. Aus den wenigen verfügbaren Studien zum Doping außerhalb des Leistungssportes ist bekannt,

dass ein, wenn auch geringer Teil der Kunden von Fitnessstudios verbotene Substanzen einnimmt, insbesondere Anabolika. Als Gründe werden zuerst Muskelaufbau gefolgt von Bodybuilding und Kraftzuwachs angege-

ben. Die Quote des Missbrauchs schwankt zwischen einzelnen Studios stark und reicht von 0 bis 46%.

Da die beim Doping eingesetzten Wirkstoffe, hauptsächlich anabole Steroide, meist über einen längeren Zeitraum in höheren als therapeutischen Dosen und nicht ärztlich kontrolliert zugeführt werden, können sie erhebliche negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben. So haben Anabolika zum Beispiel eine psychotrope Wirkung, sie erhöhen die Bereitschaft zum übermäßigen Training. Anabolika stören auch den Fettstoffwechsel und erhöhen dadurch das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, etwa einen Herzinfarkt. Außerdem können Leberschäden auftreten. Schädigungen an Muskulatur und Sehnen, Verkalkungen im Gehirn und Depressionen werden als Nebenwirkungen vermutet. Sichtbare Nebenwirkungen des Anabolika-Missbrauchs sind ölige Haut, Akne, Haarausfall, Vermännlichung der Körperbehaarung bei Frauen und die Vergrößerung von Brustdrüsengewebe bei Männern. Besonders problematisch ist die gleichzeitige Einnahme mehrerer Dopingsubstanzen, die in Einzelfällen tödliche Folgen haben kann.

Bislang laufen Dopingfahnder den Entwicklern neuer Designer-Steroide meist hinterher. Es gibt zwar viele Nachweismethoden, alle haben jedoch den Nachteil, dass man mit ihnen nur Substanzen findet, die man schon kennt oder über die man mindestens einige Informationen hat. Die üblichen Tests können beispielsweise zwar künstliche Androgene nachweisen, neuartige Leistungsförderer gehen ihnen aber durch die Maschen.

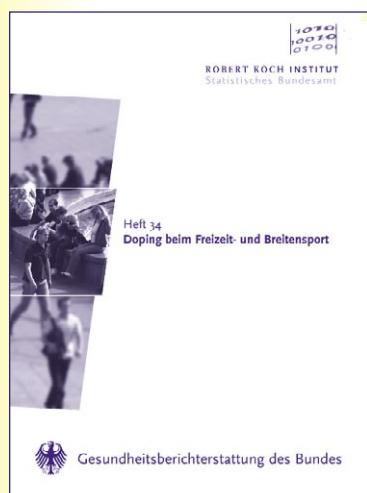
Mit einer raffinierten und zum Patent angemeldeten Methode können neuerdings Wissenschaftler der Frauenklinik der Universität Bonn neu entwickelte Anabolika schnell und kostengüns-

tig nachweisen. Glühwürmchen produzieren ein Enzym, genannt Luziferase, das ihren Hinterleib zum Aufleuchten bringt. Dieses Luziferase-Gen wurde von den Forschern in menschliche Prostatazelllinien eingeschleust. Wenn die Zellen nun mit Substanzen in Kontakt kommen, die wie ein männliches Geschlechtshormon wirken, leuchten sie gelbgrün auf. Das kann das natürliche Androgen Testosteron sein, aber auch ein neuartiges Dopingmittel oder bestimmte Umweltchemikalien und Pestizide. Damit die Zellen aufleuchten, reicht es aus, dass die Testsubstanz wie ein Steroid wirkt, auch wenn es chemisch gar kein echtes Steroid ist. Je stärker die Hormonwirkung der Verdachts-substanz ist, desto stärker ist das Leuchten.

Die neue Methode „SteroCheck“ kann aber noch mehr: Die leuchtenden Zellen sind so empfindlich, dass sie selbst äußerst niedrige Steroid-Aktivitäten anzeigen. Das macht sie auch für Lebensmittelkontrollen interessant. Kriminelle Fleischproduzenten setzen nämlich dem Futter Sexualhormone zu, damit die Tiere schneller wachsen. Hier gilt Ähnliches wie beim Doping: Regelmäßig kommen neue Wachstumsförderer auf den Markt, auf die herkömmliche Verfahren gar nicht anspringen. Der Bonner Test könnte helfen, der Hormonmafia das Handwerk zu legen.

Doping beim Freizeit- und Breitensport ist Thema des neuen GBE-Hefts, Nummer 34. Das Heft gibt einen Überblick über die Häufigkeit von Doping in diesen Bereichen des Sports, über Institutionen der Dopingbekämpfung, verwendete Substanzen, Gesundheitsschäden und Präventionsmaßnahmen. Das kostenlos erhältliche und auch auf den Internetseiten des Robert Koch-Instituts unter www.rki.de abrufbare Heft umfasst gut 30 Seiten.

Das Robert Koch-Institut führt in Kooperation mit dem Statistischen Bundesamt die Gesundheitsberichterstattung (GBE) für Deutschland durch, um verlässliche Informationsgrundlagen für Politik, Öffentlichkeit und Wissenschaft zur Verfügung zu stellen. Dazu werden fortlaufend Beiträge erstellt.



Jugendsoftwarepreis 2006 belohnt pfiffige Schülerideen für den Unterricht Von „Kombinatorik“ bis „Dalton's Lab“

Am 13. November prämierte die Klaus Tschira Stiftung im Studio der Villa Bosch in Heidelberg die Sieger des Jugendsoftwarepreises 2006. Aus über 100 Wettbewerbsteilnehmern wurden diejenigen Schüler geehrt, die auf anschauliche und unterhaltsame Art anderen Schülern naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Experimente am besten vermittelten.

Warum ist es eigentlich so schwer, einen Lottojackpot zu knacken? Wer auf diese Frage eine Antwort finden möchte, sollte sich das Computerprogramm „Kombinatorik“ von Johannes Ewald einmal ansehen. Der Abiturient vom Jakob-Brucker-Gymnasium im bayerischen Kaufbeuren führt mit seiner Software durch die Welt der (Un)wahrscheinlichkeiten und kombinatorischen Experimente. Hierfür erhielt er den Preis in der Kategorie „Bestes Multimediaprogramm Sekundarstufe II“.

Bestes Multimediaprogramm der Altersgruppe 8. bis 10. Klasse wurde „Dalton's Lab“ von Daniel Autenrieth vom Enztal-Gymnasium in Bad Wildbad im Nordschwarzwald. Mit seinem virtuellen Reagenzglas können sich auch laborscheue Mitschüler wichtige Grundkenntnisse

im Fach Chemie begreiflich machen, etwa, was sich hinter „Stoffmenge“ und „Mol“ verbirgt und wie sie Reaktionsgleichungen aufstellen können. Ob sie das „Gesetz der konstanten Massenverhältnisse“ und die anderen Kapitel richtig verstanden haben, zeigt sich im anschließenden Wissenstest.

Bestes Multimediaprogramm der Altersgruppe 5. bis 7. Klasse wurde „Rettet den Regenwald!“ Sechs Schüler der Gesamtschule Wulfen führen den Nutzer in das komplexe Thema „Nutzen, Bedrohung und Schutz der Regenwälder“ ein.

Bei der besten Experimentiersoftware Sekundarstufe II gab es zwei gleichwertige Sieger. Martin Raiber vom Helfenstein-Gymnasium Geislingen an der Steige hat mit „Insight Chemie“ einen virtuellen Molekülbaukasten programmiert. Neben der Möglichkeit, Verbindungen selbst zu knüpfen, kann der Nutzer auch auf einen Satz von vorgefertigten Beispielen zurückgreifen. Die „gebastelten“ Modelle lassen sich in der dreidimensionalen Ansicht drehen, ziehen und vergrößern.

Ebenfalls der Visualisierung von Molekülen hat sich Andreas Prams mit seinem Projekt „Computer-gestützte Darstellung des VSEPR-

Modells“ verschrieben. Die im Rahmen einer Facharbeit am Carl-Orff-Gymnasium Unterschleißheim entstandene Software errechnet aus den Eingaben des Benutzers dreidimensionale Molekülmodelle und stellt sie in sehr ansprechender Weise auf dem Bildschirm dar. Die räumliche Geometrie der chemischen Verbindungen lässt sich durch Drehen und Verschieben sehr gut begreifen.

Den Sonderpreis erhielt eine Klasse der Bundeshandelsakademie und Bundeshandelsschule Steyr in Österreich für ihr Multimediaprogramm „Bubu4Kids“. Zusammen mit dem Affenkind Bubu hangeln sich Grundschüler durch den Dschungel aus Grundrechenarten, Zahlenlehre und Größer-Kleiner-Gleich. Mit lustigen Rechenbeispielen erschließt sich so ein spielerischer Zugang zur Mathematik. Zur Unterstützung weiterer Vorhaben, das nächste Projekt für Nutzer im Kindergartenalter läuft bereits, erhält die BAHK Steyr als Sonderpreis 1500 Euro.

Alle Ausgezeichneten durften auf Einladung der Klaus Tschira Stiftung zur Preisverleihung nach Heidelberg reisen und auch am Rahmenprogramm teilnehmen.

Mit den Auszeichnungen sind

Preisgelder von 300 (Gruppe) bis 1000 Euro (Einzelpreisträger) verknüpft. Die Stiftung bietet auch Unterstützung bei der Verbreitung der Software, damit möglichst viele Kinder und Jugendliche in der Schule und zu Hause die preisgekrönten Programme nutzen können.



Qualitative Analyse – Trennungsgänge

Anorganische Kationen: Überblick über den Kationentrennungsgang

1 Wozu dient der Kationentrennungsgang?

Man trennt die einzelnen Substanzen einer Probe voneinander, um

- A** eine Explosion während der weiteren Analyse zu verhindern.
- B** Störungen bei einzelnen Nachweisreaktionen zu verhindern.
- C** die Systematik des Periodensystems in der Ausbildung nachzuvollziehen.
- D** Reagenzien möglichst sparsam einsetzen zu können.
- E** die Probe auf die weitere Analyse mit einem Massenspektrometer vorzubereiten.

2 Worauf beruht das Prinzip des Kationentrennungsgangs?

- A** Da einzelne Substanzen mehr oder wenig magnetisch sind, lassen sie sich trennen.
- B** Man kann die Kationen entsprechend der Stellung der Elemente im Periodensystem in Gruppen trennen.
- C** Kationen lassen sich mit entsprechenden Fällungsmitteln aus einer Lösung als Niederschlag fällen und so von den anderen trennen.
- D** Komplexierungsmittel können einige Kationen komplexieren und so von den anderen trennen.
- E** Schwefelwasserstoff bildet mit jeder Substanz eine andersfarbige Verbindung.

3 Welcher Name bezeichnet eine Gruppe des Kationentrennungsgangs?

- A** Salzsäure-Gruppe
- B** Essigsäure-Gruppe
- C** Schwefelsäure-Gruppe
- D** Schwefelwasserstoff-Gruppe
- E** Oxalsäure-Gruppe

4 Welches Prinzip steht hinter der Reihenfolge der Trennungsmittel?

- A** Es ist keine Systematik erkennbar.
- B** Man verwendet von Gruppe zu Gruppe jeweils ein stärker sauer

reagierendes Trennungsmittel.

C Man verwendet von Gruppe zu Gruppe jeweils ein schwächer sauer reagierendes Trennungsmittel.

D Man verwendet von Gruppe zu Gruppe jeweils ein schwächer basisch reagierendes Trennungsmittel.

E Man verwendet von Gruppe zu Gruppe jeweils ein stärker oxidierend wirkendes Trennungsmittel.

5 Welches ist üblicherweise das erste verwendete Fällungsreagenz im Trennungsgang?

- A** Königswasser
- B** Urotropin
- C** Ammoniumsulfid
- D** Salzsäure
- E** Ammoniumcarbonat

6 In welcher Gruppe finden sich gewöhnlich die Kationen von Kupfer und Cadmium? In der

- A** Salzsäure-Gruppe.
- B** Schwefelwasserstoff-Gruppe.
- C** Urotropin-Gruppe.
- D** Ammonium-Sulfid-Gruppe.
- E** Ammoniumcarbonat-Gruppe.

7 Welche Kationen kann man in der löslichen Gruppe finden?

- A** Mg^{2+}
- B** Ca^{2+}
- C** Na^+
- D** K^+
- E** Ag^+

8 Wie heißt eine Untergruppe der Schwefelwasserstoff-Gruppe (nach Jander/Blasius)?

- A** Kupfergruppe
- B** Zinngruppe
- C** Quecksilbergruppe
- D** Arsengruppe
- E** Antimongruppe

9 Welche Kationen bleiben nach dem Fälln mit Urotropin in der Untersuchungslösung?

- A** Fe^{2+}
- B** Ni^{2+}
- C** Co^{2+}

D Sn^{2+}

E Ca^{2+}

10 Welche Substanzen fallen bei stark saurem pH-Wert aus?

- A** Goldchlorid
- B** Silberchlorid
- C** Bleichlorid
- D** Quecksilberchlorid
- E** Eisenchlorid

11 Was kann nicht in der Ammoniumsulfid-Gruppe ausfallen, wenn man bis dahin im Trennungsgang korrekt gearbeitet hat?

- A** Natriumsulfid
- B** Bariumsulfid
- C** Kupfersulfid
- D** Eisensulfid
- E** Zinksulfid

12 In welcher Gruppe kann man Barium nachweisen, das zu Beginn der Analyse als Bariumsulfat vorlag?

- A** Schwefelsäure-Gruppe
- B** Salzsäure-Gruppe
- C** Ammoniumcarbonat-Gruppe
- D** Säureschwerlösliche Gruppe
- E** Erdalkali-Gruppe

13 Bei welchem pH-Wert fallen die Elemente der Urotropin-Gruppe?

- A** 1
- B** 2,5
- C** 4
- D** 5,5
- E** 7

Lösungen zu Seite M69 (CLB 09-10/2006):

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

(Alle Lösungen zu Seite M78 finden Sie in CLB 12/2006 sowie auf www.clb.de)

Rheumatoide Arthritis und andere Autoimmunkrankheiten

Neuer Marker und neue Wirkstoffe lassen hoffen

Zwischen 5 und 8% der Bevölkerung sind von einer Autoimmunkrankheit betroffen, von denen man über 60 verschiedene Ausprägungen kennt. Durch intensive Forschung konnten Wissenschaftler nun Wirkstoffe aus neuen Substanzklassen entwickeln, die zwar noch nicht den Durchbruch in der Diagnose und Therapie dieser Erkrankungen anzeigen, aber doch bedeutende Fortschritte für die Lebensqualität der Patienten darstellen. Das zeigte jetzt eine Tagung der Hoffman-La Roche AG in Basel.

Die Lymphozyten steuern die körpereigene Abwehr (siehe Kasten Seite 432). Normalerweise erkennen sie körperfremde Stoffe (Viren, Bakterien, Pilze...) und unterscheiden diese von den körpereigenen Bestandteilen. Bei Autoimmunkrankheiten reagiert das Immunsystem jedoch abnorm, indem es normales, gesundes Gewebe angreift.

Beispiele sind die Psoriasis, Wegener-Granulomatose, Multiple Sklerose (MS), Diabetes mellitus Typ 1, systemischer Lupus erythematoses (SLE), juvenile idiopathische Arthritis (JIA) und rheumatoide Arthritis (RA). Autoimmunkrankheiten können im Schweregrad stark variieren, sämtliche Organsysteme betreffen und lebensbedrohlich sein. Die meisten kommen häufiger bei Frauen (65%) als bei Männern vor, und sie können in jeglichem Alter auftreten. Obwohl viele Autoimmunkrankheiten gemeinsame pathophysiologische Mechanismen besitzen, ist ihre Hauptursache unbekannt und bisher noch nicht heilbar.

Rheumatoide Arthritis (RA) ist eine der häufigsten Autoimmunkrankheiten, von der weltweit mehr als 21 Millionen Personen betroffen sind. Bei 30–40% der Patienten mit RA sind die heute

verfügbaren Biotherapeutika nicht ausreichend wirksam oder verträglich. 60–80% der Patienten bringen die wesentlichen Symptome nicht unter Kontrolle. RA zeichnet sich durch eine Entzündung der Gelenkinnenhaut aus und führt zum Verlust von Gelenkknorpel und zur Zerstörung des Knochens (Abbildungen 1 und 2). Die klinischen Symptome sind Fehlstellung des Gelenks, Schmerz, Wärme, Rötung, Steifigkeit und Schwellung. Im Krankheitsverlauf kann dies zu einer irreversiblen Gelenkzerstörung mit Behinderung führen. Innerhalb von zwei Jahren nach der Diagnose von RA sind bei bis zu 70% der Patienten auf dem Röntgenbild Hinweise auf eine Gelenkschädigung erkennbar, und im Zeitraum von 10 Jahren haben 50–80% der Patienten zunehmend Schwierigkeiten, berufstätig zu bleiben und Alltagsarbeiten zu erledigen.

Die Diagnose von RA ist nicht immer einfach, da die Krankheit oft schleichend beginnt und keine eindeutigen Symptome erkennen lässt. Die zur Diagnose der RA verwendeten Kriterien stammen vom American College of Rheumatology (ACR, revidierte Kriterien 1987) und umfassen folgende Symptome: Morgensteifigkeit, Schwellung (Arthritis) von drei oder mehr Gelenken, Schwellung von Hand- und Fingergelenken, symmetrische Schwellung, Rheumaknoten, nachweisbarer Rheumafaktor sowie Veränderungen auf dem Röntgenbild. Wenn 4 der 7 Kriterien 6 Wochen lang vorhanden sind, kann die Diagnose einer RA mit Sicherheit gestellt werden. Abgesehen von den klinischen Symptomen, wird die Diagnose auch durch eine Reihe klinischer Tests sowie die Überwachung des Krankheitsverlaufs unterstützt. Die Labortests dienen der Bestimmung von C-reaktivem Protein (CRP), einem allgemeinen

Entzündungsmarker im Organismus, sowie dem Rheumafaktor (RF), einem Auto-Antikörper.

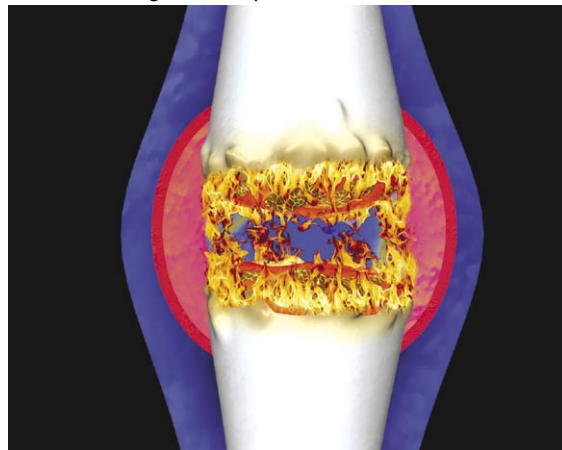
Ein frühzeitiger Nachweis der Erkrankung, möglichst noch vor dem Auftreten klinischer Symptome, könnte der Entwicklung von Schädigungen und Behinderungen vorbeugen. Deshalb würden neue diagnostische Marker die bestehenden Methoden zur Diagnose und Therapie der RA entscheidend verbessern.

Forscher bei Roche Centralized Diagnostics in Penzberg prüften 54 Biomarker, die sie aus den an sechs europäischen Zentren gesammelten Blutproben von RA Patienten gewonnen hatten. In diesem Zusammenhang stiessen

Abbildung 1: Von rheumatoider Arthritis sind besonders die kleinen Gelenke der Hände und Füße betroffen.



Abbildung 2: Der Krankheitsprozess beginnt mit der Entzündung der Synovialhaut. Nachfolgend entzündet sich der darunter liegende Knorpel und schließlich der Knochen.



sie auf Antikörper gegen zyklische citrullinierte Peptide (Anti-CCP), die sich als überlegener biologischer Marker für den frühzeitigen Nachweis von RA herausstellten (Sensitivität mehr als 75%, Spezifität über 95%). Anti-CCP wurde von Roche lizenziert und wird gegenwärtig für einen diagnostischen Test entwickelt, der für die bestehende Elecsys Plattform konzipiert ist, die weltweit in Labors zum Einsatz kommt.

Heute stehen mehrere Medikamente zur Behandlung von Patienten mit RA zur Verfügung. Einige wirken gegen die Symptome, während andere den Krankheitsverlauf beeinflussen. Dazu gehören: Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAIDs), die den Schmerz, die Schwellung und zum Teil auch die Entzündung lindern; Glucocorticoide (Corticosteroide), die entzündungshemmend wirken; krankheitsmodifizierende Antirheumatika (disease-modifying anti-rheumatic drugs, DMARDs), welche die Symptome lindern, die Entzündung unterdrücken und dazu beitragen, die RA durch

Verzögerung des Krankheitsprozesses unter Kontrolle zu halten. Dazu kommen Biopharmazeutika, gentechnisch hergestellte Arzneimittel, die auf spezifische Vermittlersubstanzen (Mediatoren) im Immunsystem, die Zytokine, oder auf spezifische Zellen, die am Entzündungs- und Autoimmunprozess beteiligt sind, einwirken. Wie die herkömmlichen DMARDs gestatten diese Arzneimittel, allein oder in Kombination mit Methotrexat verabreicht, oft eine wirksamere Kontrolle der RA und eine Verzögerung der Krankheitsprogression als die meisten anderen DMARDs.

In den letzten 20 Jahren konzentrierte sich die Therapie von RA vorwiegend auf die T-Zellen und ihre Zytokine. Neueren Erkenntnissen zufolge üben aber auch die B-Zellen und ihre Produkte wichtige Funktionen bei RA aus (Abbildung 3). B-Zellen spielen in der Entzündungskaskade, welche letztlich zu den für rheumatoide Arthritis typischen Knochen- und Knorpelschäden in den Gelenken führt, eine wichtige Rolle.

Zwei Arzneimittel, MabThera/Rituxan (bereits eingeführt) und Actemra (in Phase-III-Prüfungen), sind erste Vertreter einer neuen Substanzklasse, die über neue Wirkmechanismen verfügen.

MabThera/Rituxan (Abbildung 4), ein monoklonaler Antikörper, ist das erste und bisher einzige Medikament gegen RA, das bei den B-Zellen ansetzt. Indem es spezifisch an ein Molekül, das CD20-Antigen, auf der Oberfläche der B-Zellen bindet, unterbricht es die Entzündungskaskade, welche die Krankheitssymptome verursacht.

Die durch MabThera/Rituxan gebundenen B-Zellen mobilisieren die körpereigene Abwehr, welche diese B-Zellen anschließend eliminiert. Mit der Beseitigung dieser B-Zellen werden auch keine Antikörper mehr produziert, welche körpereigene Gewebe angreifen oder entzündungsfördernd wirken. Da MabThera/Rituxan weder Stammzellen (die Vorstufen der B-Zellen) noch Plasmazellen (stärker differenzierte B-Zellen, die einen bestimmten Antikörper in großen

Entzündung und Immunvorgänge

Wenn Mikroorganismen die Haut oder das Epithel der Atemwege, des Verdauungstraktes oder Urogenitaltraktes durchdringen, entsteht zunächst eine **Entzündung**. Beschädigte Zellen setzen chemische Signale wie das Gewebshormon Histamin frei, die den kapillaren Blutfluß in dem betroffenen Bereich erhöhen (Rötung, Erwärmung). Die Hitze macht die Bereiche ungünstiger für Mikroorganismen, erhöht die Beweglichkeit der Leukozyten und steigert die Stoffwechselrate der Zellen. Die Kapillaren entlassen Flüssigkeit in das Zwischengewebe, was zur Schwellung führt. Monozyten (Freßzellen) phagozytieren tote Zellen, Fragente und Mikroorganismen. Oft kann die Entzündung die Verbreitung der Erreger stoppen. Die Entzündung ist eine unspezifische Immunantwort, das heißt sie ist nicht gegen einen speziellen Erreger gerichtet.

Falls dies nicht ausreicht, wird die **spezifische Immunantwort** in Gang gesetzt. Diese Reaktionen sind effizienter als die unspezifischen und besitzen eine Gedächtniskomponente, die die Reaktionszeit bei einem erneuten Angriff minimiert.

Die **humorale Immunreaktion** erfolgt gegen freie Viren, gelöste Gifte, Bakterien. „Humoral“ bedeutet, die Abwehr erfolgt durch (wasserlösliche) Antikörper-Moleküle (Immunglobuline), die die Antigene verklumpen. Zuerst werden Antigene auf der Oberfläche von Makrophagen mit Hilfe der MHC (major-histocompatibility-complex)II-Rezeptoren präsentiert. Dadurch werden T-Helferzellen aktiviert, die stimulierende Signalstoffe für Makrophagen und sich selbst ausschütten. Durch Zellkontakt mit aktivierten Helferzellen werden B-Lymphozyten zur Vermehrung und zur Differenzierung zu Plasmazellen angeregt. Plasmazellen produzieren den spezifischen Antikörper zum Antigen. Gleichzeitig entstehen B-Gedächtniszellen.

Die **zelluläre Immunantwort** richtet sich gegen Virus befallene Zellen, Bakterienzellen, Pilzzellen, Tumorzellen und Transplantate. Die Antigene sind an Zellen gebunden und werden durch Zell-Zell-Interaktion bekämpft, das heißt die fremden Zellen werden lysiert oder anders getötet. Durch Signalstoffe aktivierte T-Helferzellen teilen und differenzieren sich zu T-Killerzellen, T-Gedächtniszellen und T-Unterdrückerzellen. T-Killerzellen produzieren Stoffe, die Zellmembranen auflösen können. T-Gedächtniszellen sind langlebige T-Zellen gegen ein spezifisches Antigen. T-Unterdrückerzellen hemmen die Aktivität der Immunzellen, auch durch Signalstoffe. T-Helferzellen spielen eine besondere Rolle. Sie sind für beide Abwehrtypen unentbehrlich als Vermittler (über Zell-Zell-Kontakte) und zur Stimulation (über Signalstoffe) der Abwehrzellen. Es gibt also eine Arbeitsteilung bei den Abwehrvorgängen: Makrophagen und B-Lymphozyten erkennen und präsentieren freie Antigene. T-Zellen können nur auf präsentierte Antigene reagieren, indem sie sie zerstören.

Mengen produzieren können) angreift, wird die B-Zell-Population allmählich von den Stammzellen her regeneriert. Dadurch werden normale Konzentrationen schützender Antikörper (Immunglobuline) aufrechterhalten, und das Immunsystem bleibt funktionsfähig.

Actemra ist ein humanisierter monoklonaler Antikörper, der die Interleukin-6(IL-6)-Rezeptoren blockiert und dadurch die Bindung von Interleukin 6 an seine Rezeptoren verhindert. Auf diese Weise hemmt Actemra eine wichtige Vermittlersubstanz, die an dem mit RA verbundenen Entzündungsprozess beteiligt ist. Dieses Arzneimittel wird gemeinsam mit Chugai, einem Mitglied der Roche-Gruppe, entwickelt. Phase-III-Studien, die Chugai in Japan mit Actemra als Einzelmedikament durchgeführt hat, haben ergeben, dass Actemra bezüglich der Linderung von RA-Symptomen einer Behandlung mit herkömmlichen DMARDs überlegen ist; zudem verringert das Medikament das Ausmaß der Gelenkzerstörung signifikant. Ein gross angelegtes Phase-III-Programm mit über 4000

Patienten in 41 Ländern wird aktuell durchgeführt. Actemra ist der erste Vertreter aus der Präparatengruppe der IL-6-Rezeptor-Antikörper.

Ein weiterer Wirkstoffkandidat ist Ocrelizumab R1594, ein humanisierter monoklonaler Anti-CD20-Antikörper, der ebenfalls gegen B-Zellen gerichtet ist und sich durch geringere Immunogenität und eine potenziell bessere Verträglichkeit auszeichnet. Mit diesem Präparat werden Anfang 2007 Studien der Phase III zur RA-Therapie in die Wege geleitet.

Das Präparat R1503 befindet sich gegenwärtig in der Phase II. Es hemmt selektiv ein Protein, die p38-MAP-Kinase, das die Produktion von Zytokinen wie Tumor-Nekrose-Faktor (TNF), Interleukin 1 (IL-1) und IL-6 reguliert. Wird die p38-MAP-Kinase gehemmt, verringert sich die Produktion dieser Zytokine, die wichtige Vermittler-substanzen für den Entzündungsprozess sind.

Da sich die pathophysiologischen Mechanismen verschiedener Autoimmunerkrankungen teilweise gleichen, kann man be-

rechtigerweise annehmen, dass ein geprüfter neuer Wirkstoff bei mehreren Krankheitsbildern hilft. Dies muss jedoch jedes Mal von Neuem ausgetestet werden. Beispielsweise ist das Arzneimittel Remicade (Infliximab) derzeit für die Therapie von Morbus Crohn, RA, Ankylosierende Spondylitis, Juvenile RA, Psoriasis und Psoriasis-Arthritis zugelassen. Weitere Zulassungs-Testreihen werden für Ulcerative Colitis, Asthma und COPD (chronic obstructive pulmonary disease) bearbeitet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

- Wir wissen immer noch nicht, wie und weshalb eine Immunerkrankung ausgelöst wird.
- Mit neu entdeckten Markern können manche Autoimmun-Erkrankungen wesentlich früher entdeckt werden, noch bevor es zu deutlichen Symptomen oder gar destruktiven Gewebe-Veränderungen kommt.
- Neue Wirkstoffe hemmen das Immunsystem selektiv, das heißt, schwere Nebenwirkungen, die sonst bei Immunsuppression auftreten, können vermieden werden. CS

Abbildung 3: Das Entzündungsgeschehen: B-Zellen kommunizieren via Zytokinen mit anderen Immunzellen, beispielsweise T-Zellen und Makrophagen. So wird der Vorgang aufrecht erhalten oder in seiner Intensität gesteigert.

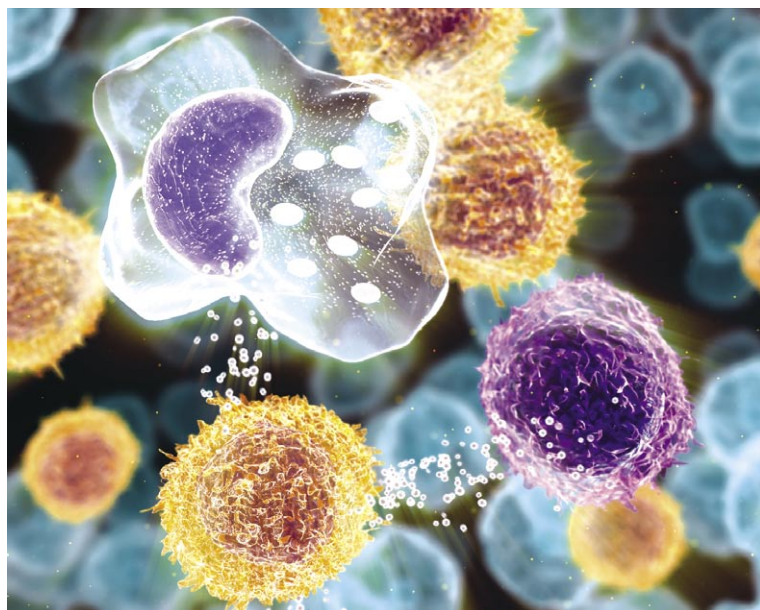
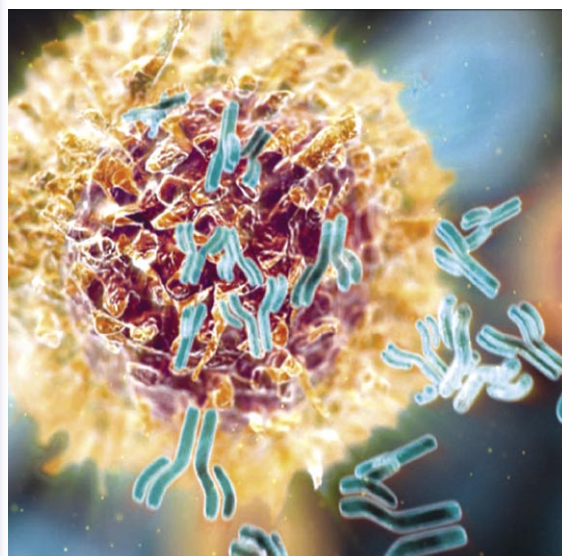


Abbildung 4: Rituximab bindet spezifisch an den Zelloberflächen-Marker CD20, der sich auf reifen und sich entwickelnden B-Zellen befindet, nicht jedoch auf Stamm- und Plasmazellen. Wenn Rituximab an CD20 bindet, werden Mechanismen in Gang gesetzt, die nur die B-Zell-Population betreffen (alle Abbildungen: Roche).



Eppendorf Young Investigator Award: Arbeit zur Apoptose

Das Sterben von Zellen kontrollieren

Das Hamburger Biotech-Unternehmen Eppendorf verlieh am 16. November zum 12. Mal den Forschungspreis, der auf europäischer Ebene herausragende Arbeiten biomedizinischer Forschung honoriert. In diesem Jahr erhielt den Preis Dr. Luca Scorrano (35) vom Dulbecco-Telethon Institute, Venetian Institute of Molecular Medicine, Padua, Italien. Dr. Kai Simons, der neuen Jury-Vorsitzende, in dieser Funktion Nachfolger von DFG-Präsident Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker, und weitere Mitglieder eines wissenschaftlichen Gremiums bewerteten die verdienstvollste Arbeit. In diesem Jahr gab es mehr als 100 Bewerber.

Das Thema der Arbeit von Scorrano ist Apoptose, der programmierte Zelltod. Er hat einen Mechanismus entdeckt, bei dem Mitochondrien den Zelltod unumkehrbar auslösen und damit neue Möglichkeiten eröffnen, das Sterben von Zellen bei Krankheiten zu kontrollieren. Kai Simons, Direktor des Max-Planck-Instituts für

Molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden, erläuterte dies in seiner Laudatio detailliert wie folgt: Die Zelle ist die grundlegende Einheit des Lebens. Manche Organismen bestehen aus einer einzigen Zelle, beispielsweise Hefen oder Amöben. Multizelluläre Lebewesen wie wir selbst besitzen hingegen Trillionen von Zellen, die in Geweben differenziert sind. Die befruchtete Eizelle teilt sich, und im Verlauf der embryonalen Entwicklung verändern die Zellen ihre Funktion und werden zu Nervenzellen, Herz-, Nieren-, Darmzellen usw. Während dieser komplexen Abläufe proliferieren die Zellen und ändern ihre Funktion, aber auch ihr Tod ist vorprogrammiert. Warum Zellen im Übermaß produziert werden, ist nicht genau bekannt. Unter Umständen werden sie als Orientierung für die Gewebebildung benötigt, und wenn ihre Aufgabe erfüllt ist, sterben sie automatisch ab.

Eine Tierzelle ist wie eine unterseeische Stadt, die im Inneren einer flexiblen Hülle tief unten im Meer dahintreibt. Der überwiegende Teil der Körpermasse von Wirbeltieren besteht aus Wasser, und ohne Wasser wäre Leben in der Form, wie wir es kennen, unvorstellbar. Jedes Lebewesen auf diesem Planeten stammt wahrscheinlich von einer einzigen Zelle ab, die sich vor etwa vier Milliarden Jahren, als sich die gerade geformte Erde langsam abkühlte, in der Ursuppe geteilt hat. Die äußere Zellohülle bildet eine Barriere gegen das Wasser von außen. Die Plasmamembran – wie diese Hülle bezeichnet wird – reguliert, was in die Zelle hinein- und aus ihr hinaus gelangt. Bei der Flüssigkeit im Zellinneren handelt es sich nicht um Wasser, sondern eher um ein formloses Gelee, das Zytosol. In diesem Zytosol befinden sich verschiedene Kompartimente mit unterschiedlichen Funktionen.

Das aufgrund seiner Größe offensichtlichste ist der Zellkern, sozusagen das Rathaus. Im Zellkern befindet sich die genetische Bibliothek der

Zelle – diejenigen Informationen, die in Form eines aus vier Buchstaben bestehenden Codes in den Nucleinsäuremolekülen kodiert sind, welche wiederum in Chromosomen organisiert sind. Im Zellkern werden die Entscheidungen darüber getroffen, welche Gene transkribiert und anschließend in spezifische Proteine übersetzt werden. Die Genexpression wird durch chemische Signale von außen gesteuert, die den Zellkern über die Plasmamembran erreichen, die in ständigem Kontakt mit der Umgebung steht. In den Körperflüssigkeiten zirkulierende Hormone und Wachstumsfaktoren binden an bestimmte Proteine auf der äußeren Oberfläche der Plasmamembran. Durch diese Bindung wird die Freisetzung chemischer Botenstoffe in der Zelle stimuliert, die die Signale über das Zytosol an den Kern übermitteln.

Wurstförmige Kompartimente, die Mitochondrien, sind die Kraftwerke der Zelle. Mit Hilfe von Sauerstoff verbrennen sie Nährstoffe und liefern chemische Energie. Mitochondrien erweisen sich als Besonderheit, da sie wahrscheinlich von primitiven Bakterien abstammen, die in den Vorstufen der Tierzellen vorkamen, dort verblieben und sich zu Kraftwerken spezialisierten.

Mit Ausnahme einiger Proteine, die zu den Mitochondrien gehören, werden alle Proteine einer Tierzelle im Zytosol synthetisiert, und viele von ihnen befinden sich in den länglichen Hohlräumen, die das endoplasmatische Retikulum bilden. Die Proteine können für andere Zellbestandteile oder für den Export aus der Zelle bestimmt sein. Dabei müssen die Proteine den Golgi-Apparat passieren, eine Art Postamt, das die Zellkomponenten an die jeweiligen Empfänger weiterleitet. Zu den möglichen Empfängern gehören die Lysosomen, eine Art Mülldeponie mit integrierter Recyclinganlage. All diese Kompartimente besitzen – je nach dem Zelltyp, in dem sie sich befinden – eine ganz bestimmte Größe, Form und Position

Der diesjährige Preisträger Dr. Luca Scorrano (links) mit dem neuen Vorsitzenden der Jury für den Eppendorf Young Investigator Award, Prof. Dr. Kai Simons (Foto: Kickuth).



innerhalb der Zelle. Darüber hinaus verfügen alle über Membranen, deren Struktur der Plasmamembran ähnelt. Die Membranen bestehen aus zwei dicht aneinander grenzenden Schichten aus Fett, den Lipiden. Diese bilden Gebilde, die so flexibel wie Seifenblasen sind, aber eine stabile Struktur aufweisen. Die Membranen enthalten ferner Proteine, die die spezifischen Aufgaben der verschiedenen Kompartimente ausführen.

Die Zellbestandteile werden fortwährend erneuert. Wie bei der Wartung eines Flugzeugs werden die Teile überprüft und in regelmäßigen Abständen ausgetauscht. Dies gilt für alle Proteine, die die Zelle enthält.

Nun ist die Zelle nicht nur in der Lage, ihre Bestandteile zu erneuern, damit diese in tadellosem Zustand bleiben. Außerdem können Zellen durch ein eingebautes Programm, den so genannten programmierten Zelltod (auch als Apoptose bezeichnet), ange regt werden abzusterben. Dies bedeutet ganz einfach Folgendes: Geraten die Dinge außer Kontrolle, begeht die Zelle Selbstmord. So schwellen Zellen, die akut geschädigt sind, normalerweise an und zerplatzen. Dieser Vorgang wird als Nekrose bezeichnet und ist schlecht für den Organismus, da er eine potenziell schädliche Entzündungsreaktion auslösen kann. Andererseits sterben Zellen im Rahmen der Apoptose in geordneter Weise, ohne den Organismus zu schädigen. Die Plasmamembran beginnt Blasen zu werfen, die Zelle schrumpft, die DNA im Zellkern kondensiert und zerfällt. Schließlich zerfällt die gesamte Zelle in apoptotische Körper, die dann von anderen Zellen „verschlungen“ – phagozytiert – werden können. Die Komponenten der toten Zellen werden abgebaut und wieder verwendet. Der gesamte Prozess ist ein Wunder an Effizienz und führt zu einer raschen Abfallverwertung mit eingebauter Nachhaltigkeit.

Der programmierte Zelltod kann durch intrinsische und extrinsische Signale ausgelöst werden. Ist beispielsweise die genomische DNA im Zellkern geschädigt und kann nicht repariert werden, begeht die Zelle eher Selbstmord, als dass sie falsche DNA-Informationen weitergibt. Den

Eppendorf-Award des vergangenen Jahres erhielt übrigens Thomas Helleday für seine Arbeit zur DNA-Reparatur. Eben dieser Abwehrmechanismus läuft bei Krebserkrankungen aus dem Ruder. Krebszellen müssen den Apoptosemechanismus außer Kraft setzen, denn ansonsten können sie nicht wachsen und metastasieren. Extrinsische Steuerungselemente des programmierten Zelltods sind z. B. von T-Zellen ausgehende Todessignale. Die T-Zellen wollen mit Viren infizierte Zellen zerstören, um eine Virusinfektion zu bekämpfen. Diese Todessignale aktivieren Rezeptoren auf der Plasmamembran der infizierten Zellen. Das Signal wird in die Zelle weitergeleitet, die dann das Programm startet.

Luca Scorrano und seine Mitarbeiter haben diesen Mechanismus, durch den sich die Zelle selbst zerstört, entziffert. Überraschenderweise spielen die Mitochondrien, die Kraftwerke der Zelle, bei diesem Prozess eine entscheidende Rolle. Mitochondrien sind lebenswichtig, da hier chemische Energie in Form von ATP produziert wird. Diese Zellkompartimente besitzen eine komplex organisierte Struktur. Sie werden von einer Doppelmembran umgeben, wobei die innere Membran eine Faltstruktur mit „Cristae“ (Einstülpungen) aufweist. Mitochondrien können vereinzelt vorliegen oder einem komplizierten Netzwerk in der Zelle angehören. Sie teilen sich und verschmelzen miteinander. Es ist bereits bekannt, dass ein wichtiger Signalmediator im Rahmen der Apoptose ein Mitochondrienprotein mit dem Namen Cytochrom C ist. Dieses Protein spielt eine Rolle für die Energieproduktion, in dem es Elektronen in das Innere des Kraftwerks bewegt. Es besitzt jedoch noch eine andere Funktion. Bei der Apoptose wird Cytochrom C aus den Mitochondrien freigesetzt und aktiviert den Mechanismus, der zum Zerfall der Zelle und damit zu ihrem Tod führt. Normalerweise wird Cytochrom C im Inneren der Cristae festgehalten. Die Cristae bilden eine Vielzahl „verschlossener Säcke“, und Luca Scorrano hat herausgefunden, dass sich diese Säcke während der Apoptose öffnen und Cytochrom C in

den Raum zwischen der inneren und äußeren Membran des Mitochondriums freisetzen. Angeregt durch apoptotische Effektoren diffundiert Cytochrom C dann durch Poren in der äußeren Membran in das Zytosol. Im Zytosol bindet Cytochrom C an andere Proteine, die wiederum Kaspasen (Protein-zersetzende Enzyme) aktivieren, welche den programmierten Zelltod unumkehrbar in Gang setzen. Luca Scorrano hat darüber hinaus festgestellt, dass OPA1, das Protein, welches den Sack, in dem Cytochrom C abgesondert ist, verschließt, auch bei der Fusion von Mitochondrien eine Rolle spielt. Mitochondrien besitzen keine statische Form. Sie müssen sich während der Zellteilung teilen, um die Tochterzellen mit Mitochondrien auszustatten. Und all dies muss ablaufen, ohne dass der programmierte Zelltod ausgelöst wird!

Auch der jüngste Beitrag von Luca Scorrano zu dieser faszinierenden Geschichte betrifft das Protein, welches den Knoten bildet, mit dem OPA1 dafür sorgt, dass Cytochrom C fest in seinem Sack verschlossen bleibt. Gemeinsam mit der Gruppe von Bart de Strooper im belgischen Leuven hat er ein proteolytisches Enzym mit dem Namen PARL gefunden, das beim Verschließen des Sacks eine entscheidende Rolle spielt. Das membrangebundene OPA1 wird durch PARL gespalten und bildet ein lösliches Fragment. Dieses wird benötigt, um normalerweise den Sack verschlossen zu halten. Durch den apoptotischen Mechanismus wird der Knoten jedoch gelöst, und es kommt zur Freisetzung von Cytochrom C. Durch Forschungen wie die von Scorrano werden wir möglicherweise eines Tages in der Lage sein, das Selbsttötungsprogramm verschiedener Krebszellen einfach anzuschalten und sie zu vernichten. Oder wir könnten fehlerhafte Zellen in verschiedenen Organen zerstören, indem wir den programmierten Zelltod auslösen, dann neue Stammzellen einbringen, die die Funktion der erkrankten Gewebe wieder herstellen.

Eppendorf fördert mit diesem Preis junge europäische Wissenschaftler, die maximal 35 Jahre alt sind. Bewerbungsschluss für diesen Preis im kommenden Jahr ist der **30. Juni 2007**.

Bayer-Innovationsperspektive 2006

Die Transformation zu einer „Smart Factory“

Der Bayer-Konzern will Innovation als eine der wichtigsten Zielsetzungen in der Unternehmensstrategie weiter stärken. Konzern-intern soll dafür die neue „Triple-i Initiative“ sorgen. Zudem investiert das Unternehmen im laufenden Jahr 1,9 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung.

Im Rahmen des Presseforums „Die Bayer-Innovationsperspektive 2006“ in Leverkusen erläuterte der Vorstandsvorsitzende Werner Wenning die derzeitigen Pläne des Bayer-Konzerns. Das F&E-Budget von 1,9 Milliarden Euro ist nach seinen Worten das größte Budget in der chemisch-pharmazeutischen Industrie in Deutschland. Schon heute erwachsen aus der Forschungsleistung des Unternehmens pro Werktag drei neue Patentanmeldungen. Die Bayer Innovation GmbH (BIG) evaluiert und entwickelt neue Geschäftsfelder für den Konzern, die in Bezug zu den Bayer-Schwerpunkten Gesundheit, Ernährung und hochwertige Materialien stehen.

Mit der Innovationsinitiative Triple-i, was für „Inspiration, Ideen und Innovation“ steht, soll das Kreativ-Potenzial der weltweit rund 110.200 Bayer-Mitarbeiter genutzt werden. Es gelte für jeden Mitarbeiter, so Wenning, sich zu fragen, wo es im privaten oder beruflichen Umfeld Bedürfnisse gebe, für die

noch keine Lösung existiere. Jede Mitarbeiter-Idee werde in einer eigenständigen Organisation von einem Expertenteam geprüft. Bei entsprechenden Erfolgsaussichten können die Ideen dann mit allen notwendigen professionellen Maßnahmen bis zur Marktreife weiterentwickelt werden, auch unter Einbeziehung externer Spezialisten mit Hilfe der BIG. Vom Ideengeber wird nicht erwartet, ein perfekt ausgearbeitetes Geschäftsmodell zu präsentieren. Als Ausgangspunkt reicht zunächst die Beantwortung einiger Fragen: Für welches Produkt oder welchen Service sehen Sie einen Bedarf am Markt? Wer könnte Ihr Produkt oder Ihren Service brauchen? Welchen Vorteil hat der Kunde? Warum kann Bayer das Problem am besten lösen? Haben Sie eventuell schon einen ersten technischen Lösungsansatz? Im nächsten Schritt entwickeln die Innovationsmanager gemeinsam mit den Ideengebern einen Businessplan für ihre Produktidee. Dabei erhalten die Ideengeber konkrete und zeitnahe Informationen über den weiteren Prozess. Sie werden auf Wunsch in die Entwicklung eingebunden und würden im Erfolgsfall auch finanziell von ihrer Innovation profitieren. Für dieses Procedere hat Bayer 2006 50 Millionen Euro zur Verfügung gestellt. Allein in den ersten sechs Monaten haben

sich über 1600 Mitarbeiter aus aller Welt an der Innovationsinitiative des Konzerns beteiligt. Die ersten sechs Erfolg versprechenden Ideen haben schon die erste Hürde gemeistert. Ohne konkreter zu werden stellte Wenning als ei-

ne der Ideen den Begriff „smart factory“ in den Raum. Für detaillierte Erläuterungen sei es noch zu früh.

Arzneimittel aus Pflanzen

Bayer-Forschungsvorstand Dr. Wolfgang Plischke stellte als ein Beispiel einer viel versprechenden Entwicklung die Produktion von Arzneimittel-Wirkstoffen in Pflanzen vor. Die Produktion von Proteinen oder auch Impfstoffen ist in Pflanzen möglich. Icon Genetics zum Beispiel, ein Tochterunternehmen der BIG, nutzt Tabakpflanzen zur Herstellung von Pharmazeutika. Zuerst werden die gewünschten Gene, die das Medikament produzieren sollen, in ein Pflanzenvirus eingebaut. Dieses modifizierte Virus wird dann mit Hilfe von Bakterien in die Tabakzellen eingeschleust, indem die Pflanzen bis zum Wurzelansatz in die Bakterien-Lösung gesteckt und einem Vakuum ausgesetzt werden. Damit wird laut Plischke ein weitaus besseres Ergebnis erzielt als etwa beim Besprühen der Pflanzen. Das Gen findet sich anschließend in allen Blättern der Tabakpflanze wieder und stellt dort das gewünschte Protein oder den Wirkstoff her. Rund zehn Tage wachsen die behandelten Pflanzen unter normalen Treibhausbedingungen und bilden in ihren Zellen erhebliche Mengen der jeweils gewünschten Produkte, die abschließend in einem Reinigungsprozess gewonnen werden können. Der Clou: Die Pflanzen bauen die fremden Gene nicht in ihr Erbgut ein, sondern verlieren die fremde Erbinformation nach einiger Zeit wieder. Der Prozess reduziert nach Angaben des Forschungschefs gegenüber anderen Produktionsarten die Kosten und ist sehr flexibel. Proteine ließen sich damit sehr schnell gewinnen. Damit sei ein Grundstein gelegt für ein Produktionsverfahren von Medikamenten gegen seltene Krankheiten bei einem relativ kleinen

Journalisten aus 16 Ländern waren angereist, um von Bayer-Konzernchef Werner Wenning (rechts) und Forschungsvorstand Dr. Wolfgang Plischke etwas über die Innovationen des Leverkusener Konzerns zu erfahren (Foto: Kickuth).





Für Tabakpflanzen als Poduzenten für Wirkstoffe von Orphan Drugs hat man bei Bayer ein gentechnisches Verfahren entwickelt, bei dem die fremden Gene nicht ins Erbgut der Pflanze eingebaut werden (Archiv-Foto von Tabakpflanzen: RK).

Kreis betroffener Menschen, deren Erforschung bisher aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage kam; solche Medikamente laufen auch unter der Bezeichnung Orphan Drugs. Bisher wurden nach Angaben des Verbandes Forschender Arzneimittelhersteller mehr als 6000 solcher Erkrankungen identifiziert. Nach Aussagen Plischkes kann der Leverkusener Konzern mit der neuen Methode bereits innerhalb weniger Wochen Wirkstoffmengen herstellen, die erste therapeutisch orientierende Versuche im Tiermodell erlauben.

Mit der Akquisition der Schering AG, der größten Übernahme in der mehr als 140-jährigen Firmengeschichte, rückte Bayer an die Spitze der deutschen Pharmakonzerne vor Boehringer Ingelheim. Dadurch werden auch die Forschungsaktivitäten im Pharma-Bereich noch verstärkt; das Forschungsbudget von Bayer Schering Pharma mit Sitz in Berlin beträgt derzeit 1,6 Milliarden Euro. Vor allem die Therapiegebiete Herz-Kreislauf- und Krebserkrankungen sollen bearbeitet werden. Zu den besonderen Entwicklungen im Pharma-Bereich zählt das Präparat Nexavar gegen

Nierenkrebs, das in Rekordzeit, drei Jahre schneller als der Durchschnitt, Ende 2005 in den USA auf den Markt gebracht wurde. Die EU-Zulassung erhielt Bayer in diesem Jahr. Für die Indikationen Leber-, Haut- und Lungenkrebs befindet sich der Wirkstoff bereits in der fortgeschrittenen klinischen Prüfung. Weitere Beispiele für die Fortschritte in der Pharma-Forschung sind das Anti-Thrombosemittel Rivaroxaban sowie die erweiterte Zulassung für das Verhütungsmittel YAZ und das Multiple-Sklerose-Präparat Betaferon.

Die Forschungsausgaben des Teilkonzerns Bayer CropScience sollen bis zum Jahr 2015 von derzeit rund 630 Millionen Euro auf jährlich etwa 750 Millionen Euro erhöht werden. Dahinter verbirgt sich unter anderem ein starker Ausbau der Forschung in den Bereichen Saatgut und BioScience. Neben der Weiterentwicklung von Kulturen wie Gemüse, Baumwolle, Raps und Reis bietet die Pflanzen-Biotechnologie Innovationspotenzial für viele ungelöste Probleme. Doch in Europa, und besonders in Deutschland, wird gerade diese neue Technologie wegen angeblich unverhältnismäßig hohem Risiko sehr kontrovers diskutiert. Die Zukunftschancen auf diesem Wachstumsgebiet könnten verspielt werden, so CEO Wenning, wenn es nicht bald zu einer Novellierung des Gentechnikgesetzes komme. Die Pflanzen-Biotechnologie sei in Deutschland erfunden worden. Angewendet werde sie inzwischen in 21 anderen Ländern, auf einer Fläche von 90 Millionen Hektar.

Die Pflanzen-Biotechnologie wird auch bei der Kommerzialisierung erneuerbarer Energiequellen künftig stark an Bedeutung gewinnen. Die Produktion von Biodiesel und Bioethanol soll einen immer größeren Teil des Ölverbrauchs ersetzen (siehe CLB 09/10-2006, Seite 325 sowie M66-M67). Die USA zum Beispiel verfolgen als nationale Strategie, bis zum Jahr 2025 auf drei Viertel der Ölimporte aus dem Nahen Osten verzichten zu können, indem sie insbesondere Anlagen

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- **Prostatakrebs** – beobachten oder therapieren? Bislang eine schwierige Entscheidung. Wissenschaftler des Deutschen Krebsforschungszentrums und des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf entwickelten einen neuen Ansatz, um Prostatakarzinome sicherer zu erkennen und ihre Aggressivität frühzeitig einschätzen zu können. Sie identifizierten ein Muster an Genaktivitäten in Prostatazellen, das ein sehr frühes Stadium der bösartigen Zellveränderungen kennzeichnet. So können dem Patienten unter Umständen belastende Operationen oder Chemotherapien erspart werden.

- **Unbekannte Genprodukte** werden von Wissenschaftlern des Deutschen Krebsforschungszentrums systematisch auf krebsrelevante Eigenschaften getestet. Dabei stießen sie auf das Protein Vmp1, an der Ausbildung von Zell-Zell-Kontakten beteiligt ist. Über solche Kontaktstellen sind Zellen normalerweise fest im Gewebeverbund verankert. Wird die Vmp1-Produktion zurückgefahren, löst sich die Zelle aus ihrem Verbund und kann so die Invasion in benachbarte Gewebe starten. In Krebszelllinien ist die Vmp1 Produktion deutlich gedrosselt. Deshalb kann Vmp1 als Gegenspieler der Metastasierung bezeichnet werden.

- **Bei Tumoren im Kopf/Hals-Bereich** geht der Entwicklung von Metastasen im Körper in den meisten Fällen das Einnisten von Krebszellen in die regionalen Lymphknoten voran. In der komplexen Anatomie dieses Körperbereichs ist Ärzten das Aufspüren der kleinen Tumornester nahezu unmöglich. Forscher der Universität Utrecht haben eine Methode entwickelt, um bei Mundhöhlenkarzinomen anhand der Genaktivität von Zellen des Primärtumors das Vorhandensein von Lymphknotenabsiedelungen nachzuweisen.

- **Für ein Schlüsselmolekül bei Krebsentstehung**, Infektion und Entzündung halten Wissenschaftler aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum das Protein DMBT1. Beispielsweise fehlt bei 84 Prozent aller Tumoren, die von Epithelzellen abstammen, das DMBT1-Gen ganz oder ist teilweise verloren gegangen. DMBT1 bindet und verklumpt das Eiweiß von Viren und Bakterien, die so ihre Infektionsfähigkeit verlieren. Außerdem lockt DMBT1 Immunzellen an den Ort des Geschehens. Darmschleimhautzellen steigern auf Entzündungsreize hin die DMBT1-Produktion. Das Metaprotein könnte als zentraler Angriffspunkt für die Behandlung einer ganzen Reihe von Erkrankungen geprüft werden.

- **Das Trojanische Pferd** im Kampf gegen Krebs. Forscher des Instituts für Anorganische Chemie an der Universität Wien schleusen durch ein Eisentransportprotein „getarnte“ Wirkstoffe in Krebszellen ein. Statt des Eisens, das der Tumor für sein Wachstum dringend benötigt, gelangen antitumoral wirkende Substanzen in die Zelle, die daraufhin abstirbt. Ein viel versprechender neuer Weg in der Krebstherapie, der auch schon erfolgreich an Patienten getestet wurde.

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- **Am malignem Melanom** erkranken in Deutschland jedes Jahr 15 000 Menschen. Im fortgeschrittenen Stadium ist die Prognose schlecht, die meisten Patienten sterben innerhalb eines Jahres. Wissenschaftler der Universitäts-Hautklinik Heidelberg testen derzeit eine Kombinationstherapie aus Chemotherapie und Immunaktivierung. Trotz einiger Nebenwirkungen zeigen vorläufige Ergebnisse vielversprechende Ergebnisse.

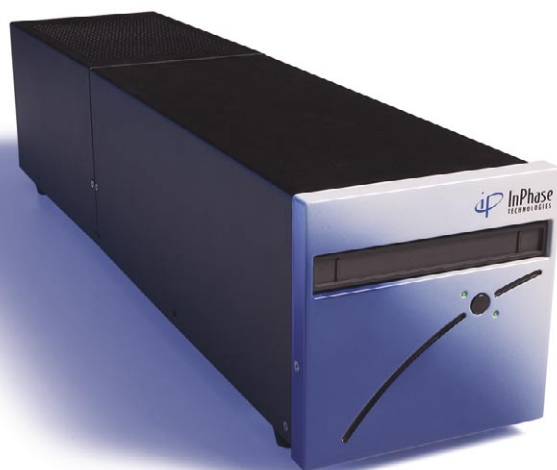
- **Tedanolid** wurde vor 20 Jahren aus dem karibischen Feuerschwamm isoliert. Der Wirkstoff zeigt eine hohe Antitumoraktivität bei sehr geringer Anwendungskonzentration. Forschern vom Institut für Organische Chemie der Leibniz Universität Hannover ist erstmals die Totalsynthese von Tedanolid gelungen. Die Substanz hat eine große Bedeutung für die Entwicklung zukünftiger Krebspräparate und ein enormes Marktpotenzial.

- **Die Sterblichkeit von Gebärmutterhalskrebs** kann bis zu 70 Prozent gesenkt werden. In Deutschland wurden im Jahr 2002 6700 neue Zervixkarzinome registriert und 1700 Frauen verstarben. Seit Oktober 2006 ist der erste Impfstoff gegen Gebärmutterhalskrebs auf den deutschen Markt. Ein zweiter Impfstoff wird Anfang des kommenden Jahres verfügbar sein. Das Prinzip: leere Virushüllen, Virus-ähnliche Partikel (VLP), induzieren Virus-neutralisierende Antikörper, welche die primäre Infektion mit bestimmten HPV Typen verhindern.

- **Das Bakterium Helicobacter pylori** ist für die Entstehung von Magengeschwüren, aber auch von Magenkrebs, verantwortlich. Forscher bei Novartis Vaccines, Siena, Italien, zeigten, dass Helicobacter das Protein CagA in die Epithelzellen der Magenschleimhaut injiziert und damit eine ganze Reihe von Veränderungen in der Zellbiologie bewirkt, ähnlich denjenigen anderer Krebsgene.

- **Eine wichtige Gruppe von Onkogenen** kodiert für Proteine, die im Zellkern lokalisiert sind und die Expression von Genen steuern. Zu diesen Proteinen gehört das Myc-Protein, das das Zellwachstum steuert. Normale Zellen haben sehr wenig Myc-Protein, Tumorzellen erzeugen zum Teil sehr hohe Mengen des Proteins. Wissenschaftler aus Marburg entdeckten, dass an das Myc-Protein nach seiner Synthese Ubiquitinketten angehängt werden, die für die Aktivität von Myc notwendig sind. Das Enzym, welches diese Modifikation durchführt, heißt HectH9. In der Zellkultur führt die Hemmung von HectH9 zu einer Hemmung des Zellwachstums.

- **Prognosen** über den Verlauf von Dickdarmkrebs sind schon in einem frühen Stadium möglich, so die Wissenschaftler der TU Graz. Erkrankt ein Patient, der als geheilt gilt, eventuell wieder? Könnte einem Menschen mit der Diagnose Darmkrebs eine belastende Chemo-Therapie erspart bleiben? Art, Dichte und Lokalisation der Immunzellen in Darm-Tumoren lassen Aussagen über die klinischen Folgen zu.



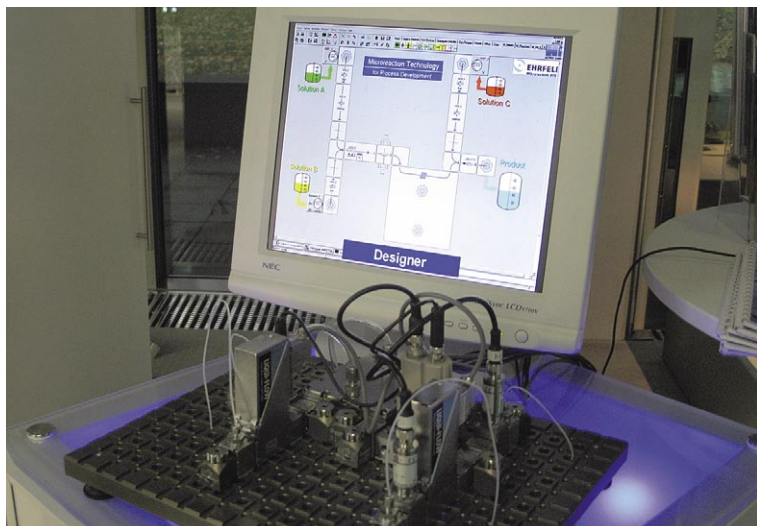
Das Laufwerk für die Cartridges, in denen sich der holografische Datenträger von Bayer MaterialScience befindet, hat noch etwa die Ausmaße eines Toasters. Es soll noch in diesem Jahr auf den Markt kommen (Foto: Inphase Technologies).

zur Produktion von Bioethanol aus Holzabfällen und Mais aufbauen. Doch die Menge an Ackerland ist begrenzt, die Verwendung von Lebensmitteln zur Energieproduktion ethisch umstritten. Die Konkurrenz um Anbauflächen von Lebensmitteln und Biokraftstoffen kann nur entschärft werden, wenn für alle sowohl genügend Nahrungsmittel als auch ausreichend Energie zur Verfügung stehen. Da die Agrarflächen nicht vergrößert werden können, die Ernteerträge aber weiter steigen müssen, ist dieses Ziel nicht ohne die Verfahren der Pflanzenbiotechnologie zu errei-

chen. Der Konzern in Leverkusen will dafür kräftig investieren: Das Forschungsbudget der Biotechnologie von derzeit 80 Millionen Euro soll auf 200 Millionen Euro im Jahr 2015 erhöht werden.

Neue Anwendungen, umweltschonende Produktionsmethoden und maßgeschneiderte Kundenlösungen stehen im Fokus der Forschungsaktivitäten von Bayer Material-Science. Mehr als 250 Millionen Euro hat dieser Teilkonzern im vergangenen Jahr in Forschung und Entwicklung investiert. Hinzu kommen noch knapp 80 Millionen Euro an Entwicklungskosten

Beispiel eines Mikroreaktors der Ehrfeld Mikrotechnik BTS GmbH. Durch den Einsatz von Mikroreaktoren etwa bei der Herstellung von Pharma-Wirkstoffen wird die Verfahrensentwicklung beschleunigt, Sicherheitsfragen lassen sich leichter lösen, die Flexibilität wird erhöht (Foto: RK).



für gemeinsame Projekte mit Kunden. Auch das ist nach Unternehmensangaben eines der größten F&E-Budgets der Branche.

Ein interessantes Beispiel aus diesem Bereich betrifft die optische Datenspeicherung. Hier liefert das deutsche Unternehmen das Material für Holodisks. Diese werden zu Anfang 300 Gigabytes an Daten fassen. Diese befinden sich als Hologramme in einer speziellen Polymerschicht. Das ganze System soll noch in diesem Jahr von dem US-amerikanischen Unternehmen und Kooperationspartner InPhase Technologies unter dem Namen Tapestry auf den Markt kommen. In der zweiten Produktgeneration sollen 2008 bereits 800 Gigabyte auf einem Medium – einer 1,5 Millimeter dicken Polymerschibe – Platz haben, die dann 2010 sogar auf 1,6 Terabyte verdoppelt werden sollen! Von der Holografie verspricht sich Forschungschef

Plischke aber noch mehr, beispielsweise neuartige Gebäude-Beleuchtungs- sowie Informationssysteme. Das Marktpotential der Holografie werde von Experten in zehn Jahren auf viele Milliarden Euro geschätzt. Bayer investiere alleine in dieses Gebiet in den nächsten drei Jahren drei Millionen Euro in die Forschung.

Insgesamt sind bei Bayer zur Zeit 12700 Menschen in Forschung und Entwicklung tätig. Knapp 30 Prozent davon arbeiten in den USA und über 60 Prozent in Europa. Mit mehr als 6100 Mitarbeitern ist Deutschland nach wie vor der wichtigste Forschungsstandort der Bayer AG.

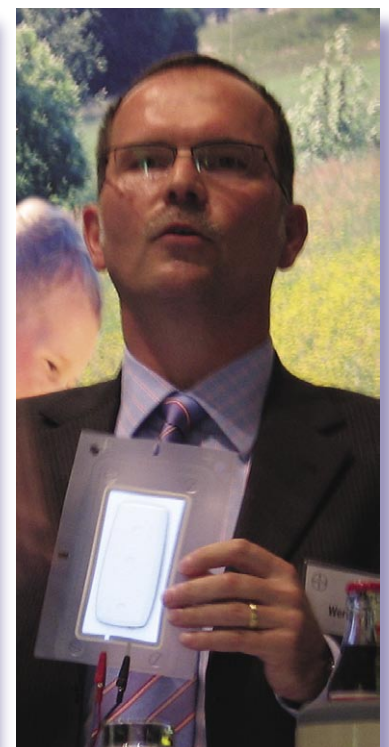
„Man muss viel Geld investieren und eine Menge Geduld aufbringen, um eine Infrastruktur und eine Know-how-Basis zu schaffen, die Spitzentechnologie hervorbringen“, sagte Wenning. Deutschland und Europa hätten lange Zeit vom guten

Bestand gezehrt. Doch nun sei es dringend an der Zeit, auch wieder die Substanz zu stärken, ansonsten drohe man den Anschluss an andere Staaten zu verlieren. „Was wir brauchen, ist Mut zum Fortschritt“, so Wennings Appell. Gleichzeitig äußerte er Sorgen bezüglich des wissenschaftlichen Nachwuchses. „Unser Bildungssystem liefert zu wenig Talente für eine dynamische, innovationsgetriebene Wirtschaft. Für eine flexible, globalisierte Forschung und Produktion genügt die Standardausbildung längst nicht mehr.“ Und die wenigen, die sich auf einem Erfolgsweg befinden, finden oft im Ausland attraktivere Einsatzmöglichkeiten.

Der Bayer-Vorstandsvorsitzende verwies auch auf die Technologiescheu und Akzeptanz-Probleme innovativer Technologien in der Bevölkerung. Hier seien Politik und Wirtschaft gleichermaßen gefordert, Aufklärungsarbeit zu leisten. RK

Bild unten: Die komplexe Systematik heutiger Entwicklungen, die miteinander verschiedenste Fachrichtungen verknüpfen, verdeutlichte besonders gut eine Darstellung der Bayer Technology Services: Auf dem Weg zur personalisierten Medizin – oder etwa zu Fragen der Pharmako-Kinetik bei Kindern – bedient man sich zunächst im Rahmen der Systembiologie mathematischer Modelle. Daten erhält man von Biochip-Technologien, Medikamente stellt man in kurzer Entwicklung vom Labormaßstab bis zum Produktionsmaßstab mit flexiblen, leicht skalierbaren Mikroreaktor-Techniken her. Die Pharma-Wirkung dann durch Systeme für eine gesteuerte Wirkstoffabgabe optimiert.

Bild rechts unten: Leuchtet bald die Auto-Innenverkleidung oder die Handy-Schale? Zumindest schafft die Lyttron Technology GmbH dazu die Voraussetzung, wie deren Geschäftsführer Thilo Werners erläuterte. Das Unternehmen wurde im Februar dieses Jahres als Start-up von Bayer gegründet. Es hat zur Zeit 25 Mitarbeiter. Sein Geschäftsmodell begründet sich in neuen Anwendungen auf Basis frei verformbarer Elektrolumineszenz-Folien. Der Produktionsstart soll im zweiten Quartal 2007 erfolgen (Fotos: RK).



Namensgeber von SI-Einheiten (Teil 10)

Joseph Henry (1779–1878)



Abbildung 1: Joseph Henry (1779–1878).

Joseph Henry (Abbildung 1) wurde am 17. Dezember 1779 in Albany im Staate New York (USA) geboren. Zunächst war er beruflich als Uhrmacher tätig. Im Jahr 1826 wurde er Mathematik-Professor an der Akademie in Albany und 1832 Professor der Physik an

der Universität in Princeton. Im Jahre 1846 wurde Henry Sekretär der Smithsonian Institution in Washington, einer führenden nordamerikanischen Akademie, die unter anderem als Zentralstelle für den weltweiten Austausch von wissenschaftlichen Gegenständen zwischen Forschungsanstalten zuständig war. Zugleich war Henry ab 1868 Präsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften.

Abbildung 3: Technische Ausführung eines Lasthebemagneten.

Als Physiker beschäftigte sich Henry insbesondere mit den Erscheinungen des Elektromagnetismus. Fasziniert war er von der

Entdeckung des dänischen Physikers Hans Christian Ørsted (1777–1851), dem im Jahre 1820 der experimentelle Nachweis des Zusammenhanges zwischen Elektrizität und Magnetismus gelungen war.

Aus England erfuhr Henry, dass dort der Physiker William Sturgeon (1783–1850) einen kleinen Elektromagneten erfolgreich gebaut hatte (Abbildung 2). Die Erfindung interessierte ihn besonders, da er für große Elektromagnete zum Heben von Lasten in der Industrie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten voraussah.

Er unternahm deshalb in den Jahren 1836 und 1837 eine Europareise mit dem Ziel, Fachleuten der Elektrotechnik zu begegnen und Erfahrungen auszutauschen. So begegnete er in England William Sturgeon, dessen Erkenntnisse beim Bau von Elektromagneten

ihm halfen, nach der Rückkehr Elektromagnete für industrielle Zwecke herzustellen.

Seinen größten Magneten baute Henry im Jahre 1851 (Abbildung 3). Er hatte eine Masse von 50 kg und konnte Lasten bis zu etwa 2t heben. Erstmals wurden dabei die Spulendrähte durch eine Seidenummhüllung voneinander isoliert. Henry führte auch ausführliche Gespräche während seiner Europareise mit dem englischen Physiker Michael Faraday (1791–1867), der am 29. 8. 1831 die Erscheinung der elektromagnetischen In-

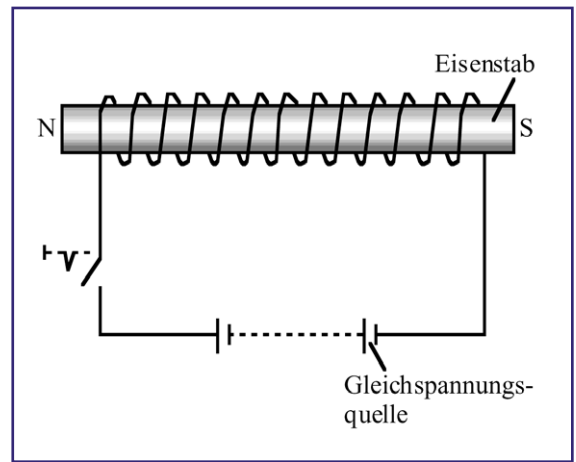
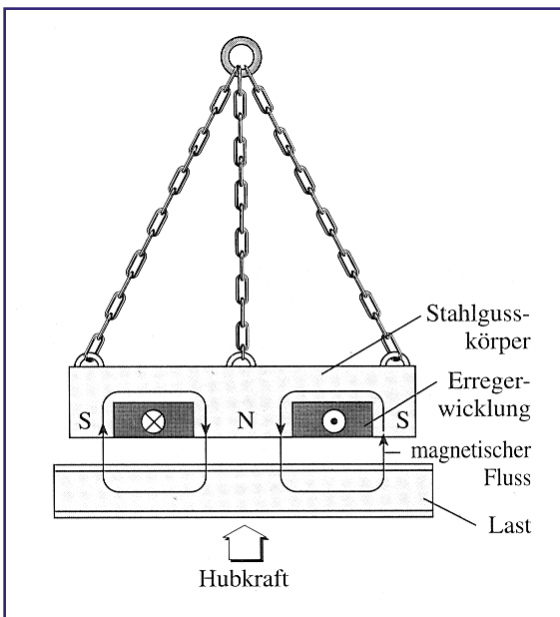


Abbildung 2: Grundprinzip des Elektromagneten.



Henry

Henry (H) ist die abgeleitete SI-Einheit der Induktivität eines elektrischen Leiters.

Definiton des Henry (H)

1 Henry (H) ist die Induktivität einer elektrisch leitenden Spule, in der durch die zeitliche Änderung des durch sie fließenden Stromes um 1 Ampere (A) pro Sekunde (s) die Spannung 1 Volt (V) induziert wird.

$$1 \text{ H} = \frac{1 \text{ V}}{1 \frac{\text{A}}{\text{s}}} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} = 1 \Omega \text{ s}$$

Anmerkung:

Da 1 Vs die Einheit des magnetischen Flusses, 1 Weber (Wb), ist, gilt auch

$$1 \text{ H} = 1 \frac{\text{Wb}}{\text{A}}$$

duktion entdeckt hatte. Weiter traf er mit Charles Wheatstone (1802–1875) zusammen, nach dem eine Widerstandsmessbrücke benannt wurde, und Samuel Christie, dem eigentlichen Erfinder der Wheatstone-Messbrücke. Eine Begegnung erfolgte außerdem mit dem englischen Mathematik-Professor Charles Babbage (1792–1871), dem geistigen Urheber der programmgesteuerten Rechenmaschine, der ihm seine Rechenmaschine vorstellte.

Große Verdienste erwarb sich Joseph Henry auch auf dem Gebiet des Wetterdienstes. Er begründete

die amerikanische Wetterberichterstattung und war Schöpfer der Wetterkarte, die später überall gebräuchlich wurde.

Noch aus einem anderen Grund ist Joseph Henry für seine Nachwelt von Bedeutung. Er hinterließ den Historikern soviel über das Leben seiner Zeit wie kein anderer Wissenschaftler. Joseph Henry starb am 13. Mai 1878 in Washington. Seine Verdienste als amerikanischer Pionier der Elektrotechnik und Urheber des Systems des Wetterberichtes begründen, dass die Einheit der Induktivität weltweit seinen Namen trägt.

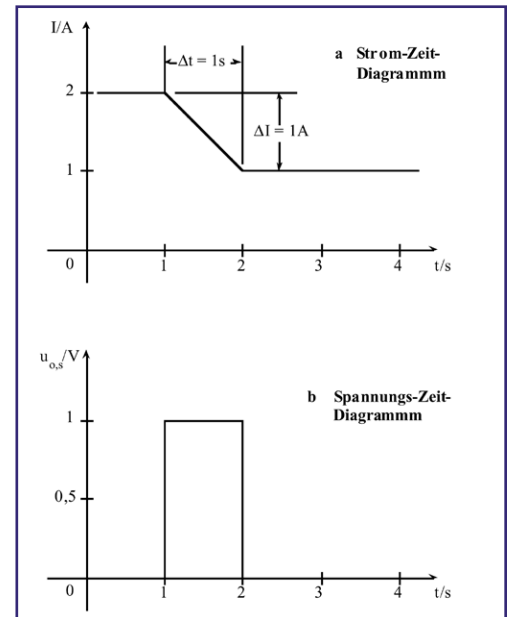


Abbildung 4: Festlegung der SI-Einheit der Induktivität

Namensgeber von SI-Einheiten (Teil 11)

Kelvin of Largs (William Thomson) (1824–1907)

William Thomson, der spätere Lord Kelvin of Largs (Abbildung 1), wurde am 26. Juni 1824 in Belfast (Nordirland) geboren. Seine besondere Begabung und Auffassungsgabe zeigten sich sehr früh, so dass er bereits mit zehn Jahren an der Universität in Glasgow immatrikuliert wurde. Mit 16 Jahren ging er als Student nach Cambridge, wo er in allen Fächern hervorragende Leistungen zeigte. Thomson lehrte und forschte ab 1846 als Physik-Professor in Glasgow an der Universität. Man sagt, dass bei ihm eine für eine Stunde geplante Vorlesung oft drei Stunden dauerte.

Thomsons Interessen galten von jeher hauptsächlich der Thermodynamik und der Elektrizität. Untersuchungen der Wärme führten ihn zu der Erkenntnis einer tiefstmöglichen Temperatur, dem absoluten Nullpunkt der Temperatur. Diesen Temperaturpunkt von $-273,15\text{ °C}$ machte er zum Ausgangspunkt einer neuen Temperatur- und Thermometerskala (Abbildung 2). Zusammen mit dem englischen Physiker James Prescott Joule (1818–1889) entdeckte er den nach beiden benannten „Joule-

Thomson-Effekt“. Dieser besagt, dass sich ein reales Gas von genügend tiefer Temperatur abkühlt, wenn es sich ohne äußere Arbeitsverrichtung ausdehnt. Die Abkühlung erfolgt deswegen, weil bei der Ausdehnung eine innere Arbeit gegen die Kräfte der Moleküle des realen Gases verrichtet werden muss. Im Jahre 1856 erkannte Thomson den nach ihm benannten thermoelektrischen „Thomson-Effekt“, der beinhaltet, dass in einem homogenen elektrischen Leiter bei Vorhandensein eines Temperaturgefälles je nach dessen Richtung Wärme erzeugt beziehungsweise entzogen wird, wenn ein elektrischer Strom fließt.

Nicht zu verwechseln ist die „Thomson-Wärme“ mit der vom Widerstand und der Stromstärke abhängigen Jouleschen Stromwärme eines elektrischen Leiters. Weiter erkannte Thomson die Wärme als Energieform, die in mechanische Arbeit umgewandelt werden kann. Mit Hilfe des Begriffes der Entropie als ein Maß für die Irreversibilität thermodynamischer Vorgänge stellte er parallel zu Rudolf Clausius (1822–1888) den 2.

Hauptsatz der Thermodynamik auf, der besagt, dass alle Wärmekraftmaschinen nur einen Teil der Wärmeenergie, die sie einem warmen Stoff entziehen, in mechanische Arbeit umwandeln können. Den Rest dieser Wärmeenergie müssen sie stets wieder an einen kälteren Stoff abgeben.

Auf dem Gebiet der Elektrotechnik gehört die nach ihm benannte Kelvinsche Stromwaage zu den bedeutendsten Erfindungen. Diese ermöglichte die Bestimmung des Zusammenhanges zwischen me-

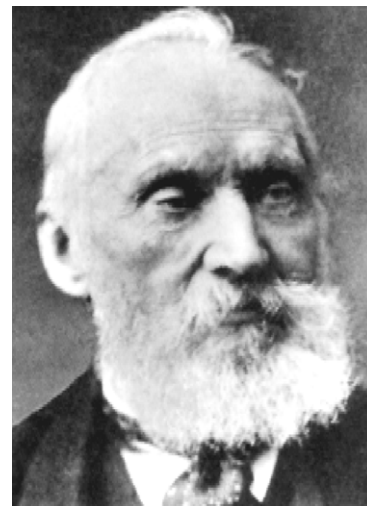
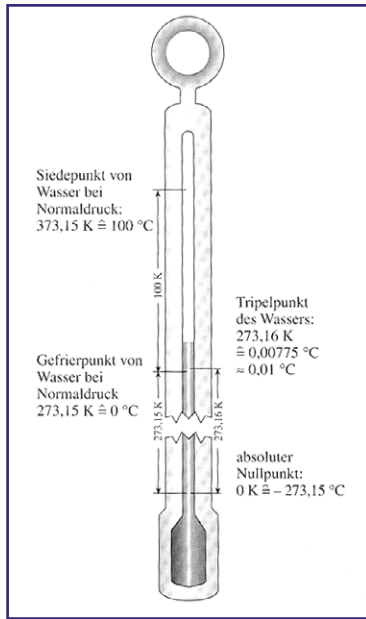


Abbildung 1: Lord Kelvin of Largs (1824–1907).

Abbildung 2: Festlegung der SI-Einheit der thermodynamischen Temperatur.

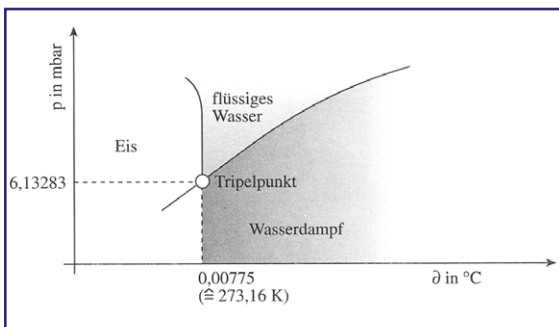


chanischer Kraft und Stromstärke. Anwendung fand die Stromwaage insbesondere zur Messung von elektrischen Strömen und zur Eichung von Strommessern. Zu nennen ist weiterhin die Entwicklung eines elektrostatischen Voltmeters, welches in der Lage war, die damals höchsten Spannungen von etwa 10 kV relativ genau zu messen.

Außerdem verbesserte Thomson mehrere Messverfahren und erfand zahlreiche weitere Messgeräte, zum Beispiel eine Messbrücke zur genauen Bestimmung von sehr kleinen elektrischen Widerständen, die heute nach ihm als Thomson-Messbrücke bezeichnet wird.

Über die Landesgrenzen hinaus wurde Thomson aber erst durch seine Mitarbeit an der Verwirklichung der ersten Seekabelverbindung zwischen Großbritannien und den USA bekannt. Er war einer der geistigen Urheber dieses Projekts und hatte das Kabel berechnet. Die erste Meldung per Seekabel konnte am 17. August 1858 durch den

Abbildung 3: Aggregatzustände von Wasser in Abhängigkeit von Druck und Temperatur.



Kelvin

Kelvin (K) ist die SI-Basiseinheit der (thermodynamischen) Temperatur.

Definition des Kelvin (K)

1 Kelvin ist der 273,16-te Teil der (thermodynamischen) Temperatur des Tripelpunktes des Wassers (Abbildung 3).

Diese Definition bedarf einer Erläuterung:

Jeder kennt aus dem täglichen Leben die Temperatureinheit Grad Celsius (°C). Sie wurde Anfang des 18. Jahrhunderts durch den schwedischen Physiker Anders Celsius eingeführt, indem er die Differenz zwischen der Temperatur des bei Normaldruck ($p_N = 1013 \text{ mbar}$) schmelzenden Eises und des bei Normaldruck siedenden Wassers in 100 gleiche Teile teilte, wobei der Nullpunkt 0 °C die Temperatur des schmelzenden Eises ist: Zur Kennzeichnung dieser „Celsius-Temperatur“ wird im Allgemeinen das Formelzeichen ϑ benutzt. Die Einheit der Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ ist damit ebenfalls 1 °C . William Thomson, der spätere Lord Kelvin, kam auf Grund thermodynamischer Untersuchungen Anfang des 19. Jahrhunderts zu der, mittlerweile experimentell vielfach glänzend bestätigten, Erkenntnis, dass es erstaunlicherweise eine tiefstmögliche Temperatur, den absoluten Nullpunkt der Temperatur, gibt. Dieser liegt bei $-273,15 \text{ °C}$. Er führte deshalb eine auf diesen bezogene neue Temperaturskala ein, die thermodynamische Temperatur, die gelegentlich auch absolute Temperatur genannt wird. Das Formelzeichen ist T. Damit hätte man es bewenden lassen können. Denn die Einheit der Temperaturdifferenz ΔT ist praktisch identisch mit $\Delta\vartheta$. Ungewöhnlicherweise hat man jedoch für die auf den absoluten Nullpunkt bezogene Temperatur einen eigenen Namen eingeführt, nämlich das oben definierte Kelvin. Das ist etwa so, als ob man die Höhe h eines Berges, die auf „NormalNull“, also die mittlere Meereshöhe bezogen ist, in m, die Höhe H, bezogen auf den Erdmittelpunkt, jedoch zum Beispiel mit dem Phantasienamen „geo“ messen würde, wobei die Höhendifferenzen $\Delta h = 1 \text{ m} = \Delta H = 1 \text{ geo}$ wären und außerdem

$$H = 6,38 \cdot 10^6 \text{ geo} + h \frac{\text{geo}}{\text{m}} \text{ gilt.}$$

Die Definition der Einheit Kelvin erfolgte so, dass man die Temperaturdifferenz zwischen dem absoluten Nullpunkt und dem sehr exakt zu bestimmen den Tripelpunkt des Wassers, an dem bei $p = 6,13283 \text{ mbar}$ Eis, flüssiges Wasser und Wasserdampf bei der gleichen Temperatur existieren, in 273,16 gleiche Teile teilte (Abbildung 3).

Natürlich gilt

$$\Delta T = 1 \text{ K} = \Delta\vartheta = 1 \text{ °C}$$

und

$$T = 273,15 \text{ K} + \vartheta \frac{\text{K}}{\text{°C}}.$$

Nordatlantik von Großbritannien nach den USA übermittelt werden. Zweifelsohne war diese Seekabelverbindung die größte technische Leistung des vorigen Jahrhunderts. Leider konnten aber nur etwa 700 Meldungen mit diesem Kabel von der einen Seite des Atlantiks zur anderen vorgenommen werden, da ein Defekt auftrat. Eine dauerhafte Fernmeldeverbindung durch den Atlantik konnte erst im Jahr 1866 zwischen beiden Kontinenten hergestellt werden, an deren

Verwirklichung Thomson ebenfalls entscheidend beteiligt war.

William Thomson, nach seiner Adelung im Jahre 1882 Lord Kelvin of Largs genannt, starb am 17. Dezember 1907 in Netherhall bei Largs (Schottland) im 84. Lebensjahr. In Anerkennung seiner Leistungen als hervorragender und hochgeehrter Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts fand er seine letzte Ruhestätte in der Westminster-Abtei neben Sir Isaac Newton (1643–1727).

Lebensmittelanalytik verständlich und praxisnah

Reinhard Matissek, Gabriele Steiner: *Lebensmittelanalytik. Grundzüge, Methoden, Anwendungen*. 3. Auflage; 408 Seiten; Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2006; ISBN-10: 3-540-62513-5; 29,95 Euro.

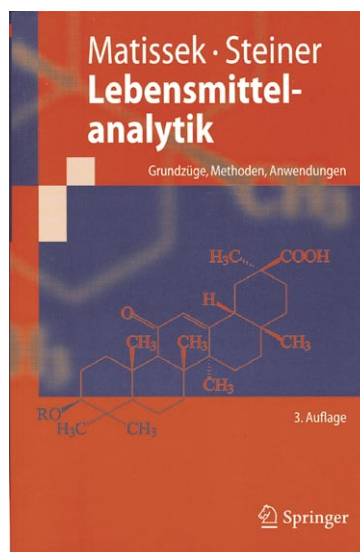
Eine Fülle von Methoden und nach verschiedenen Analysenprinzipien entwickelte Instrumente stehen heute den Analytikern als Werkzeuge für die Gewinnung qualitativer und quantitativer Informationen über stoffliche Systeme zur Verfügung. Die Tendenz ist aufgrund des technischen Fortschritts weiter steigend. Überblick und Auswahl des „richtigen“ Verfahrens werden dadurch, insbesondere für Einsteiger, nicht gerade erleichtert.

Erklärtes Ziel dieses Buches ist es, Methodik und Strategie in der Lebensmittelanalytik verständlich und praxisnah zu vermitteln: Übersichtliche Gliederung, verständliche Anweisungen zur Durchführung der Analysenvorschriften mit praktischen Tipps und Tricks, Darstellung des Analysenprinzips und der zugrundeliegenden Reaktionen, Angaben zur Auswertung der Ergebnisse mit Hinweisen zum chemisch-analytischen Hintergrund, sowie Verweise auf weiterführende Literatur.

Das Buch ist Anleitung und Nachschlagewerk für Studenten, Diplomanden, Doktoranden, Praktiker und

Laborfachkräfte der Lebensmittelanalytik und Lebensmittelchemie. Es beschreibt

grundlegende und fortgeschrittene Untersuchungsmethoden. Zahlreiche Anwendungsbeispiele zur Ermittlung der Hauptbestandteile, relevanter Minorbestandteile sowie verschiedener Zusatzstoffe und Kontaminanten stehen dabei im Vordergrund. Die zur Durchführung der Analysen notwendige instrumentelle Ausrüstung findet sich in jedem zeitgemäßen lebensmittelanalytischen Labor. Analytisch-instrumentelle Grundlagen werden in einem zusammenfassenden Kapitel gesondert behandelt. Im Anhang sind fachbezogene Abkürzungen, Akronyme, Symbole und Konstanten zu finden. CS



Hin zu selbstständigen Labormitarbeitern

Wolf Rainer Less (Hrsg.), Melanie Fleckenstein, Wolfgang Gottwald, Bianca Stieglitz: *Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe, Band 1: Pflichtqualifikationen*. 1. Auflage. Vogel Buchverlag Würzburg 2006; 424 Seiten, zahlreiche Bilder; ISBN 3-8343.3020-5; 29,80 Euro.

Die theoretische Ausbildung für die Laborberufe hat sich mit der Neuordnung 2000 und 2002 völlig verändert. Dabei steht der Erwerb einer Handlungs- und Prozessorientierung im Sinn eines lebenslangen und eigenständigen Lernens im Vordergrund.

Die Reihe „Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe“ setzt diesen modernen Ansatz konsequent um. Neben dem Erwerb solider Grundkenntnisse ist die Hinführung künftiger Labormitarbeiter zum selbstständigen Planen, Durchführen und Beurteilen von Prozessen das Ziel.

Im soeben erschienenen ersten Band werden alle chemischen und physikalischen Grundkenntnisse vermittelt, die für eine fundierte Ausbildung benötigt werden. Das entspricht im Wesentlichen den Prüfungsinhalten der Pflichtqualifikationseinheiten (PQE) beider Abschlussprüfungen. Inhalte dieses Bandes sind unter anderem: Vereinigen von Stoffen,

Trennen von Stoff- und Phasensystemen, Struktur und Eigenschaften von Stoffsystemen, präparatives Arbeiten, Synthese von Stoffen verschiedener Stoffklassen und das fachliche Rechnen, eingebettet in den jeweiligen Prozess.

Noch im Jahr 2006 erscheint der zweite Band mit den Wahlqualifikationseinheiten, während der dritte Band, ein modernes „Trainingsbuch“ 2007 veröffentlicht wird. Das Autorenteam besteht aus erfahrenen Berufsausbildern der Provis Partner für Bildung und Beratung GmbH in Frankfurt am Main. CS



CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Die beliebten Fragen aus dem CLB-Memory gibt es auch als Buch (244 Seiten mit ca. 80 Abbildungen; ISBN 3-9810449-0-8). Hier stehen Antworten und ausführliche Erläuterungen dazu. Die Themen werden zudem durch einen geschichtlichen Rückblick und Randinformationen in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet. Karikaturen von Ans de Bruin lockern die harte Arbeit beim Lösen der Fragen auf.

Preis je Buch: 24,50 Euro incl. MWSt. und Versand.

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Dieses Buch gibt Einblicke in die Chemie und angrenzende Naturwissenschaften in Form von Einführungen in verschiedene Gebiete, Fragen und den dazugehörigen Antworten. Es wendet sich an alle, die Grundlagenwissen festigen wollen. Oberstufenschüler mit Schwerpunkt Chemie/Naturwissenschaften, Auszubildende, Schüler an technischen Fachschulen und auch Studenten in den ersten Semestern von Chemie und Biologie, insbesondere auch in den Bachelor-Studiengängen, können Gelerntes wiederholen und vertiefen, aber auch Neues erfahren. Wer seit Jahren im Labor steht, dem macht es Spaß, sein Wissen kurzweilig zu überprüfen und auf dem neuesten Stand zu halten. So haben es die CLB-Leser berichtet, die diese Art von Fragen aus der Zeitschrift kennen. Über 100 Abbildungen und Tabellen erleichtern das Verständnis des Textes; gelegentlich unterbricht ein Comic den Ernst des Stoffes.

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 91,35 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

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 91,35 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).

**Dazu als Abogeschenk das CLB-Buch
Alles Repetito – oder was???**

Neue Empfehlungen zum Umgang mit Stammzellen

Besserer Rahmen für Forschung in Deutschland

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) legt jetzt neue Empfehlungen zur Stammzellforschung vor. Das Ziel: Eine Revision des Stammzellgesetzes soll die Rahmenbedingungen für deutsche Forscher verbessern.

Die internationale Stammzellforschung hat in den vergangenen Jahren wichtige neue Erkenntnisse hervorgebracht. Dies gilt vor allem für die Forschung mit humanen embryonalen Stammzellen. Sie hat das Wissen über die Eigenschaften von Stammzellen, beispielsweise im Zusammenhang mit regenerativen Zelltherapien oder der Untersuchung genetischer Krankheiten, wesentlich erweitert und präzisiert. Die Wissenschaft in Deutschland kann allerdings zurzeit aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen auf diesem Gebiet nur einen begrenzten Beitrag leisten. Durch die im Stammzellgesetz von 2002 festgelegte Stichtagsregelung und die Strafandrohung sind deutsche Forscher vom Zugriff auf neue Zelllinien und von der Arbeit in internationalen Projekten weitgehend ausgeschlossen. Diese neuen Zelllinien, die standardisiert in ausländischen Stammzellbanken verfügbar sind, ermöglichen Forschung auf internationalem Niveau und verhindern langfristig die Herstellung weiterer Stammzelllinien. Der Zugriff auf diese Stammzellbanken ist für deutsche Forscher derzeit jedoch verboten. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hält daher eine Revision des Stammzellgesetzes von 2002 für dringend notwendig und legt daher jetzt in ihrer dritten Stellungnahme zur Stammzellforschung weiter gehende Empfehlungen vor.

Keine Stichtagsregelung

Die Stichtagsregelung sollte abgeschafft werden. Der deutschen

Forschung sollten auch neuere, im Ausland hergestellte und verwendete Stammzelllinien zugänglich gemacht werden, sofern diese aus „überzähligen“ Embryonen entstanden sind.

Die in Deutschland verfügbaren Zellen sind durch tierische Zellprodukte oder Viren verunreinigt und nicht unter standardisierten Bedingungen gewonnen und kultiviert worden. In den letzten Jahren wurden jedoch neue Stammzelllinien etabliert, die frei von Verunreinigungen und auch in der Europäischen Union zulassungsfähig sind. Zum Teil sind diese Zelllinien vom „International Stem Cell Forum“ erfasst und werden von diesem für die Forschung abgegeben. Aus Sicht der DFG ist es dringend notwendig, dass Forscherinnen und Forscher in Deutschland Zugriff auf Zelllinien erhalten, die nach dem 1. Januar 2002 etabliert wurden und somit dem jeweiligen Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen. Dabei soll sichergestellt werden, dass die Zelllinien ausschließlich aus überzähligen Embryonen gewonnen wurden. Die Abschaffung der Stichtagsregelung würde die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Wissenschaftler auf dem Gebiet der Stammzellforschung nachhaltig verbessern.

Einfuhr auch für Anwendungen

Die Einfuhr von Zelllinien sollte auch dann erlaubt sein, wenn diese für diagnostische, präventive und therapeutische Zwecke verwendet werden sollen.

Im Stammzellgesetz ist festgelegt, dass Zelllinien nur für Forschungszwecke aus dem Ausland nach Deutschland eingeführt werden dürfen. Da die Entwicklung neuer, anwendungsorientierter Verfahren näher gerückt ist, sollte auch eine Einfuhr für diagnostische, präventive und therapeutische Zwecke ermöglicht werden.

Strafandrohung aufheben

Die Strafandrohung für deutsche Wissenschaftler sollte aufgehoben und der Geltungsbereich des Stammzellgesetzes eindeutig auf das Inland bezogen bleiben.

Das derzeit gültige Stammzellgesetz und die darin verankerte Strafandrohung birgt für deutsche Forscher ein erhebliches strafrechtliches Risiko, beispielsweise bei internationalen Kooperationen (darunter auch EU-finanzierte Projekte), bei Arbeiten in ausländischen Labors mit Zellen, die in Deutschland nicht zugelassen sind, und daraus resultierenden Publikationen. Diese Situation hat zu einer zunehmenden Isolierung deutscher Forscher geführt, insbesondere vor dem Hintergrund, dass immer mehr Länder Europas die gesetzlichen Restriktionen auf dem Gebiet der Stammzellforschung abbauen. Um die Kriminalisierung deutscher Forscher zu verhindern und Rechtssicherheit zu erreichen, schlägt die DFG vor, die Strafandrohung abzuschaffen und den Anwendungsbereich des Stammzellgesetzes ausdrücklich auf das Inland zu beschränken.

Gegen reproduktives Klonen

Die DFG spricht sich nach wie vor gegen das reproduktive Klonen aus. Dem „Forschungsklonen“ (somatischer Kerntransfer) steht die DFG nach wie vor ablehnend gegenüber, da grundlegende zellbiologische Prozesse der frühen Zellentwicklung noch nicht hinreichend geklärt sind. Hier sollen zunächst alternative Methoden weiter erforscht werden. Auch die Forschung an adulten Stammzellen muss weiter gefördert werden, da sie eine sinnvolle Ergänzung, wenn auch keinen Ersatz für die embryonale Stammzellforschung darstellt.

Ausführlich sind die Empfehlungen unter www.dfg.de als pdf-Datei zum Download verfügbar.

Proteine, Gene und Hormone

Rachitis bei Kindern wird etwa in 50 Prozent der Fälle durch ein mutiertes Gen auf Chromosom vier verursacht. Wissenschaftler des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit konnten nachweisen, dass das mutierte Gen zu einer Hypophosphatämie führt, bei der das Phosphat durch die Nieren verloren geht und somit für den Knochenaufbau fehlt.

Eine erbliche Variante der Parkinson-Krankheit (PARK9 oder Kufor-Rakeb Syndrom) kann bereits in der Jugend auftreten. Betroffene zeigen neben typischen Zeichen einer Parkinson-Erkrankung eine ausgeprägte Neurodegeneration einschließlich Demenz. Wissenschaftler der Universität zu Köln haben das Gen ATP13A2 identifiziert, das für die Entstehung dieser Erkrankung verantwortlich ist.

Escherichia coli Bakterien sind Bestandteil der menschlichen und tierischen Darmflora. Aus den harmlosen Darmbewohnern können jedoch Varianten entstehen, die die Harnwege besiedeln und dort Infektionen hervorrufen. Das Genom des uropathogenen E.coli-Stammes 536 haben Wissenschaftler der Georg-August-Universität Göttingen entschlüsselt. Durch die eingeschobenen Gene von sechs Pathogenitätsinseln wird den Bakterien das Anheften in den Harnwegen ermöglicht, sowie die Erschließung von Nährstoffen und die Freisetzung von Giftstoffen.

Das Herz kann sich innerhalb von Sekunden an wechselnde Umweltbedingungen anpassen, indem es seinen Herzschlag darauf einstellt. Wissenschaftler des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) fanden einen Sensor, der Veränderungen des Blutdrucks oder der Herzfüllung wahrnimmt und daraufhin Signale an die Herzmuskelzellen sendet. Ein wichtiger Bestandteil dieses Sensors ist das Protein ILK (integrin linked kinase).

Autismus ist eine tiefgreifende Störung der sozialen Interaktion und Kommunikationsfähigkeit, die bei circa einem Prozent eines Geburtsjahrgangs auftritt, häufiger beim männlichen Geschlecht. Wissenschaftler am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) haben zusammen mit Forschern des Frankfurter Universitätsklinikums und der Universität Salzburg Mutationen auf dem X-Chromosom identifiziert, die das ribosomale Protein L10 (RPL10) betreffen. Dieser Defekt führt zu einer Störung der Translation, und nachfolgend zu einer unzureichenden Nervenzellentwicklung und -verschaltung in bestimmten Hirnregionen.

RLS (Restless Legs Syndrome) tritt bei etwa 10% der Bevölkerung auf, und zählt damit zu den häufigen neurologischen Erkrankungen. Forscher am Institut für Genetische Medizin der Europäischen Akademie Bozen (EURAC) haben nach langjährigen Untersuchungen bestimmter Bevölkerungsgruppen die weltweit vierte Chromosomenregion entdeckt, die für das RLS verantwortlich ist. Der nächste Schritt ist die Identifizierung einzelner relevanter Gene innerhalb dieser vier Regionen.

Element 111 getauft

Nur wenige Atome Roentgenium

Das Element 111 wurde am 17. November an der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt auf den Namen Roentgenium mit dem chemischen Symbol Rg getauft. Das Element wurde an der GSI in Darmstadt entdeckt. Mit dem Namen wird Wilhelm Conrad Röntgen, der Entdecker der Röntgenstrahlen und erste Nobelpreisträger für Physik geehrt.

Ein internationales Forscherteam um Professor Sigurd Hofmann hatte das Element 111 im Jahr 1994 erstmals nachgewiesen. Damals wurden in Experimenten an der Beschleunigeranlage der GSI drei einzelne Atome des neuen Elements beobachtet. In weiteren Experimenten an der GSI und im Beschleunigerlabor RIKEN in Japan konnten seitdem weitere Atome des Elements 111 nachgewiesen werden, die die Entdeckung zweifelsfrei bestätigten. Daraufhin hat der internationale Chemikerverband IUPAC im Jahr 2003 das Element 111 offiziell anerkannt und die GSI als Erstentdecker aufgefordert einen Namensvorschlag zu machen. Im Jahr 2004 wurde der Name Roentgenium mit dem chemischen Symbol Rg ak-

zeptiert. Roentgenium ist zurzeit das schwerste offiziell anerkannte chemische Element. Es ist 272-mal schwerer als Wasserstoff.

Zur Erzeugung des Elements verwendeten die Forscher die zwei Elemente Nickel und Bismut (früher: Wismut), die zusammen genommen 111 Protonen besitzen. Mit dem 120 Meter langen Ionenbeschleuniger beschleunigten sie Nickel-Ionen auf hohe Geschwindigkeiten, etwa 30 000 Kilometer pro Sekunde. Die Nickel-Ionen schossen sie auf eine dünne Folie aus Bismut. Durch die hohe Geschwindigkeit wird die Abstoßung zwischen den Atomkernen der beiden Elemente überwunden und sie können zu einem Atom des Elements 111 verschmelzen. Dies geschieht allerdings extrem selten. Es entsteht im Mittel nur ein Atom Roentgenium in einer knappen Woche. Insgesamt konnte die GSI bisher sechs Atome des Elements Roentgenium herstellen. Roentgenium ist nicht stabil. Es zerfällt nach wenigen tausendstel Sekunden und wandelt sich über radioaktiven Zerfall in mehreren Stufen in andere leichtere Elemente um. Dabei sendet es jeweils ein Alpha-Teilchen aus.

Studie in Australien

Fische können „lesen“

Fische sind möglicherweise wesentlich intelligenter, als bislang vermutet wurde. Eine gegenwärtig an der im australischen Sydney gelegenen Macquarie University durchgeführte Studie hat gezeigt, dass Fische sogar eine einfache Form des Lesens beherrschen.

Dabei identifizierten die Fische vom Menschen angefertigte Symbole, die für Essen oder andere Stimuli standen. Dr. Culum Brown, Leiter des Forschungsprojekts, untersucht das Verhalten von Fischen seit über

zehn Jahren und hat sie dabei verschiedenen Tests unterzogen, die sowohl Aufschluss über das soziale Lernen der Tiere geben sollen, als auch über ihre Hirnplastizität. In einem Test wurden die Fische in einem Irrgarten ausgesetzt, der mit verschiedenen Symbolen wie roten Dreiecken und blauen Kreisen versehen war. Wenn die Fische einem bestimmten Symbol folgten, wurden sie mit Essen belohnt. Alle Fische lernten letztendlich, dass ein bestimmtes Symbol bedeutet, gefüttert zu werden.

4 chemische Größen parallel mit nur einem Gerät messen

Fauser Elektrotechnik, Spezialist für multifunktionale Handmessgeräte, stellt mit dem UMS 4 ein neues Handmessgerät für chemisch relevante Größen vor, das durch sein vielseitiges Sensorkonzept mehrere Messwerte parallel erfassen kann. Mit dem CHEM1-Sensor werden pH-Wert, Redox-Spannung, elektrolytische Leitfähigkeit und Temperatur zuverlässig ermittelt.

Das UMS 4 verfügt über 4 voneinander unabhängige Sensorsteckplätze, sodass die Messungen von bis zu 16 Größen parallel betrieben werden können. Für jeden der 4 Kanäle eines Sensors können Messbereich, Grenzwerte und die angezeigten Informationen individuell konfiguriert werden. Die Messwerte können sowohl im Datenlogger direkt im Gerät gespeichert, als auch über die RS 232-Schnittstelle an einen PC übertragen werden. Über den integrierten Timer und die intelligenten Aufzeichnungsfunktionen können Langzeitmessungen wie zum Beispiel bei der Gewässerkontrolle zuverlässig durchgeführt werden. Im Power-Down-Modus wird das Gerät besonders stromsparend betrieben, sodass deutlich längere Messzeiten möglich sind.

Für den pH-Wert werden mit dem System Auflösungen bis 0,01 pH erreicht. Der Messbereichsumfang



umfasst den gesamten pH-Bereich von pH 0 bis pH 14. Für die Redox-Spannungen steht ein Messbereich zwischen -2000mV bis $+2000\text{mV}$ zur Verfügung, Auflösung 1mV . Mit der Leitfähigkeitsmesszelle können gelöste Salze in 3 Messbereichen (0 bis $200\mu\text{S/cm}$, 0 bis $2000\mu\text{S/cm}$ und 0 bis 20mS/cm) mit einer maximalen Auflösung von $0,1\mu\text{S/cm}$ gemessen werden. Die erforderliche Temperatur wird durch einen Pt 1000-Fühler erfasst. Der Temperaturwert zwischen -50°C und 100°C wird verwendet, um automatisch die Temperaturkompensation für die pH-Wert- und die Leitfähigkeitsmessung zu gewährleisten.

Als weiteres Zubehör stehen auch Gassensoren für die Messgrößen O_2 , O_3 , CO_2 , CO sowie Sensoren für Strömung, Druck, Feuchte zur Verfügung.

Die Vielseitigkeit dieses Geräts macht es unverzichtbar für all jene, die in der Produktion oder im Labor, zum Beispiel in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie oder in der chemischen Industrie verantwortlich sind.

Fauser Elektrotechnik
81476 München
Tel +49 (0)89 7459789
Fax +49 (0)89 7459272
www.fauser-etech.com

KNF Pumpen füttern Baby-Austern mit Mikroalgen

Die Wissenschaftler in der Biotechnologie des Algen-Labors in Ifremer, dem französischen Meeres-Forschungsinstitut, benutzen die Mikroprozessorgesteuerten Stepdos Pumpen von KNF Flodos in ihren Photo-Bioreaktoren, um Mikroalgen als Futter für Austernlarven zu kultivieren.

„Austern sind in Frankreich sehr beliebt, und Austern-Kultivierung ist ein großer Industriezweig. Deshalb lassen wir Mikroalgen wachsen, um damit die Austernlarven in den Aufzuchtanlagen zu füttern,“ erklärt Dr. Gaël Bougaran, Direktorin des Mikroalgen Projekts. „Wir verlassen uns auf die Stepdos Pumpen, die einen exakt dosierten und stetigen Nährstoff-Fluss zu den Photo-Bioreaktoren auf-

recht erhalten, für bis zu drei Monaten. Wenn sich die Fluss-Rate verändert, ändern sich auch die Aufzucht-Ergebnisse. Deshalb arbeiten wir stets mit der bestmöglichen Genauigkeit.“

„Die Stepdos Pumpen werden mit einer großen Auswahl von Schlauchendstücken geliefert und sind darüber hinaus leicht zu programmieren. Die Pumpenköpfe aus Plastik sind auch wichtig, weil das Meerwasser und die zugesetzten Nährstoffe sehr korrosiv wirken.“

„Wir benutzen die Pumpen seit sieben Jahren, jetzt haben wir eine Kollektion von rund 30 Pumpen.“ fügt Dr Bougaran hinzu: „Wir sind mit den KNF Pumpen sehr glücklich, weil sie zuverlässig und genau sind.“

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



Atlas-Pressen – jetzt voll programmierbar



Die erfolgreichen, elektrisch betriebenen hydraulischen 8 t- und 25 t-Pressen der Atlas-Serie sind jetzt auch als voll programmierbare Versionen lieferbar. Die Pressen ermöglichen den kontrollierten Lastauf- und -abbau und eine programmierbare Pressdauer bei einem maximalen Probendurchmesser von 200 mm. Auch komplexe „Pressprogramme“ mit mehreren Schritten sind einfach durchzuführen. Das integrierte grafische Display informiert über den Programmstatus und den aktuellen Druck, die Programmierung ist einfach und erfolgt über grafische Symbole.

L.O.T.-Oriel GmbH & Co. KG
64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 497
Fax 06151 8806 64
www.LOT-Oriel.com/de

Neue Plattform für Platten Waschen und Vakuum Filtrieren

Die neue HydroFlex Plattform von Tecan bietet Leistung, Zuverlässigkeit und Flexibilität für verschiedenste Anwendungen im 96-Well Format, einschließlich Waschen von ELISA Platten, zellulären Assays und Protein Arrays in der Microtiter-Platte. Zusätzlich ermöglicht die Plattform auch noch Vakuum Filtrations-Applikationen wie zum Beispiel die PCR Aufreinigung.

Die on-line Kontrollfunktionen der HydroFlex Plattform setzen neue Standards für Mikroplatten Washer: Eine optionaler Waschkopf mit Prozess-Kontrollfunktion (PC-Option) ermöglicht die on-line Überwachung aller Waschschrte und eine optionale Füllstands-Kontrolle (LLD-Option) erlaubt die Überwachung des Flüssigkeitsspiegels in den Waschpuffer- und Abfallflaschen.

Die kompakte und modulare Plattform arbeitet in Flachboden-Platten mit mehreren Absaugpositionen pro Well und erzielt ein sehr geringes Restvolumen (kleiner 2µl) und ermöglicht damit gleichmäßige Waschvorgänge von hoher Qualität. Tropfenweises Dispensieren in Verbindung mit einer variablen Position des Waschkopfs ermöglicht einen sanften Waschvorgang und minimiert Zellverluste auch bei schwach adherenten Zelllinien. Das

innovative Pumpensystem verfügt über eine Dispensierpumpe mit Drehzahl-Kontrolle und eine Absaugpumpe mit zwei Pumpenköpfen für zuverlässige Leistung bei geringen Wartungskosten.

Die Option Vakuum Filtration ermöglicht viele weitere Anwendungen die typischerweise auf Mikroplatten Washer nicht möglich sind, wie beispielsweise die Aufreinigung über DNA bindende Filterplatten nach der Amplifikation der DNA um unerwünschte Reaktions-Nebenprodukte zu entfernen.

Als Stand-alone Gerät kann die Plattform entweder über das einge-

baute Bedienfeld oder über die Software gesteuert werden. Die Software ermöglicht über eine definierte Schnittstelle die Plattform in Tecan Freedom EVO Pipettierplattformen oder die Freedom EVOlyzer ELISA Vollautomaten zu integrieren.

Tecan Deutschland GmbH
74564 Crailsheim
Tel +49 7951 94170
Fax +49 7951 5038
www.tecan.com



ANALYSEN

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

Ilse Beetz
Mikroanalytisches Laboratorium
Postfach 1164, D-96301 Kronach
Industriestr. 10, D-96317 Kronach
Tel. 09261 2426, Fax 09261 92376

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



köttermann
Das Systemlabor

Köttermann GmbH & Co KG
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.de,
systemlabor@koettermann.de

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

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

MIKROSKOPE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER

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



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

CLB-Geschichte

276

Fortschritte der technischen Gasanalyse

50 bis 5% und eicht man mit einer Mischung, in der jede Komponente mit 10% vertreten ist, so beträgt der Fehler ± 1 bis 1,5%. Paßt man dagegen die Zusammensetzung der Eichmischung der der Probe auf einige Prozent genau an, so werden Ergebnisse von einigen Promille Absolutgenauigkeit erreicht. Hierbei braucht vielfach nicht mehr planimetriert zu werden, sondern man bestimmt die Faktoren aus den Ausschlagshöhen und bezieht auf die Summe der Produkte aus Höhe \times Faktor. Es empfiehlt sich daher, für häufig wiederkehrende Proben Standard-Mischungen anzufertigen. Ist dies nicht möglich, so muß man sich in ungünstigen Fällen mit absoluten Fehlern von ± 2 bis 3% abfinden. Glücklicherweise ist der relative Fehler beim Vergleich zweier unter gleichen Bedingungen analysierter ähnlicher Proben erheblich geringer, so daß der Nachteil der absoluten Unsicherheit durch die gute Trennung der einzelnen Komponenten und der damit verbundenen direkten Bestimmung häufig mehr als ausgeglichen wird, wenn es auf den Nachweis einer Veränderung ankommt.

Für die Gas-Chromatographie spricht außerdem ihre große Einfachheit und damit leichte Erlernbarkeit. Es kann bei der Aufnahme eines Fraktogramms nicht so leicht ein Fehler unterlaufen wie bei der Durchführung einer Orsat-analyse oder einer Gasdestillation. Das Chromatogramm ist in der Regel übersichtlicher als ein Massenspektrum oder Ultrarotspektrum. Infolgedessen läßt es sich leichter auswerten und Fehler sind frühzeitig zu erkennen.

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

3. Die Trennsäule besitzt in der Regel einen Durchmesser von 3 bis 8 mm. Sie ist bei kürzeren Säulen bis zu 4 m in Haarnadelform, bei längeren Säulen in weiten Spiralen gewunden. Sowohl hinsichtlich ihres Durchmessers als auch hinsichtlich der Korngröße der Füllung ist man an enge Grenzen gebunden. Dagegen läßt sie sich in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr stark variieren. Bei der Gas-flüssig-Chromatographie ist die flüssige Phase so zu wählen, daß sie für die zu trennenden Stoffe ein verschiedenes Lösungsvermögen besitzt.

Man unterscheidet zwei Typen von Lösungsmitteln, nämlich solche mit stark polaren Gruppen in der Molekel und solche ohne polare Gruppen. Bei letzteren verhalten sich die Löslichkeiten ungefähr wie die Dampfdrucke, so daß die Bestandteile in der Reihenfolge der Siedepunkte eluiert werden. Diese

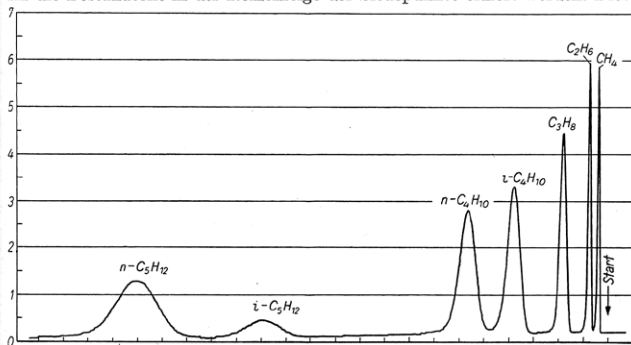


Abb. 5: Trennung von CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $i\text{-C}_5\text{H}_{12}$, $n\text{-C}_5\text{H}_{12}$ in einer 2 m-Säule, stationäre Phase: Tetraisobutylen $\text{C}_{14}\text{H}_{22}$.

Flüssigkeiten sind daher gut geeignet zur Trennung von Mischungen homologer Verbindungen, z. B. C_3H_8 , C_4H_{10} , $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $i\text{-C}_5\text{H}_{12}$, $n\text{-C}_5\text{H}_{12}$. Als Beispiel für eine derartige Trennung diene das Chromatogramm der Abb. 5. In diese Gruppe gehört z. B. Paraffinöl. Enthält die Mischung neben Propan auch Propan und neben n -Butan auch tr -2-Butan (Siedepunkte s. Tabelle I, Teil I.), so lassen sich diese nicht abtrennen und erscheinen im Chromatogramm mit jenen zusammen als eine Fraktion.

Typische Vertreter von Lösungsmitteln mit polaren Gruppen sind Diäthylformamid und Polyglykole. Bei ihnen sind die Löslichkeiten von Kohlenwasserstoffen durchweg geringer als bei den unpolaren Lösungsmitteln der ersten Gruppe, wobei zwischen Stoffen annähernd gleichen Siedepunktes, aber verschiedenen chemischen Charakters ganz erhebliche Unterschiede bestehen. So

ähnlichen Körperklasse zu verwenden, der die zu trennenden Stoffe angehören. In der vorstehenden Tabelle I sind einige Säulenfüllungen mit ihren hauptsächlichsten Anwendungsgebieten zusammengestellt.

4. Als Indikatoren für die Analyse des eluierten Gases kann man differential und integral arbeitende Verfahren benutzen.

Bei Integralverfahren werden die zu den einzelnen Fraktionen gehörenden Anteile gesammelt und gemessen. Hierher gehören unter anderen automatische Titration oder Messung der elektrischen Leitfähigkeit einer Auffanglösung, bei sauren oder basischen Dämpfen, bei leicht flüchtigen Stoffen (Gasen) die Bestimmung der Druck- oder Volumen-Anteile in einem Sammelgefäß. Bei den Differentialverfahren wird der momentane Meßwert für eine physikalische Eigenschaft des austretenden Gasgemisches registriert. Hierzu gehören Dielektrizitätskonstante, Gasdichte, Wärmeentwicklung bei der Verbrennung, Wärmeleitfähigkeit, Radioaktivität. Wir besprechen von jedem Typ ein Beispiel das für die Gasanalyse eine besondere Bedeutung erlangt hat.

Bei dem Verfahren nach *Janac* benutzt man reinste Kohlensäure als Trägergas und fängt diese am Ende der Säule in einem mit möglichst starker Kalilauge gefüllten Azometer auf (s. Abb. 4). Die Kohlensäure löst sich in der Lauge und die eluierten Gase sammeln sich im Meßrohr an, wobei man das Durchbrechen einer Fraktion daran erkennt, daß die Blasen größer, und ihr Ende daran, daß sie wieder kleiner werden. Zwischen den Fraktionen gelangen nur Mikroblassen in den oberen Teil des Meßrohres, die keinen merklichen Beitrag zum Gesamtvolumen liefern. Bei der Analyse setzt man eine Stoppuhr im Augenblick der Zugabe in Gang und notiert die Zeiten bis zum Beginn einer Fraktion. Die dazugehörigen Bürettenstände liest man zwischen den Fraktionen ab. Die Durchbruchs- oder Retentionszeit ist für die Art des durchbrechenden Gases charakteristisch. Seine Menge entnimmt man aus der Differenz der Bürettenstände. Das Verfahren ist ein typisches Integralverfahren. Es ist überall dort anwendbar, wo die Gasmischung nur Stoffe enthält, die bei der Temperatur, bei der Kohlensäure absorbiert wird, noch gasförmig sind. Ferner dürfen die Gase nicht zu stark in der Kalilauge löslich sein. Merbliche Fehler treten bei den Olefinen, größere bei den Acetylenen auf.

Als ein typisches Differentialverfahren sei dasjenige, bei dem die Wärmeleitfähigkeit des austretenden Gases gemessen oder registriert wird, besprochen. Man bedient sich dabei zweier Wärmeleitzellen, die in zwei gegenüberliegenden Zweigen einer *Wheatstoneschen* Brücke geschaltet sind. Eine der Zellen wird von reinem Trägergas, die andere vom Trägergas nach Passieren der Säule durchströmt. Die Brücke wird durch Veränderung eines Regelwiderstandes abgeglichen, wenn sich in beiden Zellen reines Trägergas befindet. Der Brückenstrom erwärmt die Leitungselemente in den Zellen. Die Stromwärme wird durch das umgebende Gas abgeführt. Vermindert sich dessen Wärmeleitfähigkeit durch Änderung der Zusammensetzung, so wird die Temperatur des

gelingt z. B. mit Diäthylformamid als stationäre Phase eine Trennung von i -Butan, n -Butan, i -Buten, tr -2-Buten, cis -2-Buten, 1,3-Butadien, 1,2-Butadien und Äthylacetylen mit einer 8 bis 10 m langen Säule bei Zimmer-temperatur quantitativ, obgleich ihre Siedepunkte im Bereich von nur 18°C liegen (s. Tab. I, Teil I.). Eine solche Trennung ist mit keiner Destillationskolonne möglich. In Abb. 6 ist ein solches Chromatogramm wiedergegeben. Zwischen den stark polaren und den unpolaren Lösungsmitteln gibt es natürlich eine ganze Reihe mehr oder weniger stark polarer Stoffe, die sich für die verschiedensten Zwecke verwenden lassen. Häufig benutzt werden höhere Phthalsäureester, Malonester, Phenyläther.

Für die Auswahl der passenden stationären Phase sind einige allgemeine Gesichtspunkte maßgebend, die sich z. T. aus dem oben Gesagten ableiten lassen. Zunächst soll der Siedepunkt des Lösungsmittels mindestens 150° über

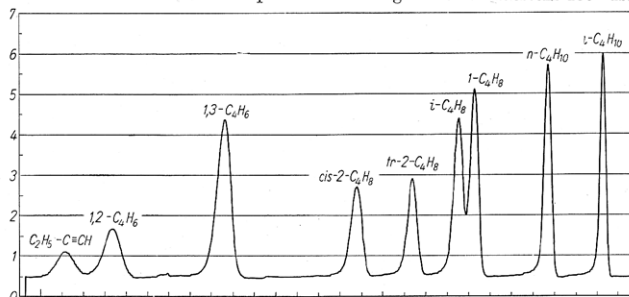


Abb. 6: Trennung von C_4 -Kohlenwasserstoffen: $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$, $i\text{-C}_4\text{H}_8$, $n\text{-C}_4\text{H}_8$, cis -2- C_4H_6 , 1,3- C_4H_6 , 1,2- C_4H_6 , $\text{C}_2\text{H}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ in einer 10 m-Säule, stationäre Phase: Diäthylformamid.

der Arbeitstemperatur der Säule liegen. Andernfalls geht deren Wirksamkeit bei häufigem Gebrauch zu schnell zurück. Es hat jedoch wenig Zweck, Lösungsmittel mit allzu hohen Molgewichten zu benutzen, denn einmal ist der Löslichkeitskoeffizient etwa, bei idealen Lösungen²⁾ sogar streng, umgekehrt proportional dem Molgewicht, so daß die Säulen bei höheren Molgewichten für die gleiche Trennleistung länger gemacht werden müssen; und zum anderen verläuft die Diffusion in solchen Stoffen langsamer. Man erreicht optimale Bedingungen bei 200 bis 300° Differenz zwischen Arbeitstemperatur und Siedepunkt.

Ferner hat es sich bewährt, als Lösungsmittel Stoffe der gleichen oder einer

²⁾ Unter idealen Lösungen versteht man solche, bei denen im ganzen Konzentrationsbereich der Partialdruck jeder Komponente ihrem Molbruch proportional ist. Damit wird der Gesamtdruck $P = x_1 p_1 + x_2 p_2$; p_1 = Dampfdruck der reinen Stoffe, x = Molbruch der Komponenten, $x_1 + x_2 = 1$. (Raoult'sches Gesetz). Die Molzahl in der Gewichtseinheit ist dem Molgewicht umgekehrt proportional.

Elementes erhöht. Sein Widerstand steigt oder sinkt. Damit ist das Brücken-gleichgewicht gestört und das Nullinstrument registriert einen Ausschlag.

Dieser Ausschlag ist in erster Näherung proportional der Widerstandsänderung, diese wieder der Temperaturänderung und dieser schließlich der Änderung der Wärmeleitfähigkeit und damit der Gaszusammensetzung. Alles das gilt umso genauer, je kleiner die Änderung selbst ist. Das Registriergerät zeichnet Kurven, wie sie oben bereits angegeben wurden. Die Fläche unter der Kurve ist ein Maß für die Menge der Komponente, der sie zugeordnet ist. Damit beide Größen einander proportional oder wenigstens annähernd proportional sind, darf die Menge nicht zu groß sein. Man verwendet 0,2 bis 5 cm. Infolgedessen muß die Empfindlichkeit der Anordnung möglichst hoch sein. Man erreicht dies, indem man 1. den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes und 2. die Empfindlichkeit des Anzeigeorgans steigert. Die Metalle erhöhen ihren Widerstand bei der Temperaturerhöhung von einem Grad um einige zehntel Prozent, gewisse Halbleiter dagegen vermindern ihn um 1 bis 4%. Man verwendet diese daher in sogenannten Thermistoren. Das sind dünne Schichten von Halbleitern zwischen 2 metallischen Elektroden. Das Element hat die Form einer kleinen Kugel, an der zwei Stromzuführungen angebracht sind. Bei der hohen Anzeigeempfindlichkeit der Thermistoren verwendet man als Registriergerät einen Kompensationslinienschreiber von 5 bis 10 mV Empfindlichkeit über der Skala. Die Thermistoren werden jedoch bei Temperaturen über 100°C von manchen Gasen angegriffen, so daß man ge-nungen ist, Platin- oder Wolframdraht in den Wärmeleitelementen zu verwenden. Den Verlust an Empfindlichkeit sucht man durch empfindlichere zeigergeräte auszugleichen.

Quantitative Auswertung

Chromatogramme von Mischungen haben wir bereits in Abb. 5 und 6 gesehen. Für quantitative Auswertung mißt man mit einem Planimeter, wie oben bereits, die unter der Kurve liegende Fläche und teilt die zu den Fraktionen gehörenden Teilflächen durch die Gesamtfläche. Dieses Verfahren liefert eine annähernde Näherung. Sie wird besser, wenn man das Fraktometer vorher mit den einzelnen Gasen eicht, d. h. die Fläche ausmißt, die zu einer bestimmten Gasmenge unter gleichen Bedingungen (Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit) gehört. Dabei wird eine Substanz als Standardsubstanz gewählt und die Fläche der Standardsubstanz durch die aller übrigen Substanzen geteilt. Die erhaltenen Quotienten dienen als Eichfaktoren, mit denen die einzelnen Flächen multipliziert werden. Eine weitere Verbesserung läßt sich erzielen, wenn man die Eichfaktoren nicht aus Einzelmessungen der Gase gewinnt, sondern eine Mischung herstellt, die alle in der Probe vorkommenden Bestandteile in genau bekannter Menge enthält. Daraus lassen sich in der gleichen Weise die Eichfaktoren ableiten. Enthält die Probe 10 Komponenten in Mengen von

VORMERKEN!

12. - 14. März 2007 in Düsseldorf

Heinrich Heine
HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT
DÜSSELDORF

InCom 2007

SYMPOSIUM & EXPOSITION

LifeCom 2007

SYMPOSIUM & EXPOSITION

- Einzelsymposien mit eingeladenen Vortragenden über Laserspektroskopie, Massenspektrometrie, Gaschromatographie, HPLC, NMR, Optische Mikroskopie, Bioquality, Mikrofluidik, Elektrochemie, Proteindesign, Funktionelle Genomik/siRNA, Stammzellen, Biochips, Brain-Computer-Interface – diese Reihe z.B. mit Prof. Peter Tass (nominiert: Deutscher Zukunftspreis), Prof. Hermann Haken (Synergetik, Selbstorganisation), Prof. Rolf Eckmiller (künstliche Retina), Prof. Peter Fromherz (Chip-Neuron-Kopplung).
- umfangreiche Industrieausstellung
- mitreißende Experimentalvorträge von Prof. Dr. Viktor Obendrauf und Prof. Dr. Georg Schwedt
- Kabarett mit Vince Ebert; Jugend lehrt; und und und...

**NEWS
ANALYTIK**

ONLINE-STELLENMARKT

Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 150.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.200 Abonnenten
- kostenlose Veröffentlichung von Stellengesuchen
- kostenlose Veröffentlichung von Stellenangeboten an Universitäten und gemeinnützigen Forschungseinrichtungen
- Unternehmen inserieren Ihre offenen Stellen schon ab **99,- Euro**

Weitere Informationen und zahlreiche aktuelle Ausschreibungen finden Sie online unter <http://www.analytik-news.de>