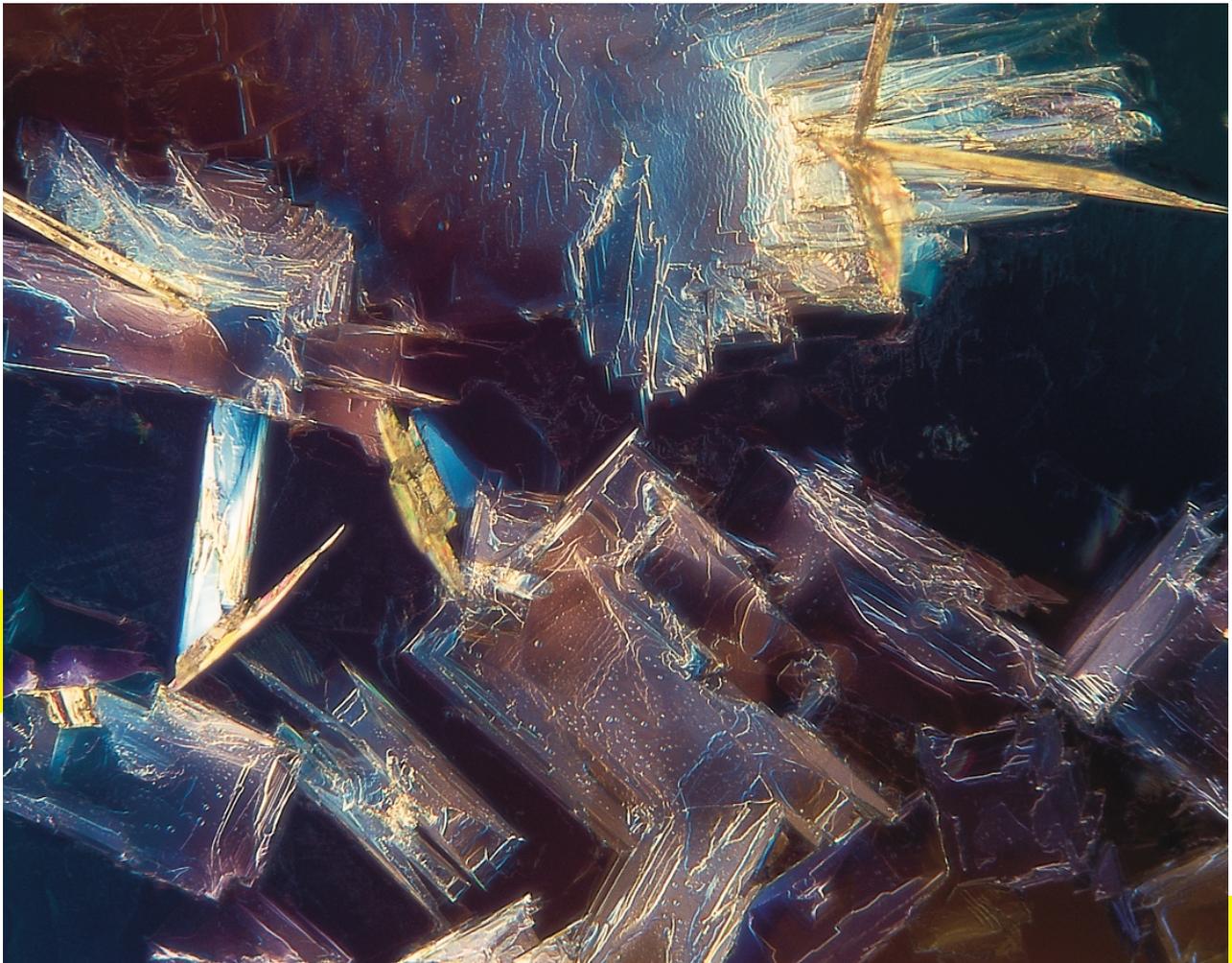


CLB

CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK

2
2001



Biofilme

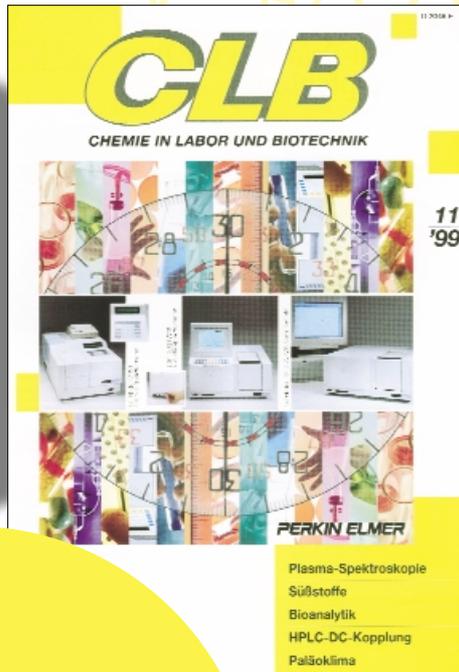
Porengrößenanalyse

Pflanzenschutz

Dithionit

Wärmespeicher

Wenn Sie viel wissen und noch mehr verstehen wollen.



JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte die CLB für zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von DM 138,00 zzgl. Versandkosten (Inland: DM 22,80/Ausland: DM 41,40). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird. Als Neu-Abonment erhalte ich als Begrüßungsgeschenk den praktischen Sammelshuber zur Archivierung meiner

Datum / 1. Unterschrift

Name/Vorname

Widerrufsrecht: Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von 20 Tagen beim UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG Breidenstein GmbH, Stuttgarter Straße 18-24, D-60329 Frankfurt am Main, 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

Telefon

Datum / 2. Unterschrift

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,



Jürgen Wagner, Chefredakteur

noch Ende letzten Jahres stand die Diskussion über gentechnisch veränderte Pflanzen und Gen-Nahrungsmittel hoch im Kurs bei Politik, Forschung, Verbraucher- und Umweltschutzorganisationen. Auch die Medien griffen die Thematik gerne auf, doch seit Dezember ist alles anders: Die BSE-Krise beherrscht die Schlagzeilen. Wohl deshalb vermeldeten Presse, Rundfunk und Fernsehen nur am Rande, dass die Bundesregierung das mit der Wirtschaft vereinbarte Programm zur Grünen Gentechnik auf Eis gelegt hat. Es war im Juni 2000 von Bundeskanzler Schröder mit dem Ziel initiiert worden, einen gesellschaftlichen Konsens zwischen Umweltschützern, Agrarfirmer, Forschung und Politik zu erreichen. Geplant war, in diesem Frühjahr gentechnisch veränderten Mais auf Testflächen in Deutschland auszusäen und von Wissenschaftlern die Umweltauswirkungen der heranwachsenden Genpflanzen analysieren zu lassen. Die an dem Forschungs- und Beobachtungsprogramm beteiligten Agrarbiotechnologie-Firmer wiederum hätten sich verpflichten sollen, bis Ende 2003 vom großflächigen Anbau von Genpflanzen abzusehen.

Für den 25. Januar war ein Spitzengespräch zwischen Kanzler und Vertretern der Industrie und ihren Verbänden anberaumt worden. Doch soweit kam es erst gar nicht: Drei Tage vor dem geplanten Termin sagte Schröder das Treffen ab. Begründung: die starke Verunsicherung der Verbraucher durch die BSE-Krise sowie die angestrebte Neuorientierung der Agrarpolitik.

Ob die Gespräche jemals wieder in Gang kommen, steht indes noch nicht fest. Die Agrarindustrie rechnet jedenfalls damit. So heißt es in einer Stellungnahme der Deutschen Industrievereinigung Biotechnologie (DIB), man habe Verständnis für die Entscheidung der Regierung, gehe jedoch davon aus, dass „die Gespräche zu einem geeigneten Zeitpunkt wieder aufgenommen werden können.“ Hier frage ich mich, wann dieser Zeitpunkt erreicht sein wird. Bereits vor der BSE-Krise hat der überwiegende Teil der Bevölkerung Genfood und genetisch veränderte Pflanzen abgelehnt. Und wie aus dem Artikel auf Seite 48 in dieser Ausgabe hervorgeht, wollen selbst in den USA wieder mehr Farmer konventionelle Kulturpflanzen anbauen. Der Grund dafür ist plausibel. Doch lesen Sie selbst...



Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:
UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG
Breidenstein GmbH.
Ein Unternehmen der Brönnner-Umschau Gruppe

Anschrift:
CLB im UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG
Breidenstein GmbH, Postfach 11 02 62,
60037 Frankfurt am Main
Tel. (069) 26 00-0
Fax (069) 26 00-2 23

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr. W. Fresenius, Taunusstein ·
Prof. Dr. K.-H. Koch, Dortmund · Prof. Dr. G. Kreysa, Frankfurt · Priv.
Doz. Dr. H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg Schwedt, Clausthal-Zel-
lerfeld · Prof. Dr. G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Chefredakteur Dipl.-Ing. Jürgen Wagner (verantw.)
Postfach 11 02 62, 60037 Frankfurt/Main,
Telefon + Fax: (0 62 01) 18 69 44, eMail: WagnerCLB@aol.com

Redaktion CLB-Memory:
Reinhold Ellmer, Birkenstraße 1a, 58239 Schwerte
Telefon (0 23 04) 8 18 54, Telefax (0 23 04) 8 32 71

Redaktionsbüro Konstanz:
Dr. Ognian Serafimov, Telefax (0 75 31) 7 32 55,
eMail: Ognian.Serafimov@t-online.de

Ständige Mitarbeiter:
Dr. Steffen Borzner, Niederweimar; Dr. Mechthild Käser, Diekhofen;
Prof. Dr. Erika Krakovská, Kosice; Hans Dietrich Martin, Köln; Dr.
Hans-Heinrich Vogt, Alzenau; Stud.-Dir. Hans-G. Winkler, Garbsen.

VBTA-Verbandsmitteilungen:
Thomas Wittling, Raiffeisenstraße 41, 86420 Diedorf,
Tel. (08 21) 3 27-23 30 / Fax (08 23 8) 6 04 97

Verlagsleitung: Gerhard Stock

Produktmanagement:
Harald Strier (verantw. für den Anzeigenteil), Tel. (069) 2600-620

Anzeigenberatung:
Werner Jakobartl, Tel. (0 69) 26 00-6 11, Fax (0 69) 26 00-6 66

Herstellung: Printec Offset,
Ochshäuser Straße 45, 34123 Kassel
Layout: Wolfgang Denda
CLB erscheint monatlich.

Abo-/Leserservice: Inge Lange, Tel.: (0 69) 26 00-6 98

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit der Beilage „CLB-MEMORY“.
Einzelheft – außerhalb des Abonnements – DM 13,50, im Abonnement
jährlich DM 138,- zuzüglich Versandkosten; ermäßigter Preis für
Schüler, Studenten und Auszubildende (nur gegen Vorlage der Be-
scheinigung) jährlich DM 111,60 zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%
MwSt. Ausland auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den
Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr,
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt.
Erfüllungsort ist Frankfurt am Main. Mitglieder des VDC sowie des
VBTA erhalten CLB zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 40 vom 1.1.2000. Bei Nichterscheinen infolge Streiks oder Störung
durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung.
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbil-
dungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb
der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfäl-
tigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeiche-
rung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungsexem-
plare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

Erklärung gemäß §5 des Hessischen Pressegesetzes:

UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG,
Breidenstein GmbH, Frankfurt am Main.
Mitglied der Fachgruppe Zeitschriften im VDZ.

ISSN 0943-6677



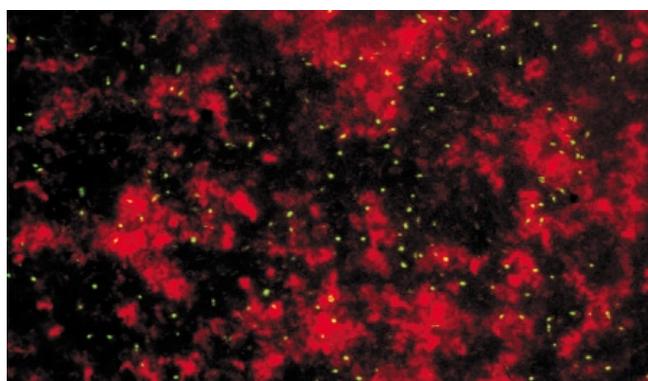
EDITORIAL

AUFSÄTZE

Seite 44 Extrazelluläre polymere Substanzen in Biofilmen

Jost Wingender, Martin Strathmann, Andreas Rode,
Hans-Curt Flemming, Heinz.-Martin Kuß, Duisburg

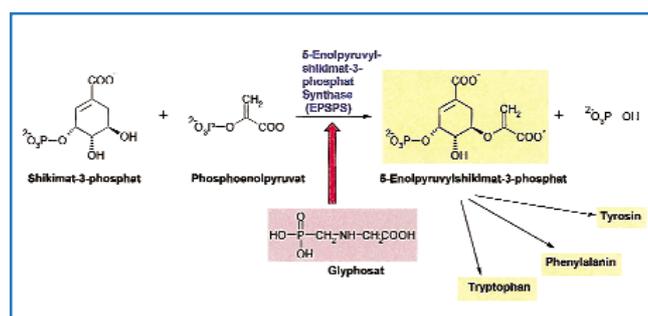
Extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) gibt es nicht erst, seit man gelernt hat, sie im Laboratorium herzustellen oder in technischen Produktionsanlagen zu finden. Die Natur ist uns hier, wie so oft, um Längen voraus und beschert uns an vielen Stellen Polymere: in Polysacchariden, Proteinen, Polysilicaten, uvam.



Seite 48 Gentechnik im Pflanzenschutz: Ist die Chemie am Ende?

Röbbe Wünschiers, Uppsala

Der Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen hinterlässt bereits erste Spuren auf dem internationalen Pflanzenschutzmittelmarkt. Im Jahr 1998 exportierte die deutsche Pflanzenschutzindustrie 15 % weniger als im Vorjahr in die USA und nach Kanada; 1999 reduzierte sich der Export nochmals um 12%. Die Prognosen für das Jahr 2000 sehen ähnlich aus. Diese Zahlen stehen im Zusammenhang mit der wachsenden Anbaufläche für gentechnisch veränderte Kulturen in den USA: von 20,5 Mio. Hektar 1998 auf 28,7 Mio. Hektar 1999. Die Gentechnik gegen die Chemie? Wird der chemische Pflanzenschutz an Bedeutung verlieren? Sicherlich nicht, jedoch befinden wir uns in einer Phase des Wandels...



Seite 57 **Zur Analytik des reduktiven Bleichmittels Dithionit**

Georg Schwedt und Leandro M. de Carvalho, Clausthal

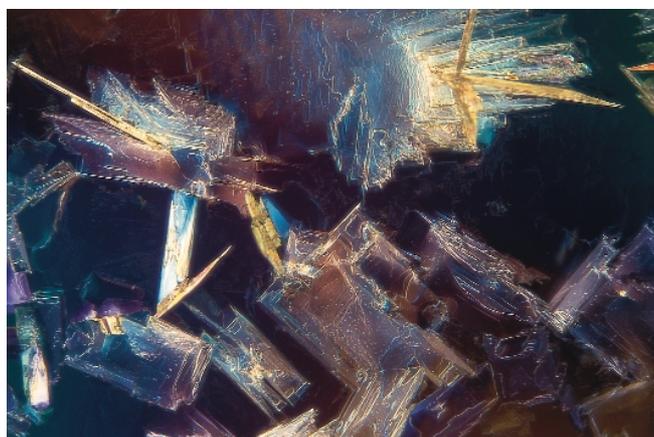
Universal-Entfärber enthalten als reduktives Bleichmittel Salze der Dithionigen Säure – Dithionite, in welchen ein ungewöhnlich großer Bindungsabstand zwischen den beiden Schwefelatomen auftritt. Die Instabilität der Dithionigen Säure zwingt die Hersteller solcher Entfärber, Stabilisatoren hinzuzufügen bzw. den eventuell auftretenden unangenehmen Geruch einiger Schwefelspezies durch Parfümöle zu überdecken. Chemie und Analytik dieses in Haushaltsprodukten verbreiteten Bleichmittels werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Seite 60 **Chromatographische Porengrößenanalysen offenerporiger Materialien**

Christian Dauwe, Peter Kilz, Mainz

Zur Analyse von porösen Materialien haben sich insbesondere N_2 -Sorptionmessungen und Hg-Intrusionsmessungen etabliert. Warum sich die Gelpermeationschromatographie (GPC) für die Porengrößenanalyse offenerporiger poröser Materialien eignet, zeigt dieser Artikel.

Zum Titelbild

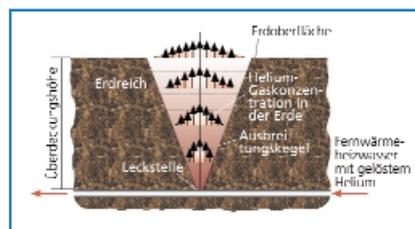


Diphenylamin-Kristall. Mikroskopische Aufnahme unter Verwendung von Polarisationsfiltern.

Aufnahme: Hermann Postner, Bayreuther Str. 14, 91522 Ansbach

UMSCHAU

- 63 **Damit das Klima stimmt**
- 66 **„Technologie Valley“ in Oberhausen**



Die mobile Lecksuche in Rohrnetzen kann mittels Tracergasen wie z. B. Helium erfolgen.

- 68 **Methanol als Treibstoff-Alternative**
- 70 **Erstes Pflanzengenom entziffert**

RUBRIKEN

- 42 **IMPRESSUM**
- 71 **FORSCHUNG + TECHNIK**
- 72 **SOFTWARE**
- 73 **LITERATUR**
- 74 **WIRTSCHAFT**
- 75 **NEUE PRODUKTE**
- 78 **TERMINE**
- 78 + 79 **STELLENMARKT**
- 80 **BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS**

CLB-MEMORY

Differenzierung der Leukozyten

Teil 1: Blutausstriche M 9

Labortipps (8)..... M 13

Eigennamen von Säuren..... M 14

Notfallchemie: Chlor – ein „Dauerbrenner“ M 15

Biosektor programmiert geprüft..... M 16

Extrazelluläre polymere Substanzen in Biofilmen

Dr. Jost Wingender, Martin Strathmann, Andreas Rode, Prof. Dr. Hans-Curt Flemming, Priv.-Doz. Dr. Heinz-Martin Kuß, Gerhard-Mercator-Universität, Duisburg

Extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) gibt es nicht erst, seit man gelernt hat, sie im Laboratorium herzustellen oder in technischen Produktionsanlagen zu finden. Die Natur ist uns hier, wie so oft, um Längen voraus und beschert uns an vielen Stellen Polymere: in Polysacchariden, Proteinen, Polysilicaten, uvam.

In den letzten zehn Jahren ist eine biologische Lebensform Gegenstand zahlreicher Untersuchungen geworden, der wir nicht nur im täglichen Leben an vielen Stellen begegnen, sondern die auch von technologischem Interesse ist. Ihre Eigenschaften sind es, die unsere Aufmerksamkeit anzieht. Es sind die Biofilme, die uns als glitschiger Belag auf feuchten Holzplanken im Garten begegnen, auf denen wir sehr leicht ausrutschen, oder die als dünner, oftmals kaum sichtbarer Film auf den inneren Oberflächen von Rohrleitungen und Behältern anhaften, in denen z. B. Wasser lagern oder transportiert werden.

Ein Biofilm enthält bis zu 95 % Wasser, der Rest besteht in der Hauptsache aus verschiedenen Polysacchariden und Proteinen. Erzeugt werden Biofilme hauptsächlich durch Bakterien, die im Biofilm leben und sich in ein Netzwerk komplex zusammengesetzter Makromoleküle eingesponnen haben, die als extrazelluläre polymere Substanzen („extracellular polymeric substances“; EPS) bezeichnet werden. Die EPS setzen sich aus Polysacchariden, Proteinen (einschließlich Enzymen) sowie aus Glycoproteinen, Lipiden und DNA zusammen.

Welche Eigenschaften haben die EPS? Woraus bestehen sie im Detail? Wie wirken sich die EPS auf ihre Umgebung aus, beispielsweise auf den Reibungswiderstand überflossener Flächen (Rohrleitungssysteme, Wärmetauscher, Schiffsrümpfe etc.)? Inwie-

weit sind die EPS an der mikrobiell beeinflussten Korrosion beteiligt?

■ Schleime

Die hauptsächlich aus verschiedenen Polysacchariden und Proteinen bestehenden EPS sind von allergrößtem Interesse. Als Testsubstanzen werden vielerorts die EPS des Bakteriums *Pseudomonas aeruginosa* herangezogen. Mucoide (d.h. schleimbildende) Varianten von *P. aeruginosa* sind gekennzeichnet durch eine Überproduktion des viskosen Exopolysaccharids Alginate, was auf festen Agar-Nährmedien makroskopisch zur Bildung von großen Schleimkolonien der Bakterien führt. Alginate von *P. aeruginosa* sind hochmolekulare unverzweigte Copolymere von α -D-Mannuronat und α -L-Guluronat. Sie setzen sich aus homopolymeren Einheiten von Poly- α -D-Mannuronaten und heteropolymeren Sequenzen mit zufälliger Verteilung der Mannuronat- und Guluronat-Bausteine zusammen. Die Mannuronatreste im Bakterienalginate sind teilweise O-acetyliert. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu Alginaten aus Braunalgen, welche keine Acetylgruppen tragen.

Biofilm-Bakterien bewohnen gerne das aquatische Milieu in natürlichen Ökosystemen, wir finden sie aber auch

in technischen Wassersystemen und -aufbereitungsanlagen vor. Von den Alginaten glaubt man zu wissen, dass sie die mechanische Stabilität von Biofilmen wesentlich beeinflussen. So ist es kein Wunder, dass sich ein Zweig in der Biofilmforschung mit der qualitativen und quantitativen Charakterisierung der EPS beschäftigt. Ein ganzer Satz von Analysetechniken ist nötig und wird angewandt, um die Struktur und die Zusammensetzung von Biofilmen und damit auch der EPS zu bestimmen.

Mit elektronenmikroskopischen Methoden werden räumliche Verteilungen und Zellstrukturen sichtbar gemacht. EPS bilden Hydrogele, und leider haben elektronenmikroskopische Verfahren den Nachteil, durch die notwendige Probenvorbereitung, z. B. Dehydratisierung, die dreidimensionale Struktur des gesamten Systems zu beeinträchtigen. Das kann dann leicht zu Fehlinterpretationen führen; es wurden schon viele schöne elektronenmikroskopische Biofilm-Artefakte publiziert. Abb. 1 zeigt eine solche Aufnahme. Die fibrilläre Struktur stammt von den EPS, die allerdings durch Entwässerung vollkommen denaturiert wurden. In den letzten Jahren sind jedoch Methoden entwickelt worden, die unter

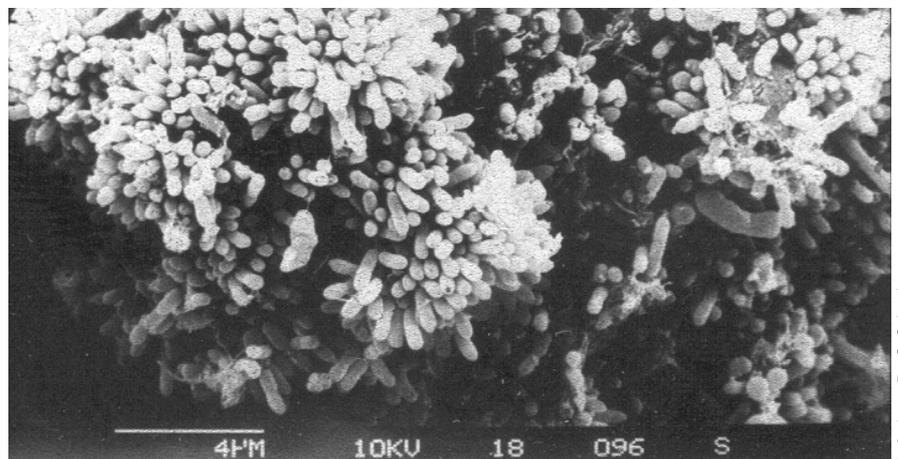


Abb. 1: Biofilm auf irreversibel verblockter Umkehrosiose-Membran.

Aufnahme: Dr. G. Schaub

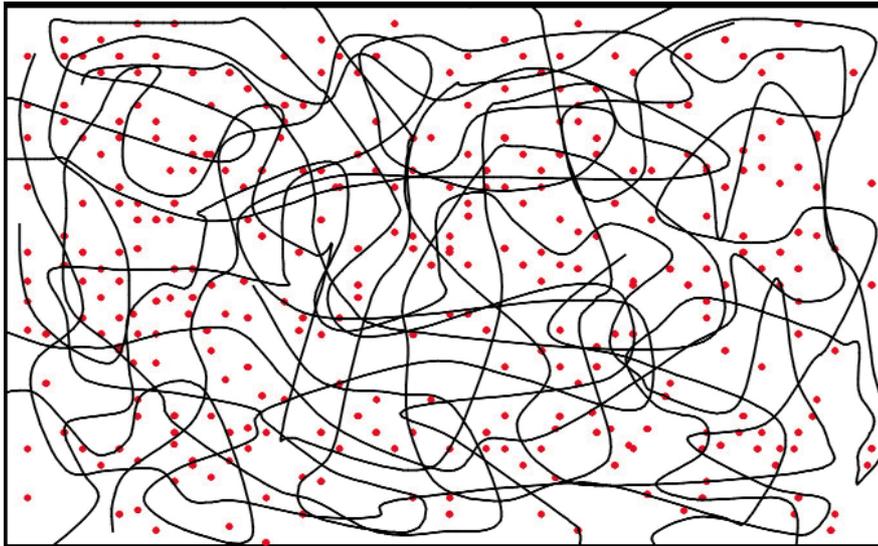


Abb. 2: Größen- und Mengenverhältnisse der EPS-Hauptbestandteile in einem Biofilm von *P. aeruginosa* in einem Volumenelement von $1 \mu\text{m}^2$ Grundfläche und 1 nm Höhe; es enthält ca. zehn Alginat-Moleküle und 30 Protein-Moleküle. Lange Fäden: Alginat (Molmasse ca. 2 Mio. Da), rote Punkte: Proteine (Molmasse ca. 30 kDa).

Erhaltung der räumlichen Struktur des Systems zu analysieren erlauben, wie z. B. die Fluoreszenzmikroskopie.

Quantitative Bestimmung der EPS-Bestandteile

Proteine

In der Hauptsache werden drei verschiedene Methoden zur Bestimmung von Proteinen in biologischen Materialien herangezogen.

1. Bei der Lowry-Methode wird die Reaktion von Peptidbindungen mit Kupfer in alkalischem Medium (Biuret-Reaktion) mit anschließender Reduktion von Molybdato- und Wolframatophosphorsäure mit dem Folin-Ciocalteu-Phenol-Reagenz studiert.
2. Der erste Schritt bei der Bicinchoninsäure (BCA)-Methode ist wieder die Biuret-Reaktion; anschließend wird der Farbkomplex von BCA mit dem im ersten Schritt gebildeten Cu^+ photometrisch detektiert.
3. Die Bradford-Methode basiert auf der Bindung von Coomassie-Brillantblau G-250 an Proteine, die dann zu einer Verschiebung des Absorptionsmaximums des Farbstoffes von 465 nm zu 595 nm führt.

Bei allen Methoden wird die Farbinintensität spektralphotometrisch verfolgt. Für die quantitative Bestimmung von Proteinen in Biofilmen und EPS haben sich die Lowry- und die Bradford-Methode etabliert. Nachteil der BCA-Me-

thode ist eine starke Interferenz durch reduzierende Zucker. Für alle drei Methoden sind Reaktionskits im Handel erhältlich. So gibt man z. B. ein kleines Volumen (0,5 ml) des Lowry-Reagenzes mit 0,5 ml der Probenlösung zusammen, läßt 20 min reagieren, addiert dann 0,25 ml Folin-Ciocalteu-Phenol-Reagenz und misst nach weiteren 30 min bei Raumtemperatur die spektrale Absorption bei 750 nm. Als Standard verwendet man meist Rinderserumalbumin (BSA). Eine lineare Kalibrationskurve wird für Konzentrationen von $\leq 60 \mu\text{g/ml}$ BSA erreicht. Lösungen von Biofilmen und EPS müssen verdünnt werden; damit werden auch die Gehalte der Polysaccharide im gleichen Maße verdünnt und mögliche Interferenzen können zurückgedrängt werden. Mit dieser Methode konnten erhebliche Anteile der Proteine in den EPS ermittelt werden (Tab. 1).

Eine genauere Untersuchung der Analysenverfahren bringt Klarheit in die deutlich unterschiedlichen Ergebnisse nach der Lowry- und der Bradford-Methode. Mit der Bradford-Methode werden immer dann kleinere Gehalte ermittelt, wenn in den Proben kurzkettige Peptide enthalten sind. Mit der Bradford-Methode werden nur Proteine mit mindestens acht oder neun Peptidbindungen sichtbar, während das Lowry-Reagenz schon Peptide mit nur zwei Peptidbindungen erfasst.

Kohlenhydrate

Neutrale und geladene Kohlenhydrate lassen sich quantitativ mit der Phenol-Schwefelsäure-Methode nach Dubois et al. erfassen. Hier werden wieder kleine Probenvolumina mit 5 %iger Phenollösung und dann schnell mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt. Die Mischung wird bei 30°C inkubiert, und nach Abkühlen auf Raumtemperatur wird die Absorption bei 490 nm für neutrale Polysaccharide und bei 480 nm für saure Polysaccharide bestimmt.

Uronsäuren

Viele der EPS-Polysaccharide enthalten saure Zucker; Alginat besteht z. B. aus Guronsäure und Mannuronsäure. Als Marker für EPS wird deshalb häufig der Uronsäure-Anteil bestimmt. Eine weit verbreitete Methode zur Bestimmung der Uronsäuren ist die Methode nach Blumenkrantz und Asboe-Hansen mit dem m-Hydroxydiphenyl-Reagenz. Um starke Störungen der Reaktion durch neutrale Zucker zu vermeiden, wurde diese Methode von Filisetti-Cozzi und Carpita modifiziert und mit dem Sulfamat/m-Hydroxydiphenyl-Reagenz eine geeignete Verbindung gefunden, Uronsäuren u. a. auch in den EPS von *P. aeruginosa* quantitativ und störungsfrei zu bestimmen. Die Untersuchungen ergaben, dass EPS einen hohen Anteil an Uronsäuren (Alginat) enthalten. Darüber hinaus konnten noch erhebliche Anteile an anderen Kohlenhydraten gefunden werden, wie aus dem deutlich höheren Gehalt der gesamten Kohlenhydrate zweifelsfrei hervorgeht (siehe Tab.1).

Charakterisierung der EPS

Neben den Gehalten an wesentlichen Bestandteilen in den EPS sind noch andere chemische, physikalische und mechanische Daten von großem Interesse, um Eigenschaften der EPS besser beschreiben und verstehen zu können. So beschäftigen sich viele For-

scherguppen mit den verschiedensten analytischen Methoden und Verfahren, mit denen neue Erkenntnisse über die EPS der Biofilme erhalten werden können. Damit werden berechtigte Hoffnungen geweckt, dem Entstehen, aber auch dem Vermeiden oder Zurückdrängen von schädlichen Biofilmen auf Oberflächen sowie der Stabilisierung erwünschter Biofilme in Biofilm-Reaktoren näherzukommen. Am Beispiel der Alginat von *P. aeruginosa* werden im Folgenden einige Methoden der EPS-Charakterisierung vorgestellt.

Molmasse

Die hohe Molmasse und ihre Verteilung auf die verschiedenen polymeren Verbindungen in den EPS wird mit der Gelfiltration bestimmt. Der relevante Molmassenbereich liegt etwa zwischen 5×10^6 und 40×10^6 Da. Abb. 2 zeigt schematisch die Größen- und Mengenverhältnisse der EPS-Hauptbestandteile eines Biofilms, der von *P. aeruginosa* gebildet wurde.

Identifizierung von Alginaten

Mit der Hochleistungsdünnschichtchromatographie (HPTLC) lassen sich Alginat in den Alginathydrolysaten recht gut voneinander trennen. Die Separation auf der DC-Platte läßt sich in weniger als 3 h durchführen, hingegen ist die Probenvorbereitung zeitaufwendiger. Die Hydrolyse der Alginat wird nach Haug und Larsen mit konzentrierter Schwefelsäure erreicht. Die entstehende Suspension verbleibt über Nacht (18 h) bei Raumtemperatur. Nach Verdünnen mit etwas Wasser wird die Mischung für 5 h auf 100 °C erhitzt. Anschließend wird das Hydrolysat mit Calciumcarbonat neutralisiert, der Niederschlag abfiltriert. Einige wenige Mikroliter des Hydrolysates werden auf eine 10 x 10 cm HPTLC-Platte mit Kieselgel 60 aufgetragen. Die Platte wird dreimal mit einer Vierstoffmischung aus Essigsäureethylester : Essigsäure : Pyridin : Wasser (5:1:5:3 v/v) entwickelt. Die getrennten Flecken können leicht durch Besprühen mit p-Anisidin-Lösung und Erhitzen auf 130 °C sichtbar gemacht werden. Reine Mannuronate und Guluronate sind nicht kommerziell erhältlich, lassen sich aber leicht durch Ionenaustauschchromatographie von

Alginathydrolysaten auf Dowex 1 x 8 präparieren. Als Referenzsubstanzen können die käuflich zu erwerbenden D-Mannuronsäurelactone für die erhaltenen Lactone einerseits und, wenn man sie mit Natronlauge hydrolysiert, auch für die Mannuronate selbst herangezogen werden.

Eine schnelle Identifizierung von reinem Alginat ist mit der Bestimmung der funktionellen Gruppen von Alginaten mittels Infrarotspektroskopie möglich. Bei 1250 cm⁻¹ und 1730 cm⁻¹ findet man die für O-Acetylerbindungen von Bakterialalginaten charakteristischen Banden. Im Gegensatz zum IR-Spektrum des reinen Alginats findet man in den EPS von *P. aeruginosa* eine starke und breite IR-Bande mit dem Maximum bei 1632 cm⁻¹, die sich aus mehreren Einzelsignalen zusammensetzt, und zwar aus der asymmetrischen Valenzschwingung von COO⁻ der Alginat einerseits und den für Proteine charakteristischen Amid-I- und Amid-II-Banden bei 1650 cm⁻¹ bzw. 1550 cm⁻¹. Dadurch wird ein deutlicher Proteingehalt in den EPS angezeigt.

Aus den IR-Spektren gereinigter Alginat lassen sich die Verhältnisse von D-Mannuronaten zu L-Guluronaten ermitteln, die wiederum abschließend zur Charakterisierung von viskoelastischen Eigenschaften der Biofilme herangezogen werden können.

Mit der abgeschwächten Totalreflexions-Fourier-Transformations-IR-Spektroskopie (ATR-FT-IR) steht eine zerstörungsfreie Methode zur Verfügung, an der Oberfläche eines Reflexionselementes, z. B. eines Germaniumkristalls, chemische Gruppierungen bis hin zu Mikroorganismen in einer wässrigen Phase zu identifizieren.

Bestimmung der Zuckersequenz in Alginaten

Die ¹H-NMR-Spektroskopie eignet sich sehr gut, um die relativen Anteile von Mannuronat und Guluronat sowie deren Anordnungen in den Alginatmolekülen zu bestimmen. Zur Vorbehandlung werden die Proben leicht säurehydrolysiert und wiederholt in D₂O gewaschen. Dazu wird eine auf pH 2,9 eingestellte Alginatlösung für 30 min auf 100 °C erhitzt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur und Neutralisieren mit Natronlauge wird die Probe gefriergetrocknet. 10 mg des Alginates werden dann mit dem Natriumsalz der Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) in D₂O gelöst. Relevante NMR-Spektren werden mit einem 300-MHz-Gerät bei 90 °C Proben temperatur aufgenommen. Mit dieser Methode wurde festgestellt, dass Alginat von *P. aeruginosa* immer einen höheren Anteil an Mannuronat im Verhältnis zu Guluronat aufweisen; die Anordnung der Bausteine

Tab. 1:
Zusammensetzung der EPS von Biofilmen von *P. aeruginosa* SG 81.

Komponente	Biofilm (µg/10 ⁹ Zellen)	EPS* (µg/10 ⁹ Zellen)	Anteil EPS im Biofilm (%)
Kohlenhydrat, gesamt	1005,8	766,6	76,2
Uronsäure (Alginat)	473,8	402,8	85,0
Proteine	585,0	266,4	45,5

*) Die EPS-Komponenten wurden in zellfreien Lösungen quantifiziert, nachdem die Bakterien im Biofilm durch Zentrifugieren und Membranfiltration abgetrennt worden sind.

Ca-Gehalte von Biofilmen

Mit der IR-Spektroskopie lassen sich die Calciumgehalte von Alginatfilmen bestimmen. Dazu wird das Ca in der EPS mittels AAS bestimmt und diese Gehalte in Korrelation zu Intensitäten relevanter IR-Banden gesetzt. Es ist bekannt, dass sich Ca nur an ganz bestimmte Stellen im Alginatpolymeren anlagert und dort folglich die Bindungseigenschaften beeinflusst, was im IR-Spektrum zu Verschiebungen führt.

in Alginaten erfolgt in Form von Blöcken aus Mannuronat und Blöcken aus Mannuronat/Guluronat, während Blöcke aus Guluronat nicht nachgewiesen wurden.

Die NMR-Spektroskopie ist eine unverzichtbare Methode zur Charakterisierung von Polysacchariden. Von Vorteil ist, dass sie zerstörungsfrei ist, d. h. die Probe steht nach der Analyse für andere Untersuchungen zur Verfügung.

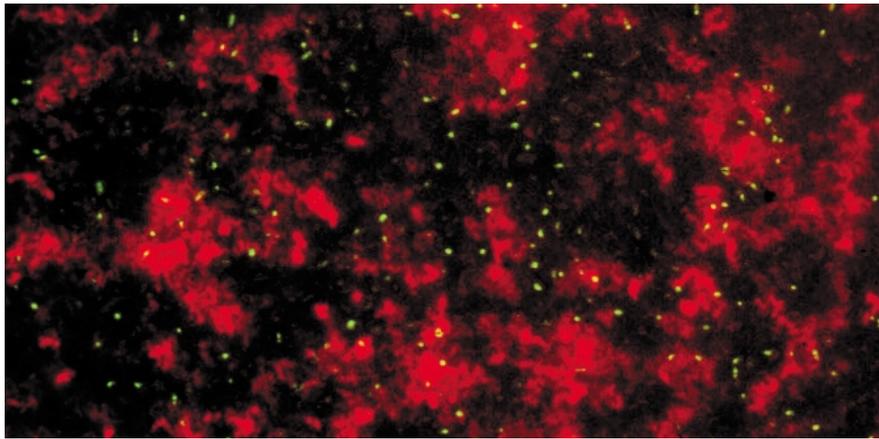
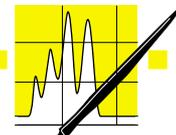


Abb. 3: Visualisierung von EPS durch fluoreszenzmarkiertes Lectin (Concanavalin A, mit TRITC markiert, rot). Zellen von *P. aeruginosa*, markiert mit einem nucleinsäurespezifischen Fluoreszenzfarbstoff (SYTO 9, grün).

Struktur der EPS-Matrix

Vor zehn Jahren wurde zum ersten Mal ein konfokales Laserrastermikroskop (CLSM) eingesetzt, um mikrobielle Biofilme zu studieren. Konfokale Mikroskopie bedeutet nichts anderes, als dass alle Strukturen des betrachteten Objektes, die nicht im Fokus des Mikroskopes liegen, eliminiert werden und damit auf dem mikroskopischen Bild nicht sichtbar sind. Beobachtet man nun große dreidimensionale biologische Strukturen in einem CLSM, so wird jeweils nur eine Schicht der dreidimensionalen Struktur aufgenommen und alle nicht im Fokus befindlichen Strukturteile werden nicht sichtbar, stören also das Bild nicht. Durch Veränderung der Aufnahmebedingungen kann man dann eine bzw. mehrere weitere Schichten aufnehmen. Ein großer Vorteil der Methode liegt in der quantitativen statischen und dynamischen Analyse der dreidimensionalen Organisation von Makromolekülen, einzelnen Zellen und Mikrokolonien im dreidimensionalen Raum. Die konfokale Laserrastermikroskopie ist heute eine Routinemethode in der Untersuchung von Biofilmen.

Mit Fluoreszenzfarbstoffen konjugierte Lectine werden ebenfalls zur Bestimmung von extrazellulären Polysacchariden mit Hilfe der konfokalen Laserrastermikroskopie eingesetzt. Von Lectinen weiß man, dass sie sich an Polysaccharide anlagern. Sie binden an ganz bestimmte Stellen der polymeren Zuckermoleküle und können somit zur Identifizierung und Lokalisierung von Komponenten in der EPS herangezogen

werden (siehe Abb. 3). Kommerziell erhältliche Lectine mit unterschiedlichen Zuckerspezifitäten sind mit Fluoreszenzfarbstoffen wie Fluoresceinisothiocyanat (FITC) oder Tetramethylrhodaminisothiocyanat (TRITC) konjugiert. Am Beispiel eines Biofilms aus *P. aeruginosa* gelang es, mit Hilfe solcher fluoreszenzmarkierter Lectine das Alginate von *P. aeruginosa* zu markieren und damit sichtbar zu machen (Abb. 3).

Wegen der relativ spezifischen Eigenschaften von Lectinen lassen sich mit dieser Methode sowohl räumliche Strukturen als auch die Zusammensetzung einiger Komponenten der EPS ermitteln. Mit mikroskopischen Methoden lassen sich bislang erst nur qualitative Untersuchungen durchführen, quantitative Bestimmungen von EPS sind damit noch nicht realisiert worden.

Die Bestimmung sowohl des Proteingehaltes und des Anteils an Polysacchariden gibt zusammen einen deutlichen Hinweis auf die gesamte Biomasse. Dies ist nun von besonderem Interesse, wenn die Proben einen hohen Anteil an nicht biologischem Material, wie z. B. Sedimente oder Korrosionsprodukte, enthalten. Interferenzen mit Huminsäuren können zu irreführenden Ergebnissen führen. Entsprechende Modifizierungen der Verfahren sind in der Literatur beschrieben.

Weitere, hier nicht besprochene Methoden zur Analyse von extrazellulären Polysacchariden sind z. B.

– die Bestimmung einzelner bestimmter Bausteine durch gezielte saure Hydrolysen der Polysaccharide

- die Analyse der Polysaccharidbestandteile, wie Zucker und Nicht-Zucker-Substituenten (z. B. Acetylgruppen), mittels HPLC und GC
- die Methylierung und Analyse z. B. mit GC-MS, um die Bindungstypen der Kohlenhydrate in den Polymeren zu ermitteln
- spezifische Reaktionen zu Di- oder Oligosacchariden um daraus die Struktur des Polysaccharids zu ermitteln
- die Bestimmung geladener Moleküle mittels der Elektrophorese.

Fazit

Polymere Substanzen sind fast immer von Interesse, besonders wegen ihrer herausragenden Eigenschaften. Die polymeren Strukturen selbst und die damit verbundenen chemischen und physikalischen Verhalten erfordern darüber hinaus andere Strategien, Konzepte und Analysemethoden, als sie bei der Analyse von niedermolekularen Verbindungen angewandt werden. Auch ist es nicht möglich, allein mit einer einzigen Analyseverfahren eine hinreichende Beschreibung oder gar Charakterisierung eines komplexen biologischen Systems, wie es einerseits die Biofilme und auch eine der sie aufbauenden Hauptkomponenten neben dem Wasser, nämlich den EPS, zu erreichen. In der nahen Zukunft können neue Erkenntnisse aufgrund von verbesserten Analyseverfahren oder gar neuen Analysemethoden erwartet werden.

Weiterführende Literatur

- Flemming, H.-C. (2000): Biofilme – das Leben am Rande der Wasserphase. Nachr. Chemie Tech. Lab. 48, 442-447.
- Flemming, H.-C. und Wingender, J. (2000): Extrazelluläre polymere Substanzen – der Baustoff für Biofilme. Vom Wasser 94, 245-266.
- Wingender, J., Neu, T. and Flemming, H.-C. (eds.) (1999): Bacterial extracellular polymer substances. Springer, Heidelberg, Berlin.
- Flemming, H.-C., Griebe, T. and Szwedzyk, U. (eds.) (2000): The investigation of biofilms. Technomic publishers, Lancaster, PA.

Kontakt

Für weitere und detailliertere Literaturhinweise wenden sich Interessierte bitte an Dr. Jost Wingender, E-Mail: hh239wi@uni-duisburg.de

Gentechnik im Pflanzenschutz: Ist die Chemie am Ende?

Dr. Röbbke Wünschiers, Uppsala University, Dept. Physiol. Botany, Schweden

Der Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen hinterlässt bereits erste Spuren auf dem internationalen Pflanzenschutzmittelmarkt. Im Jahr 1998 exportierte die deutsche Pflanzenschutzindustrie 15 % weniger als im Vorjahr in die USA und nach Kanada; 1999 reduzierte sich der Export nochmals um 12 %. Die Prognosen für das Jahr 2000 sehen ähnlich aus. Diese Zahlen stehen im Zusammenhang mit der wachsenden Anbaufläche für gentechnisch veränderte Kulturen in den USA: von 20,5 Mio. Hektar 1998 auf 28,7 Mio. Hektar 1999. Die Gentechnik gegen die Chemie? Wird der chemische Pflanzenschutz an Bedeutung verlieren? Sicherlich nicht, jedoch befinden wir uns in einer Phase des Wandels...

Die Anfänge der Landwirtschaft liegen bereits rund 15000 Jahre zurück. Wie wir heute aus archäologischen Funden rekonstruieren können, haben zu dieser Zeit, der Jungsteinzeit, in Vorderasien die ersten Menschen Ackerbau betrieben. In Mesopotamien, einem früher hoch entwickelten Land auf dem heutigen Gebiet der Türkei und des Irak, gab es schon rund 13000 v. Chr. bäuerliche Ansiedlungen, deren Bewohner wilden Weizen ernteten. Zunächst wurde dieser Weizen nur geschnitten; erst später ging man dazu über, das Korn auch auszusäen. Es handelte sich dabei um Emmer (Dinkel), einem Vorläufer des heutigen Weizens, der zusammen mit Roggen (einem ursprünglichen Unkraut in den frühen Weizenfeldern), Gerste, Hafer, Hirse und Spelz (Dinkelweizen) im östlichen Mittelmeergebiet wild wuchs. Wie aus alten Aufzeichnungen hervorgeht, wurden in Mesopotamien bereits domestizierte Getreidesorten, die man regelmäßig aussäen musste, untereinander und mit wilden Sorten gekreuzt.

Die Entwicklung der Landwirtschaft wurde von Anfang an auch von Pflanzenkrankheiten und -vernichtungen begleitet [1]. Texte der Sumerer, ägyptische Darstellungen, die bis 2300 v. Chr. zurückreichen, und Bibeltexte belegen bereits Pflanzenschäden durch Heuschrecken, Käfer, Nagetiere und Pilzbefall.

Durch die erhaltenen Schriften von Plinius dem Älteren (23–79 n. Chr.) können wir uns ein Bild von den Pflanzenschutzmethoden der alten Griechen und Römer machen [2]. Im Vordergrund standen mechanische Methoden wie das Sammeln von Heuschrecken. Einfache Formen des biologischen Pflanzenschutzes fanden in Form des gemeinsamen Anbaus von Kohlpflanzen mit Wicken statt. Da beide Pflan-

zen von Kohlweißlingen (*Pieris brassicae* und *P. rapae*) verzehrt werden, bleiben statistisch mehr Kohlpflanzen verschont [3]. Auch wurden bereits Extrakte aus frischem oder verbranntem Pflanzenmaterial verwendet, um Schädlinge und Unkräuter abzuhalten. Die meisten der damals verwendeten Pflanzenarten enthalten hohe Konzentrationen wirksamer Insektizide oder Herbizide.

Wie teilweise heute noch üblich, wurde bereits in der Antike elementarer Schwefel als chemisches Insektizid eingesetzt. Gespritzt als Gemisch mit Öl oder gekocht in Bitumen und Olivenöl wurde es als Abschreckungsmittel (Repellent) angewendet. Gestoßene Zypressenblätter und verdünnter Urin wurden mit dem selben Ziel eingesetzt.

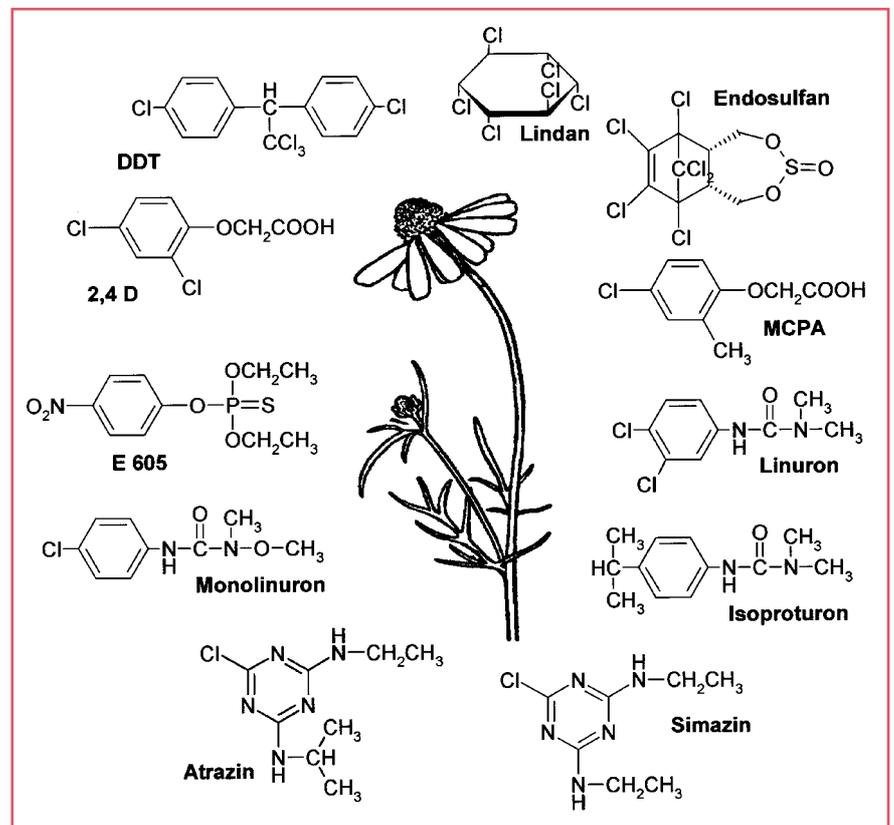
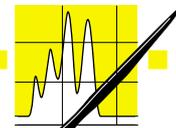


Abb. 1:
Klassische chemische Pestizide.



AUFSÄTZE

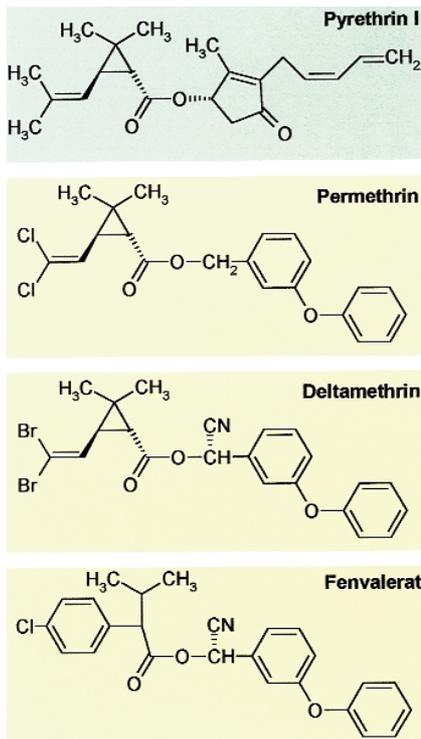


Abb. 2:
Chemische Derivate (gelb unterlegt) des natürlichen Insektizides Pyrethrin I (grün unterlegt) aus Chrysanthemenblüten.

Konventionelle Wirkstoffentwicklung

Mit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begann die gezielte Erforschung der Ursachen für Pflanzenkrankheiten und die Wirkung von Pflanzenschädlingen. Auch boomte zu dieser Zeit die organische Chemie. Das gesammelte Wissen wurde schließlich für die chemische Entwicklung neuer Wirkstoffe verwendet, die in großen Mengen synthetisch hergestellt werden konnten [4]. 1935 wurde von der Firma Geigy die insektizide Wirkung von Chlorkohlenwasserstoffen, insbesondere von DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) erkannt (Abb. 1). Die Markteinführung des insektiziden Nervengiftes DDT erfolgte 1942, weitere Chlorkohlenwasserstoffe folgten bald: z.B. Lindan 1945 und Endosulfan 1956. Außer in der Landwirtschaft hat DDT insbesondere bei der Bekämpfung der Malaria übertragenden *Anopheles*-Stechmücke unschätzbare Dienste geleistet und Millionen von Menschen das Leben gerettet. Der Schweizer Chemiker Paul Müller hat für die Entwicklung des Wirkstoffes 1948 den Nobelpreis erhalten. Da DDT stark toxisch für Mensch und Tier ist

und sich mehrere Jahre in der Biosphäre hält sowie in der Nahrungskette anreichert, ist seit den Siebzigerjahren die Anwendung in Europa und Nordamerika verboten bzw. stark reglementiert. Parallel zu den Arbeiten bei Geigy wurde bei der Firma Bayer an der insektiziden Wirkung von Phosphorsäureestern geforscht. Dies führte 1948 zur Markteinführung des Acetylcholinesterase-Inhibitors Parathion (E 605).

Infolge der Einführung billig produzierbarer synthetischer Insektizide ging der Marktanteil natürlicher Produkte drastisch zurück. Vielmehr versuchte man, die Struktur natürlicher Wirkstoffe aufzuklären und sie synthetisch herzustellen. Bspw. wurde seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ein Insektizid aus den Blüten von Chrysanthemen (*Chrysanthemum spec.*) gewonnen, welches auf das zentrale und periphere Nervensystem der Insekten wirkt. 1950 gelang es, eine Reihe synthetischer Analoga des natürlichen Wirkstoffes Pyrethrin I zu produzieren (Abb. 2). Zwei Analoga, Permethrin und Deltamethrin, wurden 1974 bzw. 1975 auf dem Markt eingeführt und werden noch heute verwendet. Ähnliche Erfolge konnten bei der Entwicklung von

Fungiziden verbucht werden. Meilensteine waren hier die Einführung der auf die Lipidbiosynthese wirkenden Thiocarbamate, auf die Translation oder Transkription wirkenden Benzimidazole, auf die Ergosterol-Synthese wirkenden Triazole und, seit 1996, der vermutlich auf den Pflanzenhormonhaushalt wirkenden Strobilurine.

Die Entwicklung von Herbiziden war besonders schwierig, da die Kulturpflanzen von der Wirkung nicht beeinträchtigt werden durften [5]. Der Durchbruch gelang 1941, als zeitgleich die Firmen Amchem in den USA 2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure) und ICI in England MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure) als selektive Herbizide entdeckten (Abb. 1). Beide Verbindungen ähneln in Struktur und Wirkung dem pflanzlichen Wachstumshormon Auxin und bewirken

Tab. 1:
Forschungsziele der Gentechnik bei Kulturpflanzen [19].

A) PRODUKTQUALITÄT

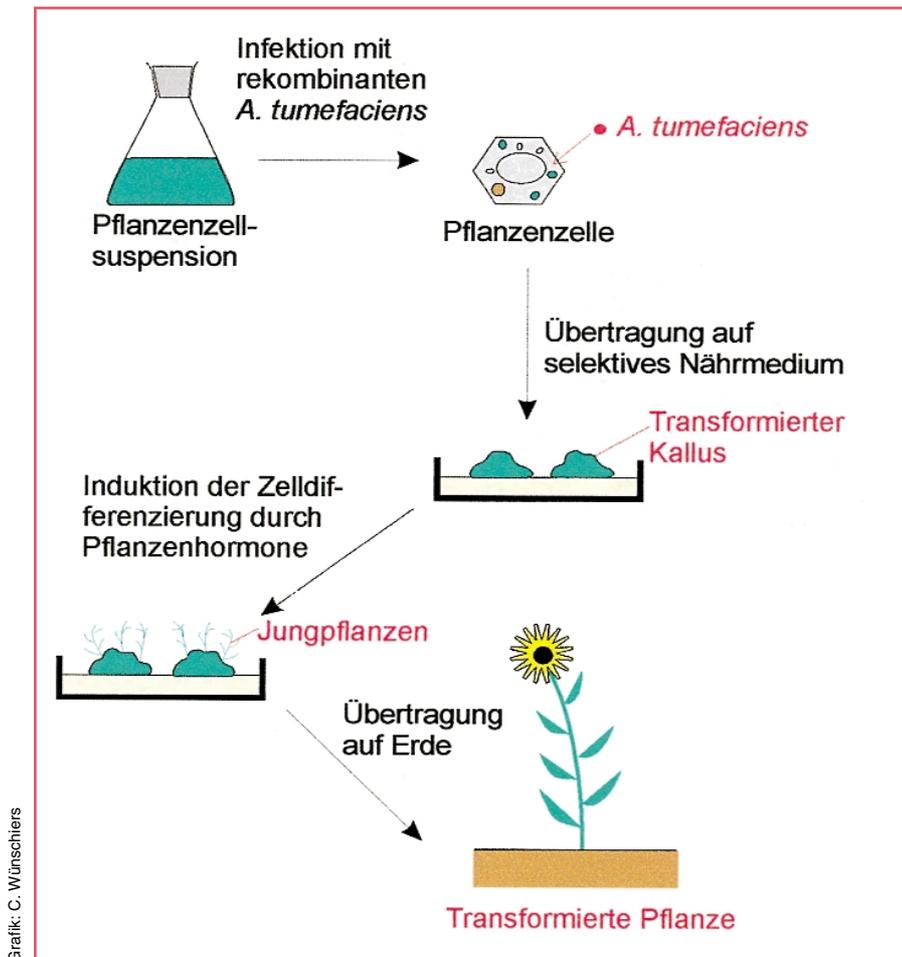
- **Verbesserung des Nährwertes** durch Eingriffe in den Kohlenhydrat- oder Fettsäuremetabolismus oder die Manipulation der Nährstoffzusammensetzung
- **Eliminierung unerwünschter Eigenschaften** wie bspw. Allergene, Bitterstoffe usw.
- **Verbesserung der Haltbarkeit und Lagerstabilität** durch Änderungen z.B. der Festigkeit oder des Reifeprozesses
- **Konsumfaktoren** wie Farbe, Geschmack oder Verarbeitbarkeit

B) AGRONOMISCHE EIGENSCHAFTEN

- **Resistenzen** gegenüber Bakterien, Pilzen, Insekten, Nematoden, Viren
- **Resistenz** gegenüber Herbiziden
- **Erhöhte Toleranz** gegenüber Trockenheit, Temperatur, Salze oder Schwermetalle
- **Verbesserte Nährstoffaufnahme und -verwertung**

C) DIE PFLANZE ALS BIOREAKTOR

- **Herstellung therapeutisch wirksamer Substanzen** wie z.B. Impfstoffe, Antikörper und Medikamente
- **Erzeugung von Bioplastik**
- **Produktion von Biobrennstoffen**



Grafik: C. Wüschiers

Abb. 3: Schematische Darstellung der Erzeugung einer transformierten (transgenen) Pflanze. Eine Pflanzenzell-suspension wird mit dem Bakterium *Agrobacterium tumefaciens* infiziert, in welches zuvor das zu transformierende Gen kloniert wurde. Auf einem selektiven Nährmedium wachsen erfolgreich transformierte Zellen zu einem Zellhaufen (Kallus) heran. Durch Wachstumshormone wird die Differenzierung der Pflanzenzellen induziert, und es wächst eine transgene Pflanze heran.

Misswuchs bei zweikeimblättrigen Pflanzen (Dikotyledonen), nicht jedoch bei einkeimblättrigen Pflanzen (Monokotyledonen) wie Mais, Weizen, Roggen, Hafer und Reis. Es folgten später selektive Photosynthesehemmstoffe aus der Gruppe der Harnstoffderivate wie Monolinuron (1958), Linuron (1960) und Isoproturon (1965) und der Gruppe der Triazine wie Simazin (1955) und Atrazin (1958) (Abb. 1). Neuere Entwicklungen sind die extrem wirksamen Sulfonylharnstoffherbizide, welche die Aminosäurebiosynthese partiell hemmen.

Noch immer stellen die Herbizide die größte Herausforderung für die Wirkstoffentwicklung dar. In den Achtzigerjahren wurden erstmals so genannte Safener eingeführt, die selektiv die Kulturpflanze vor der Wirkung des Herbizids schützen sollen, indem sie bspw. eine Resistenz induzieren. Gera-

de im Bereich der selektiven Wirkung erhofft man sich Erfolge auf Basis der Gentechnik.

Der Weg zur transgenen Pflanze

Die konventionelle Pflanzenzucht ist ein langwieriger Prozess, der weitgehend auf dem Zufall der Mutationen basiert und durch die vorliegende genetische Information (das Genom) der zu kreuzenden Spezies begrenzt ist. Durch die Entwicklungen der Molekularbiologie haben sich auch die Perspektiven der Pflanzenzucht geändert [6]. Die moderne Gentechnik stellt vielfältige Methoden zur Manipulation der genetischen Information in Pflanzen zur Verfügung. Es können artfremde Gene in das pflanzliche Genom integriert (Gen-addition) oder in der Pflanze existierende Gene spezifisch ausgeschaltet werden (Gensubtraktion). Die Anwen-

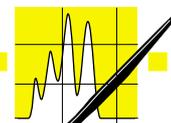
dung gentechnischer Methoden in der Pflanzenzüchtung findet seit etwa 15 Jahren auf verschiedenen Ebenen statt (Tab. 1). Zu unterscheiden ist dabei im Wesentlichen, ob zur Zelltransformation ein Vektor zur Einführung der DNA in die Pflanzenzellen verwendet wird, oder ob die DNA mechanisch direkt eingebracht wird.

Bevor ein bestimmtes Merkmal bzw. eine „Eigenschaft“, gentechnisch übertragen werden kann (Transformation), muss das zugehörige Gen bekannt und isoliert worden sein (Klonierung). Eigenschaften, die von mehreren Genen gleichzeitig beeinflusst werden, lassen sich heute nur in wenigen Fällen mit der Gentechnik übertragen. Das liegt vor allem daran, dass nicht alle Gene, welche die Ausprägung eines Merkmals ausmachen, bekannt sind. Zum anderen ist die Regulation dieser Gene untereinander oftmals sehr kompliziert oder unbekannt, so dass die Transformation dennoch nicht zur Ausbildung des gewünschten Merkmals führt. Zu Eigenschaften, die nur von einem Gen abhängen, zählen bspw. Krankheitsresistenzen, Herbizidresistenzen oder Pigmentbildungen.

Vektorbasierte Transformation

Mikroorganismen oder Viren, welche DNA-Moleküle in das pflanzliche Genom integrieren, werden als Vektoren bezeichnet. Insbesondere das Bakterium *Agrobacterium tumefaciens* und Pflanzen-Viren kommen bei der vektorbasierten Transformation zum Einsatz.

Anfang dieses Jahrhunderts wurde erstmals eine Pflanzenkrankheit beschrieben, die vor allem an den Wurzelhälsen verschiedener Pflanzen Wucherungen verursacht. Als Erreger konnte das weltweit verbreitete *Agrobacterium tumefaciens* identifiziert werden. Die Anwesenheit des Bakteriums ist lediglich zur Induktion, nicht aber zur Aufrechterhaltung des Tumorstadiums notwendig. Es infiziert Pflanzen in Wundbereichen, wo es dann einen bestimmten Abschnitt seiner Plasmid-DNA in Pflanzenzellen überträgt. Dieses so genannte T₁-Plasmid (Tumor-induzierend) ist für die Gentechnik bei Pflanzen von besonders großer Bedeutung. 1983 gelang es erstmals, alle tumorauslösenden Gene des



AUFSÄTZE

Tab. 2:
Kategorien der in den USA von 1994-1997 durchgeführten Feldversuche [9].

Kategorie	[%]
• Herbizidtoleranz	30
• Insektentoleranz	24
• Produktqualität	21
• Virusresistenz	10
• Die Pflanze als Bioreaktor	7
• Agronomische Eigenschaften	4
• Pilzresistenz	4

T₁-Plasmids zu entfernen. Solche „entwaffneten“ T₁-Plasmide bilden heute die Grundlage für die Transformation Höherer Pflanzen. Alle gewünschten Gene werden zunächst in das T₁-Plasmid von *A. tumefaciens* integriert. Anschließend bringt man die zu transformierenden Pflanzenzellen mit dem rekombinanten Bakterium in Kontakt (Abb. 3). Diese Methode wurde 1985 erstmals erfolgreich angewendet [7]. Dabei werden pro Pflanzenzelle etwa

100–1000 Bakterien eingesetzt und für wenige Tage gemeinsam kultiviert. Befällt *A. tumefaciens* eine Pflanzenzelle, so werden die entsprechenden Gene in

Tab. 3:
Hersteller und Eigenschaften transgener Nutzpflanzen weltweit (Stand September 2000 [18]). Es sind nur Pflanzen aufgeführt, die eine Zulassung in der Europäischen Union (EU) haben oder deren Zulassung in der EU beantragt ist.

Unternehmen/Markenname	Merkmale	USA	EU	Kanada	Japan	weitere Länder
Mais						
Novartis (Ciba-Geigy) <i>Maximizer</i>	IR, AR	1995	1997	1996	1996	Argentinien, Schweiz ¹ , Südafrika
Aventis(AgrEvo)/ <i>Liberty Link</i>	HR	1995	1998	1996	1997	Argentinien
Monsanto/ <i>Yield Gard</i>	IR	1995	1998	1997	1996	Argentinien, Schweiz ¹
Novartis (Northrup King)	IR	1996	1998 ¹	1996	1996	Schweiz ¹
Pioneer (Monsanto)	HR, IR, AR	1996	Antrag	1996	1997	
DeKalb (Monsanto)	IR, AR, HR	1997	Antrag	1997	1999A	Argentinien
Baumwolle						
Monsanto/ <i>Bollgard</i>	IR, AR	1995	Antrag	1996 ¹	1997	Australien, China, Mexiko, Argentinien, Südafrika
Monsanto/ <i>Roundup Ready</i>	HR, AR	1995	Antrag	1996 ¹	1997	Australien, Argentinien
Raps						
Aventis (PGS)/ <i>Restorer</i>	MS, HR, AR	1996 ¹	1997 ²	1994/95	1996	
Aventis/ <i>Liberty Link</i>	HR, AR		1998 ¹	1995	1996	
Aventis/ <i>Liberty Link</i>	HR		Antrag			
Aventis (PGS)	MS, HR	1999	Antrag	1996	1997	
Soja						
Monsanto/ <i>Roundup Ready</i>	HR	1994	1996 ¹	1995	1996 ¹	Argentinien, Brasilien, Mexiko ¹ , Australien ¹ , Schweiz ¹ , Uruguay, Russland ¹ , Korea ¹ , Rumänien
Aventis (AgrEvo)/ <i>Liberty Link</i>	HR	1996	Antrag	1999 ²	1999 ²	
DuPont	FZ, AR	1997	Antrag	2000	1999	
Tomate						
Zeneca	RV	1995	Antrag	1996		
Zuckerrübe						
Novartis	HR	1998	Antrag			
Tabak						
Seita / F	HR, AR		1994			
Blumen						
Nelken: Florigene / Suntory	Blütenfarbe		1998		1999	Australien
Nelken: Florigene / Suntory	Haltbarkeit		1998		1999	Australien

Legende:

1: Zulassung nur für Import, Verarbeitung und Lagerung, nicht zum Anbau; 2: Zulassung nur für Anbau, nicht als Futter- oder Lebensmittel; AR: Antibiotikaresistenz; FZ: Fettsäurezusammensetzung; HR: Herbizidresistenz; IR: Insektenresistenz; MS: Männliche Sterilität RV: Reifeverzögerung

das Genom der Zelle integriert. Aus der transformierten Zelle kann wieder eine vollständige Pflanze heranwachsen: Das Ergebnis ist eine transformierte (transgene) Pflanze. Bei den meisten direkten Transformationsmethoden (siehe unten) wird in nur sehr wenige der eingesetzten Zellen (etwa 0,1 %) DNA eingebracht; beim *Agrobacterium*-vermittelten DNA-Transfer sind diese Zahlen meist höher (bis 50 %). Unter diesen Zellen befinden sich jedoch viele, welche die Gene aus verschiedenen Gründen nicht exprimieren. Um zu überprüfen ob die Transformation erfolgreich war, werden zusätzlich Antibiotika- oder Herbizidresistenzgene (so genannte Markergene) auf die Pflanze übertragen. Dies ermöglicht die Selektion erfolgreich transformierter Pflanzen. Unter den Zellen, die kurz nach der Transformation eine Expression des Markergens zeigen, integriert jedoch wiederum nur etwa jede hundertste Zelle die neue DNA stabil in ihr eigenes Genom. Dies verdeutlicht, dass aus solchen Experimenten nur sehr wenige stabil transformierte Pflanzen hervorgehen, welche die neue Erbinformation auch nutzen.

Der gesamte Vorgang von der Pflanzentransformation bis zur ausgewachsenen Pflanze dauert in der Regel mindestens mehrere Monate. Das sich nach der Pflanzenregeneration anschließende Procedere der Reinzüchtung von Linien, die das gewünschte Gen stabil exprimieren und vererben, dauert, wie in der konventionellen Pflanzenzüchtung, noch einmal – je nach Pflanzenart – mehrere Jahre.

Agrobacterium tumefaciens hat bereits von Natur aus einen weiten Wirtspflanzenbereich, allerdings ist die Infektion und Transformation auf Vertreter der zweikeimblättrigen Pflanzen (Dikotyledonen) beschränkt. Gräser und damit alle Getreidepflanzen werden nicht von *A. tumefaciens* befallen. Daher ist man bei diesen Pflanzen auf alternative Methoden angewiesen.

Viren als Vektoren

Viele Pflanzen werden von Viren befallen. Man sollte daher annehmen, dass sie sich ähnlich wie *A. tumefaciens* zur Transformation von Pflanzen verwenden lassen. Trotz langjähriger Untersuchungen gibt es auf diesem

Gebiet allerdings kaum Fortschritte. Dies liegt vor allem daran, dass die meisten Pflanzenviren RNA-Viren sind. Im Gegensatz zu DNA-Viren besteht das Genom von RNA-Viren aus RNA, die vor der Integration in das Wirtspflanzengenom in DNA umgeschrieben wird. Der Umgang mit RNA ist aber in der Molekularbiologie noch nicht so weit entwickelt. Die bislang bekannten pflanzlichen DNA-Viren, namentlich Caulimoviren und Geminiviren, haben entweder unzureichenden Platz in ihrer Virenhülle, um fremde Gene aufzunehmen oder besitzen einen derart komplizierten In-

DNA in die Zelle, die dann, mit viel Glück, in das Genom integriert wird. Bei der Mikroinjektion wird die DNA über eine haarfeine Glaskanüle in den Protoplasten gespritzt. Ebenfalls „brutal“ erscheint die Verwendung von Mikroprojektilen [8]. Bei dieser Methode haftet die DNA an Wolfram- oder Goldpartikeln von etwa 1–2 µm Größe, die dann in den Protoplasten geschossen werden. Man schätzt, dass auf etwa 3×10^6 mit Partikelbeschuss behandelte Getreidezellen mit einer transgenen Pflanze zu rechnen ist.

Tab. 4:
Verkaufte (rot) und produzierte (blau) Pestizidwirkstoffmengen in Deutschland (in Tonnen) einschließlich der Bilanz der Jahre 1998 bis 1999 [10].

	1993	1995	1997	1998	1999	98/99
Herbizide	12424	13751	15369	16667	13994	-16,0%
	30387	41154	37076	36994	39482	+6,7%
Fungizide	6089	7638	8438	9415	9159	-2,7%
	25652	33616	33719	37230	33648	-9,6%
Insektizide	880	936	911	1057	991	-6,2%
	15111	17987	13998	13026	13391	+2,8%
Andere	2853	3226	3256	3747	3341	-10,8%
	19947	18573	18543	21088	18951	-10,1%
Σ	22246	25551	27974	30886	27485	-11%
	91097	11133	10333	10833	10547	-2,6%
		0	6	8	2	

fektionsmechanismus, dass die fremde integrierte DNA zerstückelt werden würde.

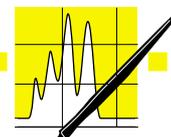
Direkte Transformationsmethoden

Mehrere alternative Transformationsmethoden kommen heute zur Anwendung, die jedoch erheblich ineffizienter sind. Zunächst gilt es, die wesentliche Barriere, die Zellwand, zu entfernen. Dazu werden die Zellen mit Zellwand auflösenden Enzymen gewaschen. In die resultierenden Protoplasten kann dann fremde DNA eingeschleust werden.

Bei der Elektroporation werden hierzu die Pflanzenprotoplasten zusammen mit der zu transformierenden DNA einem Spannungsfeld ausgesetzt. Vergleichbar mit der Elektrophorese, kommt es so zu einer Aufnahme der

■ Einsatz der Gentechnik

Die Gentechnik bietet vielfältige Möglichkeiten, auf die Kulturpflanze unmittelbar Einfluss zu nehmen. Dabei lassen sich drei große Forschungsziele für den Einsatz der Gentechnik unterscheiden: Verbesserung der Produktqualität, Verbesserung der agronomischen Eigenschaften und die Verwendung der Pflanze als Bioreaktor zur Synthese von Impfstoffen, Antikörpern usw. (Tab. 1). Die ersten Feldversuche wurden 1987 mit gentechnisch veränderten Tomaten- und Tabakpflanzen in den USA durchgeführt. Es handelte sich dabei um drei verschiedene herbizidtolerante Tomatenvarietäten der Firmen DuPont und Calgene sowie zwei herbizidtolerante Tabaksorten der Firma Calgene [9]. Die Zahl der Feldversuche stieg seitdem rasant auf meh-



Tab. 5: Zielproteine ausgewählter Herbizide und die Grundlage der Erzeugung transgener, resistenter Pflanzen [11].

Metabolismus	Herbizid	Zielprotein	Grundlage der Resistenz
Aminosäuren-biosynthese	Glyphosat	5-Enolpyruvyl-shikamat-3-phosphat Synthase	Expression alternativer Synthasegene aus resistenten Bakterien
	Sulphonylharnstoff	Acetolactat Synthase	Substitution von Prolin an der Position 194 im pflanzlichen Gen
	Phosphinothrizin	Glutamin Synthase	Gene zur Detoxifikation aus <i>Streptomyces hygroscopicus</i>
Photosystem II	Triazin	Q _B -Bindungsprotein (D1)	Aminosäureaustausch im pflanzlichen D1-Protein; Expression detoxifizierender Enzyme
	Bromoxynil	Q _B -Bindungsprotein (D1)	Detoxifikation durch Expression einer pflanzlichen Cytochrom P450 Monooxygenase bzw. einer bakteriellen Nitrilase
Photosystem I	Paraquat	generiert Superoxidradikale im Licht	Expression pflanzlicher Superoxiddismutasen
Lipidbiosynthesen	Aryloxyphenoxypropionat	Acetyl-Coenzym A Carboxylase	Expression pflanzlicher, resistenter Enzyme oder detoxifizierender Enzyme
Phytohormon Auxin	2,4-D	unbekannt	Detoxifikation durch Expression bakterieller Cytochrom P450 Monooxygenase

denklich für den Menschen sein, sollte in der Umwelt schnell abgebaut werden und sollte natürlich nur die ungewünschten Pflanzen, nicht dagegen die Nutzpflanze beeinträchtigen. Wie bereits vorher angesprochen, ist das letzte Kriterium am schwierigsten zu handhaben. Die meisten konventionellen und auf dem Markt befindlichen Herbizide wirken auf pflanzenspezifische Stoffwechselwege wie die Photosynthese oder die Biosynthese essentieller Aminosäuren. So wird gewährleistet, dass Mensch und Tier nicht von der Wirkung betroffen sind – dafür wird aber die Nutzpflanze angegriffen. In der Vergangenheit hat man versucht, diese Problematik durch den Einsatz der bereits erwähnten Safener oder lokal bzw. temporär gezielter Spritzungen in den Griff zu bekommen. Durch den Einsatz der Gentechnik können die Nutzpflanzen selektiv gegen das eingesetzte Herbizid resistent gemacht werden. In Tabelle 5 ist die biochemische Basis für

rere Tausend weltweit an. Bis Mai 1998 wurden in Deutschland 115 Anträge auf Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen gestellt. Die Anzahl der Freisetzungsorte lag bei etwa 300. Im gleichen Zeitraum wurden in Frankreich rund 350 Freilandversuche an 1450 unterschiedlichen Standorten und in den USA rund 4000 Freisetzung an über 17000 unterschiedlichen Standorten durch geführt [10]. Tabelle 2 zeigt die Aufteilung der Forschung in die unterschiedlichen Anwendungsbereiche in den USA. In der Europäischen Union überwiegt die Erforschung von Herbizidresistenzen mit rund 47 %. Ansonsten ist die Verteilung jedoch ähnlich.

Infolge der Forschungsbemühungen wurden bis 1998 etwa 50 verschiedene gentechnisch veränderte Pflanzensorten zugelassen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über weltweite Zulassungen transgener Pflanzen.

Herbizidresistenzen

Die Entwicklung von herbizidresistenten Pflanzen ist zur Zeit der größte Forschungszweig für die Anwendung der Gentechnik im Pflanzenschutz. Dies liegt zum einen daran, dass die Herbizide das größte Marktsegment in Deutschland, aber auch weltweit darstellen (Tab. 4). Zum anderen konnte in

der Vergangenheit gezeigt werden, dass Pflanzen, die resistent gegenüber einem Herbizid sind, meist nur eine einzelne Genmutation aufweisen. Das bedeutet, dass lediglich ein Gen in der Nutzpflanze verändert werden muss, was wiederum den Forschungs- und Entwicklungsaufwand überschaubar

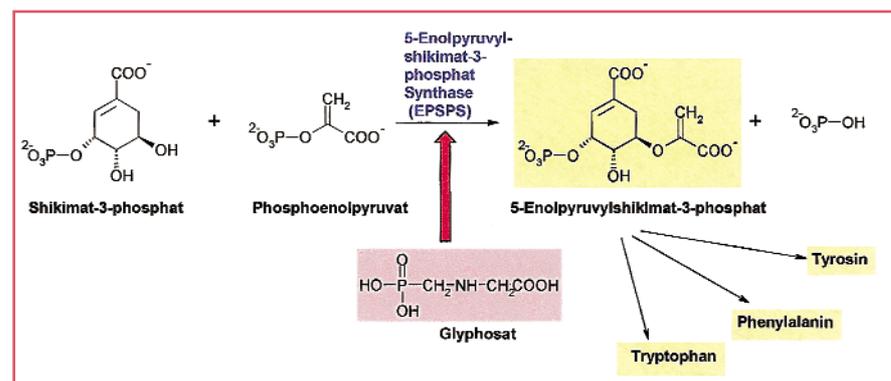
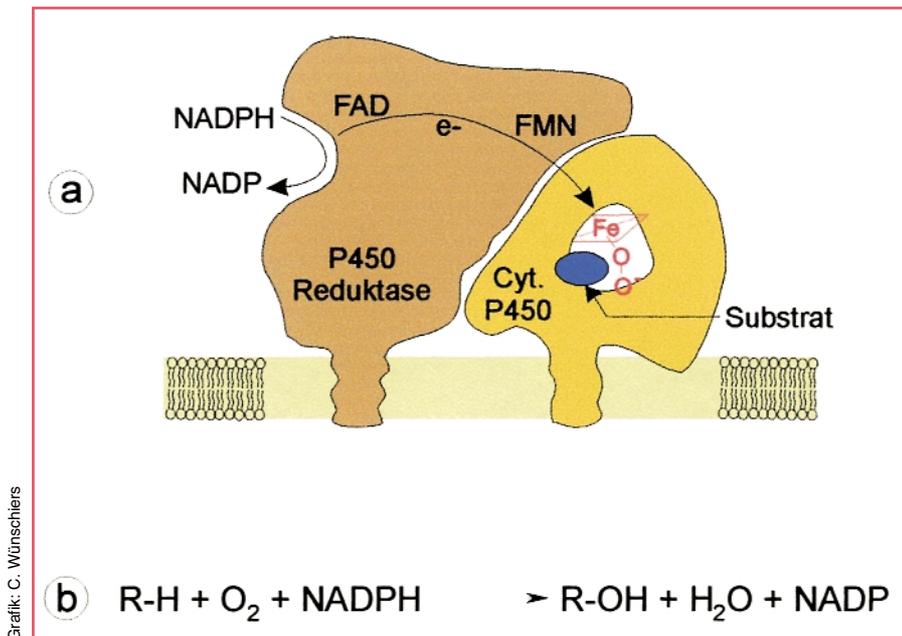


Abb. 4: Der herbizide Wirkstoff Glyphosat inhibiert einen enzymatischen Schritt, der für die pflanzliche Biosynthese von aromatischen Aminosäuren unentbehrlich ist.

hält. Nicht zuletzt wird die Entwicklung von Herbizidresistenzen auch dadurch erleichtert, dass die transgenen Pflanzen relativ einfach selektiert werden können, da sie gegen das gewünschte Herbizid resistent sind.

Das ideale Herbizid sollte eine Reihe von Eigenschaften miteinander vereinen: Es darf keine Tiere töten, muss im Einsatz weitgehend unbe-

eine Reihe unterschiedlicher Herbizidresistenzen aufgezeigt. Die meisten der aufgelisteten Herbizide wirken auf die Aminosäurenbiosynthese oder die Photosynthese und haben ihren Wirkort im Chloroplasten (mit Ausnahme von 2,4-D, das wahrscheinlich im Cytoplasma wirkt). Exemplarisch sollen hier die Wirkungsweise der Resistenz gegen das Herbizid Glyphosat



Grafik: C. Wünschiers

Abb. 5: a) Die Häm tragende Cytochrom-P450-Monooxygenase (Cyt. P450) und die Flavin-haltige Cytochrom-P450-Reduktase bilden einen membrangebundenen Enzymkomplex. b) Allgemeine Reaktionsgleichung der vom Cytochrom-P450-Monooxygenase-Enzymkomplex katalysierten Oxygenierung eines Substrates.

und die Cytochrom-P450-Monooxygenase-abhängigen Herbizidtoleranzen dargestellt werden.

■ Roundup Ready™-Soja

Das nicht-selektive Herbizid Roundup™ enthält als Wirkstoff Glyphosat (Abb. 4). Es hemmt ein wichtiges Enzym der Biogenese von aromatischen Aminosäuren (Tryptophan, Tyrosin, Phenylalanin), die 5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-Synthase (EPSPS). Dieses Enzym ist unentbehrlich für die Biosyntheseleistungen aller Pflanzen. Nutzpflanzen und Unkräuter werden daher im gleichen Maße abgetötet. Dies gilt für 76 der weltweit 78 Unkräuter, die für die größten agrarökonomischen Schäden verantwortlich sind [11]. Ebenso wie bei den Pflanzen wird auch die Aminosäurebiosynthese von Bakterien durch Glyphosat inhibiert. Allerdings konnten auch resistente Bakterien (*E. coli*) gefunden werden. Anschließende Untersuchungen ergaben, dass die EPSPS bei diesen Bakterien derart mutiert ist, dass zwar die eigentliche Reaktion noch katalysiert wird, aber das Glyphosat nicht mehr effektiv an das Enzym binden kann. Der amerikanischen Firma Monsanto gelang die Entwicklung einer gentechnisch veränderten *Arabidopsis*-Pflanze, die widerstandsfähig gegen das

Herbizid ist. Dazu wurden transgene Pflanzen konstruiert, die das Gen (*aroA*) für das resistente *E. coli*-Enzym exprimieren und in den Chloroplasten transportieren. Die generelle Anwendbarkeit der Methode konnte so gezeigt werden.

Wie weitere Untersuchungen belegten, war das *E. coli*-EPSPS-Enzym durch eine reduzierte Affinität für Glyphosat resistent (erhöhter K_i), was aber auch eine reduzierte Affinität für das Substrat Phosphoenolpyruvat mit sich brachte (erhöhter K_m). Später wurde aber ein EPSPS-Enzym aus dem Bodenbakterium *Agrobacterium spec.* identifiziert, das trotz Glyphosatresistenz einen niedrigen K_m hat. Mit dem für dieses Enzym kodierenden Gen wurden erfolgreich Raps- und Sojapflanzen transformiert, die heute unter dem Handelsnamen Roundup Ready™ vertrieben werden. Die herbizidtolerante Sojabohne wurde im Frühjahr 1996 erstmals in den USA auf einer Fläche von über 400 000 Hektar angebaut. Heute beträgt der Anbau von gentechnisch verändertem Soja weltweit mehr als 50 % [12].

■ Cytochrom-P450-Monooxygenasen

Seit einiger Zeit steht eine ganze Enzymklasse im Rampenlicht der

Herbizidforschung: Cytochrom-P450-Monooxygenasen (im Folgenden als P450 abgekürzt) [13]. Durch die große Anzahl von Genomsequenzierungsprojekten wird immer deutlicher, dass P450s die größte Familie enzymatischer Proteine in Höheren Pflanzen darstellen. Allein in der im Dezember 2000 in Nature vorgestellten kompletten Sequenz der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) wurden 286 Gene identifiziert, die potentiell für ein P450 kodieren [14].

P450s bilden eine große Enzymfamilie von Hämproteinen. Sie nutzen die Reduktionskraft von NADPH, um molekularen Sauerstoff zu aktivieren. Die Elektronen werden in Einzelschritten über das Flavoprotein P450-Reduktase auf das Cytochrom P450 übertragen (Abb. 5a). Die anschließend katalysierte Reaktion ist in der Regel eine Monooxygenierung und resultiert in der Synthese eines Moleküls Wasser und dem oxygenierten Produkt (Abb. 5b) – aber auch Dimerisierungen, Isomerisierungen, Dehydratationen und Reduktionen wurden bei unterschiedlichen P450s bereits beobachtet [15].

Der Name P450 rührt daher, dass das Enzym mit dem Inhibitor Kohlenmonoxid einen Komplex bildet, der bei 450 nm absorbiert.

Höhere Pflanzen synthetisieren mehr als 100 000 sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, also Substanzen, die nicht essentiell für das Überleben der Pflanze sind [16]. Es wird vermutet, dass die große Variabilität und Anzahl pflanzlicher P450s maßgeblich für die biochemische Komplexität verantwortlich sind. Weiterhin vermutet man, dass pflanzliche P450s wesentlich an der Detoxifikation von Herbiziden beteiligt und für die selektive Wirkung einiger Herbizide verantwortlich sind. Dies konnte bspw. für das Phenolharbstoff-Herbizid Chlortoluron gezeigt werden [13]. Die Detoxifikation des Herbizids erfolgt entweder über eine Hydroxylierung des Methylringes oder über eine di-N-Demethylierung. Das mono-N-demethylierte Chlortoluron hingegen bleibt phytotoxisch (Abb. 6). Dieses Beispiel zeigt sehr gut die selektive Wirkung des Herbizids.

Toleranter Winterweizen (*Triticum aestivum*) baut Chlortoluron mit einer

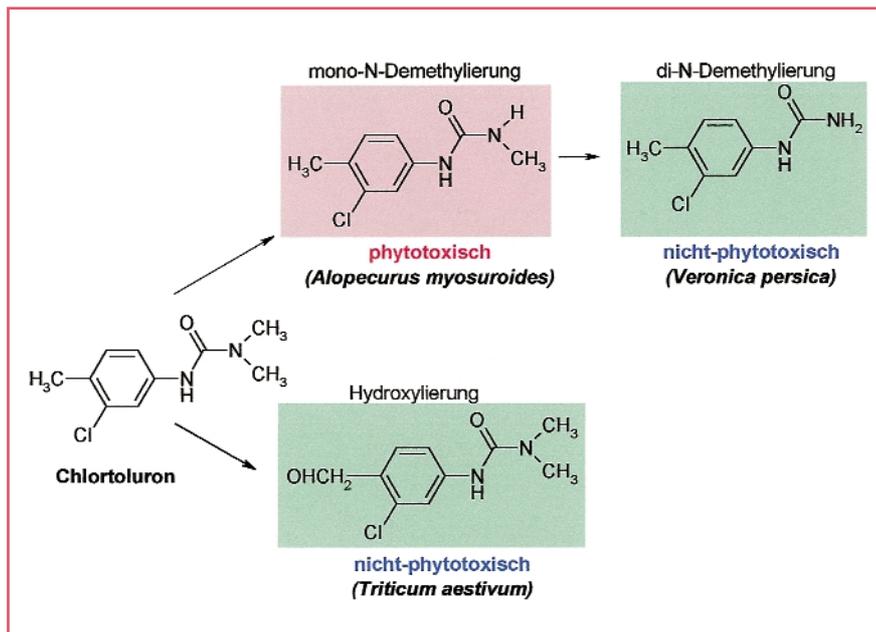
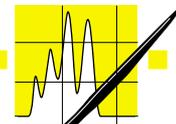


Abb. 6: Verschiedene Pflanzen detoxifizieren das Herbizid Chlortoluron zu unterschiedlichen Endprodukten. Infolgedessen wirkt das Herbizid selektiv: Der Winterweizen (*Triticum aestivum*) und der Männertreu (*Veronica persica*) überstehen die Herbizidbehandlung, während der Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), ein Gras, eingeht.

Halbwertszeit von weniger als 24 h ab. Das Abbauprodukt ist die nicht-phytoxische hydroxylierte Form (Abb. 6). Das sensitive Unkraut *Alopecurus myosuroides* hat die phytotoxische mono-N-demethylierte Form als Hauptabbauprodukt und stirbt, während das tolerante Unkraut *Veronica persica* Chlortoluron in die nicht-phytoxische di-N-demethylierte Form metabolisiert und überlebt (Abb. 6).

Die große Anzahl unterschiedlicher P450s eröffnet die Möglichkeit, gezielt die entsprechenden Gene in das Nutzpflanzengenom zu integrieren und so die Toleranz gegenüber einem Herbizid zu erhöhen. Des Weiteren bilden die P450s ein Ziel für die bereits beschriebenen Safener. Der Safener hätte in diesem Fall strukturelle Ähnlichkeiten mit dem Herbizid, wäre jedoch wirkungslos. Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit bildet die Pflanze jedoch größere Mengen P450, wodurch die Detoxifikation des Herbizids beschleunigt würde.

■ Weitere Resistenzen

Neben dem bisher angesprochenen weiten Feld des Einsatzes transformierter Pflanzen bei der Herbizidresistenz seien schließlich noch weitere Einsatzbereiche der Gentechnik erwähnt:

Virenresistenzen

Erstaunlicherweise können Pflanzen, wenngleich durch einen noch unverständlichen Mechanismus, gegen Viren „geimpft“ werden. Dieses Phänomen wurde bereits 1929 von Pflanzenvirologen untersucht. 1986 gelang es einer Forschergruppe um Roger Beachy zum ersten Mal, transgene Tabakpflanzen zu züchten, die gegen das Tabakmosaikvirus (TMS) resistent waren [17]. Dazu wurde das virale Gen, welches für ein Hüllprotein des Virus kodiert, in der Tabakpflanze exprimiert. Auf noch ungeklärte Weise führt das dazu, dass die Tabakpflanzen resistent gegen den Befall des TMV sind. Diese Methode wird für eine Reihe von Kulturpflanzen

und deren spezifische Viren intensiv erforscht. In den USA sind Virus-resistente Zucchini und Papayas bereits auf dem Markt [9].

Insektenresistenzen

Das weltweit verbreitete Bakterium *Bacillus thuringiensis* produziert beim Übergang in das Ruhestadium kristallartige Sporen, die aus Proteinen aufgebaut sind. Eines der Kristallproteine (Cry) ist ein effektives Insektizid und wird als *Bt*-Toxin bezeichnet. In der Spore liegt das *Bt*-Toxin als Protoxin vor, d. h., erst wenn es von einer Insektenlarve durch die Nahrung aufgenommen wird, wandelt es sich im Darm durch Proteolyse in die toxische Form um. Dort bewirkt das *Bt*-Toxin eine Perforation der Darmzellen, wodurch die Zellfunktionen zusammenbrechen, und die Larve stirbt. Verschiedene Stämme des Bakteriums *B. thuringiensis* produzieren unterschiedliche Formen des *Bt*-Toxins, die auf unterschiedliche Insektenarten wirken. Mehr als 100 verschiedene *Bt*-Toxine wurden bereits identifiziert [9]. Für den Menschen ist das *Bt*-Toxin völlig harmlos und findet als Spraypräparat bereits seit den Sechzigerjahren Anwendung.

Wird das für ein *Bt*-Toxin kodierende Gen in das Genom der Pflanze integriert, so produziert diese ständig das

Tab. 6: Der Weltmarkt für konventionellen und biotechnologischen Pflanzenschutz in Mio. US\$ [20].

Jahr	Konventioneller Pflanzenschutz	Biotechnologischer Pflanzenschutz	Σ
1997	29086	670	29756
1998	28995	1640	30635
1999	28090	2370	30460
98/99	-3,1%	+44,5%	-0,6%

Toxin und ist somit vor den entsprechenden Schädlingen geschützt. Tatsächlich sind transgene *Bt*-Pflanzen wie *Bt*-Mais™ von Novartis oder die Baumwollsorte Bollgart™ von Monsanto nur zwei Beispiele einer ganzen Palette von transgenen *Bt*-Toxin produzierenden Kulturpflanzensorten.

Ausblick

Nachdem nun einige Möglichkeiten und ausgewählte Anwendungen der Gentechnik im Pflanzenschutz besprochen wurden, soll der Versuch unternommen werden, eine zukünftige Rolle der Chemie im Pflanzenschutz zu beleuchten.

In Tabelle 6 ist die bisherige Entwicklung des Welpflanzenschutzmarktes wiedergegeben. Angaben der ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications) zufolge wird der Weltmarkt für biotechnologisch veränderte Pflanzen bis zum Jahre 2010 auf 25 Mrd. \$ ansteigen. Es wird vermutet, dass der konventionelle Pflanzenschutz im gleichen Zeitraum allenfalls leicht ansteigt oder stagniert. In den vergangenen zwei Jahren hat der deutsche Pflanzenschutzmarkt sowohl Produktions- als auch Absatzeinbußen hinnehmen müssen (Tab. 4).

Die Bilanz des Einsatzes der Gentechnik im Agrarsektor ist beein-

drückend. 1996 wurden erstmals gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Landwirtschaft eingesetzt. Vier Jahre später bedecken sie mit 40 Mio. Hektar eine größere Fläche als die Bundesrepublik (35 Mio. ha) (Tab. 7). Vieles deutet jedoch darauf hin, dass die „fetten Jahre“ für transgene Pflanzensorten vorbei sind. Vor allem in Europa stoßen gentechnisch erzeugte Agrarprodukte auf Ablehnung der Verbraucher. Diese greifen lieber zu Lebens-

mitteln aus konventionellem bzw. ökologischem Landbau. In den USA sind große Handelsunternehmen schon heute bereit, Aufpreise für „Gentechnik-freie“ Sojabohnen zu zahlen. Im Frühjahr 2001 wollen offenbar viele Farmer zurück zu den konventionellen Soja- und Mais-Sorten. Nicht nur höhere Preise sind die Motivation, sondern man will auch die Schwierigkeiten im Export nach Europa und Asien vermeiden. Es weht ein harter Wind im Lande des gentechnischen Pflanzenschutzes. Wenig kalkulierbare Absatzmärkte, transatlantische Handelskonflikte ohne Aussicht auf schnelle Einigung, vorerst keine weiteren Zulassungen transgener Pflanzen in Europa und anhaltende öffentliche Diskussionen um ihre Sicherheit und Zuverlässigkeit sind nur einige Schlagworte.

Was bedeutet das für die Chemie? Mehr als zuvor wird sich der chemische Pflanzenschutz wandeln. Unabhängig davon, wie sich der Einsatz der Gentechnik in der Zukunft entwickeln wird: Der chemische Pflanzenschutz wird immer mehr ein bio-chemischer Pflanzenschutz werden. Durch die immensen Fortschritte der Biologie und damit des Wissens um die molekulare Basis des pflanzlichen Metabolismus werden die Wirkstoffe zunehmend, wie bereits in der pharmazeutischen Industrie, designed. In diesem Zusammen-

hang mag es verwundern, dass rund 75 % des Weltmarktes bei den Fungiziden wie auch bei den Herbiziden von Produkten mit nur sechs verschiedenen Wirkmechanismen dominiert werden. Bei den Insektiziden werden gar 75 % des Marktes von nur zwei Wirkmechanismen ge-

deckt. Diese Zahlen zeigen, dass der bisherige Forschungsansatz, im Wesentlichen chemieorientiert neue Wirkmechanismen zu identifizieren, nicht ausreicht. In der Vergangenheit war die Aufklärung des exakten Wirkmechanismus eines Pestizids von untergeordneter Bedeutung. In Zukunft wird die Identifizierung von neuen Wirkprinzipien in den Vordergrund rücken und der Wirkstoff erst anschließend produziert werden. Die Pflanzenschutzche-

mie wird damit organischer als je zuvor: Sie wird sich mehr an der molekularen Basis der Biochemie der Pflanzen orientieren und wahrscheinlich Abschied nehmen können von der massenhaften Produktion potentieller Pestizide. Aber dennoch: Pestizide müssen synthetisiert und formuliert werden – das bleibt eine Sache der Chemiker. Zudem wäre es auch mehr als vermessend, von der Gentechnik zu erwarten, dass sie eine endgültige Lösung gegen die Resistenzausbildung bei Schädlingen und Unkräutern wäre. Somit wird keine Zeit zum Aufatmen bleiben und die Suche und Synthese neuer Pestizide, auch auf neuen Wegen, vermutlich ein nicht zu gewinnender, aber ein Gewinn bringender Kampf bleiben.

Literatur

- [1] Thomas H (1990) Geschichte der Welt. Manfred Pawlak Verlagsgesellschaft, Herrsching
- [2] Beavis LC (1988) Insects and other invertebrates in classical antiquity. University of Exeter, Devon
- [3] Tahavaian J & Root RB (1972) *Oecologia* 10: 321-346
- [4] Schwab W (2000) *PIUZ* 29: 107-114
- [5] Hock B, Fedtke C & Schmidt R (1995) Herbizide – Entwicklung, Anwendung, Wirkungen, Nebenwirkungen. Thieme Verlag, Stuttgart
- [6] Wünschiers R, Wünschiers C & Borzner S (2000) *CLB* 51: 138-143
- [7] Horsch RB, Fry JE, Hoffman NL, Eichholts D, Rogers SG & Fraley RT (1985) *Science* 227:1229-1231
- [8] Klein TM, Wolff ED, Wu R & Sanford JC (1987) *Nature* 327:70-73
- [9] National Research Council (2000) Genetically Modified Pest-Protected Plants: Science and Regulation. National Academy Press, Washington
- [10] Kompendium Gentechnologie und Lebensmittel (1998) <http://www.geneticdiner.de>
- [11] Hughes MA (1996) *Plant Molecular Genetics*. Longman Higher Education, London
- [12] Persidis A [1999] *Nature Biotech* 17: 612-614
- [13] Werk-Reichhart D, Hehn A & Didierjean L (2000) *Trends Plant Sci* 5: 116-123
- [14] The Arabidopsis Genome Initiative (2000) *Nature* 408: 786-815
- [15] Chapple C (1998) *Annu Rev Plant Physiol Mol Biol* 49: 311-343
- [16] Wünschiers R & Borzner S (1997) *CLB* 48: 466-471
- [17] Powell-Abel P, Nelson RS, De B, Hoffman N, Rogers SG, Fraley RT & Beachy RN (1986) *Science* 232:738-743
- [18] Bundesverband Verbraucher Initiative e.V. (2001) *TransGen – Transparenz für Gentechnik bei Lebensmitteln*. <http://www.transgen.de>
- [19] Industrieverband Agrar e.V. (1999) Jahresbericht, <http://www.iva.de/infobereich/jbericht/99/>
- [20] James C (1999) ISAAA Briefs No.12: Preview, ISAAA, New York

Kontakt

Dr. Röbbke Wünschiers, E-Mail: wuenschier@yahoo.com

Tab. 7:
Anbauflächen gentechnisch veränderter Nutzpflanzen [20].

Land	1998	1999	98/99
USA	20,5	28,7	+40,0%
Argentinien	4,3	6,7	+66,0%
Kanada	2,8	4,0	+43,0%
China	< 0,1	0,3	+200,0%
Sonstige	0,5	0,8	+60,0%
Σ	27,8	39,9	+44,0%

druckend. 1996 wurden erstmals gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Landwirtschaft eingesetzt. Vier Jahre später bedecken sie mit 40 Mio. Hektar eine größere Fläche als die Bundesrepublik (35 Mio. ha) (Tab. 7). Vieles deutet jedoch darauf hin, dass die „fetten Jahre“ für transgene Pflanzensorten vorbei sind. Vor allem in Europa stoßen gentechnisch erzeugte Agrarprodukte auf Ablehnung der Verbraucher. Diese greifen lieber zu Lebens-

Zur Analytik des reduktiven Bleichmittels Dithionit

Prof. Dr. Georg Schwedt und Leandro M. de Carvalho, Technische Universität Clausthal



Universal-Entfärber enthalten als reduktives Bleichmittel Salze der Dithionigen Säure – Dithionite, in welchen ein ungewöhnlich großer Bindungsabstand zwischen den beiden Schwefelatomen auftritt. Die Instabilität der Dithionigen Säure zwingt die Hersteller solcher Entfärber, Stabilisatoren hinzuzufügen bzw. den eventuell auftretenden unangenehmen Geruch einiger Schwefelspezies durch Parfümöle zu überdecken. Chemie und Analytik dieses in Haushaltsprodukten verbreiteten Bleichmittels werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Der Schwefel weist in der Dithionigen Säure $H_2S_2O_4$ die Oxidationsstufe +3 auf. Zink- oder Natriumsalze werden durch Reduktion der schwefligen Säure mit Zinkstaub bzw. Natriumamalgam gewonnen – s. Tab. 1, Gl. 1. Aus der wässrigen Lösung kann das Natriumdithionit mit Natriumchlorid ausgesalzen (als Dihydrat) und mit Alkohol entwässert werden. Nur trockenes Dithionit ist einigermaßen beständig. Der Bindungsabstand zwischen den beiden Schwefelatomen beträgt $2,39 \text{ \AA}$ (im Vergleich dazu in der Dithionsäure $H_2S_2O_6$

$2,06 \text{ \AA}$). Dithionite sind sehr starke Reduktionsmittel: Das Normalpotential von Dithionit bei der Oxidation zu Sulfid, verbunden mit der Abgabe von zwei Elektronen, beträgt in einer alkalischen Lösung $-1,4 \text{ V}$. Das Normalpotential bei der Oxidation von Sulfid zu Sulfat dagegen nur $-0,93 \text{ V}$ (siehe hierzu Gl. 2 in Tab. 1).

Nachweisreaktion zum Zerfall

Im Alkalischen können Dithionite in Thiosulfat, Sulfid bzw. Sulfid zerfallen. Auch Thioschwefelsäure zerfällt in saurer Lösung in Sulfid (bzw. Schwefeldioxid) und elementarem Schwefel (Gl. 3 in Tab. 1). Für den Zerfall unter alkalischen Reaktionsbedingungen – in den Entfärbensalzen ist Soda, also Natriumcarbonat enthalten – lassen sich zwei unterschiedliche Gleichungen aufstellen (Tab. 1, Gl. 4). In schwach alkalischer Lösung entstehen Thiosulfat- und Hydrogensulfid-Ionen, in stark alkalischer Lösung können sich neben Thiosulfat- auch Sulfid-Ionen bilden.

In saurer Lösung entstehen Schwefeldioxid und Schwefel (aus dem Zerfall des Thiosulfats – s. o.), in stark saurer Lösung auch Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxid (Tab. 1, Gl. 5) [1].

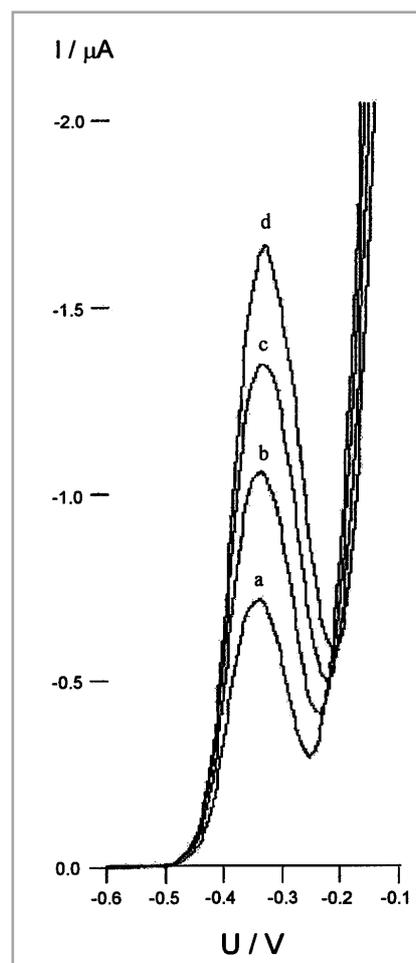


Abb. 1: Polarogramme für die Dithionit-Bestimmung nach dem Standard-Additions-Verfahren (Bedingungen s. Text). a) 0,5 ml der Entfärber-Probe (in 10 ml Grundelektrolyt in der polarographischen Messzelle). b) Probe + 20 mg/l Dithionit (in 1%igen Methanal-Lösung). c) Probe + 40 mg/l Dithionit (in 1%igen Methanal-Lösung). d) Probe + 60 mg/l Dithionit (in 1%igen Methanal-Lösung).

Diese grundlegenden Reaktionen lassen sich bereits auf einfache Weise mit Hilfe einer Kupfersulfat-Lösung bzw. von Zinkpulver und Haushaltessig (geschwefelt) nachweisen. Fügt man zu einer 1%igen Kupfersulfat-Lösung etwas festes Entfärbensalz mit Dithionit (enthält außerdem Soda) hinzu, so entsteht bei nicht stabilisier-

Tab. 1: Reaktionsgleichungen zur Chemie und Analytik des Dithionits.

Gl. 1:	$2 H_2SO_3 + 2 Na \rightarrow Na_2S_2O_4 + 2 H_2O$
Gl. 2:	$S_2O_4^{2-} + 4 OH^- \leftrightarrow 2 SO_3^{2-} + 2 H_2O + 2 e^-$ (zum Vergleich: $SO_3^{2-} + 2 OH^- \leftrightarrow SO_4^{2-} + H_2O + 2 e^-$)
Gl. 3:	$H_2S_2O_3 \rightarrow SO_2 + H_2O + S$
Gl. 4:	schwach alkalische Lösung: $2 Na_2S_2O_4 + H_2O \rightarrow Na_2S_2O_3 + 2 NaHSO_3$ stark alkalische Lösung: $3 Na_2S_2O_4 + 6 NaOH \rightarrow 5 Na_2SO_3 + Na_2S + 3 H_2O$
Gl. 5:	$3 H_2S_2O_4 \rightarrow H_2S + 5 SO_2 + 2 H_2O$
Gl. 6:	$S_2O_4^{2-} + 2 HCHO + H_2O \rightarrow HOCH_2SO_2^- + HOCH_2SO_3^-$
Gl. 7:	$HOCH_2SO_2^- + 7 H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + HCHO + 5 H_3O^+ + 4 e^-$

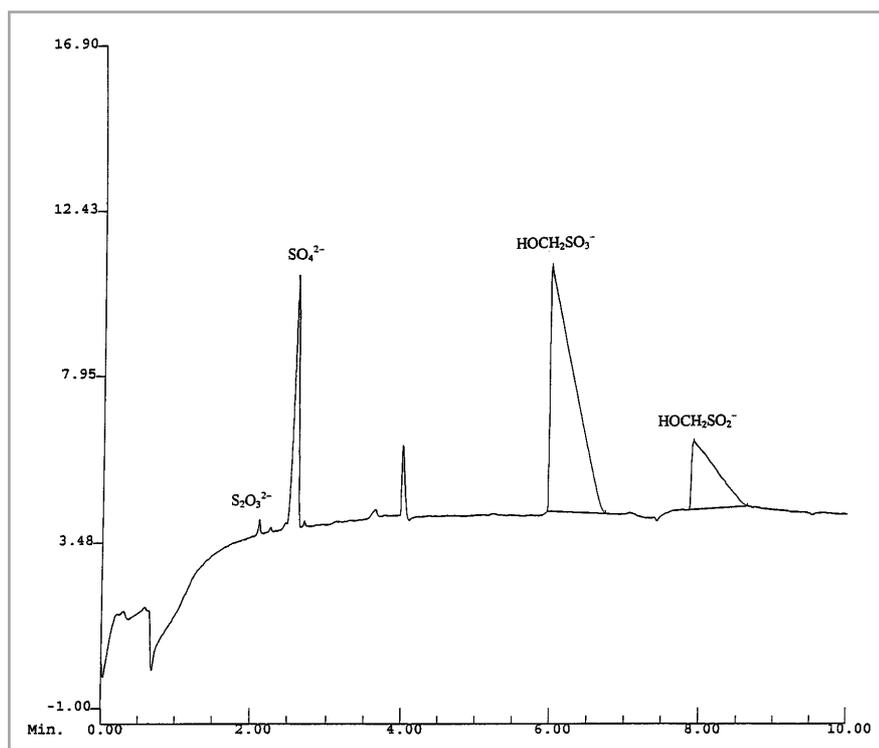


Abb. 2
Elektrochromatogramm einer Entfärber-Lösung (5 mg in einer 0,1%igen Methanal-Lösung)
(Bedingungen s. Text).

ten Entfärbern (so genannten Universal-Entfärbern) sofort ein schwarzer Niederschlag aus Kupfer(I)sulfid. Verwendet man dagegen einen Heiß-Entfärber, so verfärbt sich die Kupfersulfat-Lösung aufgrund des Sodagehaltes zunächst grün (Malachitgrün), und erst beim Erwärmen der Lösung entsteht wieder schwarzes Cu_2S . Synthese und Zerfall des Dithionits werden erkennbar, wenn man Zinkpulver in geschwefeltem Haushaltsessig auflöst. Die Lösung trübt sich infolge des gebildeten elementaren Schwefels. Überlagert werden diese prinzipiell möglichen Synthese- und Zerfallsreaktionen jedoch von der reduktiven Wirkung des ebenfalls gebildeten Wasserstoffs.

■ Photometrische Analyse

Als Reagenz für eine photometrische Bestimmung der Dithionitgehalte wird Naphtholgelb S verwendet. Es bildet sich aufgrund der Reduktion einer Nitrogruppe ein roter Farbstoff (2-Amino-4-nitro-1-naphthol-7-sulfonsäure), dessen Konzentration bei 502 nm photometrisch bestimmt wird. Liegt im Vergleich zum Naphtholgelb S ein Überschuss an Dithionit vor, so erfolgt auch die Reduktion der zweiten Nitrogruppe, wobei sich ein schwach

gelb gefärbter Farbstoff, die 2,4-Diamino-1-naphthol-7-sulfonsäure bildet. In einem Konzentrationsbereich von $6,5 \times 10^{-5}$ bis $1,04 \times 10^{-3}$ mol/l (entsprechend 8,3 bis 133 mg/l) ist in einer 0,05 mol/l ammoniakalischen Lösung von Naphtholgelb S (Konzentration $8,92 \times 10^{-4}$ mol/l) eine störungsfreie Bestimmung möglich. Der gebildete rote Farbstoff bleibt auch über mehrere Stunden stabil. Die photometrischen Messungen werden gegen eine Reagenzien-Blindlösung durchgeführt, die Naphtholgelb S in verdünnter Ammoniaklösung enthält. Diese Reaktion weist eine hohe Selektivität auf. In Anwesenheit anderer Schwefelspezies wie Sulfid und Thiosulfat ist sie spezifisch [2].

Zur Anwendung dieses Verfahrens werden 0,5 g des Entfärbers in 50 ml Wasser gelöst. Zu 10 ml Naphtholgelb-

S-Lösung werden 100 μl Probenlösung hinzugefügt und auf 25 ml mit dest. Wasser aufgefüllt. Die Konzentration wird bei 502 nm photometrisch bestimmt und aus der Kalibriergeraden berechnet.

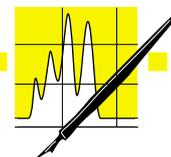
■ Polarographische Analyse

Die klassische polarographische Bestimmung von Dithionit beruht auf einem elektrolytischen Oxidationsvorgang an einer Quecksilberelektrode [3]: In einem Grundelektrolyten aus di-Ammoniumhydrogenphosphat /Ammoniak (je 0,5 mol/l) mit 0,01 % an Triton X-100 tritt bei $-0,45$ V ein anodisches Signal auf. Die dabei ablaufende Reaktion entspricht der Gleichung 2 in Tab. 1. Dithionit ist jedoch in dem genannten Grundelektrolyten, d. h. auch unter alkalischen Bedingungen, in einer Lösung nicht sehr lange stabil – es zerfällt in Sulfid, Thiosulfat und Sulfat (siehe Gleichung 4 in Tab. 1).

Ein interessante Alternative, Dithionit einerseits zu stabilisieren und zugleich auch polarographisch analysieren zu können, besteht in der Reaktion mit Methanal (Formaldehyd) in wässriger Lösung. Dabei werden Dithionitionen in Hydroxymethansulfinat- und Hydroxymethansulfonat-Ionen umgewandelt (Gl. 6 in Tab. 1). Aus Sulfitionen entstehen mit Methanal ebenfalls Hydroxymethansulfonat-Ionen. Elektrochemisch aktiv ist jedoch nur das Hydroxymethansulfinat-Ion $\text{HOCH}_2\text{SO}_2^-$, das somit zur selektiven Bestimmung des Dithionits geeignet ist. Es wird an der Quecksilberelektrode adsorbiert und dabei zum Sulfat oxidiert (Gl. 7 in Tab. 1). Aus diesem Vorgang ergibt sich ein kathodisches Signal bei $-0,33$ V (gegen eine Silber/Silberchlorid-Elektrode) in einer 0,05 mol/l NaOH-Lösung als Grundelektrolyt [4]. Nach diesem Verfahren ist eine quantitative Analyse des Dithionits

Tab. 2:
Analysierte Haushaltsprodukte (Gehaltsangaben in Prozent).

Produkt	Dithionit	Thiosulfat	Tetrathionat	Sulfid	Sulfat
Silbertauchbad, flüssig	–	6,43	0,12	–	–
Silberputzmittel, fest	29,8	–	–	–	–
Entfärber	30,8	0,4	–	14,8	5,2



möglich geworden, ohne dass während der Probenvorbereitung bzw. des Messvorgangs ein Zerfall eintreten kann.

Mit einer wässrigen Methanal-Lösung von 1 % kann Dithionit im Konzentrationsbereich von $3,2 \times 10^{-5}$ bis $2,1 \times 10^{-3}$ mol/l (entsprechend 4,1 bis 268 mg/l) analysiert werden – s. Abb. 1. Die Empfindlichkeiten des polarographischen und photometrischen Verfahrens sind somit annähernd vergleichbar. Mit einer Einwaage von 100 mg eines Entfärbers als Probe in 50 ml einer 1%igen Methanal-Lösung ist auch eine schnelle und selektive polarographische Analyse von Dithionit in Anwesenheit der anderen Schwefelspezies aus dem vorhergehenden Zerfall möglich.

■ Kapillarelektrophorese

Nach der beschriebenen Stabilisierung von Dithionit mit Methanal in

phoretischen Parameter sind: Spannung 25 kV, Temperatur 25 °C, hydrodynamische Injektion bei $3,44 \times 10^4$ Pa s) [5].

Im Hydroxymethansulfonat-Signal ist sowohl ein Anteil des Dithionits als auch der Gesamtgehalt an Sulfit enthalten, der sich durch entsprechende Kalibrierungen aus diesem Signal errechnen lässt.

■ Raman-Spektroskopie

Das in der Literatur beschriebene Verfahren zur Identifizierung und Bestimmung von Dithionit mittels Raman-Spektroskopie [6] gibt fünf Schwingungsfrequenzen in wässriger Lösung an, die für eine Analyse geeignet seien.

Eine zuverlässige Identifizierung und Quantifizierung des Dithionits ist jedoch erst nach der Stabilisierung in einer Methanal-Lösung zu erreichen (s.

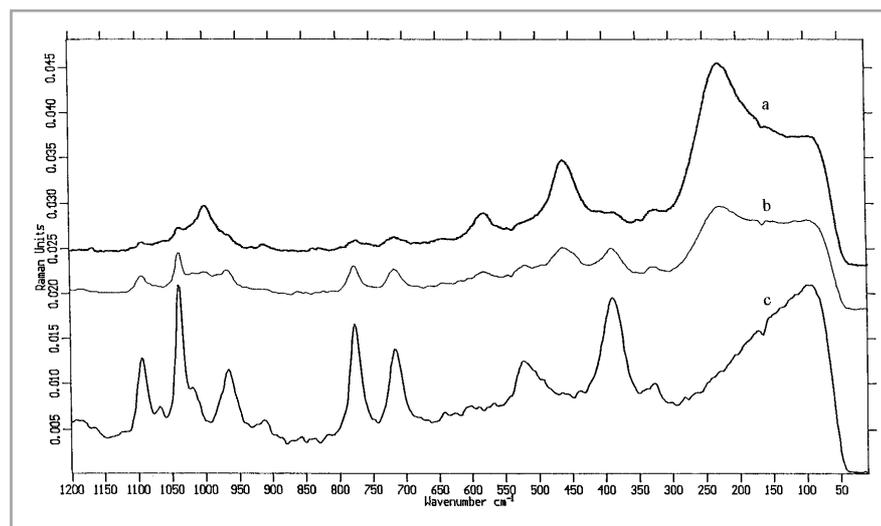


Abb. 3
Raman-Spektren von $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ (1 mol/l) in a) 1%iger Methanal-Lösung. b) 3%iger Methanal-Lösung. c) 6%iger Methanal-Lösung.

Form zweier unterschiedlicher Anionen (s. o.) ist es auch möglich geworden, nahezu alle bisher genannten Schwefelspezies kapillarelektrophoretisch zu trennen. Der verwendete Elektrolyt enthält folgende Komponenten: 10 mmol/l Tris-(hydroxymethyl)-aminomethan, 1,5 mmol/l Pyromellitsäure, 0,5 mmol/l Diethylentriamin und 0,1 % Methanal (pH 7,0). Die in Abb. 2 gezeigte Trennung wurde in einer Fused-Silica-Kapillare (50 cm \times 75 μm) mit indirekter UV-Detektion bei 214 nm (an der anodischen Seite der Kapillare) erreicht. Die übrigen kapillarelektro-

Gl. 6 in Tab. 1). Die IR-Spektroskopie erwies sich als nicht geeignet, obwohl verschiedene Techniken der Probenvorbereitung (Presslinge mit KBr bzw. NaCl, Verwendung von Nujol) eingesetzt wurden. Im Raman-Spektrum (Abb. 3) werden eindeutig der Komplexbildung zuzuordnende neue und unterschiedliche Schwingungsfrequenzen in einer Methanal-Lösung erhalten, deren Höhe mit steigender Methanal-Konzentration zunimmt. Zur Aufnahme der Spektren wurden 1 mol/l konzentrierte Dithionit-Lösungen verwendet.

■ Vergleich der Methoden in der Anwendung

Die Kapillarelektrophorese ist die leistungsstärkste Methode zur Analytik des Dithionits und dessen Zerfallsprodukten: Es lassen sich die Schwefelspezies Thiosulfat, Sulfit, Sulfat und Dithionit trennen und quantifizieren. Zur selektiven Analyse des aktuellen Dithionitgehaltes sind sowohl Photometrie als auch Polarographie geeignet, deren Anwendung für den Entfärber auch gut übereinstimmende Ergebnisse zeigte mit 30,8 % (Kapillarelektrophorese), 31,1 % (Polarographie) und 29,4 % (Photometrie).

Als Haupt-Zerfallsprodukt (in fester Form mit Soda) des Dithionits wurde Sulfit neben Sulfat ermittelt. Das analysierte Silberputzmittel enthielt ebenfalls Dithionit, wobei hier Zerfallsprodukte nicht nachweisbar waren. Im Silbertauchbad war jedoch Thiosulfat neben geringen Mengen an Tetrathionat enthalten, die sich beide kapillarelektrophoretisch in einem Chromat-Elektrolyten [5] analysieren ließen.

Literatur

- [1] V. Cermák u. M. Smutek: Mechanism of decomposition of dithionite in aqueous solutions, Collection Czechoslov. Chem. Commun. 40, 3241-3263 (1975).
- [2] T. P. Whaley u. J. A. Gyan: Semiquantitative estimation of dithionite, Anal. Chem. 29(10), 1499 (1957).
- [3] W. J. Lem u. M. Wayman: Continuous and quantitative polarographic analysis of dithionites, J. Soc. Dyers Colour. 83, 277-280 (1967).
- [4] L. M. de Carvalho u. G. Schwedt: Electrochemical behavior of dithionite in formaldehyde aqueous solution and its analytical application, Electroanalysis (im Druck).
- [5] L. M. de Carvalho u. G. Schwedt: Sulfur speciation by capillary zone electrophoresis: conditions for sulfite stabilization and determination in the presence of sulfate, thiosulfate and peroxodisulfate, Fresenius J. Anal. Chem. 368, 208-213 (2000).
- [6] B. Meyer, M. Ospina u. L. B. Peter: Raman spectrometric determination of oxysulfur anions in aqueous systems, Anal. Chim. Acta 117, 301-311 (1980).

Chromatographische Porengrößenanalysen offenporiger Materialien

Dr. Christian Dauwe, Peter Kilz, PSS Polymer Standards Service, Mainz

Warum sich die Gelpermeationschromatographie (GPC) für die Porengrößenanalyse offenporiger poröser Materialien eignet, zeigt dieser Artikel.

Zur Analyse von porösen Materialien haben sich insbesondere N_2 -Sorptionsmessungen und Hg-Intrusionsmessungen etabliert. Diese Methoden erlauben die Messung von Porenstrukturen an evakuierten Proben im Bereich von 4–400 Å bzw. von 35–3 000 000 Å. Bei diesen Messungen wird das poröse Material zuerst evakuiert und steht anschließend während der Messung im ständigen Kontakt mit dem Sondenmolekül. Somit werden ohne Unterscheidung schnell zugängliche wie auch nur langsam zugängliche, leere Poren bei der Messung erfasst.

Demgegenüber präsentieren wir hier eine derzeit noch wenig genutzte Methode (Inverse GPC). Sie erlaubt die Messung von schnell zugänglichen Porenstrukturen an solvensgefüllten, teilweise gequollenen porösen Materialien. Der Messbereich erfasst Poren von 5–6000 Å. Bei diesen Messungen wird das poröse Material in eine Chromatographiesäule gepackt. Danach trennt man chromatographisch unterschiedlich große Sondenmoleküle an dem Material. Die Sondenmoleküle stehen nur in sehr kurzzeitigem Kontakt mit dem porösen Material (wenige Sekunden), so dass hier schnellzugängliche Poren analysiert werden können.

Praktischer Nutzen der GPC-Porosimetrie

Zahlreiche technische Prozesse an porösen Körpern verlaufen im Sekundenbereich (dynamische Prozesse wie z. B. Katalyse, Reaktionen, Trennungen, Adsorptionen,...). Zudem sind diese porösen Körper durch ein umgebendes Gas oder durch eine umgebende Flüssigkeit unter realen Bedingun-

gen zumindest teilweise gefüllt oder befinden sich zusätzlich in einem gequollenen Zustand. Für die Produkteigenschaften dieser porösen Materialien bei schnell verlaufenden Prozessen ist insbesondere die im fließenden, solvensgefüllten und teilweise gequollenen Zustand erkannte Porosität entscheidend.

Insbesondere aus diesem Grund haben wir das Prinzip der Inversen GPC in die praktische und leicht handhabbare Anwendung überführt. Obwohl das Prinzip der Inversen GPC zur Untersuchung der Quellungsporosität bereits bekannt ist, hat sich dieses Verfahren in der Vergangenheit kaum zur Untersuchung der Quellungsporosität durchströmter Systeme etabliert [1]. Dies führen wir insbesondere darauf zurück, dass in der Vergangenheit aufgrund des Fehlens eines leicht bedienbaren Computerprogramms diese Methode in Vergessenheit geriet. Deshalb hat PSS in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Gorbunov – einem ausgewiesenen Experten der flüssigchromatographischen Porositätsbestimmung – das bekannte Verfahren der Inversen GPC in eine leicht bedienbare und aussagekräftige Software überführt. Das unter MS-Windows laufende Programm PSS PoroCheck™ erlaubt die direkte Analyse und ansprechende graphische

Präsentationen von Ergebnissen der inversen GPC-Porositätsmessung. Neben der Porengröße, den Porengrößenverteilungen und der erkannten Oberfläche der untersuchten Materialien lassen sich zahlreiche weitere Ergebnisse darstellen.

Experimentelles

Datenaufnahme: Die Software PSS WinGPC 6.20 steuert ein isokratisches HP1100 HPLC-System unter Verwendung eines Shodex RI-71-Detektors.

Weitere Messbedingungen: Eluent: THF, Fluss: 1,00 ml/min, Injektionsmenge: 20 μ l, T: 20 °C, Molekülgrößenstandards: PSS Polystyrol ReadyCal: $M_p = 162\text{--}2\,180\,000$ D. Die Berechnung der GPC-Kalibrationskurve erfolgte mit der Software PSS WinGPC 6.20, die Berechnung der Porosität erfolgte aus der gemessenen Polystyrol-Kalibrationskurve mit der Software PSS PoroCheck™.

Inverse GPC – das Messprinzip

GPC-Trennungen sind chromatographische Trennungen, die nach dem reinen Größenausschlussprinzip ablaufen. Um hiermit poröse Materialien zu untersuchen, benötigt man unterschiedlich große Sondenmoleküle. Der Eluent für die Trennung der unterschiedlich großen Sondenmoleküle muss so gewählt werden, dass er jede Art von Adsorption zwischen Sondenmolekül und Oberfläche verhindert. Für Porositätsuntersuchungen in organischen Eluents bewährt sich insbesondere das System unterschiedlich großer, eng verteilter Polystyrolstandards (Sondenmoleküle) im Eluenten THF (Tetrahydrofuran). Bei der Verwendung von Polystyrol PSS ReadyCal's erhält man aus einer injizierten Messlösung direkt vier Datenpunkte für die Porositätsermittlung. Für Untersuchungen der Porosität in Wasser bieten sich unterschiedlich große Dextran- oder Pullu-

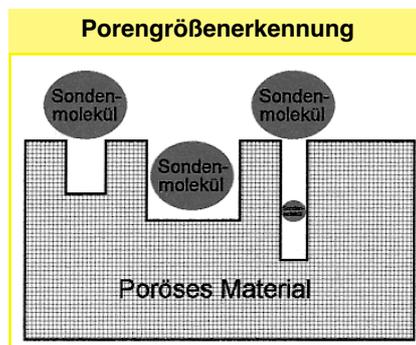


Abb. 1: GPC-Porenenerkennung anhand unterschiedlich großer Sondenmoleküle zur Abbildung verschieden großer Poren.

CLB-MEMORY

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,
Chemietechnik, Biologie und Biotechnik
Redaktion: R. Ellmer, Postfach 1247, 58207 Schwerte

Februar 2001

Differenzierung der Leukozyten. Teil 1: Blutausstriche

Friedhelm Keller, Remscheid

1. Herstellen von Blutausstrichen

Die diagnostische Untersuchung von Blut gehört in den Bereich der Hämatologie und der klinischen Chemie. Blut besteht aus einer flüssigen Komponente, dem Blutplasma und den darin suspendierten korpuskulären Bestandteilen, den Blutzellen und Zellfragmenten. Eine der elementaren hämatologischen Techniken ist die morphologische Untersuchung der Erythrozyten (rote Blutzellen) und der Leukozyten (weiße Blutzellen). Zu dieser Untersuchung fertigt man einen Blutausstrich an, wobei ein Tropfen Blut auf einem Objektträger zu einer monozellulären Schicht ausgestrichen wird.

Blutausstriche werden z. B. für folgende Untersuchungen benötigt:

- Beurteilung der Morphologie der Erythrozyten (Differenzierung)
- Beurteilung der Morphologie der Leukozyten (Differenzierung)
- Untersuchung des Blutes auf Blutparasiten (z.B. Malariaerreger)

Zur Herstellung von Ausstrichen benötigt man saubere, fettfreie Objektträger, fettfreie Hämazytometerdeckgläser

oder geschliffene Objektträger mit gefasteten Kanten und ein Trockengestell, in dem man die Ausstriche zum Trocknen so aufbewahren kann, dass sie sich gegenseitig nicht berühren (vgl. Abb. 1). Die Fettfreiheit der Objektträger ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Gelingen differenzierbarer Ausstriche.

Blutentnahme: Der Ausstrich wird mit frischem Venenblut, Kapillarblut oder mit antikoaguliertem EDTA-Blut hergestellt. Die Technik der Blutgewinnung wird hier nicht beschrieben, da sie, was die Gewinnung von Tierblut und menschlichem Venenblut betrifft, davon abhängt, ob und für welche Technik eine Genehmigung für die Blutentnahme vorliegt. Ob ein Anstechen der Fingerbeere beim Menschen zur Gewinnung von Kapillarblut, wie es Diabetiker selber praktizieren, im Labor erlaubt ist, hängt vom verantwortlichen Laborleiter ab.

Ausstreichen: In Routinelaboratorien werden Ausstriche nach verschiedenen Verfahren maschinell hergestellt. Wir wollen hier das klassische, manuelle Verfahren beschreiben und gehen davon aus, dass EDTA-Blut vorliegt. Da dieses

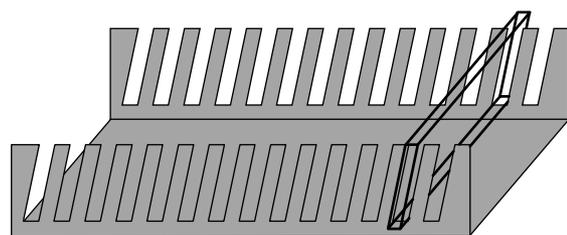
durch den Zusatz von EDTA ungerinnbar gemachte Blut nicht wie Frischblut sofort nach der Entnahme ausgestrichen werden muß, können die Zellen im Röhrchen bei der Lagerung der Blutprobe sedimentieren. Unmittelbar vor der Entnahme des auszustreichenden Tropfens muß der Röhrcheninhalt daher durch vorsichtiges Rollen zwischen den Händen oder auf einem Taumelrollenmischer resuspendiert werden. Keinesfalls darf man das Blut schütteln, da diese mechanische Belastung zur Zerstörung von Zellen führen kann. Mit einem Glasstab oder einer Pipette wird nun ein etwa linsengroßer Tropfen in etwa 1 cm Entfernung von einer Schmalseite auf den Objektträger gesetzt und sofort nach folgendem Verfahren ausgestrichen.

1. Man faßt das Hämazytometerdeckglas mit Daumen und Ringfinger an den Kanten und hält es so auf den Objektträger, daß zwischen den beiden Glasplatten ein spitzer Winkel von 30° bis 45° gebildet wird.

2. Nun schiebt man das Deckglas so auf den Blutropfen zu, daß sich dieser in dem spitzen Winkel an der gesamten Kante des Deckglases gleichmäßig ausbreitet.

3. Ist dies geschehen, so schiebt man das Deckglas zügig mit dem stumpfen

Abb. 1



Trockengestell

Abb. 3

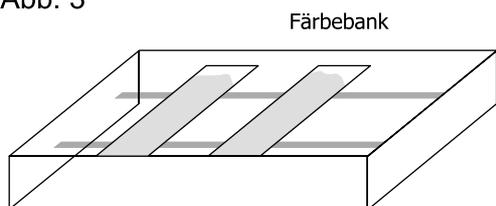
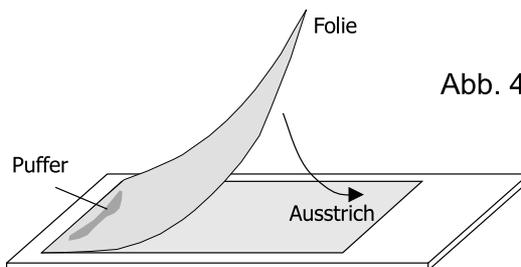


Abb. 4



nicht stärker geschwenkt als notwendig, um eine optimale Durchmischung der Lösung zu erhalten. Schütteln führt u. U. zur Ausflockung des Farbstoffes, wodurch die Lösung unbrauchbar wird. Diese Giemsa-Gebrauchslösung ist sofort nach der Herstellung zu verwenden, sie ist nicht haltbar.

Alle Färbelösungen sind, falls der Verdacht auf Trübung besteht, unmittelbar vor Gebrauch zu filtrieren.

Färbung

1. Der trockene Ausstrich wird auf der Färbeküvette durch Überschichten mit 1 ml May-Grünwald-Lösung 3 min fixiert. Das wasserfreie Methanol (Lösemittel) wirkt dabei fixierend. Vgl. Abb. 3.

2. Dann wird zur May-Grünwald-Lösung auf dem Objektträger 1 ml Weispufferlösung geben und durch Schwenken vorsichtig gemischt.

3. Mit dem Gemisch wird 3 bis 5 min gefärbt, danach wird die Flüssigkeit abgegossen, nicht abgespült!

4. Dann wird 1 ml Giemsa-Gebrauchslösung aufgegossen und damit 15 bis 20 min gefärbt.

5. Nun wird die Farbstofflösung gründlich mit Weispuffer aus der Spritzflasche so abgespült, dass die auf der Farbstofflösung sich üblicherweise bildende „Haut“ sich nicht auf den Ausstrich senkt. Gegebenenfalls ist die Unterseite der Objektträger mit etwas Fließpapier zu reinigen. Jetzt wird mit der Schicht nach unten im Trockengestell an der Luft getrocknet.

6. Nach dem Trocknen kann der Ausstrich ohne Deckglas mikroskopiert werden.

Das Färbergebnis wird bei der Leukozytendifferenzierung angegeben.

2. Färben in der Färbeküvette

Bei diesem Verfahren werden die Ausstriche senkrecht in Farbstofflösungen gestellt.

Hemacolor®-Schnellfärbung

Fünf Färbeküvetten, Objektträgerpinzette und Trockengestell.

Hemacolor® Lösung 1 (Methanol); Merck Nr. 1.11955.

Hemacolor® Lösung 2 (Eosin); Merck Nr. 1.11956.

Hemacolor® Lösung 3 (Thiazin); Merck Nr. 1.11957

Weispufferlösungen pH 7,2; Merck Nr.1.09468

Die Weispufferlösung wird wie bei der Pappenheim-Färbung beschrieben hergestellt. Alle Färbelösungen sind bei Bedarf unmittelbar vor der Färbung zu filtrieren.

Färbung

Man taucht den trockenen Ausstrich mit der Pinzette nacheinander in folgende Lösungen und bewegt ihn dort durch Schwenken:

Hemacolor® 1	für 30 s
Hemacolor® 2	für 6 s
Hemacolor® 3	für 4 s
Weispuffer	für 45 s
aqua demin.	für 45 s

Nach jeder Stufe läßt man den Objektträger gut abtropfen, damit die folgenden Lösungen nicht zu stark verunreinigt werden. Man kann ihn auch mit einer Längskante, nicht mit der Ausstrichfläche, so an einen Fließpapierstreifen heranführen, dass dadurch die überschüssige Flüssigkeit abgesaugt wird. Dann läßt man den Ausstrich, gegebenenfalls nach Reinigung der Unterseite, auf dem Trockengestell mit der Schicht nach unten an der Luft trocknen.

Das Färbergebnis entspricht dem der Pappenheim-Färbung.

3. Färben mit Folien

Bei diesem Verfahren wird eine trockene, objektträgergroße und transparente Kunststoffolie, die die Farbstoffe

enthält, auf den pufferfeuchten Ausstrich gelegt. Die Farbstoffe diffundieren in den Ausstrich und färben die Zellstrukturen an.

Sangodiff®-Färbung

Färbeküvette mit wasserfreiem Methanol, Färbeküvette, Trockengestell, Sangodiff®-Färbesatz Merck Nr.13782. Er enthält die Folien mit den Farbstoffen Azur, Eosin und Methylenblau und die Pufferlösung pH 6,0.

Färbung

1. Trockenen Ausstrich 10 s in wasserfreiem Methanol in der Färbeküvette fixieren.

2. Ausstrich auf dem Trockengestell lufttrocknen lassen.

3. Trockenen Ausstrich mit der Schicht nach oben auf die Färbeküvette legen. An eine Schmalseite des Ausstriches mit der Tropfflasche 1 Tropfen Puffer pH 6,0 geben und die Folie mit einer Schmalkante und der Beschriftung nach oben in den Tropfen legen und so abrollen lassen, daß sich der Puffer völlig und luftblasenfrei unter der Folie ausbreitet. Nicht andrücken. Vgl. Abb. 4.

4. Folien 10 min liegen lassen.

5. Folien abnehmen und Ausstrich mit Puffer pH 6,0 überschichten und den Puffer 1 bis 2 min einwirken lassen.

6. Ausstrich auf dem Trockengestell lufttrocknen lassen.

Das Färbergebnis entspricht dem der Pappenheim-Färbung.

(wird fortgesetzt)

Stilblüten

Isomerie ist, wenn Stoffe gleiche Summenformel aber unterschiedliche Aufbauten besitzen.

Indikatoren sind Hilfsmittel, die zur Anwesenheitskontrolle von Stoffen dienen.

PCR-Kit ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Der vom Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) und der Firma Eppendorf entwickelte Kasten zur Demonstration der **Polymerase-Chain-Reaction (PCR)** wird von der Firma EYDAM, Eichkoppelweg 101, 24119 Kiel, vertrieben und kostet einschließlich Mehrwertsteuer 450,- DM.

Der Experimentalkasten ermöglicht, DNA-Moleküle innerhalb nur einer Unterrichtsstunde in 12 bis 14 Zyklen so zu vermehren, dass sie in einem Elektrophoreogramm nachweisbar sind. Er kann nach dem Eintreffen sofort eingesetzt werden und enthält alles, was zu diesem Experiment für fünf unabhängig arbeitende Schülergruppen notwendig ist.

Lebendige Ausbildung ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Im vergangenen Oktober ist im Deutschen Krebsforschungszentrum das **Heidelberger Life Science Lab** eröffnet worden. Bei diesem gemeinsamen Bildungsangebot von Schulen, Wissenschaft und Wirtschaft sollen Schülerinnen und Schüler für die Naturwissenschaften begeistert werden. Vorgesehen sind wöchentliche Vorträge, Wochenendseminare und Arbeitsgemeinschaften. Nähere Informationen sind im Internet unter www.brains.de zu finden.

Ausbildungsinitiative ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Im vergangenen November haben die Chemiearbeitgeberverbände eine Ausbildungsinitiative unter dem Slogan **Chemie4you** gestartet. Damit wollen Sie die neu geordneten Ausbildungsgänge in der Chemie vorstellen und auf das vielfältige Ausbildungsangebot der Chemie-Unternehmen aufmerksam machen. Zu den zahlreichen Maßnahmen, z. B. einer Anzeigen-Aktion in den „McDonald Kino News“ (Auflage 1,7 Millionen) gehören ein Plakat, Folder, Aufkleber, Szene-Postkarten (sechs Motive) und eine CD zu den Laborberufen und die Broschüre „Die neuen Chemie-Berufe“. Alles kann beim Bundesarbeitgeberverband Chemie e.V. erfragt und bestellt werden: Postfach 1280, 65002 Wiesbaden, Fax 0611 77 88 1-24, Hotline 0800 444 5678, Internet www.chemie4you.de

Für Ausbilder und Lehrer ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Bereits in der vierten Auflage ist im Springer-Verlag das Buch von Werner Metzger und Martin Schuster **Lernen zu lernen** erschienen; DM 34,-, ISBN 3-540-64658-2. Die Autoren sind Psychologen und arbeiten an der Universität zu Köln. Am Anfang erfährt der Leser etwas darüber, wie das Gedächtnis arbeitet, später mehr über Lernaktivitäten und Lerntechniken sowie darüber, wie der Lernstoff organisiert werden kann. Selbst das Superlearning wurde nicht vergessen. Die meisten Leser dieser Beilage werden auf die Frage „Wie kann man Lernen lernen?“ keine Antwort geben können, so dass ihnen das Buch – Interesse vorausgesetzt – sehr empfohlen werden kann. Sie werden nach der Lektüre in der Lage sein, Lernstrategien wirkungsvoller einzusetzen als vorher.

Das folgende, ebenfalls im Springer-Verlag erschienene Buch ist mehr ein Buch für Spezialisten: **CBT-Anwendungen professionell entwickeln** (DM 98,-, ISBN 3-540-62026-5). Der Autor Alfred Schreiber ist Professor an der Bildungswissenschaftlichen Hochschule, Universität Flensburg. Das Buch (410 Seiten) ist bereits 1998 erschienen.

Das Akronym CBT wird viel benutzt, aber die Verbreitung von Computer Based Training ist nach der Beobachtung des Rezensenten nicht sonderlich groß. Das kann daran liegen, dass der Einsatz aus verschiedenen Gründen oftmals nicht gewünscht wird, oder daran, dass es zu wenig CBT-Programme gibt, und wenn

es welche gibt, dann sind sie für den gedachten Zweck nicht brauchbar. Auf Messen erfährt man immer, dass die ganz großen Firmen CBT-Programme für ihre eigenen Zwecke und große Zahlen von Lernern (dieser Begriff hat sich eingebürgert und kann ein Schüler, ein Auszubildender oder sogar ein Lehrer sein) entwickeln.

Mit dem vorliegenden Buch kann ein Ausbilder oder Lehrer die historische Entwicklung von CBT nachlesen und die Grundlagen erlesen, die man kennen muss, um ein CBT-Programm zu erstellen. Die Technik der CBT-Erstellung kann der Leser des Buches aber nur erlernen, wenn er ein solches Programm erstellt. An Handwerkszeug braucht er dazu außer seinem Computer eine Software, die ihm dabei hilft – ein Autorensystem –, es sei denn, er will sein CBT-Programm mit einer Programmiersprache erstellen, was im Prinzip durchaus möglich ist. In dem Buch werden verschiedene Autorensysteme vorgestellt.

Es liegt in der Natur der Sache, dass der Autor auf alle möglichen Typen von „programmierten“ Aufgabenstellungen eingeht, denn das programmierte Prüfen ist ein Teil des programmierten Lernens; es wurde bereits intensiv eingesetzt, als vom PC noch nicht die Rede war.

Dieses führende Buch sollte sich jeder anschaffen, der daran denkt, in seinem Bereich ein CBT-Programm zu entwickeln, und sei es noch so klein. Er kommt schneller zum Ziel und erspart sich eine Menge „Trial and Error“.

R. Ellmer

Endlich! ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Obwohl seit dem ersten Jahrgang in jedem CLB-Januarheft das Jahresregister des Vorjahres beiliegt, gab es beim Verlag bzw. bei der CLB-Redaktion in den letzten Jahren immer wieder Anfragen nach dem Jahresregister auf Diskette, also als Datenbank. Jetzt ist es endlich so weit. Ab dem Erscheinen des vorliegenden Heftes kann die Software **CLBua** bei TeWiSo geordert werden.

Die neue Software enthält die Stichwörter der letzten vier Jahre, so wie sie auch im gedruckten Jahresregister enthalten sind. Insgesamt handelt es sich um sechs Datenbanken, in denen gesucht werden kann. Der Anwender kann in

jedem CLB-Jahresregister (also in den Jahren 1997, 1998, 1999 und 2000) einzeln suchen, aber auch im Sammelregister mit den Stichwörtern dieser vier Jahre. Darüber hinaus enthält **CLBua** noch eine Datenbank mit Stichwörtern, die auf spezielle Aufsätze in anderen – vereinfacht gesagt CLB vergleichbaren – Zeitschriften hinweisen (ua in CLBua steht für „und andere“).

CLBua kostet einschließlich Mehrwertsteuer und Versand nur DM 35,-. Jeder Lieferung wird eine Liste mit der zum Teil überarbeiteten Software beigelegt, die bei TeWiSo erhältlich ist. Die Liste kann natürlich auch ohne **CLBua**-Bestellung angefordert werden: TeWiSo, Tel. 02304 8 18 54, Fax 02304 8 32 71.

Labortipps (8)

Vorsicht Leuchtstoffröhren

Es ist bekannt, dass manche Substanzen lichtempfindlich sind und direktem Sonnenlicht nicht ausgesetzt werden dürfen. Bei der heute üblichen Beleuchtung mit Hilfe von Leuchtstoffröhren darf nicht vergessen werden, dass in diesen Röhren Quecksilberdampf elektrisch zum Leuchten angeregt wird. Das an UV-Licht reiche Hg-Licht wird durch einen innen angebrachten Belag in möglichst als weiß empfundenes Licht umgewandelt. Ein Teil der energiereichen Strahlung gerät jedoch nach außen.

Kochsalz als Scheuerpulver

Manchmal lassen sich die Bürsten nicht so verbiegen, dass man an alle Stellen eines zu reinigenden Kolbens gelangt. Dann gibt man möglichst grobkristallines Kochsalz bzw. Viehsalz mit Aceton, Alkohol oder wenig Wasser in den Kolben, den man gut verschließt. Durch kreisende Bewegungen wird das Kochsalz an der Kolbenwand entlangeführt, wo die Kristalle anhaftende Verunreinigungen abscheuern.

Schutz vor Luftsauerstoff

Wässrige Lösungen, die vor Luftsauerstoff geschützt werden müssen, kann man mit Paraffinöl abdecken. Der Schutz ist dauerhafter, wenn man etwas Triphenylphosphin, evtl. gelöst in Petroläther, zugibt. Zur Entnahme kleiner Mengen ist eine Polyethylenspritzflasche praktisch, aber beim Loslassen perlt die der entnommenen Menge entsprechende Luft durch die empfindliche Lösung. Man bohrt oberhalb des Füllniveaus ein Loch mit ein bis zwei Millimeter Durchmesser, das man mit einem Finger beim Drücken verschließen kann. Beim Loslassen strömt die Luft durch dieses Loch in die Spritzflasche. Bringt man an das Steigrohr eine Fritte an, so wird der Durchtritt der wässrigen Lösung kaum behindert. Dem hochviskosen Paraffinöl ist die Glasfritte ein erhebliches Hindernis.

Zu kleines Uhrglas

Ein zu kleines Uhrglas würde in das abzudeckende Gefäß fallen. Vielleicht soll auch das Uhrglas nicht ganz aufliegen. Dazu biegt man in der Bunsenbrennerflamme ein Stück Glasstab so, dass

die zwei Hälften etwa parallel verlaufen. Diesen Doppelstrang verbiegt man zu einem U, das man nach dem Erkalten auf den Rand des Becherglases steckt. Um ein Uhrglas stabil darauf zu legen, sind mindestens drei solcher Haken erforderlich.

Unterlage

Bei Titrationen ist die Erkennung des Endpunktes für das Ergebnis ausschlaggebend. Durch Vergleich mit einer Probe gleicher Konzentration in gleichem Gefäß wird die Entscheidung über das Ende der Titration erleichtert. Zusätzlich hilft eine weiße Unterlage (Papier oder Kachel) unter beiden Gefäßen.

Inhalt von Reagenzgläsern

Kennt man das Volumen von Reagenzgläsern, so kann man grob abschätzen, wieviel Milliliter eine halbe, eine drittel, eine viertel Reagenzglasfüllung ausmachen. Man kann eine Kalibrierung mit einem Meßzylinder und Wasser vornehmen, und sich – falls gewünscht – die jeweiligen Füllhöhen mit einem Filzstift markieren. Es ist auch möglich, das Volumen über die Messung des Durchmessers und Berechnung Halbkugel + Zylinder festzustellen. Die Tabelle unten kann vielleicht eine Hilfe sein.

Aufbewahrung von Dünnschichtplatten

Dünnschichtplatten, ganz gleich ob es sich um selbstgestrichene und im Trockenschrank aktivierte oder um Fertigplatten handelt, dürfen nicht offen gelagert werden: Verunreinigungen aus der Laborluft werden absorbiert und schieben sich bei Gebrauch zu einer gelben Zone zusammen; die Aktivität wird von der Luftfeuchtigkeit verringert, was zu veränderten Rf-Werten führt. Die zweite Störung führt besonders in tropischen Gebieten zu Schwierigkeiten. Daher sollte man DC-Platten im Exsikkator aufbewahren, der zwar dicht, aber auch schwer, zerbrechlich und teuer ist. Ein Farbeimer aus Kunststoff schließt ebenfalls dicht und ist erheblich billiger.

Nachfüllen einer Chromatographiesäule mit Lösungsmittel

Es ist nicht immer möglich, eine Chromatographiesäule ununterbrochen zu beaufsichtigen, um rechtzeitig Elutionsmittel nachzufüllen. Man befestigt über der Säule einen großen Schütteltrichter mit dem notwendigen Lösungsmittel, verschließt mit einem dicht sitzenden Stopfen und läßt das Ausflußrohr in die Flüssigkeit tauchen, die über dem Adsorbens steht, und öffnet den Hahn. Sobald der Flüssigkeitsspiegel unter die Öffnung des Ausflussrohres sinkt, tritt Luft in den Schütteltrichter, und die entsprechende Menge Flüssigkeit tritt aus. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Ausflussrohr wieder ganz in die Flüssigkeit eintaucht und keine Luft mehr in den Schütteltrichter eindringen kann.

Oben oder unten?

Von den beiden Phasen in einem Scheide- bzw. Schütteltrichter kann man die untere durch den Hahn problemlos abtrennen. Soll man die ursprünglich obere Phase nach Wechsel des Auffanggefäßes auch noch durch den Hahn ablaufen lassen? Dabei würde die ursprünglich obere Phase durch den Rest der unteren Phase im Hahnküken verunreinigt. Auch laufen Reste der unteren Phase, die noch an der Innenwand haften, nach unten. Daher gießt man die obere Phase durch die obere Öffnung ab. Ein restlicher Tropfen der unteren Phase läßt sich leicht zurückhalten. Die Krümmung der Scheidetrichterwand und der Ansatz des Schliffstopfens sind in der Regel so gestaltet, dass das Zurückhalten erleichtert wird.

Bürettendeckel

Als Schutz gegen hineinfallenden Staub und gegen das Verdunsten sollte man eine gefüllte Bürette abdecken. Der Durchmesser eines großen Reagenzglases ist meist zu gering, um es überzustülpen. Gut geeignet sind Schnappdeckelgläschen. Es gibt sie in verschiedenen Größen. Sie verdecken auch weniger Skala als ein Reagenzglas.

Volumina teilweise gefüllter Reagenzgläser			
	Komplette Füllung	Halbkugel	1 cm Zylinder
Großes RG 16 x 160 mm	ca. 30,5 ml	ca. 1 ml	ca. 2 ml
Mittleres RG 12 x 100 mm	ca. 11,1 ml	ca. 0,75 ml	ca. 1 ml
Kleines RG 8 x 70 mm	ca. 3,2 ml	ca. 0,13 ml	ca. 0,5 ml

Eigennamen von Säuren

Dr. Wolfgang Werner, Münster

Die erste industriell hergestellte Säure war die Schwefelsäure in England. Daher wurde sie z. B. in den „Anleitungen zur qualitativen chemischen Analyse für Anfänger und Geübtere“ von C. R. Fresenius, deren 1. Auflage 1841 erschien, als englische Schwefelsäure bezeichnet. Durch deren Einwirkung auf Salz (Kochsalz) und Destillation wurde die Salzsäure gewonnen. Durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Chilesalpeter (NaNO_3) und Destillation erhielt man Salpetersäure und diese ihren Namen.

Rund um den Wein

An Korken von Weinflaschen beobachtet man manchmal glitzernde Kristalle, und am Boden von Weinflaschen ein sandiges Depot (Weinstein). In beiden Fällen handelt es sich um Kaliumhydrogentartrat ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$). Der Wein wurde sicher nicht schlecht filtriert, vielleicht aber etwas zu früh abgefüllt. Das schwerlösliche $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ neigt zu Übersättigung, d. h. eigentlich müßte es nach dem Löslichkeitsprodukt schon ausgefallen sein. Nach der Gärung scheidet sich der Weinstein am Boden des Fasses ab. Von griechisch Tartaros (Unterwelt) leitet sich die Bezeichnung Tartrate für Salze der Weinsäure ab. Die aus dem Weinstein gewonnene Säure, die Weinsäure, wurde ursprünglich Weinsteinsäure genannt. Bei der Herstellung fiel auch eine Säure an, die Traubensäure genannt wurde. Die Traubensäure unterscheidet sich von der Weinsäure dadurch, dass sie die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes nicht dreht, wie es die Weinsäure tut.

Natriumammoniumtartrat aus Traubensäure kristallisiert in Kristallen, die sich wie Bild und Spiegelbild unterscheiden. Louis Pasteur (1822 – 1895) sortierte die Kristalle von Hand und konnte daraus zwei Weinsäuren erhalten, die die Schwingungsebene von polarisiertem Licht um den gleichen Betrag nach rechts(+) bzw. links(-) drehten. Traubensäure stellte sich als äquimolares Gemisch von links- und rechts-Weinsäure heraus, d. h. die Drehwerte kompensieren sich zu Null. Solche Gemische nennt man Racemate von lat. racemus = Traube. Beim trockenen Erhitzen entsteht die

Brenztraubensäure (2-Oxo-propionsäure); brenzlich = angebrannt.

Die Weinsäure ist nur ein Nebenprodukt der Weinherstellung. Im Vordergrund des Interesses stand schon im griechischen Altertum, wahrscheinlich auch schon in Mesopotamien, die alkoholische Gärung. Läßt man Wein längere Zeit offen stehen, so bildet sich Weinessig. Der Mikroorganismus *Acetobacter* hat den Alkohol zu Essigsäure oxidiert. Acetum wurde dieser saure Wein bei den alten Römern genannt, davon leiten sich die in der Chemie gebräuchlichen Silben Acet- und Acetyl- ab. Auch der Name Essig hat sich aus Acetum entwickelt. Der Begriff Säure hat die gleiche Bedeutung, ist aber germanischen Ursprungs. So ist Essigsäure ein Pleonasmus (wie weißer Schimmel), das gilt auch für engl. acetic acid und frz. acide acetique.

Rund um den Apfel

Die Herkunft der Äpfelsäure (Hydroxybernsteinsäure, Hydroxyethandicarbonsäure) kann dem Namen entnommen werden. Der Name Maleate für deren Salze rührt von griech. malon und lat. malum her. Durch Wasserabspaltung wird die Maleinsäure (cis-Ethendicarbonsäure) erhalten. Die Oxidation der Äpfelsäure führt unter Verlust von einem C-Atom als CO_2 zur Malonsäure (Methandicarbonsäure).

Säuren mit einem Benzolring

An erster Stelle steht hier die Benzoesäure, die durch Sublimation aus dem Benzoeharz zuerst gewonnen wurde. Von der Benzoesäure leitet sich Benzol ab. Der aromatische Geruch des Benzoeharzes hat für die Bezeichnung „Aromaten“ Pate gestanden.

Die Rinde der Weide, botanisch: salix, wurde in der Volksmedizin als Schmerzmittel eingesetzt. Durch Oxidation der dafür verantwortlichen Substanz Salicin wurde Salicylsäure (2-Hydroxybenzoesäure) gewonnen.

Schwieriger ist die Herkunft des Namens Anthranilsäure (2-Aminobenzoesäure) zu erkennen: Unter Hitzeeinwirkung decarboxyliert sie zu Anilin; griech. anthrax heißt Kohle.

Phthalsäure (Benzol-1,2-dicarbonsäure) ist das Dokument der Schwierigkeiten bei der Ermittlung ihrer Struktur. Sie wurde aus Naphthalin (C_{10}H_8) (griech. naphtha = Erdöl) durch Oxidation erhal-

ten, es wurde aber eine Säure mit zwei C-Atomen weniger gefunden; daher verkürzte man Naphthalinsäure zu Phthalsäure. Die Terephthalsäure (Benzol-1,4-dicarbonsäure) erhielt ihren Namen, weil man sie zunächst durch Oxidation von Terpentin (franz. térébenthine) erhalten hatte.

Phenol wird in der Literatur um 1860 noch als Phenylsäure bezeichnet. Die Pikrinsäure (2,4,6-Trinitrophenol) hat ihren Namen vom bitteren Geschmack, griech. pikros = bitter. Daraus wird deutlich, dass man Säuren mit dem Geschmack erkannte. So war der Farbstoff Lackmus, den man auf den kanarischen Inseln aus einer Flechte gewann, ein Fortschritt, der weiter zu den Indikatoren führte.

Auch der Name Sauerstoff, den Scheele (1742 – 1786) prägte, weist auf einen Irrtum hin. Lavoisier nannte es 1783 gaz oxygène (säurebildendes Gas von griech. oxos = sauer, weil man annahm, dass alle Säuren dieses Element enthalten).

Neu entdeckte oder synthetisierte Säuren werden heute nach den Nomenklaturregeln der IUPAC (1977) bezeichnet, die es erlauben, die Struktur einer Substanz zu beschreiben.

Bei Eigennamen wird vorausgesetzt, dass die dazu gehörende Struktur bekannt ist.

Fernunterricht

Das Angebot an Fernlehrgängen und Fernlehrinstituten ist weiter gestiegen. Die Zahl der Institute in Deutschland stieg im Jahre 1999 von 206 auf 225 und bis Juli 2000 auf 235. Beim Fernkursangebot verzeichnete die staatliche Zentralstelle für Fernunterricht (ZFU) in Köln im ersten Halbjahr 2000 einen Zuwachs um 81 Lehrgänge. Interessenten konnten am Ende des ersten Halbjahres unter 1562 Fernkursen wählen.

Von den 1562 Fernlehrgängen werden 393 mit einem institutsinternen Abschluss beendet, 203 mit öffentlich-rechtlichen Prüfungen und 123 mit Schulzeugnissen; bei den restlichen Kursen gibt es verbandliche Zertifikate oder keine Zeugnisse.

Wirtschaft bzw. kaufmännische Praxis ist der Inhalt von 467 Kursen, Mathematik/Naturwissenschaft/Technik von 290 und Sprachen von 231 Kursen.

Notfallchemie: Chlor - ein „Dauerbrenner“

In CLB-Memory Heft 12/1999 wurde in der Reihe „Notfallchemie“ bereits auf die Gefährdung durch Chlorunfälle in Schwimmbädern sowie auf die Grundregeln bei Unglücksfällen mit Chlor hingewiesen. Doch die Unglücksserie geht weiter:

1. In Wesseling durchbricht ein Kesselwaggon mit 54 t flüssigem Chlor den Prellblock und stürzt die Böschung herab.
2. In einem Chemiebetrieb bei Halle weht bei einem Chlorausbruch eine Chlorgaswolke durchs Werk.
3. Auf einem Schrottplatz im Müritzal/Österreich tritt beim Zerkleinern von Stahlflaschen aus einer nicht identifizierten Gasflasche Chlor aus.

Menschliches oder technisches Versagen, beides zusammen oder Ursache unbekannt? Diese Fragen können hier nicht geklärt werden, aber in allen drei Fällen sind Menschen ernsthaft nicht zu Schaden gekommen. Und warum?

Diese Frage kann wie folgt beantwortet werden:

Im **Fall 1** ist der Kesselwaggon beim Sturz vom Gleis nicht aufgeplatzt, es sind auch keine Ventile oder Leitungen aufgerissen worden. Das Chlor wurde vom havarierten Waggon in einen Spezialwaggon übergepumpt bzw. übergeleitet. Es fand kein Chlorausstritt statt!

Im **Fall 2** ist die Chlorgaswolke, wie Computer-Simulationen nachträglich gezeigt haben, durch Werksteile mit wenigen Beschäftigten gezogen. Die Laborbesetzung eines im Einzugsbereich der Chlorgaswolke liegenden Labors hat sich geistesgegenwärtig dadurch gerettet, dass sie die Druckluftventile im Labor geöffnet hat. Dadurch wurde ein minimaler Überdruck im Labor erzeugt, der das Eindringen von Chlorgas verhindert hat. Durch günstige Winde wurde die Chlorgaswolke schnell „verdünnt“.

Im **Fall 3** hat die Chlorgaswolke zwar die auf dem Schrottplatz beschäftigten Mitarbeiter erfasst, durch den schnellen Einsatz von Feuerwehr und Notärzten konnten aber ernsthafte Personenschäden verhindert werden. Die Feuerwehr hat sofort mit einem Wasservorhang das Chlor

niedergeschlagen, die Einsatzkräfte trugen dabei Vollkörperschutzanzüge mit direktem Anschluss an einen Atemluftkompressor.

Die in Heft 12/1999 bereits aufgeführten sicherheitstechnischen Kenndaten (wie z. B. MAK-Werte, Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen, Prüfröhrchen) haben nach wie vor Bestand und können dort nachgelesen werden. Zusätzlich können bei solchen Unfällen auch die im Rahmen der Störfall-Verordnung 2000 diskutierten aktuellen Störfall-Grenzwerte angewandt werden. Diese ERPG (Emergency Response Planning Guide Values) stellen Luftgrenzwerte dar, die im Falle eines Stoffaustritts bei einer Stoffexposition von einer Stunde keine nennenswerten Gesundheitsschäden auslösen. Sie dürfen nicht mit den Luftgrenzwerten am Arbeitsplatz (MAK-Werte) aus der TRGS 900 verwechselt werden, die für Chlor mit 0,5 ppm bzw. 1,5 mg/m³ festgesetzt sind.

Störfall-Grenzwerte werden für drei Stufen wie folgt definiert:

ERPG-1

Maximaler Luftgrenzwert, von dem angenommen wird, dass bei Unterschreitung bei einer Exposition bis zu 1 h keine nennenswerten oder schwache vorübergehenden nachteiligen Gesundheitsschäden oder wahrnehmbare unangenehme Gerüche auftreten.

ERPG-2

Maximaler Luftgrenzwert, von dem angenommen wird, dass bei Unterschreitung bei einer Exposition bis zu 1 h keine nennenswerten oder irreversiblen oder ernsthaften Gesundheitsschäden oder Symptome auftreten, die die Fähigkeit beeinflussen, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

ERPG-3

Maximaler Luftgrenzwert, von dem angenommen wird, dass bei Unterschreitung bei einer Exposition bis zu 1 h keine nennenswerten oder lebensbedrohenden Gesundheitsschäden auftreten.

Für Chlor betragen die ERPGs:

- ERPG-1 = 1 ppm,
- ERPG-2 = 3 ppm,
- ERPG-3 = 20 ppm.

Sie liegen damit im Bereich von: Geruchsschwelle bis Erträglichkeitsgrenze. Diese Werte können jedoch nur als Anhaltspunkte dienen; sie sind jedoch ausreichend, um innerhalb von einer Stunde eine Personenrettung vorzunehmen.

Ein neues technisches Gerät zum Absaugen von Chlor (und anderen gefährlichen Gasen) steht bei der BASF einsatzbereit in Ludwigshafen. Dieser Rettungscontainer stellt eine Chlorabsorptionsanlage dar, die weltweit eingesetzt werden kann. Im Prinzip einem riesigen Staubsauger vergleichbar, werden mit einer Strahlpumpe 1000 m³ Luft und bis zu 150 kg Chlorgas in rund zwei Stunden angesaugt. Das angesaugte Gas wird vor Ort mit Natronlauge neutralisiert, die dabei entstehende Chlorbleichlauge kann z. B. bei der Wasseraufbereitung wieder eingesetzt werden.

Die Hinweise zu Fall 2 und Fall 3, wo durch Druck- bzw. Atemluftzuführung ein Überdruck erzeugt und der Zutritt von Chlorgas verhindert wurde, kann als Anregung dienen, in Bereichen, wo Chlorgas auftreten kann (wie z. B. Verladung, Chlor-Alkali-Elektrolyse, Chlorentnahme aus Gasflaschen), hier Schutzzellen ähnlich einer Telefonzelle aufzustellen, die den Schutzsuchenden wie bei einer „Notbrause“ mit Atemluft versorgen.

Alle technischen Schutzmaßnahmen, persönliche Schutzausrüstungen und Überwachungsgeräte sind nur Hilfsmittel für Rettungsmaßnahmen. Sie können jedoch nicht die Schulung und ständig wiederkehrende Belehrung für das Verhalten beim Umgang mit Chlor ersetzen, sondern nur ergänzen.

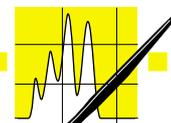
Günter Sorbe

Expo-Nachlese

Man muss zwischen speziellen und universellen (internationalen) Weltausstellungen unterscheiden. Die EXPO 2000 war nach Brüssel (1958), Montreal (1967), Osaka (1970) und Sevilla (1992) die fünfte universelle Weltausstellung nach dem 2. Weltkrieg. Es war die Ausstellung, an der sich die meisten Staaten beteiligten, die aber die geringste Besucherzahl zu verzeichnen hatte.

Für Seite 16

- 1. c; 2. c, d; 3. b; 4. c, d; 5. d; 6. b; 7. d; 8. b, d; 9. b; 10. c, d.



AUFSÄTZE

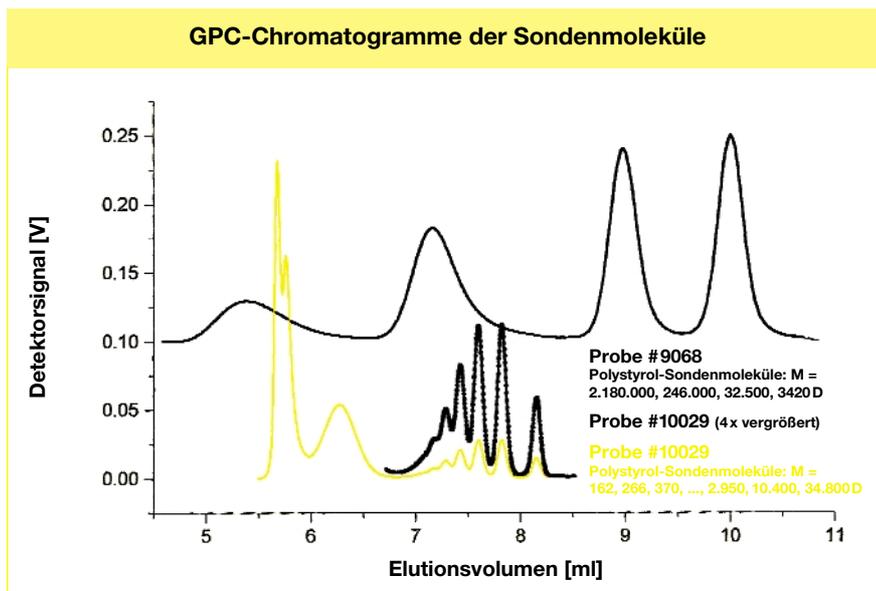


Abb. 2: Elutionsprofile der Trennung unterschiedlich großer Sondenmoleküle (PSS Polystyrol ReadyCal's) an zwei unterschiedlich porösen Polystyrolgelen.

lan-Standards an. Die Abhängigkeit des chromatographischen Elutionsvolumens von der Molmasse beziehungsweise von der molekularen Größe wird dann für die Berechnung der Porengrößenverteilung verwendet [2]. Abb. 1 zeigt schematisch das Prinzip der GPC-Porenenerkennung.

Bei der Durchführung der GPC-Porenanalysen erhält man als primäre Information Chromatogramme, die die Abhängigkeit des Elutionsvolumens von der Molekülgröße (bzw. Molmasse) in dem untersuchten System darstellen. Die Überführung dieser Ergebnisse in die Software PSS PoroCheck™ liefert direkt die Resultate der inversen GPC-Untersuchungen [3].

Zur Verdeutlichung der praktischen Handhabbarkeit dieser Methode gehen wir im Folgenden auf die praktische Vorgehensweise der GPC-Porenanalyse ein.

■ Praktische Vorgehensweise und Ergebnisse

Die praktische Vorgehensweise unterteilt sich in die hier aufgeführten drei Teilschritte:

- Füllen einer Chromatographiesäule mit dem porösen Material
- Auftrennen unterschiedlich großer Sondenmoleküle in der Chromatographiesäule
- Mit den Daten der chromatographischen Trennung (Elutionsvolumen vs. Molmasse) führt das Computer-

programm PSS PoroCheck™ die Porengrößenanalyse durch.

Packen der Chromatographiesäule

Zuerst wird eine Chromatographiesäule mit dem zu untersuchenden porösen Material gefüllt. Hierfür eignen sich insbesondere die bei nur sehr geringer Druckbelastung axial komprimierbaren Säulen, die auch in dem PSS Invers-GPC-Starterkit enthalten sind. Durch dessen einfach gehaltene Bedienungsanleitung ist diese auch für den

HPLC-Anwender ohne Säulenpackerfahrungen schnell und optimal zu packen. Diese Säule wird sodann in ein bestehendes HPLC-System eingebaut, und die Messung kann beginnen.

Trennung unterschiedlich großer Sondenmoleküle

Anschließend werden unterschiedlich große Sondenmoleküle chromatographisch an der gepackten Säule getrennt. Für Messungen in Wasser werden Pullulane verwendet, für Messungen in organischen Eluenten bietet sich THF zur Trennung unterschiedlich großer Polystyrole (PSS ReadyCal's) an. Elutionsprofile einer Trennung von Polystyrolen an unterschiedlich porösen Divinylbenzolharzen sind in Abb. 2 dargestellt. Diese Elutionsprofile dienen GPC-Anwendern zur Anfertigung der GPC-Kalibrationskurve. Die entsprechenden Kalibrationskurven sind in Abb. 3 dargestellt.

Da diese GPC-Kalibrationskurven alle für die Porositätsberechnung relevanten Daten enthalten, können auch diese direkt als Datensatz zur Berechnung der GPC-Porosität verwendet

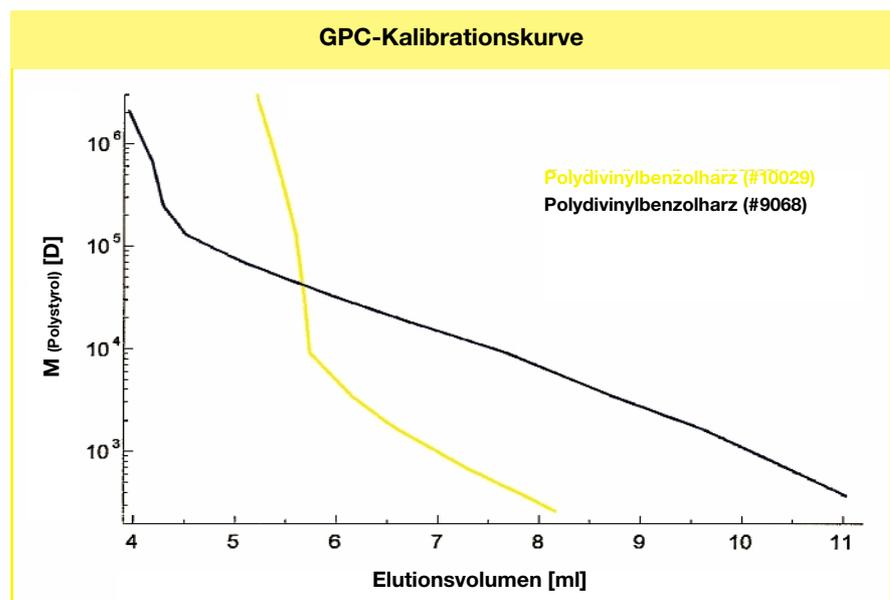


Abb. 3: GPC-Kalibrationskurve für die beiden unterschiedlich porösen Divinylbenzolharze (Zusammenhang zwischen Molmasse und Elutionsvolumen) großporiges Material: #9068, kleinporiges Material: #10029).

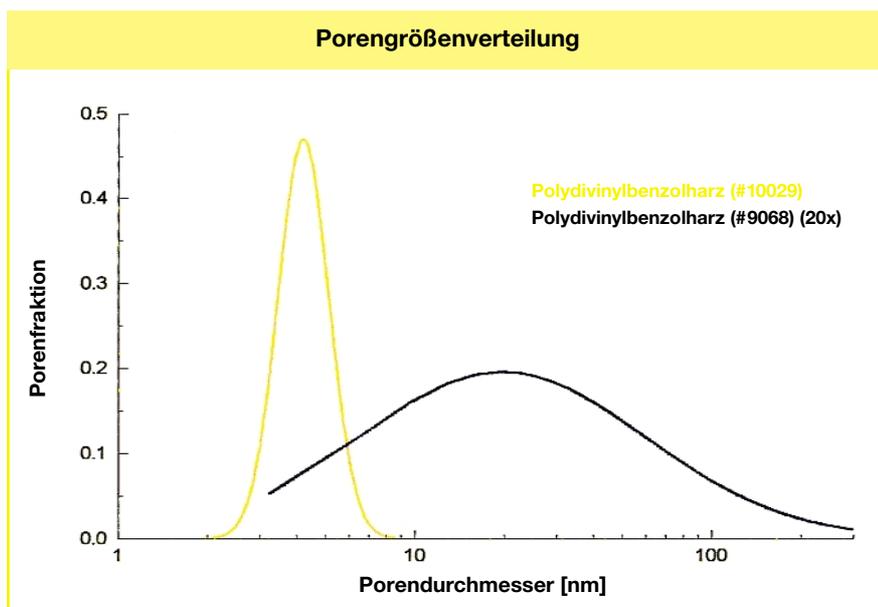


Abb. 4: PSS PoroCheck™ berechnete Porengrößenverteilung der inversen GPC Messungen am großporigen Divinylbenzolharz #9068 ($2r = 36.6\text{nm}$) und am kleinporigen Divinylbenzolharz #10029 ($2r = 4.3\text{nm}$).

werden.

Porengrößenanalyse mittels PSS PoroCheck™

Mit den Kalibrierdaten aus Abb. 3 (Molmasse vs. Elutionsvolumen) berechnet das Computerprogramm PSS PoroCheck™ die Porengrößenverteilung. Die Ergebnisse für die beiden untersuchten Divinylbenzolharze sind in Abb. 4 dargestellt. Sehr deutlich erkennt man die Unterschiede der Porengröße des klein- und des großporigen Materials.

Hervorzuheben ist, dass die Messge-

naugigkeit nicht von der Größe der Poren abhängt. Zudem ist die analysierte Porosität für viele Anwendungen sehr realitätsnah, da nur Poren bestimmt werden, die innerhalb sehr kurzer Zeiträume erkannt werden können und unzugängliche Bereiche die Resultate nicht verfälschen. Die Ergebnisse können sich dadurch natürlich von anderen Messmethoden, z.B. wenn diese Methoden auf die Analyse evakuierter Poren beruhen, unterscheiden [4]. Zusätzlich zu den gezeigten Ergebnissen liefert PSS PoroCheck™ die Gesamtober-

fläche, die Oberflächenverteilung und die Gesamtporosität, die an den solvensgefüllten Poren im durchströmten System erkannt wird. Die Genauigkeit der Ergebnisse lässt sich an Hand der angegebenen Vertrauensintervalle numerisch und graphisch gut beurteilen.

Der PSS PoroCheck™ Analysenreport liefert zusätzlich zu der graphischen Porengrößenverteilungsdarstellung zahlreiche weitere Ergebnisse, die in Tabelle 1 dargestellt sind.

Zusammenfassung

Inverse GPC eignet sich zur Analyse von Porenstrukturen in statischen, dynamischen und gequollenen Systemen. Sowohl klein- wie auch großporige Systeme lassen sich gut analysieren, und der zugängliche Messbereich ist sehr groß. Die Druckbelastung während dieser Messung ist gering, so dass auch drucklabile Systeme untersucht werden können. Das Ergebnis der inversen GPC-Analyse entspricht den Poren, die mit Sondenmolekülen unter anwendungsnahen Messbedingungen effektiv zugänglich sind.

Die Ergebnisse von inversen GPC-Analysen können zur Aufklärung zahlreicher, bisher nicht vollständig verstandener, Produkteigenschaften poröser Materialien in der Katalyse, Separation oder Festphasensynthese sehr nützliche Beiträge liefern.

Danksagung:

Wir danken Herrn Prof. Dr. K. K. Unger, Universität Mainz, für wertvolle Diskussionen und Herrn Dr. H. Reichert, Firma Porotec, Frankfurt, für die Durchführung vergleichender Untersuchungen mittels Hg-Intrusionsmessungen und N₂-Sorptionmessungen.

Literatur

- [1a] J.H. Knox, H. P. Schott, J. Chromatography, 316 (1984), 311 (Übersichtsartikel).
- [1b] M. Goto, B. J. McCoy, Chem. Eng. Sci., 55 (2000) 723 (Übersichtsartikel).
- [2a] A. A. Gorbunov, L. Ya. Solovyova, V. A. Pasechnik, J. Chromatogr. 484, (1988) 307 (Berechnungsmethode und Parameterbeschreibung).
- [2b] A. A. Gorbunov, A. M. Skvortsov, Polymer, 32 (1991), 3001 (Berechnungsmethode und Parameterbeschreibung).
- [3] C. Dauwe, P. Kilz, GIT Labor-Fachzeitschrift (im Druck) (chromatographische Porengrößenuntersuchung).
- [4] C. Dauwe, P. Kilz, H. Reichert, Inverse GPC - Vergleich der Porengrößenverteilung mit Stickstoffmessungen und Hg-Porosimetrie, X. Porotec Workshop über die Charakterisierung von feinteiligen und porösen Festkörpern, 15.-16.11.2000, Bad Soden/Ts. (Porositäts-Methodenvergleich).

Kontakt

Dr. Christian Dauwe, E-Mail: cdauwe@polymer.de

Tab. 1: Ergebnisse des PSS PoroCheck™ Analysenberichts: Porengrößenanalyse der porösen Divinylbenzolharze #9068 und #10029.

Sample	#9068	#10029
Polymer / Solvent System:	Polystyrene/THF	Polystyrene/THF
Comment:	1ml/min, 8x300mm	1ml/min, 8x300mm
Pore Model:	Slit-like pores	Slit-like pores
Pore volume and surface area: Pore volume fraction	0,546	0,331
Specific surface area	54,7 ± 5,9 m ² /cm ³	467,0 ± 39,6 m ² /cm ³
Parameters of the pore size distribution (PSD) function:		
Average pore dimension, <R>	36,6 ± 3,6 nm	4,3 ± 0,6 nm
Width of the PSD, σ	57,5 ± 3,3 nm	0,9 ± 0,1 nm
Reduced PSD width, σ/<R>	1,57 ± 0,23	0,2 ± 0,06
SEC selectivity parameters: Maximum selectivity factor	47 %	93 %
Optimal analyte radius	15,0 nm	1,3 nm
Optimal analyte molar mass	162900 D	2200 D
Optimal K value	0,457	0,325
Target MW range	2,72 MW decades (5450 - 2850100)	1,38 MW decades (260 - 6200)
Target size range	1,54 size decades (2,2 - 75,6) nm	0,78 size decades (0,4 - 2,4) nm

Damit das Klima stimmt

Latentwärmespeicher können bei geringem Platzbedarf und Gewicht große Mengen Wärme speichern. So lässt sich z. B. die Temperatur in Gebäuden konstant halten. Mikroverkapselte Latentwärmespeicher bestehen aus einfachen Materialien in geschickter Kombination.

In einer massiven, alten Kirche wie dem Dom in Speyer ist es auch im Hochsommer angenehm kühl. Die große Masse des Bauwerks kann Temperaturänderungen offensichtlich stark verzögern. Umgekehrt erwärmen sich „leichte“ Wohnbauten schnell. Für optimalen Wohnkomfort muss aber nicht nur der Feuchtigkeitshaushalt ausgeglichen, sondern auch die Temperatur möglichst konstant sein. Das kann man mit großen Baumassen erreichen. Mit mikroverkapselten Latentwärmespeichern können große thermische Massen ohne hohen Platzbedarf z. B. in Gebäude integriert werden.

Was aber sind Latentwärmespeicher? Bei einem solchen Speicher wird Wärme oder Kälte bei einer Phasenumwandlung gespeichert. Dazu kann Wasser als Beispiel dienen: Eis ist die feste Form des Wassers. Bei 0 °C schmilzt es zu flüssigem Wasser. Dabei bleibt die Temperatur der Eis-/Wasser-Mischung so lange konstant auf 0 °C, bis alles Eis geschmolzen

ist. Bei weiterer Energiezufuhr erwärmt sich das Wasser, wobei die zugeführte Energie in dem warmen Wasser gespeichert wird. Bei 100 °C kommt es zur zweiten Phasenumwandlung des Wassers: Das Wasser verdampft. Bis alles Wasser verdampft ist, bleibt auch hier die Temperatur konstant auf 100 °C. Erst danach heizt sich der Dampf bei anhaltender Energiezufuhr weiter auf.

Energie und Phasenumwandlung

Dass warmes Wasser mehr Energie speichert als kaltes, ist plausibel. Dagegen ist die Energiespeicherung in einer Phasenumwandlung nicht so offensichtlich. Erst wenn man die Energieänderungen misst, erkennt man, dass beim Schmelzen des Eises eine erhebliche Energiemenge verbraucht und umgekehrt beim Kristallisieren des Eises wieder frei wird. Die in einer Phasenumwandlung „versteckte“ Wärme wird als latente Wärme bezeichnet.

Bei Stoffen wie Wasser gibt es also zwei Arten von Energiespeicherung: Die erste ist die mit einer Temperaturänderung verbundene Speicherung. Sie wird bei der Warmwasserbereitung im Heißwasserspeicher genutzt. Diese Art der Energiespeicherung beruht auf der Wärmekapazität des Wassers, die 4,2 Joule pro Gramm und Grad beträgt. Wird ein Gramm Wasser von 1 auf 80 °C erwärmt,

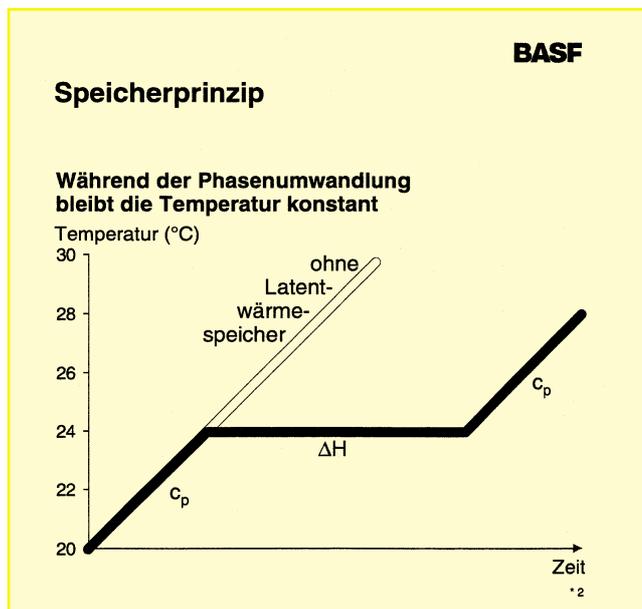
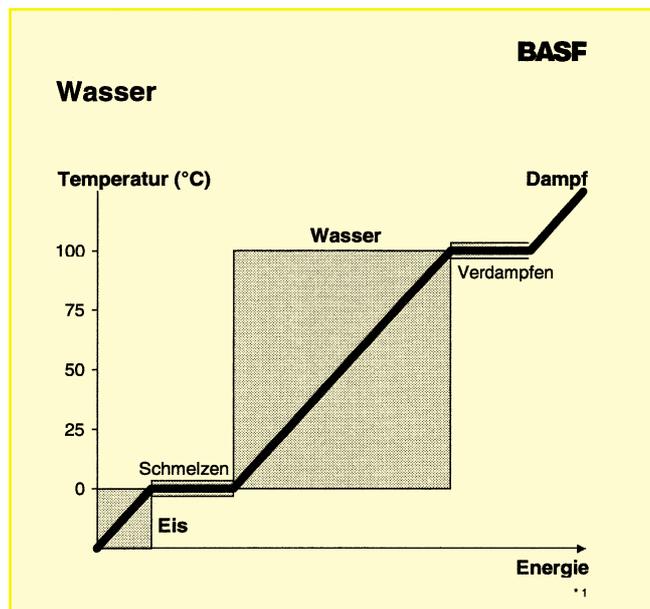
werden also 332 Joule pro Gramm Wasser gespeichert.

Bei der zweiten Art der Wärmespeicherung wird die Schmelz- oder Kristallisationswärme während einer Phasenumwandlung genutzt. Die Schmelzwärme des Eises beträgt 333 Joule pro Gramm Wasser und ist damit praktisch genauso groß wie die Energie, die zu einer Temperaturerhöhung des Wassers um 80 °C aufgewandt werden muss.

Allerdings wird die Schmelztemperatur des Eises nicht als besonders angenehm empfunden. Andere Materialien mit hohen Schmelzwärmen sind erforderlich, deren Schmelzpunkte in unserem Komfortbereich liegen.

Mögliche Materialien

Paraffine, Fettalkohole und Fettsäuren sind Verbindungen mit hohen Schmelzwärmen. Es handelt sich um organische Verbindungen mit langen Kohlenstoffketten, die im festen Zustand hochgeordnete Strukturen ausbilden. Beim Schmelzen geht diese Ordnung verloren. Das ist die Ursache für die hohen Schmelzwärmen dieser Verbindungen. Durch die Wahl der Kettenlängen kann der Schmelzpunkt in einem weiten Tempera-



turbereich variiert werden. Auch einige organische Salzhydrate – etwa die von Natriumcarbonat, Natriumacetat, Calciumchlorid und Lithium-Magnesiumnitrat – sind Verbindungen mit hohen Schmelzwärmen und können als Latentwärmespeicher eingesetzt werden. So diente ein Hydrat des Lithium-Magnesiumnitrats bis zum Herbst vergangenen Jahres als Latentwärmespeicher zur Motorerwärmung beim Kaltstart in der 5er-Serie von BMW. Der Latentwärmespeicher speichert die Überschusswärme des Motors in einem Behälter, der mit einem Salzgemisch aus Magnesiumnitrat und Lithiumnitrat gefüllt ist. Beim Kaltstart entzieht das Motorkühlmittel dem Speicher die Wärme wieder und wird so aufgeheizt. Motor und Heizkreislauf werden sofort warm, auch wenn das Fahrzeug zwei Tage bei -20 °C im Freien gestanden haben sollte. Durch die schnelle Aufheizung des Fahrzeuginnenraumes auch nach einem Kaltstart wird die Frontscheibe enteist und beschlagfrei gehalten. Da der Motor schnell auf Betriebstemperatur kommt, erzielt man eine Reduzierung

der Abgasemissionen und des Kraftstoffverbrauchs. Zudem führt die verkürzte Warmlaufphase dazu, dass der Motorverschleiß verringert wird. Leider hat BMW den Latentwärmespeicher wegen mangelnder Nachfrage vorerst aus dem Programm genommen.

Das Wohnklima

Wichtig für ein angenehmes Wohnklima ist eine möglichst konstante Temperatur. „Im Winter heizen wir unsere Wohnräume auf 20 bis 22 °C “, erklärt Dr. Ekkehard Jahns von der Forschung Dispersionen bei der BASF in Ludwigshafen. „Im Sommer möchten wir wie sie gerne auf diese Temperatur kühlen, müssen dafür aber eine Klimaanlage installieren.“ Ohne sie können sich die Wohnungen im Sommer trotz guter Isolierung stark aufheizen, mitunter bis über den Komfortbereich von 26 °C .

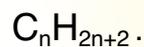
Zu dieser Aufheizung tragen einerseits elektrische Geräte bei, aber auch die Menschen geben Wärme ab. Für den größten Anteil des Energieeintrags aber ist die Sonne verantwortlich, die in unse-

ren Breiten mit etwa $1\,000$ Watt pro Quadratmeter horizontale Fläche einstrahlt. Durch die Fenster kommt Strahlungswärme ins Haus. Eine passive Gebäudekühlung ist in Leichtbauten ohne thermische Masse nicht möglich. Nur die Wärmekapazität massiver Baustoffe in Wänden und Decken kann den Temperaturanstieg im Haus dämpfen. Je mehr Masse in Form von Steinen oder Beton verbaut wurde, desto langsamer steigt im Sommer die Temperatur im Haus an.

Hier können Latentwärmespeicher helfen. Bei ihrem Schmelzen wird Wärme verbraucht, ohne dass sich die Temperatur erhöht. Mit Latentwärmespeichern kann man also in einem bestimmten engen Temperaturbereich für eine gewisse Zeit einen Temperaturanstieg aufhalten. Erst wenn alles Material des Latentwärmespeichers geschmolzen ist, steigt die Temperatur weiter an. Wenn es also gelingt, Latentwärmespeicher in geeigneter Weise in den Wohnungen zu installieren, sollten sie sich auch in einem heißen Sommer auf einer angenehmen Temperatur halten lassen. Die

Was sind Paraffine?

Paraffin stellt eine Sammelbezeichnung für gesättigte Kohlenwasserstoffgemische dar, die hauptsächlich aus Erdöl gewonnen werden und ein Nebenprodukt der Schmierölherstellung sind. Paraffine werden auch als Wachse bezeichnet. Es werden Normalparaffine und ISO-Paraffine unterschieden. Normalparaffine sind einfache, langgestreckte Ketten. ISO-Paraffine haben von einer langen Grundkette verzweigende Äste. Für wärmetechnische Anwendungen kommen überwiegend Normalparaffine zum Einsatz. Die chemische Summenformel für Paraffin lautet:



Für Paraffine mit einer Schmelztemperatur zwischen 30 bis 90 °C liegt die Zahl n zwischen 18 und 50 . Mit steigender Molekülkettenlänge bzw. steigendem Molgewicht nimmt die Schmelztemperatur des Materials stetig zu.

Wärmeparaffine sind speziell für wärmetechnische Anwendungen modifizierte Paraffine, wobei die geschlossenen Kristallstrukturen zu offenen, gas- und flüssigkeitsdurchlässigen Kristallstrukturen werden.

Wie nahezu alle organischen Stoffe, hat auch Wärmeparaffin eine niedrige Wärmeleitfähigkeit von ca. $0,20\text{ W/(m K)}$. Die elektrische Leitfähigkeit liegt so niedrig, dass Wärmeparaffin sehr gute Isolatoreigenschaften hat. Paraffin bzw. Wachs (auch Grundstoff für Kerzen) ist brennbar. Die Zündtemperatur liegt jedoch deutlich über 250 °C .

Wärmeparaffine sind gegenüber fast allen Werkstoffen inert, d. h. sie reagieren chemisch nicht mit anderen Materialien. Diese Reaktionsträgheit kommt sogar in der Namensgebung von Paraffin zum Ausdruck: „parum affinis“ - keine chemische Reaktionsfähigkeit. Aufgrund dieses Verhaltens gibt es keinerlei Korrosionsprobleme mit Werkstoffen.

Wärmeparaffine sind ökologisch unbedenkliche Stoffe mit der Wassergefährdungsklasse 0. Sie sind weder toxisch noch gesundheitsschädlich. Alle Wärmeparaffine sind zu 100% recycelbar. Sie sind zudem alterungsbeständig und zyklenstabil, da keine chemischen Reaktionen während des Speicherbetriebes im Speichermaterial bzw. gegenüber Wärmetransportmitteln und Anlagenwerkstoffen stattfinden. Aufschmelzen und Erstarren ist ein rein physikalischer Prozess. Aus diesem Grund bleibt die Wärmespeicherkapazität über die gesamte Lebensdauer des Speichers auf konstant hohem Niveau.

Spitzen können somit abgepuffert werden.

Wie groß ist der Speichereffekt?

Baustoffe wie Beton oder Ziegel haben eine Wärmekapazität von 0,8 bis 0,95 J/g K. Mit der hohen Schmelzwärme eines Latentwärmespeichers lässt sich die Wärmespeicherfähigkeit dieser Baustoffe innerhalb eines engen Temperaturintervalls deutlich erhöhen. Mischt man zum Beispiel 30 Prozent eines Alkans, das zwischen 22 und 26 °C schmilzt und dessen Schmelzwärme 200 J/g K beträgt, unter einen Beton, so steigt die Wärmekapazität dieses Baustoffs in diesem Temperaturintervall von 3,7 auf 63,7 g/J K (Summe aus 3,7 J/g K für den Beton ohne Alkan und 60 J/g K für Latentwärmespeicher).

Die enorme Wirkung der Latentwärmespeicher zeigt sich auch an folgendem Vergleich. Ein nur 2 cm dicker Putz mit 30 Prozent Latentwärmespeicher besitzt das gleiche Wärmespeichervermögen wie eine 23 cm dicke Ziegelwand oder eine 18 cm dicke Betondecke. Das gilt zwar nur für das Temperaturintervall von 22 bis 26 °C, aber nur dieses Temperaturintervall ist für den Wohnkomfort entscheidend.

Für die praktische Anwendung von Latentwärmespeichern muss allerdings noch ein Problem gelöst werden. Diese Materialien sind ja jeweils fest oder flüssig und deshalb nicht als Additiv in Beton oder Putz zu verwenden. Die Flüssigkeiten können nämlich aus den Betonstoffen ausschwitzen und Emissionen an die Raumluft abgeben. Es wird also eine geeignete Verpackung gesucht. Dafür haben sich Mikrokapseln – kleine Kügelchen mit einer Schale aus einem Kunststoff und einem Kern aus Latentwärmespeichermaterial – als ideal zum Einsatz in Baustoffen erwiesen. Sie werden als wässrige Dispersion oder auch in Pulverform hergestellt. Dabei sind Schmelztemperaturen des Kernmaterials der Mikrokapseln von etwa –10 °C bis zu 89 °C für unterschiedliche Anwendungen realisierbar. So wird beispielsweise mit diesem Mikrokapselpulver ein Gipsputz entwickelt, der bis zu 20 Prozent Latentwärmespeicher enthält.

Wie bereits erwähnt, kann mit Latentwärmespeichern die thermische Masse von Baustoffen bei geringem Platzbedarf und Gewicht erhöht werden. Besonders

vorteilhaft ist ihr Einsatz im Innenbereich eines Gebäudes, um die Temperatur konstant bei 20 bis 25 °C zu halten. Eine vergrößerte thermische Masse führt zu einer Verringerung von Kühl- und Heizlasten, da intelligente Regelungen unter Nutzung dieser Speichermasse eingesetzt werden können. Dazu ist eine periodische Abfolge von Speicherung und Entspeicherung, etwa ausgelöst durch die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, erforderlich. Modellrechnungen zeigen Heizenergieeinsparungen durch bessere Speicherung von Sonnenenergie im Gebäude.

Erster Einsatz in Wohnbauten

„Die mikroverkapselten Latentwärmespeicher werden im Brunckviertel gerade zum ersten Mal eingesetzt“, berichtet Jahns. „Dort werden zur Zeit eine Reihe von Gebäuden, Werkwohnungen der BASF, saniert.“ Hier wird auch das erste „Dreiliter-Haus“ aus einem Altbau erstellt. Dieses Wohnhaus wird nach der Sanierung nur noch drei Liter Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche in der Heizsaison verbrauchen. Die Anforderungen der heute gültigen Wärmeschutzverordnung liegen bei etwa 7 Liter. Im November vergangenen Jahres wurden Wände und Decken von zwei Wohnungen mit Latentwärmespeicher ausgestattet. Drei Jahre lang werden diese Wohnungen und eine Vergleichswohnung ohne Latentwärmespeicher mit einem Messprogramm beobachtet, um praktische Erfahrungen zu gewinnen.

Solche Latentwärmespeicher können nicht nur in der Bau- oder Automobilbranche eingesetzt werden, sondern auch in Kleidungen oder in Verpackungsmaterialien – etwa als Warmhalteprodukte. Im Bekleidungssektor sind bereits einige amerikanische Produkte wie Wintermäntel, -jacken und Handschuhe sowie Motorrad- und Skibekleidung auf dem Markt. Zudem gibt es bereits Kissen und Rollen mit Latentwärmespeichern. Mit einer Markteinführung der mikroverkapselten Latentwärmespeicher für Baustysteme ist in den nächsten Jahren zu rechnen.

B. Furchheim



„Wie bekomme ich
nur unsere
Chargen-Verfolgung
in den Griff? “



Die Aussteller
der Fachmesse
ident.de
haben die Lösung
für Ihre Probleme!

9.-11. Mai 2001

Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

Online-Anmeldung unter
www.ident.de

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

Umschau Zeitschriftenverlag

Telefon: +49 (0)69 / 2600-0

Telefax: +49 (0)69 / 2600-659

Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

Telefon: +49 (0)611 / 144-0

Telefax: +49 (0)611 / 144-0



„Technology Valley“ in Oberhausen

Forschung und Ruhrgebiet. An diese Wortkombination muss man sich mehr denn je gewöhnen. Nicht nur an den Universitäten entlang der Industrieschiene Ruhr ist Forschung eine der wichtigsten Aufgaben. Im Laufe vielleicht der letzten zehn Jahre sind dort neue Forschungsinstitute außerhalb der Hochschulen gegründet worden. Sie suchen ganz bewusst die Nähe zur Industrie, die eine Fülle von ungelösten Problemen alleine nicht bewältigen kann. Der industrielle Fortschritt ist angewiesen auf innovative Forscher. An dieser Stelle wollen wir Ihnen einen vertieften Einblick in die Forschungslandschaft in Deutschland geben und stellen deshalb regelmäßig Forschungsinstitute, nicht nur aus dem Ruhrgebiet, mit ihren ganz spezifischen Aktivitäten und Zielen vor.

Der Name ist Programm: „Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik“, kurz UMSICHT, gegründet im Juni 1990. Vor gut zwei Jahren erfuhr UMSICHT eine programmatische Erweiterung durch die seit den Anfängen angestrebte Aufnahme in die Fraunhofer Gesellschaft zum heutigen „Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und

Energietechnik UMSICHT“. UMSICHT hat ihre Existenz Prof. Dr.-Ing. P.-M. Weinspach zu verdanken, der an der Universität Dortmund den Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik innehatte. Um seine vielen Ideen zusammen mit den zahlreich zu Studien-, Diplom- und Forschungsarbeiten strömenden Mitarbeitern zu realisieren, benötigte Professor Weinspach einfach mehr Platz an seinem Institut. Mit der Vision einer Forschungseinrichtung zum Wohle der ganzen Region motivierte er die Oberhausener Stadtväter und besonders die Vertreter der ortsansässigen Industrie, die Gründung einer gemeinnützigen technisch-wissenschaftlichen Institution im westlichen Ruhrgebiet voran zu treiben. Das mit finanzieller Unterstützung der EU und des Wirtschafts- und Wissenschaftsministeriums Nordrhein-Westfalens eingerichtete Institut für angewandte Forschung zur Umwelt-, Sicherheits- und Prozess- sowie Energietechnik sollte eine steile Entwicklung erfahren.

Produkte und Dienstleistungen für die Industrie

Fraunhofer UMSICHT lebt – zum größten Teil auch wirtschaftlich – von praxisnahen FuE-Projekten, bei denen marktnahe neue Produkte und Dienstleistungen für die Industrie von den heute bald 250 Mitarbeitern, davon alleine ca.

70 Wissenschaftler, entwickelt werden. Seine Kernkompetenzen liegen nicht nur in der methodischen Ausarbeitung neuer Verfahren und Prozesse, sondern erstrecken sich ebenso auf die Planung, den Bau und den Betrieb von Versuchs- und Pilotanlagen.

Bei einem Gang durch die mehrere tausend Quadratmeter Laboratoriums- und vor allem großzügig eingerichtete Technikums-Hallen wird die große Vielfalt der Projekte sichtbar:

- Innovative Techniken und Verfahren zur Herstellung mikrostrukturierter Kompositpartikel, z. B. durch Reaktivkristallisation unter Beteiligung von Kohlendioxid. Solche Partikel mit außerordentlich attraktiven Eigenschaften werden für Hochleistungskeramiken und Katalysatormaterialien eingesetzt.
- Membrantrennprozesse in der Nahrungsmittelindustrie
- Biologische Abluftreinigung mit sorptionsaktivem Trägermaterial
- Untersuchungen zur Gewässerbelastung durch Sickerwasser aus Rückständen der thermischen Abfallbehandlung
- Gasreinigung für Brennstoffzellen.

In den nächsten Jahren erwartet man die kommerzielle Markteinführung der Brennstoffzelle zur elektrochemischen Stromerzeugung. Der zum Betrieb benötigte Wasserstoff kann nach den Studien von UMSICHT aus der Biomassevergasung oder -vergärung gewonnen werden. Die Gasreinigung ist das notwendige Bindeglied zwischen Biomasse mit den wasserstoffhaltigen Gasen auf der einen Seite und der Brennstoffzelle auf der anderen (Abb. 1).

Im Bereich Sicherheits- und Prozesstechnik steht die Entwicklung von Datenbanken und EDV-Programmen, z. B. CHEMSIM - Chemical Simulation Package, eine Software zur Berechnung von Chemiereaktoren, vorne an. Mit numerischen Simulationswerkzeugen wird das dynamische Verhalten von mehrphasig betriebenen Rührreaktoren berechnet. Alle Prozessparameter und Effekte bei chemischen Prozessen werden mit neuronalen Netzen verfolgt, um eine Anlage vom Labormaßstab auf Technikumsgröße zu übertragen.

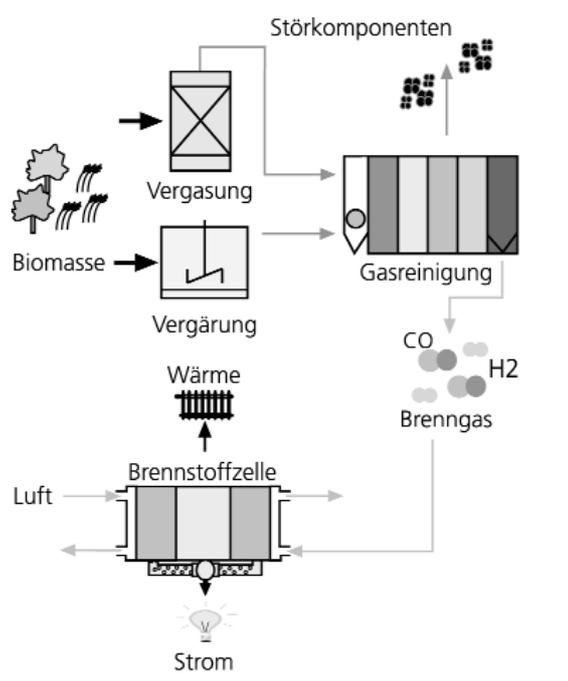


Abb. 1: Der zum Betrieb von Brennstoffzellen notwendige Wasserstoff lässt sich nach einer Studie von UMSICHT aus Biomasse-Vergasung sowie -Vergärung gewinnen.

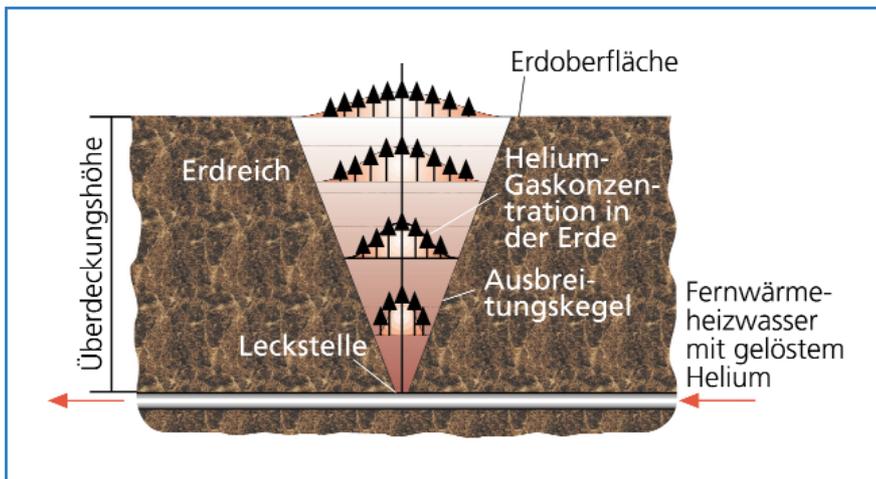


Abb. 2:
Die mobile Lecksuche in Rohrnetzen kann mittels Tracergasen wie z. B. Helium erfolgen.

„Der Bereich Energietechnik betreibt Entwicklung, Monitoring, Analyse und Management von wirtschaftlichen und nachhaltigen Energieversorgungsanlagen. Derzeit wird die effiziente Nutzung von Biomasse, Grubengas und anderen Schwachgasen verfolgt“, heißt es im Jahresbericht. Dies ist nur ein Schwerpunkt; andere sind:

- Teerminderung bei der Holzvergasung
- Mobile und flexible Probennahme und Analyse der kondensierbaren Kohlenwasserstoffe aus Vergasungsprozessen
- Dezentrale Energieversorgung von Kläranlagen durch Klärschlammvergasung
- Hochleistungskälte-träger für die Klima- und Kältetechnik
- Energiekonzept für eine Cofermentation mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

- Mobile Lecksuche mit gelösten Tracergasen in Rohrnetzen (Abb. 2).

Leckagen in den Rohrleitungen von Fernwärmanlagen verursachen jährlich hohe Kosten durch Wasser- und Wärmeverluste sowie Folgeschäden am Rohrleitungsnetz. Die genaue Lokalisierung von Leckstellen ist nicht nur aus Kostengründen gefragt. UMSICHT wird jetzt eine erste Pilotanwendung zur Lecksuche mit heliumhaltigen Wasser (1 gm^{-3} Helium in Wasser) ausführen. Gelangt dieses Wasser an einer Leckagestelle ins Erdreich, wird Helium desorbiert und strömt in einem kleinen Ausdehnungsfeld an die Erdoberfläche, wo es mit einem Heliumdetektor leicht aufgespürt werden kann. Die Genauigkeit der Leckortung beträgt 1 bis 10 m und ist von der Verlegeart der

Rohre, der Oberbodenbeschaffenheit und der Bodenversiegelung abhängig.

Mehr über die Projekte und über Fraunhofer UMSICHT kann auf der Internetseite: www.umsicht.fhg.de/ nachgelesen oder über die Stelle für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit bezogen werden.

„Die nächsten zehn Jahre“, so der neue Institutsleiter, Prof. Dr.-Ing. Hans Fahlenkamp, Inhaber des Lehrstuhls für Umwelttechnik im Fachbereich Chemie-technik der Universität Dortmund, anlässlich der 10-Jahres-Feier im Sommer 2000, „werden geprägt sein von Wachstum, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Der schnelllebige FuE-Markt erfordert auch in Zukunft Engagement und gute, innovative Ideen für vermarktbare Produkte: alles Dinge, für die meine Mitarbeiter und ich stehen.“ In der nahen Zukunft wird sich Fraunhofer UMSICHT auf

- die Gewinnung von Wertstoffen mittels Membrantechniken,
- dem dezentralen, stationären Einsatz der Brennstoffzelle,
- der Biogaserzeugung durch Vergärung,
- dem Stoffstrommanagement,

Unsere Sammel-Systeme

Ihre Bestellung schicken Sie per Post an: UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG Breidenstein GmbH, Stuttgarter Straße 18-24, D-60029 Frankfurt am Main oder schnell und bequem per Fax bestellen: 069-2600-609



Archiv 1
In den Sammelhefter können Sie Ihre Hefen los-einfügen. Inband 22,50DM inkl. Versandkosten/ Ausland 22,50DM inkl. Versandkosten.



Archiv 2
Die Sammelmappe bietet die Auffängung Ihrer Hefen durch 96 Löcher. Inband 22 DM inkl. Versandkosten/ Ausland 21 DM inkl. Versandkosten.



Archiv 3
Edel - die Einbanddecke aus Gandleinen. WICHTIG: Für die Einbanddecke brauchen Sie einen Buchbinder. Inband 18 DM inkl. Versandkosten/ Ausland 28,50DM inkl. Versandkosten.

IHRE BESTELLUNG

BITTE LIEFERN SIE MIR FÜR DIE ZEITSCHRIFT/EN:

- Expl. Archiv1: Sammelhefter Best.Nr. A001
Inband DM 2250/ Ausland DM 3250
- Expl. Archiv2: Sammelmappe Best.Nr. A002
Inband DM 2200/ Ausland DM 3100
- Expl. Archiv3: Einbanddecke Best.Nr. A003
Inband DM 1900/ Ausland DM 2850

Bitte machen Sie mir ein Angebot zum Einbinden meiner Heftesammlung/en.

BESTELLER / LIEFERANSCHRIFT:

(Ich erhalte eine Rechnung!)

NAME / VORNAME

STRASSE / PLZ

STADT / VERBAND

– dem Informationsmanagement im „Life Cycle“ von Produktionsanlagen konzentrieren.

Kooperationen im In- und Ausland

Über die Zusammenarbeit mit der Universität Dortmund hinaus sind im Laufe der Zeit enge Kooperationen mit den Universitäten Bochum, Duisburg, Essen, den Fachhochschulen Krefeld, Gelsenkirchen und Münster/Steinfurt geschlossen worden. Zu diesem wissenschaftlichen Netzwerk gehören außerdem die Fraunhofer-Institute und außeruniversitäre Einrichtungen der Region.

Der Gesamtumsatz von 28 Millionen DM im vergangenen Jahr, der etwa zu drei Viertel durch Industrieprojekte erwirtschaftet wurde, zeugt von der intensiven Zusammenarbeit mit der Industrie auch weit über die Grenzen des Ruhrgebietes und Deutschlands hinaus. „Forschung der kurzen Wege“ ist das Motto von Fraunhofer UMSICHT und versteht sich, an der Schnittstelle zwischen Forschung und Wirtschaft zu agieren.

Fraunhofer UMSICHT streckt die Fühler stark ins Ausland aus: Beteiligung am deutsch-polnischen Forschungsverbund INCREASE, die Einrichtung des Fraunhofer-Centre for Energy and Environment in Pittsburgh, Pennsylvania/

USA, erste Kooperationen mit öffentlichen und privaten Einrichtungen in Lateinamerika sind mehr als nur Ansätze.

„Das Institut ist ein offenes System, das mit anderen „Systemen“ Wissen, Ressourcen, Produkte, Dienstleistungen, aber auch Personal austauschen kann“, heißt es in der Festschrift „Umsicht feiert Geburtstag“, die anlässlich der 10-Jahresfeier 2000 verfasst wurde. Die zahlreichen Publikationen, Konferenzbesuche, Vorträge im In- und Ausland wie auch die Mitarbeit vieler Wissenschaftler in nationalen und internationalen Gremien belegen diese Offenheit.

HMK

Ein Katalysator im Auto ist zwar seit langem Standard für die Abgasreinigung. Doch in dem neuen Brennstoffzellenfahrzeug NECAR 5 (New Electric Car) der DaimlerChrysler AG steckt ein Katalysator der BASF, der eine völlig andere Funktion hat: Er ist eine Schlüsselkomponente im so genannten Methanolreformer.

Der Reformer hat die Aufgabe, aus Methanol Wasserstoff freizusetzen, der wiederum eine Brennstoffzelle speist. Die BASF entwickelte den Hochleistungskatalysator in einer Exklusivkooperation mit XCELLSIS, einem Gemeinschaftsunternehmen von Daimler-

Chrysler, der kanadischen Ballard Power Systems und der Ford Motor Company, USA. Bereits für den NECAR 3, den Prototypen des methanolbetriebenen Brennstoffzellenfahrzeugs von DaimlerChrysler, entwickelte die BASF vor drei Jahren den Katalysator zur Methanolreformierung. Mittlerweile wurde er noch wesentlich aktiver, kompakter und stabiler gemacht.

Methanol als Treibstoff-Alternative

„Methanol eröffnet die Möglichkeit, jetzt in die umweltfreundliche Zukunftstechnologie ‘Brennstoffzellenantrieb für Fahrzeuge’ einzusteigen“, sagt Dr. Markus Hölzle, der für die Weiterentwicklung des BASF-Katalysators verantwortlich ist. „Mittelfristig sehe ich für den breiten Markt keine andere Lösung. Schließlich werfen Alternativkonzepte, bei denen statt Methanol reiner Wasserstoff getankt wird, eine Reihe ungelöster Probleme auf.“ Zum

Beispiel benötigt man zum Speichern des Wasserstoffgases im Fahrzeug aufwendige Druck- oder Tieftemperatur-Tanks.

Weniger Kohlendioxid im Abgas

Der Treibstoff für den NECAR 5 kann genauso bequem getankt werden wie Benzin oder Diesel. Methanol wird heute fast ausschließlich aus Erdgas gewonnen. Denkbar ist auch, die Substanz aus Abfällen oder aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen.

An Bord des NECAR 5 wird aus dem Methanol der Wasserstoff für die Brennstoffzelle erzeugt. Dazu wird der Alkohol mit Wasser verdampft und in den Reformer geleitet. Dort strömt das Gemisch über den BASF-Katalysator, der aus Kupfer- und weiteren Metalloxiden besteht. Bei einer Betriebstemperatur im Bereich von 200 bis 350 °Celsius werden Methanol und Wasser umgesetzt zu Wasserstoff und Kohlendioxid. Das Gasgemisch wird nun in der Brennstoffzelle zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Insgesamt entsteht bei diesem Prozess deutlich weniger Kohlendioxid als in Verbrennungsmotoren.

Eine Neuentwicklung beim NECAR 5 ist der ATR-Reaktor (die Abkürzung steht für Autotherme Reformierung). Dieser „Anlasser“ – er enthält ebenfalls den Katalysator der BASF – macht das Auto kaltstartfähig. Das Methanol wird hier zusammen mit Wasser und Luft teilweise zu Wasserstoff reformiert und teilweise verbrannt. Dadurch wird das An-



Dr. Markus Hölzle, BASF, arbeitet an der Weiterentwicklung eines Katalysators für Methanol-betriebene Brennstoffzellenautos.



UMSCHAU

triebssystem innerhalb kurzer Zeit – ähnlich wie früher beim Dieselmotor – auf die erforderliche Betriebstemperatur gebracht.

Reaktionsschneller Reformer

Die Entwicklung von High-Performance-Katalysatoren als Reaktionsbeschleuniger für großtechnische Prozesse ist eine Kernkompetenz der BASF. Doch während Katalysatoren normalerweise darauf ausgerichtet werden, bei eng umrissenen Druck- und Temperaturverhältnissen optimale Ergebnisse zu liefern, liegt die Herausforderung bei der Methanolreformierung in der Flexibilität. Damit das Brennstoffzellenauto ohne Zwischenspeicher wie Batterien oder Wasserstofftanks auskommt, muss der Reformer auf schnelle Wechsel der Belastung unmittelbar reagieren. Am Berg wie auf der Ebene, bei Tempo 30 wie bei 120 Stundenkilometern, muss er jederzeit die richtige Wasserstoffmenge produzieren. Auch die mechanischen Beanspruchungen im Fahrzeug, etwa eine Fahrt über Kopfsteinpflaster, muss das System problemlos wegstecken können.

„Vor allem in seiner Leistungsdichte konnten wir unseren Katalysator noch

einmal verbessern. Ein bestimmtes Volumen des Katalysators erzeugt jetzt deutlich mehr Wasserstoff. Darüber hinaus haben wir ihn haltbarer und mechanisch stabiler gemacht“, betont Hölzle. „Außerdem haben wir in Zusammenarbeit mit XCELLSIS Katalysator und Reformer optimal aufeinander abgestimmt.“ In Zukunft sollen die Erfahrungen aus den Fahrtests mit dem NECAR 5 in weitere Verbesserungen einfließen. Parallel bereitet die BASF die großtechnische Produktion des Katalysators vor. Schon jetzt kann das Unternehmen in Ludwigshafen den Katalysator im Tonnenmaßstab herstellen.

Besserer Wirkungsgrad

Hölzle ist zuversichtlich, dass methanolbetriebene Brennstoffzellenautos schnell einen neuen Standard bei umweltfreundlichen PKW setzen: „Die Technologie hat selbst gegenüber den sparsamsten Verbrennungsmotoren auf Basis von Benzin oder Diesel eine ganze Reihe von Vorteilen“, betont der Forscher. So hat der Brennstoffzellenantrieb auf Methanolfbasis einen deutlich höheren Wirkungsgrad. Der Ausstoß von Kohlendioxid wird somit signifikant ge-

senkt. Stickoxide, Schwefeloxide oder Kohlenmonoxid werden überhaupt nicht mehr freigesetzt. Zudem ist der Antrieb fast geräuschlos.

Um die Einführung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen auf Methanolfbasis voranzutreiben, hat sich die BASF im September letzten Jahres mit Daimler-Chrysler, XCELLSIS, BP und den Methanolproduzenten Methanex und Statoil zu einer Kooperation zusammengeschlossen. Die Partner wollen Fragen zu Gesundheit, Sicherheit, Umweltrelevanz und Infrastruktur der Methanolverwendung untersuchen und eine gemeinsame Position zum Einsatz von Methanol als Kraftstoff entwickeln.

Gratis-Demo im Internet!

Analytik

NEUE VERSION 1.2

WasserSoft

Noch nie waren Ihre Berechnungen zur Wasseraufbereitung so schnell! Für Windows 95, 98 und NT.

Blitzschnell lösen Sie mit **WasserSoft** Entsäuerungsaufgaben für eine analytisch vorgegebene Wasserqualität. Folgende Analysenparameter müssen eingegeben werden: pH, Temperatur, Ca, Mg, Na, m-Wert (= K_{sp}), p-Wert (wird berechnet), Chlorid, Sulfat, Nitrat. Dabei kann ein fehlender Wert durch Kationen-Anionen-Bilanz aufgespürt werden (erlaubte Differenz max. 0,5 mval/l).

WasserSoft berechnet zunächst charakteristische Daten wie Sättigungsindex (SI), zugehörige und aggressive Kohlensäure, Sättigungs-pH-Wert (pH), Delta-pH-Wert, Kalkabscheidungspotential (bei T sowie bei 60 °C) und Pufferkapazität. Außerdem erfolgt eine Kationen-Anionen-Bilanzierung, eine Abschätzung der zu erwartenden Leitfähigkeit, die Ausgabe von korrosionsrelevanten Faktoren nach DIN 50 930 sowie die Bestimmung der Ionenstärke des Wassers.

Bestellcoupon

Ja, bitte liefern Sie mir gegen Rechnung

Stück	Titel	Preis*
	WasserSoft Demoversion für Windows '95 / '98 / NT	DM 30,00
*inkl. Mwst. u. Versandkosten		
	Das kostenlose Gesamtverzeichnis mpm Fachmedien mit UMSCHAU SOFTWARE	

Name / Vorname

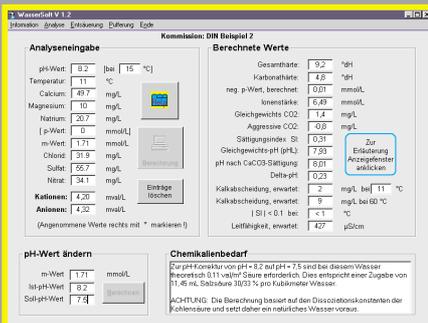
Straße / Hausnummer

PLZ / Ort

Datum Unterschrift

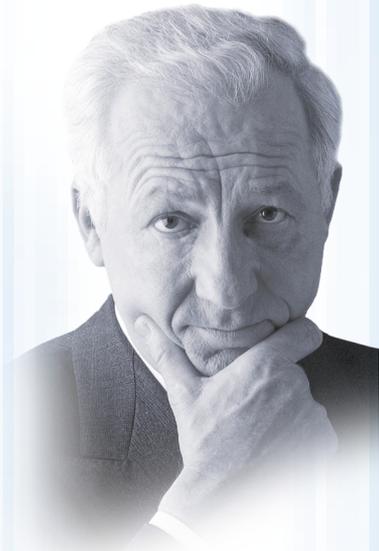
Tel. / Fax:

mpm Fachmedien Telefon: 06403 / 63772
Postfach 1103 Fax: 06403 / 68442
35411 Pohlheim <http://www.mpm-online.de>





„Wie bekomme ich nur unsere Chargen-Verfolgung in den Griff? “



Die Aussteller der Fachmesse **ident.de**

haben die Lösung für Ihre Probleme!

9.-11. Mai 2001

Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

Online-Anmeldung unter **www.ident.de**

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

Umschau Zeitschriftenverlag

Telefon: +49 (0)69 / 2600-0

Telefax: +49 (0)69 / 2600-659

Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

Telefon: +49 (0)611 / 144-0

Telefax: +49 (0)611 / 144-0



In Kooperation mit INTERNATIONAL

Die unscheinbare Pflanze *Arabidopsis thaliana* – zu deutsch Ackerschmalwand – ist für Genetiker in der ganzen Welt eine Art Modellpflanze, deren Gene und ihre Funktion eingehend untersucht werden. Nun wurde das Erbgut der Ackerschmalwand und damit der ersten Pflanze überhaupt vollständig sequenziert.

Die Kerne der Zellen der *Arabidopsis*-Pflanzen enthalten jeweils fünf Chromosomen. Insgesamt haben die an der *Arabidopsis*-Genome-Initiative beteiligten Forschungsgruppen bei der Sequenzierung rund 25 000 Gene gefunden. Die Entschlüsselung des Genoms hat eine lange Buchstabenabfolge zum Ergebnis, die die verschiedenen Bausteine der Gene symbolisiert. Allein die Buchstabenfolge zu kennen, nützt jedoch nur wenig, wenn die Funktion der Gene, für die sie stehen, nicht bekannt ist. Die Analyse der Daten, wie sie bei der Entzifferung des *Arabidopsis*-Genoms auch von einer Tübinger Arbeitsgruppe (Prof. Dr. Gerd Jürgens, Zentrum für Molekularbiologie der Pflanzen – ZMBP) geleistet wurde, bildet daher einen bedeutenden Teil der Forschungsarbeiten.

Erstes Pflanzengenom entziffert

Bioinformatik von großer Bedeutung

Wichtige Aufschlüsse zur Funktion unbekannter Gene bietet der Vergleich mit bekannten Genen anderer Lebewesen. Über spezielle Computerprogramme können strukturelle Ähnlichkeiten der neuen Gensequenzen mit bereits bekannten, in Datenbanken gespeicherten festgestellt werden. Häufig lässt sich dann die Bedeutung oder Funktion der unbekannt Genen vorhersagen.

In der Evolution haben sich die einzelligen Vorläufer der Tiere und Pflanzen frühzeitig voneinander getrennt. Nur die pflanzlichen Einzeller haben ein Bakterium eingemeindet, das Photosynthese trieb. Daraus ist der Chloroplast entstanden, der heute die Pflanzen befähigt, Sonnenlicht als Energiequelle zu nutzen. Der grösste Teil des bakteriellen Erbguts ist später aus dem Chloroplasten in den Zellkern gewandert. Diese Erkenntnis wird

durch die Genomanalyse bestätigt: Ein erheblicher Teil des Pflanzenerbguts weist Ähnlichkeiten zu dem Genom photosynthetisch aktiver Bakterien auf.

Doch die Genomanalyse der Ackerschmalwand bot den Wissenschaftlern auch einige Überraschungen. Das Erbgut von *Arabidopsis* schien sich im Laufe der Entwicklung der Pflanze teilweise verdoppelt zu haben. Die beiden Kopien enthalten jedoch nicht exakt die gleichen

Gene. Wie die Pflanze die Nutzung der parallelen Anleitungen organisiert, ist fraglich. Außerdem fand sich neben den tier- und bakterienähnlichen Genen ein hoher Anteil pflanzen-eigener Gene. Von ihrer Erforschung erhoffen sich die Genetiker Erkenntnisse, die bei der Entwicklung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen von Nutzen sein könnten.

Die Forschungsergebnisse wurden in der Zeitschrift *Nature* (908, 14.12.2000) in einer Gemeinschaftsarbeit zahlreicher Wissenschaftler veröffentlicht.

CLB



Letzte Paradiese

Helfen Sie mit, die Tropenwälder vor der Vernichtung zu bewahren. Fordern Sie unser Informationsmaterial an!

Bitte schicken Sie mir Informationen zum Thema Tropenwald. DM 8,- in Briefmarken liegen bei.

Name: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Tel.: _____

 **Deutsche Umwelthilfe**
 F 21 Güttinger Straße 19, 78315 Radolfzell
 Tel. (0 77 32) 99 95 66, Fax (0 77 32) 99 95 77

Weine – chemisch unterscheidbar

Weinkenner sind erstaunt: Eine einzige chemische Verbindung erlaubt die Unterscheidung von Merlot und Cabernet Sauvignon.

Alain Bertrand und Kollegen von der Universität Bordeaux testeten die beiden Weine gaschromatographisch. Der wesentliche Unterschied bestand darin, dass eine nach Karamel riechende Chemikalie, 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-furan-3(2H)-on, in Merlot eine viermal höhere Konzentration aufwies als in Sauvignon. Wenn es auch niemals möglich sein wird, die Fülle der Aromastoffe bei Weinen chemisch zu erfassen und daraus das jeweils Typische abzuleiten, so ist doch der Nachweis einer „analytischen Visitenkarte“ bemerkenswert (New Scientist 168, Nr. 2261, 16 [2000]). *DRV*

Herkunft von Kokain

Drogenschmuggel wird schwieriger: Chemiker können jetzt feststellen, woher eine Probe Kokain stammt.

Die Bestimmung des Herkunftslandes ist bei Drogen wie Kokain dadurch erschwert, dass Anbau der Cocasträucher und Verarbeitung der Blätter zur Handelsware oft in verschiedenen Regionen erfolgen. James Ehleringer von der University of Utah in Salt Lake City und seine Mitarbeiter fanden nun, dass Coca aus Bolivien, Kolumbien und Peru jeweils spezifische Isotopenmuster bei Kohlenstoff und Stickstoff aufweisen. In Verbindung mit der Analyse von Unterschieden im Gehalt der Spurensalkaloide Truxillin und Trime-thoxycocain lässt sich die Herkunft einer Kokainprobe mit einer Sicherheit von 96 % bestimmen. Die Unterschiede in den Umweltbedingungen sind groß genug, um eine Differenzierung zu gewährleisten (Nature 408, 311 [2000]). *DRV*

Nikotin und Krebs

Nicht nur der Teer im Tabakqualm wirkt karzinogen. Auch Derivate des Nikotins scheinen krebserregend zu sein.

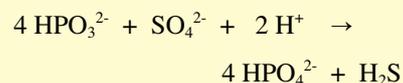
Stephen Hecht vom University of Minnesota Cancer Center in Minneapolis hat ein Abbauprodukt des Nikotins gefunden, das vermutlich Lungentumore auslöst. Laborversuche zeigten, dass unter geeigneten Bedingungen ein Teil des Nikotins in NNK (nicotine-derived nitrosamino ketone) umgewandelt wird, das als potentes Lungenkarzinogen gilt. Verabreichte man Mäusen NNK durch Injektion oder im Trinkwasser, so kam es häufig zu Lungenkrebs. ▶

Hecht analysierte Urin von Rauchern und ehemaligen Rauchern, die sich Nikotin als Ersatztherapie zuführten. Er fand, dass ein bislang unbekannter Prozess zur Bildung von einem Pseudonikotin Anlass gibt. Wenn Pseudonikotin in saurem Milieu mit Natriumnitrit reagiert, entsteht NNK. Ob der Vorgang *in vivo* eine Rolle spielt, bleibt unklar, doch bietet der Magen eine günstige Voraussetzung hierfür. Die Befunde bedeuten, dass auch Nikotinersatztherapien unter Verwendung von Pflastern oder Kaugummi schädlich sein könnten. Weitere Untersuchungen sind geplant (Proceedings of the National Academy of Sciences 97, 12493 [2000] - New Scientist 168, Nr. 2267, 10 [2000]). *DRV*

Phosphit-Oxidation durch Sulfat-Reduktion

Das Redoxsystem Sulfat-Phosphit wurde bisher in der Natur nicht beobachtet. Ein anaerobes Bakterium zieht jedoch daraus seinen Nutzen.

Aus der Schlammprobe eines Kanals in Venedig isolierten B. Schink von der Universität Konstanz und M. Friedrich vom Max-Planck-Institut in Marburg ein Bakterium, das aus der Oxidation von Phosphit zu Phosphat und der Reduktion von Sulfat zu Schwefelwasserstoff Energie für die Synthese von Zellmaterial gewinnt:



Der in Reinkultur isolierte Stamm benötigt Kohlendioxid als einzige Kohlenstoffquelle. Die Zellen wachsen jedoch nur langsam; sie verdoppeln sich erst in etwa drei Tagen. Das chemolithoautotrophe Bakterium weist auf Grund der Analyse der 16S-rRNA Ähnlichkeiten mit sulfatreduzierenden Proteobakterien auf. Vermutlich stellt die Reaktion ein Relikt aus frühen Erdzeiten dar, als unter anaeroben Bedin-

gungen reduzierte Phosphorverbindungen noch häufiger waren (Nature 406, 37 [2000]). *DRV*

Geruch von Textilien

Polyester adsorbiert deutlich weniger Geruchsstoffe von Tabakqualm aus der Luft als andere Textilien.

Rudolf Noble von der Cathedral Hill Obesity Clinic in San Francisco testete verschiedene Kleidungsstoffe, indem er sie 15 Minuten lang in einen geschlossenen Behälter mit Zigarettenrauch hängte. Wolle, Baumwolle und Leinen schnitten schlecht ab. Sie adsorbierten mit 20 bis 30 mg rund 1 Prozent ihres Gewichtes aus dem Rauch. Entsprechend stark war der Geruch nach Qualm, der den Textilien anhaftete. Am günstigsten lagen die Werte für Polyesterfasern. Bei gleicher Fläche nahmen sie nur 0,7 mg auf. Geruchsbelastung ist somit bei Polyesterkleidung am geringsten (Science of the Total Environment 262, 1 [2000]). *DRV*

Elastomere

Der Chemical Resistance Guide von **DuPont Dow Elastomers**, den es bereits in gedruckter Form gibt, ist jetzt unter der unten angegebenen Adresse auch über das Internet nutzbar. Per Mausklick auf eine von rund 1000 Chemikalien präsentiert der Guide Angaben über die entsprechenden Beständigkeiten der zwanzig wichtigsten Elastomertypen. Unter der gleichen Adresse wird auch das umfangreiche Produktspektrum von DuPont Dow Elastomers vorgestellt.
<http://www.dupont-dow.com/crg>

Wissenschaft

Die **BASF AG** hat einen Informationsdienst, den sie an Journalisten verschickt, auch ins Internet (Adresse siehe unten) gestellt. Spezielle Themen sind so aufbereitet, dass sie auch von Nichtchemikern verstanden werden. Bisher wurden behandelt: Eine Spezialbehandlung macht Leder wasserdicht; Ein chemischer Zusatz macht Papier reißfest; Baumwoll-Veredelung hält Textilien in Form. Die Texte werden durch Bilder unterstützt. Hoffentlich wird der Dienst weitergeführt – an Themen dürfte es nicht mangeln.
http://www.basf.de/wissenschaft_populaer

Enzymkinetik

SPSS Science hat ein neues Enzymkinetik-Modul für die preisgekrönte Software SigmaPlot herausgebracht. Das Modul hilft Forschern, ihre enzymkinetischen Daten zu analysieren und gra-

phisch darzustellen. Ein Dateneingabe-Assistent erleichtert die schnelle Dateneingabe in das SigmaPlot-Arbeitsblatt, wobei die Daten aus anderen Software-Anwendungen ausgeschnitten und eingefügt oder manuell eingegeben werden. Das Modul enthält 12 verschiedene Gleichungsgruppen mit 41 integrierten Modellgleichungen, die speziell auf die enzymkinetische Forschung zugeschnitten sind. Zur graphischen Darstellung stehen dem Anwender eine Reihe interaktiver Graphentypen zur Verfügung. Insgesamt können Anwender schnell einschätzen, welche Modelle die vorliegenden Reaktionen am besten beschreiben.

Interessenten erhalten nähere Auskunft bei **SPSS Scientific Software GmbH**, Telefon (02104) 9540, Telefax (02104) 95410.

Analytik

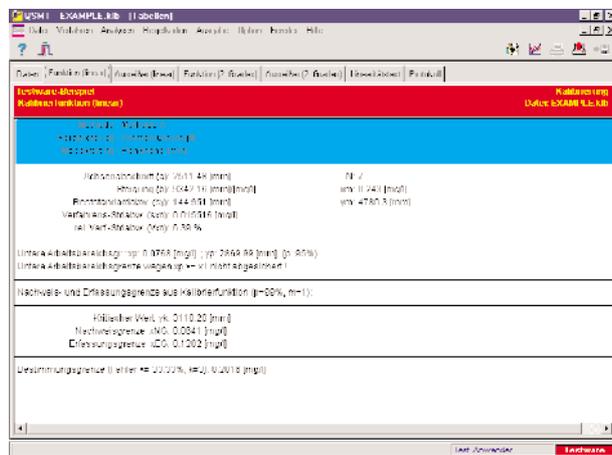
QSM ist ein Anwendungsprogramm zur Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie. Es ist etwas bunter als andere Programme und überzeugt bereits nach kurzer Benutzung durch seine leichte Bedienbarkeit. Jeder Interessent kann sich eine Testversion aus dem Internet herunterladen und dann sehr elegant auf seinem Rechner installieren. Im Gegensatz zu anderen Test- und sogar Vollversionen sind in der Testversion Beispieldateien zu den verschiedenen Gebieten enthalten, so dass Bedienung und Leistungsfähigkeit sofort erkannt werden. Es gehören u. a. Kalibrierfunktionen dazu sowie Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze. Unter den Regelkarten gibt es vier verschiedene Arten.
www.fit-software.de

VBScript / WSH

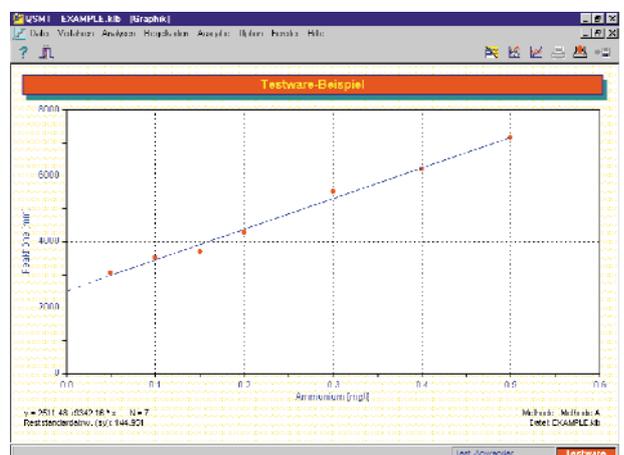
Wer viel mit Microsoft-Programmen – Word, Access und vor allem Excel – arbeitet, weiß sicher, dass man für diese Programme kleine Zusätze mit der eingebauten Sprache **VBScript** programmieren kann, um eigene Wünsche zu realisieren. VB steht hier für die Programmiersprache Visual Basic, die aus Basic heraus weiterentwickelt wurde. Wenig bekannt ist, dass man auch für Windows selbst Programme schreiben kann, um etwas zu erreichen, was Windows so nicht bietet.

Zuständig dafür ist der **Windows Scripting Host**, der im Lieferumfang von Windows 98 und Windows 2000 enthalten ist. Wer noch mit Windows 95 arbeitet, muss sich WSH aus dem Internet herunterladen. In der letzten Zeit sind einige Bücher zu diesem Thema und das Heft „PC Magazin Kreativ 3“ erschienen, in denen das Herunterladen und eine Fülle von Scripten abgedruckt und meist auch auf der zugehörigen CD enthalten sind.

Das allereinfachste Programm ist ein Begrüßungsfenster, das beim Starten von Windows erscheint: Geben Sie mit Notepad folgendes ein: MsgBox „Guten Tag!“ . Speichern Sie mit der Endung vbs (nicht txt) ab. Kopieren Sie dann dieses kleine Programme in das Startmenü/Programme/Autostart. Beim nächsten Start erscheint das kleine Fenster und kann weggeklickt werden. Was wie eine Spielerei aussieht, ist aber die Basis für diese Art der Programmierung mit einer kostenlosen Sprache. Die Möglichkeiten sind fast unbegrenzt: Rechnen, mit Variablen arbeiten, Funktionen austüfteln, Windows-Registrierung ändern usw.



Eine Beispieldatei aus der Testversion von QSM.



Die zu den links abgebildeten Daten gehörende Grafik.

Ein großes Analytik-Lehrbuch

Karl Cammann (Hrsg.): **Instrumentelle Analytische Chemie.**

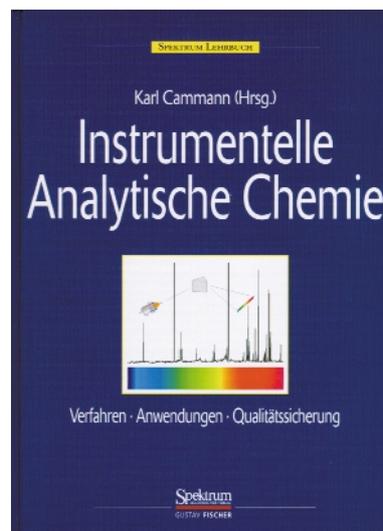
Verfahren, Anwendungen und Qualitätssicherung. XVIII + 610 Seiten mit 446 Abbildungen und 74 Tabellen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2001. ISBN 3-8274-0057-0. DM 148,-.

Außer dem Herausgeber (Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Lehrstuhl für Analytische Chemie und Institut für Chemo- und Biosensorik e. V.) haben 25 Autorinnen und Autoren (davon 15 aus Münster) an dem Buch mitgearbeitet. Der Anschriftenliste dieser Mitarbeiter kann man entnehmen, welcher Teil des Buches von welchem Autor bzw. welcher Autorin verfasst wurde. Das Team hat fünf Jahre an dem Buch gearbeitet.

Mit dem Buch erhält die analytische Chemie ein weiteres Lehrbuch in deutscher Sprache, das sich durch Titel und Untertitel von den Werken abgrenzt, die in den letzten Jahren erschienen sind. Die Stichwörter Maßanalyse oder Titrimetrie und Gewichtsanalyse oder Gravimetrie findet man im Sachregister nicht,

dafür erhält der Leser aber eine tiefen und gründlichen Einblick in die instrumentelle Analytik.

Nach der Einleitung ist der Stoff in folgende 10 Kapitel aufgeteilt: Der analytische Prozess unter dem Qualitätsgesichtspunkt; Probenahme; Elementanalytik; Molekülspektrometrie; Chromatographie; Elektroanalytische Verfahren; Grundlagen biochemischer Assays; Dynamische Konzentrationsmessungen – On-line-Analytik mit Sensoren; Operative Prüfverfahren; Ausblick. Hieran schließt sich ein Anhang mit den Grundlagen statistischer Datenauswertung und einem Glossar zur Qualitätssicherung an. Die Seiten sind kapitelweise nummeriert; es gibt also keine Seite 100, aber die Seite 4 – 100. Ähnlich ist die Nummerierung bei den Abbildungen (z. B. 5.28) und den Tabellen (z. B. Tabelle 5.2). Der Text ist in diesem großformatigen Buch zweispaltig angeordnet. Als zweite Farbe wurde Rot verwendet, hinzu kommen Rot- und Grau-Raster. Weiterführende Literatur wird jeweils am Kapitelende genannt. Bemerkenswert sind die durch



anderen Schrifttyp und rote Begrenzungsbalken kenntlich gemachten Einschübe, z. B.: IR-kontrollierte „Frittenbude“; Den Geisterpeaks auf der Spur; Nachweis von ^{90}Sr aus Tschernobyl, Gutgläubigkeit gegenüber Computerdaten; Grenzen der biochemischen Analytik.

Die Besonderheiten dieses Buches sind: Hohes Niveau, gut erklärte Fakten, Praxisnähe, Behandlung auch neuer Methoden, hervorragende Abbildungen und sehr guter Gesamteindruck.

R. Ellmer

Viele Hilfen für Kommunikationen

Hans F. Ebel, Claus Bliefert, Antje Kellersohn: **Erfolgreich kommunizieren.**

Ein Leitfaden für Ingenieure. In Zusammenarbeit mit Thomas Kellersohn. XIII + 347 Seiten. WILEY-VCH, Weinheim 2000. ISBN 3-527-29603-4. DM 48,-.

Die Autoren Ebel und Bliefert haben bei VCH-WILEY bereits drei Bücher veröffentlicht, die zu der Thematik dieses Buches passen: „Diplom- und Doktorarbeit“ (2. Auflage 1994), „Vortragen“ (2. Auflage 1994) sowie „Schreiben und Publizieren in den Naturwissenschaften“ (4. Auflage 1998). Für das vorliegende Werk haben sie sich eine Kollegin ins Boot geholt. Im Vorwort teilen sie mit, dass das Buch den Kenntnisstand von Anfang 2000 wi-

derspiegelt. Der Hinweis ist angesichts der schnellen Entwicklung auf diesem Gebiet sicher angebracht.

In dem Buch werden folgende drei Gebiete behandelt: Das geschriebene Wort (170 Seiten); Das gesprochene Wort (88 Seiten); Informationen suchen und beschaffen (72 Seiten). Daran schließen sich fünf Seiten Literaturangaben und 12 Seiten Register an.

Das geschriebene Wort hat für den angesprochenen Leserkreis sicher die größte Bedeutung und wird daher sehr ausführlich behandelt. Es werden u. a. Geschäftsbrief, Bewerbungsschreiben, Lebenslauf, Forschungsantrag und Fachpublikation behandelt, bevor die Technik des Schreibens und das Schreiben mit dem Computer besprochen werden. Unter der Überschrift „Die Sprache des Ingenieurs“ wird dann daran erinnert, was in der Schule nicht behandelt bzw. seitdem vergessen wurde (u. a. Hauptsätze, Verhältniswörter, Fremdwörter). Selbst geübte Autoren werden hier noch den einen oder anderen Hinweis finden,

z. B. den, dass ein Einheitenzeichen von der Zahl durch einen Freiraum zu trennen ist (also 10 °C und nicht 10°C).

Beim gesprochenen Wort geht es dann u. a. um Vorstellungsgespräch, Fachreferat, Präsentation, deren Gliederung und die damit zusammenhängenden Techniken (u. a. Dia, Arbeitsprojektor, Strichzeichnungen). Der Diskussion im Anschluss an einen Vortrag sind mehr als sechs Seiten gewidmet.

Im dritten großen Themenbereich bespricht die Autorin den Informationsmarkt und seine Kosten, die Suche nach einem Buch, einem Zeitschriftenaufsatz und auch Patentrecherchen. Sie geht auch auf die Besonderheiten des Mediums Internet ein.

Warum der Verlag (oder die Autoren) den Untertitel „Ein Leitfaden für Ingenieure“ verwendet haben, ist mir nicht klar. Das sehr nützliche Buch kann von allen Interessenten verwendet werden, deren Haupttätigkeit nicht das Schreiben oder Vortragen oder die Informationssuche und -beschaffung ist.

H. R. Wiedmann



Polycarbonat: Bayer will führen

Das Polycarbonat der Bayer AG heißt Makrolon®. Derzeit stellt das Unternehmen davon im Jahr 650000 Tonnen her, will aber mit einem Investitionspaket von rund einer Milliarde Euro bis zum Jahr 2005 die Kapazität auf rund 1,3 Millionen Tonnen pro Jahr erhöhen und damit weltweit zur Nummer 1 unter den Herstellern von Polycarbonat aufsteigen. An den europäischen Standorten Uerdingen und Antwerpen sollen die Kapazitäten auf 500000 Tonnen, in Baytown (USA) auf 350000 Tonnen wachsen. Ein besonders starker Zuwachs der Produktionskapazität ist im thailändischen Map Ta Phut vorgesehen, nämlich von derzeit 50000 auf 350000 Jahrestonnen. Am Ende des Ausbaus wird Bayer mit fünf Produktionszentren für Makrolon in allen bedeutenden Wirtschaftsräumen strategisch positioniert sein.

Der Kunststoff Polycarbonat wurde 1953 von dem Bayer-Chemiker Hermann Schnell im Werk Uerdingen erfunden. Die Produktion startete 1958 mit 180 Tonnen. Gegenüber den anderen Kunststoffen wie Polyethylen, Polystyrol und Polyvinylchlorid zeichnet sich Polycarbonat durch eine Kombination günstiger Eigenschaften aus. Am wichtigsten dürfte sein, dass Teile aus Polycarbonat bis

140 °C formstabil sind, erst bei 150 °C erweichen und erst ab 500 °C brennen. Polycarbonatteile lassen sich einfärben, wirken gegenüber Strom und Wärme isolierend und sind rezyklierbar. Bayer hatte im April 2000 über 5000 Tonnen aus mehr als 350 Millionen aussortierten CDs zurückgenommen und zu Rezyklaten verarbeitet.

Polycarbonat wird zu verschiedenen Zwecken eingesetzt, unter anderem im Auto, als Flaschen und als Brillenkorrekturglas. Der Euroführerschein besteht aus Makrofol®, einer Folie aus dem Bayer-Kunststoff. Am bekanntesten dürfte die Anwendung als CD sein. Im April 2000 meldete die Bayer AG, dass bis dahin 20 Milliarden Glitzerscheiben aus Makrolon gefertigt wurden.

In einer üblichen CD sind die Pits etwa 0,0001 mm tief. Computernutzer wissen, dass eine Daten-CD 650 Megabyte aufnehmen kann. Bei der DVD, die wegen der auf ihr speicherbaren Spielfilme derzeit ihren Siegeszug antritt, sind zwei 0,6 mm dicke Scheiben verklebt; die Pits sind um den Faktor vier kleiner als bei der CD, und das Speichervolumen ist mit 4,7 Gigabyte mehr als siebenmal so groß. Mit neuen Techniken sollen bald 17 Gigabyte auf eine DVD passen.

Degussa-Hüls legt Anlagen still

Die Degussa-Hüls AG hatte bereits im Mai des vergangenen Jahres angekündigt, dass sie sich von Bereichen trennen wird, die nicht zum Kerngeschäft gehören.

Noch vor dem Zusammenschluss mit der SKW Trostberg AG zur neuen Degussa AG wurde mitgeteilt, dass sich Degussa-Hüls aus Produktion, Forschung und Vertrieb von Zeolithen zurückzieht. Auf diesem Sektor gibt es hohe Überkapazitäten und einen drastischen Preisverfall. Ein Verkauf des Gesamtgeschäftes konnte nicht realisiert werden. Daher werden die Produktionsanlagen in Wesseling bei Köln und in Taiwan geschlossen. Eine Anlage zur Produktion von Spezialzeolithen in Spanien soll entweder verkauft oder stillgelegt werden. 40 von der Stilllegung in Wesseling betroffene Mitarbeiter werden in anderen Bereichen weitestgehend weiter beschäftigt.

Die Katalysatorenwerke Hüls GmbH (KWH), die zu 51 Prozent zur Degussa-Hüls AG gehören, stellt, sobald die laufenden Aufträge abgearbeitet sind, ihre Produktion am Standort Marl ein. 82 Mitarbeiter werden vom Hüls Zeit Service (HZS) der Infracor GmbH, einer Tochterfirma der Degussa-Hüls AG, übernommen. HZS vermittelt Mitarbeiter im Chemiepark Hüls und nach außen. KWH produzierte Katalysatoren für die Entstickung von Rauchgasen. Auch auf diesem Gebiet gibt es Überkapazitäten; eine Rolle spielte auch die Liberalisierung des europäischen Strommarktes.

Wie der Vorstandsvorsitzende der Degussa AG in einem in den „Nachrichten aus der Chemie“ abgedruckten Interview erläuterte, wird das Unternehmen in den nächsten Jahren weniger wachstumsstarke Geschäfte auch außerhalb der Spezialchemie desinvestieren.

Aus den Firmen

Die **Solvay-Gruppe** und die **Kali + Salz AG** wollen ihre Kräfte auf dem europäischen Salzmarkt bündeln und im Frühjahr 2001 ein Joint Venture eingehen. Solvays Salzproduktion für eigene Zwecke wird allerdings nicht in das Joint Venture eingebracht.

Das Karlsruher Unternehmen **Haake** hat den Firmennamen in **Thermo Haake** geändert. Wie Haake werden alle zur Muttergesellschaft **Thermo Electron Corporation** gehörenden Unternehmen den Zusatz „Thermo“ in ihre Firmenbezeichnung aufnehmen.

Die **Analytik Jena AG** und die **Carl Zeiss Jena GmbH** haben die **AJZ Engineering GmbH** mit den Beteiligungen 60 : 40 gegründet. Das neue Unternehmen liefert schlüsselfertige Investitionsprojekte für die Bereiche Biotechnologie, Medizin und Life Sciences. Es wird ein Jahresumsatz von 40 Millionen DM erwartet.

Die **Bayer AG** und die **Lyondell Chemical Corporation** haben ein Joint Venture im Verhältnis 50 : 50 für die Errichtung und den Betrieb einer Anlage für die Herstellung von Vorprodukten für Polyurethane gegründet. Die Anlage bei Rotterdam soll im Jahre 2003 in Betrieb gehen. Jeder Partner nimmt die Hälfte der jährlich produzierten 285000 t Propylenoxid und 640000 t Styrol ab.

Der **RWE-Konzern** verkauft das unter dem Namen **CONDEA** geführte Chemiegeschäft für 1,3 Milliarden Euro an die südafrikanische **Sasol Ltd.** **CONDEA** war 1961 von der Continental Oil Company (**CONOCO**) und der Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft (**DEA**) gegründet worden und war zuletzt ein Teil der **RWE-DEA Aktiengesellschaft** für Mineralöl und Chemie mit Produktionsstätten in Deutschland, USA, Italien, den Niederlanden und China.

Im Dezember vergangenen Jahres wurde der Grundstein für einen neuen Forschungskomplex im **Industriepark Höchst** gelegt. Die **Infraserv GmbH** errichtet zunächst den Rohbau (fünf Baukörper mit je sechs Stockwerken) und führt einen Teilausbau durch. Der Spezialausbau richtet sich nach den Wünschen der Nutzer. Es entsteht Raum für rund 500 Arbeitsplätze. Geplanter Fertigstellungstermin einschließlich Spezialausbau ist Ende 2001.

Neue Produkte

Farbige Rotoren für mehr Sicherheit

Die farbigen Color-tone-Superspeed-Rotoren erhöhen die Sicherheit im Labor und erleichtern die Rotoren-Bestandskontrolle. So kann der Benutzer den jeweiligen Anwendungen bestimmte Rotorfarben zuordnen. Auch Kreuzkontaminationen lassen sich so vermeiden. Genauso ist es möglich, den Bestand an Rotoren oder die Benutzungsrechte durch farbliche Zuordnung zu bestimmten Labors, Zentrifugen oder Benutzern zu kontrollieren.



Die Colortone-Superspeed-Rotoren für die Sorvall-Zentrifugen der RC-5-Serie, RC-26-Plus und Super-T21 sind in blau, rot, grün, violett, gold und silber erhältlich. Die eindeutige Farbzusordnung ist somit gewährleistet und reduziert die Gefahr einer Rotorverwechslung.

Kendro Laboratory Products GmbH,
Postfach 1563, 63405 Hanau,
Tel. 0 18 05/53 63 76, Fax 0 18 05/11 21 14.

Syntheselabor automatisieren

Parallel aber autonom arbeiten bis zu sechs Reaktoren gleichzeitig im neuen FlexyLab-Basissystem an der Entwicklung oder Optimierung einer Synthese. Mehrere parallele, leicht variierende Experimente können damit reproduzierbar durchgeführt werden.

Das Basissystem enthält wahlweise 1–6 Reaktoreinheiten, welche über die elementaren Grundfunktionen des synthetischen Laboralltages verfügen. Zur funktionellen Erweiterung der jeweiligen Einheiten stehen Kits für die pH-, Druck- oder Vakuum-Regelung, für automatisches Destillieren oder Inertisieren, für die Drehmomentmessung oder für den Betrieb mit Druckreaktoren zur Verfügung.

Spezielle Anpassungen wie alternative Pumpen, Waagen, Rührer oder andere Reaktorgefäße und Heiz- und Kühlleistungen sind auf Anfrage erhältlich.

Den größten Nutzen verspricht FlexyLab mit dem Einsatz der im Basissystem enthaltenen Rezeptursteuerung. Von der manuellen Einstellung der Temperatur über die Definition von prozessspezifischen Not-Alarm-Funktionen bis hin zum Erstellen von Rezepturen für komplexe Versuchsabläufe – all dies ist möglich über Anlagenbilder und Excel-Tabellen unter Windows.

Systag, System Technik AG,
Bahnhofstr. 76, CH-8803 Rüschlikon,
Tel.+41 (0)1 7 24 00 09, Fax +41 (0)1 7 24 16 35.

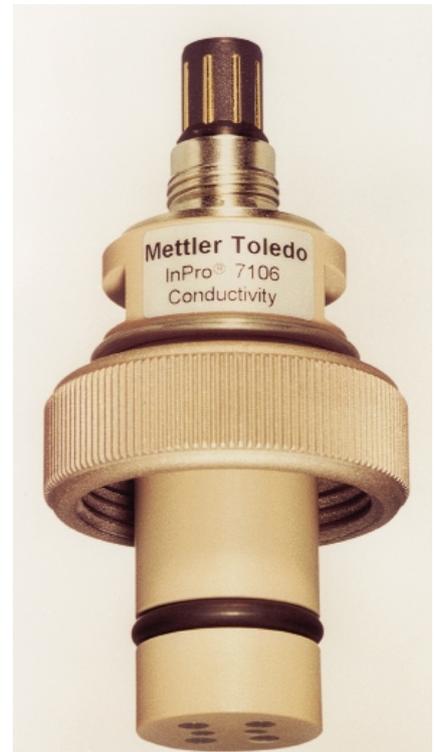
Basisgeräte zur Wanddickenmessung

Wer deren Messdatenspeicher noch RS-232-Schnittstelle zur Messdatenübertragung benötigt, muss nicht länger Geräte mit Komplettfunktionen anschaffen. Für solche Fälle wurden die neuen Ultraschall-Dickenmesser der Baureihen 25 und 25HP entwickelt. Je nach Material und Prüfkopf beträgt der Messbereich 0,08 bis 500 mm. Die Geräte messen zerstörungsfrei die Wanddicke von Werkstücken aus schallleitenden Materialien wie Metalle, Kunststoffe, Gummi, Glas, Keramik etc. Diese Dickenmesser lassen sich bei Bedarf jedoch mit Messwertspeicher und Schnittstelle nachrüsten.

Panametrics GmbH, Mess- und Prüftechnik,
Robert-Bosch-Str. 20a, 65719 Hofheim,
Tel. 0 61 22/8 09-0, Fax 0 61 22/81 47.

Leitfähigkeitssensor CIP-/SIP-tauglich

Bei Cleaning in Place und Sterilisation in Place werden Sensoren während des Reinigungsprozesses hohen Materialbelastungen ausgesetzt. Laugen- und Säurenkonzentrationen von bis zu 5 %, pH-Werte von 0 bis 14, Temperaturen von bis zu 140 °C und Drücke von bis zu 4 bar sind nur einige der Grenzbereiche, in denen die Sensoren bestehen müssen. All diese Anforderungen erfüllt der neue und patentierte Leitfähigkeitssensor InPro[®]7106 über den gesamten Messbereich von



5 μ S/cm bis 800 mS/cm. Darüber hinaus ist der Sensor aus FDA-konformem PEEK-Material gefertigt für den Einsatz im Pharmabereich und er ist außerdem molchfähig für die Verwendung im Nahrungsmittelbereich.

Ausgestattet wurde dieser Sensor mit einem Pt-1000-Fühler für eine genaue Temperaturerfassung auch bei langen Kabelleitungen. Das Signal wird über einen VarioPin-Stecker weitergeleitet.

Der hier vorgestellte Sensor wurde für den direkten Einbau in DN25 Einschweisstutzen sowie für Tri-Clamp-Gehäuse konzipiert.

Mettler-Toledo GmbH,
Postfach 11 08 40, 35353 Gießen,
Tel. 06 41/5 07-4 01, Fax 06 41/5 07-4 06.



Mikroskop für Ausbildung und Schulung

Olympus hat ein neues Hellfeld-Mikroskop für Labor, Ausbildung und Schulung entwickelt: das CX20. Es ist mit der unendlich korrigierten UIS-Optik (Universal Infinity System) ausgestattet. Diese für Forschungsmikroskope der höheren Preisklasse entwickelte Optik steht somit auch medizinischen und biologischen Ausbildungsstätten und Universitäten zu



einem erschwinglichen Preis zur Verfügung.

Das CX20 verfügt über 20W-Halogenbeleuchtung, Abbé-Kondensator (NA = 1,25; mit Ölimmersion) und binokularem Beobachtungstubus mit 10×-Okularen und einer Sehfeldzahl von 18. Der Objektivrevolver mit vier Positionen kann mit einer kompletten Serie von 4×, 10×, 40× und 100×-UIS-Achromat-C-Objektiven für umfassende Vergrößerungsoptionen im Hellfeld ausgestattet werden.

Zur Vermeidung des Verlusts wichtiger Mikroskopbauteile wurden verschiedene Vorkehrungen speziell für den Ausbildungsbereich getroffen; so sind die Okulare des um 30° geneigten binokularen Beobachtungstubus fest installiert, der Präparatehalter mit dem Tisch verbunden und der Kondensator trotz Höheneinstellung fest am Stativ verankert. Auf Nachfrage können der Beobachtungstubus sowie die Objektive ebenfalls fixiert werden.

Olympus Optical Co. (Europa) GmbH,
Wendenstr. 14-16, 20097 Hamburg,
Tel. 0 40/2 37 73-0, Fax 0 40/23 07 61.

Probenaufreinigung vom µg- bis g-Bereich

Agilent Technologies bietet jetzt ein hochautomatisiertes Probenaufreinigungssystem an, das sowohl für die Reinigung von Syntheseprodukten der kombinatorischen Chemie als auch zur Reinigung von Naturstoffen vorgesehen ist. Das System lässt sich auf die Menge der zu isolierenden Probe, ihre erforderliche Reinheit und den erwünschten Probendurchsatz optimieren. Eine neue präparative Pumpe mit geringem Totraumvolumen in Pumpenköpfen, Ventil und Kapillarverbindungen sorgt über einen weiten Flussratenbereich für einen schnellen Gradientenaufbau. Das neue System baut auf die HPLC-Systeme der Serie 1100 auf und besitzt folgende Leistungsmerkmale:

- skalierbare Wahlmöglichkeiten, die das Aufreinigungsverfahren auf die Probengröße, die sich im Mikrogramm- als auch Grammbereich bewegen kann, abstimmen.
- Fraktionssammlung nach Zeit, (UV-) Peaks und Masse
- Überprüfung der Aufreinigung und Reinheit in einem einzigen vollautomatischen System.

Die neue isokratische Hochleistungspumpe von Agilent mit zwei parallelen Kolben bietet Fließgeschwindigkeiten von bis zu 100 ml/min bei 400 bar ohne umständliches Auswechseln der Pumpenköpfe. Die Kombination zweier Pumpen sorgt für präzise Gradienten.

Agilent Technologies GmbH,
Hewlett-Packard-Str. 8, 76337 Waldbronn,
Tel. 0 72 43/6 02-7 40, Fax 0 72 43/6 02-6 02.

Abdampfen aus 96- und 384-Well

Die 384-Well-Platten erfreuen sich im HTS und der Zellkulturanalyse zunehmender Beliebtheit. Sind aber schon zwei unterschiedliche Plattenformate im Gebrauch, wird es beim Verdampfen von Lösungsmitteln aus den einzelnen Kavitäten schwierig. Hier kommt es auf die richtige Kombination von Abdampfgerät und Plattenformat an. Denn aus Gründen der Kompatibilität ist es wünschenswert, ein Gerät für beide Plattenformate zu haben. Mit dem neuen Ultra Vap können sowohl 96- als auch 384-Well-Platten verarbeitet werden. Innerhalb



von sechs Minuten sind 0,5 ml Methanol aus den Kavitäten entfernt. Erreicht wird das durch eine Zweistufen-Trocknung. Damit können auch thermolabile Proben verarbeitet und schonender eingedampft werden.

Mit einer RS-232-Schnittstelle ausgestattet, ist das Gerät auch für die Laborautomation und das Einbinden in die Laborrobotik geeignet.

Zinsser Analytic GmbH,
Eschborner Landstr. 135, 60489 Frankfurt,
Tel. 0 69/78 91 06-0, Fax 0 69/78 91 06 80.

GC, Kaltaufgabe und Thermodesorption

Gerstel hat jetzt eine Reihe verschiedener Publikationen neu oder in überarbeiteter Version aufgelegt. Das Informationsmaterial liefert Hintergrundwissen zu den einzelnen Produkten und Leistungen des Unternehmens.

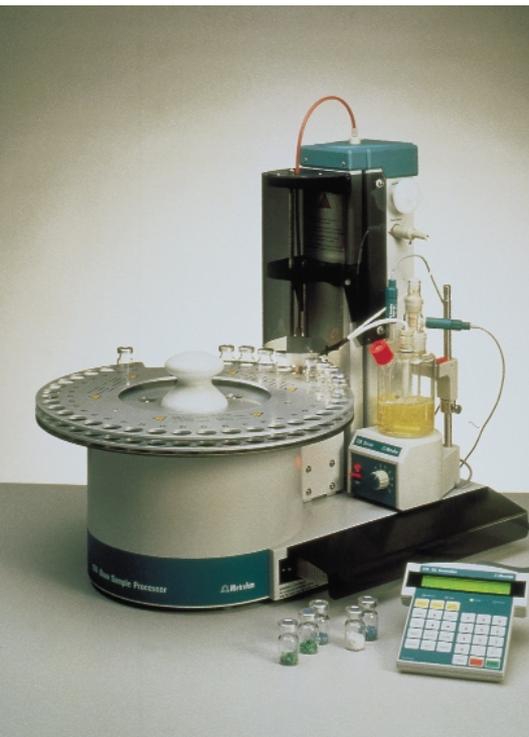
Neu oder überarbeitet sind folgende Broschüren:

- KaltAufgabeSystem KAS
- Twister (Extraktionsverfahren für wässrige Matrices)
- MultiPurposeSampler MPS 3/3C (automatischer Probengeber für die LC)
- MultiPurposeSampler MPS 2 (multifunktionales Probenvorbereitungs- und Injektionssystem für LargeVolume-, Headspace- und SPME-Technik)
- TubeConditioner TC 1 (konditioniert zehn Thermodesorptionsröhrchen gleichzeitig)
- PyrolyseModul PM 1 (TDS 2 optional einsetzbar als Pyrolysatoren)
- ThermoExtractor TE 1 (Matrix- und Feuchteabtrennung in einem)
- GasSampler GS 1 Gerstel-TubeStandardPreparationSystem (TSPS, Kalibriersystem für die Thermodesorption).

Gerstel GmbH & Co.KG,
Aktienstr. 232-234, 45473 Mülheim an der Ruhr,
Tel. 02 08/7 65 03-0, Fax 02 08/7 65 03 33.

Automatisierte Wassergehaltsbestimmung

Die Wassergehaltsbestimmung nach Karl Fischer hat sich als Referenzmethode durchgesetzt. Bei der automatisierten Gasextraktionstechnik werden die Proben nicht wie seither üblich in Schiffchen, sondern in eigene Vials eingewogen. Diese werden direkt vor Ort mit Septen verschlossen und dann in das Rack des Probenwechslers gestellt. Die Vials werden an der Bearbeitungsstation des Probenwechslers auto-



matisch in den Ofen eingeführt und erhitzt. Ein Doppelnadelssystem durchsticht das Septum. Durch eine Einlassnadel, die bis zum Boden des Vials reicht, strömt trockenes Inertgas. Das durch die Hitze freigesetzte Wasser wird durch das Inertgas über die Abluftnadel in die separate Titrationszelle überführt. Dort kann der Wassergehalt dann volumetrisch oder coulometrisch bestimmt werden.

Diese Methode lässt sich generell bei allen Proben, die unter Temperaturwirkung ihr Wasser abgeben, einsetzen. Bei Mineralölen und Mineralölprodukten, bei Kunststoffen oder bei pharmazeutischen Produkten, z. B. bei Lyophilisaten, hat sie sich bestens bewährt.

Deutsche Metrohm GmbH & Co,
Postfach 11 60, 70772 Filderstadt,
Tel. 07 11/70 88-0, Fax 07 11/70 88-55.

Zehn Proben parallel reinigen

Flash-Chromatographie oder auch Flash-Reinigung ist ein Verfahren, mit dem einfach und schnell Einzelsubstanzen aus Ansätzen der Parallelsynthese und der kombinatorischen Chemie isoliert werden. Der Flash-Anwender profitiert von wesentlichen Erleichterungen und Zeiteinsparungen gegenüber der „klassischen“ Säulenreinigung. Elutionsmittelförderung unter Druck beschleunigt die Trennung. Lösungsmittelgradienten optimieren die Trennung und sorgen für höhere Reinheit der isolierten Verbindungen.

OptiX10™ ermöglicht dem Chemiker Flashtrennungen von bis zu zehn Proben gleichzeitig – bei unabhängiger UV-Detektion (190-360 nm) auf allen zehn Kanälen. Weitere Merkmale sind konstante Flussraten durch ein patentiertes 10-Pumpenarray. Dieses liefert bis 50 ml/min und binäre Gradientenprofile für jeden Kanal. Die Computersteuerung PeakTrakOptiX™ macht die Bedienung einfach, ist intuitiv nutzbar und liefert graphische Darstellungen aller parallelen Chromatogramme und deren Verteilung auf die Sammelfraktionen.

Axel Semrau GmbH & Co,
Stefansbecke 42, 45549 Sprockhövel,
Tel. 0 23 39/12 09-0, Fax 0 23 39/60 30.

Pulsationsfreie peristaltische Pumpe

Die pulsationsfreie peristaltische Pumpe Perimax® 16 - Antipuls® findet ihre Anwendung in der instrumentellen Analytik und insbesondere da, wo ein pulsationsfreier Flüssigkeitstransport gefragt ist. Zwei Schläuche, die über einen Rollenkopf laufen, dessen Rollenordnung phasenversetzt ist, werden mit einem Y-Verbinder zusammengeführt. Dadurch heben sich Wellenberg und Wellental auf, so dass ein pulsationsfreier Fluss entsteht. Es werden paarweise vorkonfektionierte Schläuche mit Halte-Noppen angeboten. Der Rollenkopf mit 16 Rollen besteht je nach Modellvariante aus 2, 4 oder 6 Halbkanälen mit je 8 Rollen.

Die Perimax® 16 - Antipuls® kann mit einem, zwei oder drei pulsationsfreien Kanälen betrieben werden. Selbstverständlich kann die Pumpe auch mit einfachen Schläuchen pulsierend eingesetzt werden. Je nach Typ ist auch eine Kombination von pulsations-

freiem und pulsierendem Kanal möglich.

Der Antiebsmotor ist mit einer Impulsscheibe und Lichtschranke ausgestattet. Im Falle veränderter Parameter wird dadurch die Drehzahl des Rollenkopfes exakt auf dem vorgegebenen Wert gehalten. Diese Anordnung gewährleistet eine präzise und reproduzierbare Einstellung der Flüssigkeitsförderate.

Spetec GmbH,
Justus-von-Liebig-Str. 2, 85435 Erding,
Tel. 0 81 22/9 95 33, Fax 0 81 22/1 03 97.

Kompletter Karl-Fischer-Titrator

Der neue Titrator TitroLine KF von Schott Glas ist zur Wasserbestimmung nach Karl Fischer in fast allen Wirtschaftsbereichen einsetzbar, wie z. B. Pharma, Chemie, Lebensmittel- und Mineralölindustrie. Der TitroLine KF hat eine menügeführte Oberfläche, die eine Bedienungsanleitung überflüssig macht. Ein achtteiliges Display ermöglicht den Dialog mit dem Anwender. Die konfigurierbaren Methoden für Proben titration, Titer- und Blindwertbestimmung sind bereits fertig zum Einsatz vorparametriert.

Neben dem GLP-gerechten Protokoll bietet der TitroLine KF zusätzlich Unterstützung bei der Gerätevalidierung (DQ, IQ, OQ und PQ). Im Lieferumfang ist alles enthalten, um sofort



mit der Titration starten zu können: Titrator, Reagenzienflasche, Titrierstand TM KF, Titriergefäß, Elektrode und ein Starterkit.

Schott Glas,
Hattenbergstr. 10, 55122 Mainz,
Tel. 0 61 31/66-24 11, Fax 0 61 31/66-40 11.

PRODUKTE ■ ■ ■ ■ ■ ■

Normgerechte Partikelgrößen-Bestimmung

Das Laser-Granulometer Cilas 1180 ermöglicht schnelle Partikelgrößenanalysen im Bereich von 0,04–2500 μm sowohl nass als auch trocken ohne jeden Umbau, Justierung oder mechanische Veränderung am Messgerät. Die Umschaltung von Nass- auf Trockendispersierung und umgekehrt geschieht durch einen einzigen Mausklick, da beide Messzellen im Strahlengang fest installiert sind.

Der große Messbereich des Cilas 1180 wird durch die Kombination von Laserbeugung (nach Fraunhofer oder Mie) und Fast-Fourier-Transformation in „real time“ ermöglicht. Mit der integrierten CCD-Kamera lassen sich außerdem grobe Partikel abbilden. Alle Funktionen einschließlich Hintergrundmessung, Dispersierung, Messung und Spülung des Granulometers geschehen vollautomatisch. In der Windows Mess- und Auswertesoftware GWIN ist eine Datenbank integriert. Messbedingungen können als Standardarbeitsvorschriften (SOPs) gespeichert werden.

Quantachrome GmbH,
Rudolf-Diesel-Str. 12, 85235 Odelzhausen,
Tel. 0 81 34/93 24-0, Fax 0 81 34/93 24-25.

Kryofixation mit Hochdruck

Die Leica EM PACT Hochdruckgefrierereinrichtung eignet sich insbesondere für die Kryofixation von biologischem Material. Das auf einem Rolluntersatz stehende Gerät arbeitet geräuscharm, ohne Anreicherung der Raumluft mit Alkohol, und einem max. Verbrauch von 25 Litern LN_2 pro Tag. Nach dem Einsetzen des Materials in den Flachpräparathalter oder in das Präparatrohr sind nur zwei Felder auf dem berührungssensitiven Schirm zu aktivieren, um die Kryofixation durchzuführen.

Die Leica EM PACT taucht nach der Kryofixation automatisch das Präparat in flüssigen Stickstoff, wo es bis zur nächsten Applikation verweilen kann, z. B. Gefriersubstitution mit der Leica EM AFS oder zur Herstellung von Gefrierschnitten mit dem Ultramikrotom.

Leica Mikrosysteme Vertrieb GmbH,
Lilienthalstr. 39-45, 64625 Bensheim,
Tel. 0 62 51/1 36-1 30, Fax 0 62 51/1 36-1 33.

BEZUGSQUELLENVERZEICHNIS

Analysen

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

Chemolab AG, Laboratorium für chem.-analyt. Untersuchungen
Hauserstraße 53
CH-5210 Windisch
Tel. (05 6 4 4 1) 77 88
Fax (05 6 4 4 2) 41 21

Aräometer

Amarell GmbH & Co KG
97889 Kreuzwertheim
Postfach 12 80
Tel. (0 93 4 2) 92 83-0
Fax (0 93 4 2) 3 98 60



Leo Kübler GmbH
Stephaniestr. 42/44, 76133 Karlsruhe
Tel. (07 21) 22491, Fax (07 21) 2 79 03

Arbeitsschutzartikel



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
76161 Karlsruhe
Tel. (07 21) 5 60 60

Bimssteingranulate und -mehle



Joseph Raab GmbH & Cie. KG
Postfach 22 61
56512 Neuwied
Tel. (0 26 3 1) 913-178
Fax (0 26 3 1) 913-170

BSB-Bestimmung

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

Chemikalien



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
76161 Karlsruhe
Tel. (07 21) 5 60 60

Chemiesoftware für Personal Computer

Umschau Software
UMSCHAU ZEITSCHRIFTEN-VERLAG
Breidenstein GmbH
Stuttgarter Straße 18-24
60329 Frankfurt/M.
Tel. (0 69) 26 00-680

Deuteriumlampen



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

Dewar-Gefäße aus Glas und Metall



Karlsruher Glastechnisches Werk
Gablonzerstraße 6, 76185 Karlsruhe
Tel. (07 21) 9 58 97-0, Fax 9 58 97-77

Dichtungsscheiben aus Gummi mit aufvulkanisierter PTFE-Folie

GUMMI-WÖHLEKE GmbH
Siemensstr. 25, 31 135 Hildesheim
Teletex: 5 121 845 GUMWOE
Tel. (0 51 21) 78 25-0

Dilutoren/Dispensoren

Zinsser Analytik GmbH
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

Dosierpumpen

LEWA Herbert Ott GmbH + Co.
Postfach 15 63, D-71226 Leonberg
Tel. (0 71 52) 14-0
Fax (0 71 52) 14-13 03
E-mail: lewa@lewa.de
http://www.lewa.de

Extruder für Labor und Produktion

LIHOTZKY

Emil Lihotzky Maschinenfabrik
GmbH & Co KG
(Pressen – Walzen – Trockner)
POB 1165 D-94441 Plattling,
Tel. (0 99 31) 29 51, Fax 12 71
http://www.lihotzky.de

Flüssigkeitschromatographie/HPLC

Dr. Knauer GmbH,
HPLC · SMB · CombiChrom · Osmometer
Tel. (0 30) 8 09 72 70
Fax (0 30) 8 01 50 10
Internet: www.knauer.net
e-Mail: info@knauer.net

FTIR-Spektrometer-Zubehör



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

Gefahrgutberatung

Dr. Reinschmidt-Gefahrgutberatung
Sachkundelehrgänge nach § 5 ChemVerbotsV
Tel.: 07244/70 64 39, Fax: 70 64 40
http://www.online.de/home/reinschmidt

Gefriertrockner

Zirbus technology
37539 Bad Grund
Telefon (0 53 27) 83 80-0, Fax –80
Internet: http://www.zirbus.de

Gefriertrocknungsanlagen



Martin Christ GmbH
Postfach 17 13
37507 Osterode/Harz
Tel. (0 55 22) 50 07-0
Telefax (0 55 22) 50 07 12



STERIS GmbH
Kalscheurener Str. 92
D-50354 Hürth/Germany
Tel. (0 22 33) 69 99-0
Fax (0 22 33) 69 99-10

Hochdruckautoklaven

Zirbus technology
37539 Bad Grund
Telefon (0 53 27) 83 80-0, Fax –80
Internet: http://www.zirbus.de

Hochdruck-Extraktionsanlagen

Müller Extract Company GmbH
Postfach 25 44, 96414 Coburg
Tel. (0 95 61) 6 29 05
Fax (0 95 61) 5 33 93

Hohlkathodenlampen



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

HPLC-Lösungsmittel

Zinsser Analytik GmbH
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

Klimakammern

–thermotest–
Telefon 0221/508667
Fax 0221/505834

Kühlgeräte

MTW, 97078 Würzburg, (09 31) 2 99 03-47

Kühl- + Tiefkühlgeräte



Gartenstraße 100
D-78532 Tuttlingen
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125
www.hettich-zentrifugen.de
info@hettich-zentrifugen.de

Küvetten

HELLMA GMBH & CO. KG
Postfach 11 63
79371 Müllheim
Tel. (0 76 31) 1 82-0
Fax (0 76 31) 1 35 46
www.hellma-worldwide.com
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

STARNA GmbH, Postfach 1206
64311 Pfungstadt, Tel. 06157/ 28 13
Fax 85564, Internet: www.starna.de

Laboratoriumsmühlen

Pallmann Maschinenfabrik
Postfach 16 52, 66466 Zweibrücken
Tel. (0 63 32) 8 02-0
Fax (0 63 32) 8 02-1 06

Laborchemikalien



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
76161 Karlsruhe
Tel. (07 21) 5 60 60

Laboreinrichtungen

Köttermann GmbH & Co KG
Industriestraße 2–10
31311 Uetze/Hänigsen
Tel. 05147/976-0, Fax 976-844
http://www.koettermann.com

PRUTSCHER
Laboratoriumseinrichtungen GmbH
Badstraße 2, 81379 München
Tel. (0 89) 74 21 35–0, Fax 74 21 35–10
http://www.prutscher.at

WALDNER Laboreinrichtungen GmbH & Co.
Postfach 13 62, 88229 Wangen,
Tel. (0 75 22) 9 86-0, Fax 9 86-418

Wesemann GmbH & Co.
Postfach 14 61, D-28848 Syke
Tel.: (0 42 42) 5 49-0, Fax: 5 94-39
http://www.wesemann.com

wrt Laborbau GmbH & Co KG
Postfach 15 55
48696 Stadthoorn
Tel. 02563/919-0, Fax 919-100

Laborhilfsmittel



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
76161 Karlsruhe
Tel. (07 21) 5 60 60

Laboröfen

Nabertherm, Bahnhofstraße 20
28865 Lilienthal/Bremen
Tel. (0 42 98) 922-0, Fax (0 42 98) 922-129

LABOR-Schläuche und -Stopfen aus Gummi

GUMMI-WÖHLEKE GmbH
Postfach 10 05 41, 31 105 Hildesheim
Teletex: 5 121 845 GUMWOE
Tel. (0 51 21) 560 46

Laborzentrifugen, Kühlzentrifugen



Gartenstraße 100
D-78532 Tuttlingen
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125
www.hettich-zentrifugen.de
info@hettich-zentrifugen.de



Sigma Laborzentrifugen GmbH
Postfach 17 13
37507 Osterode/Harz
Tel. (0 55 22) 50 07-0
Fax (0 55 22) 50 07 12

Leitfähigkeits-Meßgeräte



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

Knick, 14163 Berlin
Tel. (0 30) 80 01-0, FS 18 45 29

Leitfähigkeitsmessung

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

Mahlanlagen

Pallmann Maschinenfabrik
Postfach 16 52, 66466 Zweibrücken
Tel. (0 63 32) 8 02-0
Fax (0 63 32) 8 02-1 06

Mikrophotographie

OLYMPUS OPTICAL CO.
(EUROPA) GMBH, Postf. 10 49 08
D-20034 Hamburg

Mikroskope



Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

Helmut Hund GmbH
Postfach 1699 35526 Wetzlar
Telefon: (0 64 41) 20 04-0
Telefax: (0 64 41) 20 04-44

OLYMPUS OPTICAL CO.
(EUROPA) GMBH, Postf. 10 49 08
D-20034 Hamburg

Osmometer

GONOTEC GMBH
Eisenacher Str. 56, 10823 Berlin
Tel. (0 30) 7 84 60 27, Fax (0 30) 7 88 12 01
contact@gonotec.com / www.gonotec.com

Partikelanalyse

LECO INSTRUMENTE GMBH
Marie-Bernays-Ring 31,
41199 Mönchengladbach
Tel. +49-(0)2166-687-0,
Fax +49-(0)2166-687-100
E-Mail: analytik.sales@leco.de
Internet: www.leco.com



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

pH/Redox-ISE-Messung

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

pH-Messgeräte



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

Photometer

MERCK
Merck KGaA, 64271 Darmstadt
Tel. (0 61 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

Photometr. Wasseranalyse Geräte und Testsätze

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

Polarimeter

Leo Kübler GmbH
Stephanienstr. 42/44, 76133 Karlsruhe
Tel. (07 21) 22491, Fax (07 21) 279 03



SCHMIDT + HAENSCH GmbH&Co
Waldstraße 80/81; 13403 Berlin
Tel.: 030/41 70 72-0; Fax: -99



Telefon 08105/7792-0
Fax 7792-77
Info@soliton-gmbh.de

Probenfläschchen aus Glas und Kunststoff

Zinsser Analytik GmbH
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

Reagenzien

MERCK
Merck KGaA, 64271 Darmstadt
Tel. (0 61 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

Reflektometrie

MERCK
Merck KGaA, 64271 Darmstadt
Tel. (0 61 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

Refraktometer

Leo Kübler GmbH
Stephanienstr. 42/44, 76133 Karlsruhe
Tel. (07 21) 22491, Fax (07 21) 279 03



SCHMIDT + HAENSCH GmbH&Co
Waldstraße 80/81; 13403 Berlin
Tel.: 030/41 70 72-0; Fax: -99

Reinigungsmittel für Laborglas



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
76161 Karlsruhe
Tel. (07 21) 5 60 60

Sauerstoff-Meßgeräte



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

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

Spektralphotometer, UV-VIS



Telefon 08105/7792-0
Fax 7792-77
Info@soliton-gmbh.de

Sterilisatoren

Zirbus technology
37539 Bad Grund
Telefon (0 53 27) 83 80-0, Fax -80
Internet: http://www.zirbus.de

Szintillatoren

Zinsser Analytik GmbH
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

Temperatur-Meßgeräte

Amarell GmbH + Co KG
97889 Kreuzwertheim
Postfach 12 80
Tel. (0 93 42) 92 83-0
Fax (0 93 42) 3 98 60



Knick, 14163 Berlin
Tel. (0 30) 80 01-0, FS 18 45 29



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

WTW, Weilheim
Tel. (08 81) 1 83-0, Fax 6 25 39

Thermometer

Amarell GmbH + Co KG



97889 Kreuzwertheim
Postfach 12 80
Tel. (0 93 42) 92 83-0
Fax (0 93 42) 3 98 60

Tiefsttemperaturmessung

Cryophysics GmbH
Dolivostraße 9, 64293 Darmstadt
Tel. (0 61 51) 81 57-0, Fax 81 57-99
E-Mail: cryophysics_de@compuserve.com

Trifluoressigsäure und Derivate

Solvay Fluor
und Derivate GmbH
Postfach 220
30002 Hannover
Tel. (05 11) 857-0
Fax (05 11) 28 21 26

Trockner für Labor und Betrieb



Emil Lihotzky Maschinenfabrik
GmbH + Co KG
(Pressen - Walzen - Trockner)
POB 1165 D-94441 Plattling,
Tel. (0 99 31) 29 51, Fax 12 71
http://www.lihotzky.de

Umweltanalytik/Wasser

MERCK
Merck KGaA, 64271 Darmstadt
Tel. (0 61 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

Vakuumkonzentratoren



Gartenstraße 100
D-78532 Tuttlingen
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125
www.hettich-zentrifugen.de
info@hettich-zentrifugen.de

Zirbus technology

37539 Bad Grund
Telefon (0 53 27) 83 80-0, Fax -80
Internet: http://www.zirbus.de

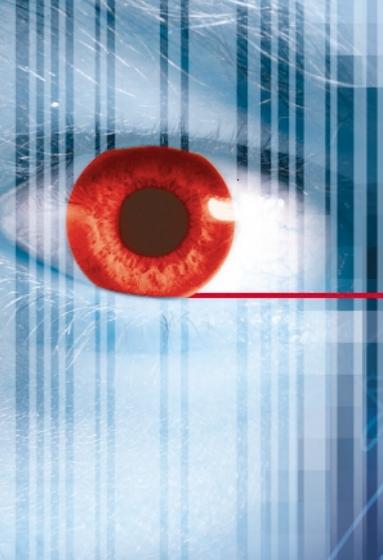
Wasserdestillierapparate



Ges. f. Labortechnik mbH
Postfach 11 52
30927 Burgwedel
Tel. (0 51 39) 99 58-0
Fax (0 51 39) 99 58-21
Info@GFL.de
www.GFL.de

Zentrifugen

Kendro Laboratory Products GmbH
Heraeusstr. 12-14
63450 Hanau
Tel.: (0 61 81) 35 57 62



ident.de

Messe für Automatische Identifikation
in Handel, Industrie und Verwaltung

Die Aussteller der Fachmesse
ident.de haben die Lösungen
für Ihre Probleme.

Besuchen Sie uns in Wiesbaden!

Online-Anmeldung

www.ident.de

9. bis 11. Mai 2001
Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

In Zusammenarbeit mit:



AIM-Deutschland e.V.
Industrieverband für
automatische Identifikation

In Kooperation mit:



Weitere Informationen erhalten Sie unter:

Umschau Zeitschriftenverlag
Telefon: +49 (0)69 / 2600-0
Telefax: +49 (0)69 / 2600-659

Rhein-Main-Hallen Wiesbaden
Telefon: +49 (0)611 / 144-0
Telefax: +49 (0)611 / 144-118