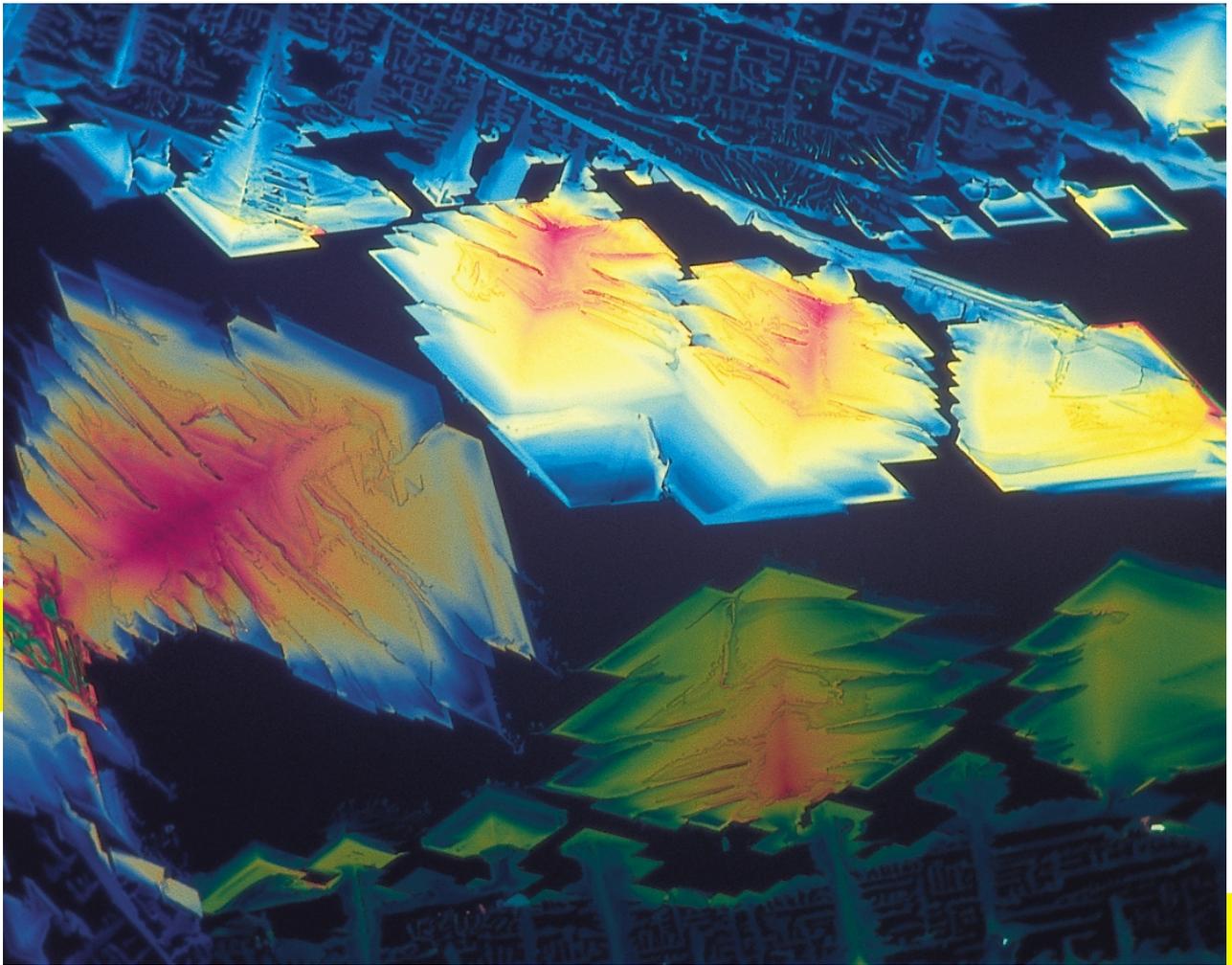


# CLB

**CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK**

**1**  
**2001**



**Mineralölkohlenwasserstoffe**

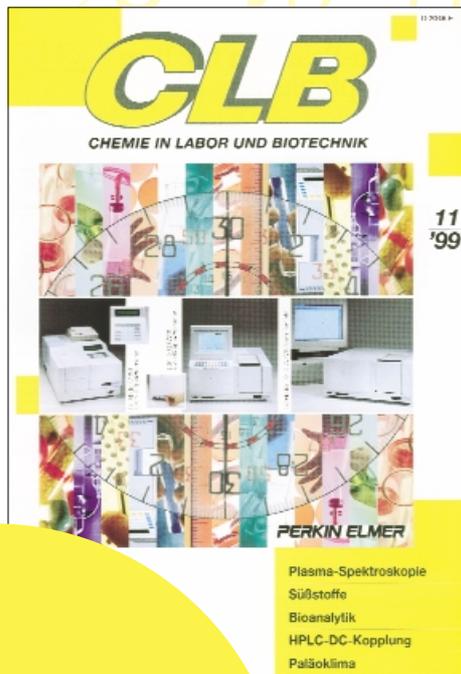
**Isotachophorese**

**Labor-EDV**

**Olfaktometrie**

**Betonverflüssiger**

Wenn Sie viel wissen und noch mehr verstehen wollen.



**CLB**  
CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK

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-Abonnent erhalte ich als Begrüßungs-geschenk den praktischen Sammel-schuber zur Archivierung meiner

**X**  
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

**X**  
Datum / 2. Unterschrift

Telefon

# Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,



Dr. Ognian Serafimov

Der Bauplan des menschlichen Erbgutes bzw. des Genoms mit seinen rund 3,2 Milliarden Basen- bzw. DNS-Paaren ist bereits entschlüsselt. Die amerikanische Firma Celera Genomics und das aus öffentlichen Mitteln finanzierte und weltweit agierende Human Genome Project HGP stellten gemeinsam im Juni 2000 eine erste Version des menschlichen Genoms vor. Mehrere Forschergruppen veröffentlichten zwischenzeitlich Aufbau und Abfolge von bestimmten Erbanlagen oder Genen. „Die Menge der DNS-Informationen wächst alle fünf Jahre um den Faktor zehn. Das heißt, im Jahr 1985 wussten wir ein Prozent von dem, was wir heute wissen“, erklärte Nobelpreisträger Walter Gilbert bereits 1995.

Bekannt ist, was dieser Plan generell beschreibt. Er dient im Wesentlichen als Bauanleitung, nach denen die Zellen die Proteine, die zusammengefasst als Proteom bezeichnet werden, produzieren. Es gibt sie in sehr vielen Varianten. Manche dienen beispielsweise als Baumaterial der Zellen, andere beschleunigen als Enzyme die biochemischen Reaktionsabläufe und wieder andere übernehmen beispielsweise als Hormone wichtige Steuerungsfunktionen im gesamten Organismus. Aber noch handelt es sich hier um ein Buch mit sieben Siegeln.

Bei der Entschlüsselung der Erbanlagen von Organismen, bei der Erforschung der molekularen Informationsverarbeitung von Zellen und bei der Erforschung der Evolution von Arten fällt jedoch eine überwältigende Flut von Informationen an. Im neuen wissenschaftlichen Fach Bioinformatik wird versucht, diese Daten zu ordnen, miteinander in Beziehung zu setzen und für Anwendungen in der Medizin oder Biotechnologie nutzbar zu machen. Für diese Aufgaben führt die Bioinformatik Methoden aus der Biologie, Chemie, Pharmazie und Informatik zusammen. Bereits an sieben deutschen Universitäten wurden entsprechende Lehrstühle – auch mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG – eingerichtet. Hierzu können auch technische Assistenten, die in Bioinformatik spezialisiert sind, wesentliche Aufgabenbereiche vom Experiment bis zur Computerauswertung übernehmen. In Überlingen/Bodensee wird am bestehenden BTA-Kolleg an der Jörg-Zürn-Gewerbeschule ab kommenden Herbst die Ausbildung von gerade solchen Spezialisten aufgenommen.

Spätestens seitdem die weit gehende Entschlüsselung bzw. Sequenzierung des menschlichen Genoms bewerkstelligt ist, gilt die Bioinformatik und die Biotechnologie als die Wissenschaft und die Biotechnik als der Wirtschaftszweig der Zukunft. Jetzt geht es darum, Algorithmen und Software zu entwickeln und anzuwenden, um die noch unbekannt biologischen Funktionen vieler neuer Gene sowie ihr Zusammenwirken mit anderen Genen zu erschließen. Das gilt natürlich auch für die Arbeiten zur Aufklärung von Proteinstrukturen. Zu den Perspektiven, die sich daraus ergeben, gehört die Entwicklung neuer Medikamente, die auf molekularer Ebene in krankheitsbedingt „gestörte“ Prozesse eingreifen, um die „Störung“ sozusagen „im Innersten“ zu beheben.



## Impressum

CLB  
Chemie in Labor und Biotechnik

**Verlag:**  
UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG  
Breidenstein GmbH.  
Ein Unternehmen der Brönner-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 (0 82 38) 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



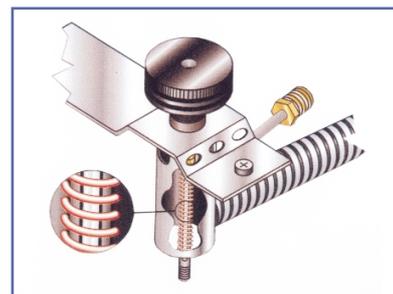
## EDITORIAL

## AUFSÄTZE

### Seite 4 Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen mit der GC

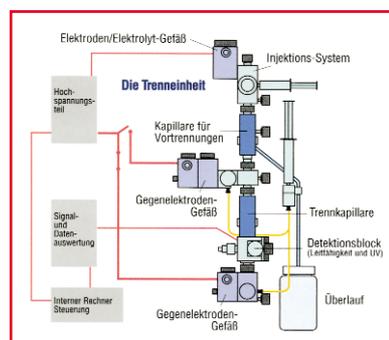
Michael Hahn, Peter v. Sivers, Peter Hartung, Halle  
Johannes Liebert, Gera

Kohlenwasserstoffe gehören zu den Hauptkontaminanten in Grund-, Oberflächen- und Abwässern. Allein die Tatsache, dass die Geschmacksschwelle für Kohlenwasserstoffe im Wasser bei ca. 10 µg/l liegt und diese Verbindungen relativ langsam abgebaut werden, verdeutlicht die Notwendigkeit, diese Substanzklasse zuverlässig zu erfassen.



### Seite 7 Ionentrennung ohne Probenvorbereitung

Martina Clerc, Berlin



Bisher wird zur Trennung von geladenen Molekülen vorwiegend die Ionenchromatographie eingesetzt. Ein Erfolg ist aber letzten Endes von der Matrixzusammensetzung sowie von Konzentrationsunterschieden zwischen

den zu analysierenden Ionen abhängig. Mit der Isotachophorese steht jedoch eine Methode zur Verfügung, die matrixunabhängig ist und die Problematik der Konzentrationsunterschiede zwischen den Analyten elegant löst.

### Seite 9 Expertensystem mit LIMS-Funktionen

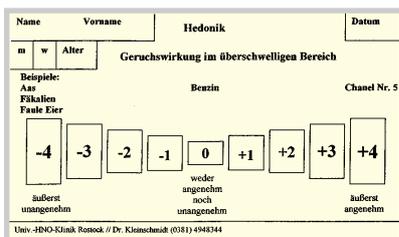
Jürgen Lipinski, Berlin

Die zunehmende Spezialisierung des chemisch analytischen Laboratoriums setzt den Einsatz hoch entwickelter Software-Werkzeuge voraus. In einem Pestizidrückstandslabor wurden in den letzten Jahren derartige EDV-Bausteine im „bottom up“-Verfahren entwickelt. Sie unterstützen heute fast alle Teilbereiche des Unternehmens und werden unter der Oberfläche eines offenen Datenbanksystems zusammengeführt. Dieser Beitrag beschreibt dieses EDV-System und seinen Einfluss auf die Leistungskriterien des Rückstandslabors.

**Seite 15 Riechen, Gerüche und Olfaktometrie**

Günter Kleinschmidt, Rostock,  
Gerd Scharfenberger, Siegburg

Industrie und Umweltschutzinstitutionen müssen sich verstärkt mit Entstehung, Vermeidung, Auswirkung auf den Menschen sowie Erfassung und Bewertung von Gerüchen befassen. Der Faktor Geruch schiebt sich mehr und mehr in das Interesse der Öffentlichkeit.



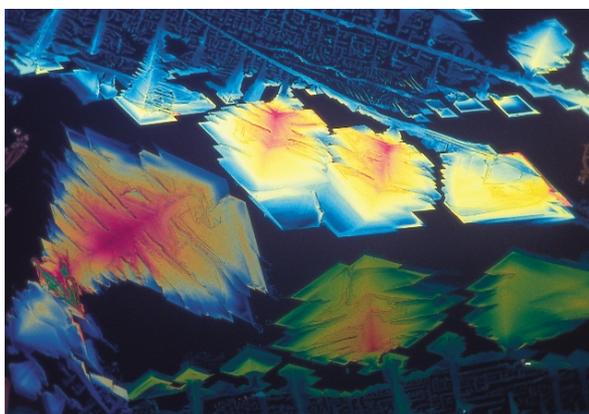
**CLB-MEMORY**

Die Neuordnung der Laborberufe und Weiterbildungsmöglichkeiten,

Teil 1: Umsetzung der Neuordnung am Beispiel der Chemielaborantenausbildung ..... M 1

Wohin steuert unser Bildungsbereich? ..... M 7

**Zum Titelbild**



Trans-Azobenzol-Kristall. Mikroskopische Aufnahme unter Verwendung von Polarisationsfiltern.  
Aufnahme: Hermann Postner, Bayreuther Str. 14, 91522 Ansbach

**UMSCHAU**

**19 Vulkanus als Chemiker**



Relief „Venus, Mars und Amor in der Werkstatt Vulkans“.

**21 Filigranes Bauen durch den „flüssigen Stein“**

**23 Preis für Diabetes-Forscher**



Den diesjährigen Eppendorf Young Investigator Award verlieh Professor Ernst-Ludwig Winnacker an Dario Renato Alessi.

**24 Analytische Chemie in Vergangenheit und Zukunft**

**26 Gebundene Pestizidrückstände als Risiko**

**27 BioTech mobil rollt weiter durch Bayern**

**28 Hydroxid-Radikale greifen Treibhausgas an**

**RUBRIKEN**

**2 IMPRESSUM**

**29 FORSCHUNG + TECHNIK**

**31 LITERATUR**

**32 SOFTWARE**

**33 WIRTSCHAFT**

**34 NEUE PRODUKTE**

**37 TERMINE**

**40 BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS**

# Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen mit der GC

Dr. Michael Hahn, Dr. Peter v. Sivers, Peter Hartung, ECH Elektrochemie Halle GmbH,  
Johannes Liebert, ESWE Analysenteknik Gera GmbH

**Kohlenwasserstoffe gehören zu den Hauptkontaminanten in Grund-, Oberflächen- und Abwässern. Allein die Tatsache, dass die Geschmacksschwelle für Kohlenwasserstoffe im Wasser bei ca. 10 µg/l liegt und diese Verbindungen relativ langsam abgebaut werden, verdeutlicht die Notwendigkeit, diese Substanzklasse zuverlässig zu erfassen.**

Die Analytik der Kohlenwasserstoffe wird dadurch erschwert, dass chemisch sehr unterschiedlich zusammengesetzte Rohöle und Mineralölraffinate, Vergaserkraftstoffe, Mitteldestillate, Schmieröle, Heizöle, Pyrolysate, Teeröle und biogene KW-Mischungen sowie deren mögliche Abbauprodukte vorliegen.

Bisher erfolgte die Analytik der Kohlenwasserstoffe gemäß DIN 38409 H18.

Die Proben wurden hierbei mit 1,1,2-Trichlor-1,2,2-trifluorethan (TTE) extrahiert. Nach Abtrennung der polaren Stoffe an einer Aluminiumoxid-Säule wurden die Kohlenwasserstoffe IR-spektrometrisch quantifiziert. Problematisch bei der Anwendung dieser Methode ist der Einsatz des die Ozonschicht schädigenden FCKW. Nachteilig ist außerdem, dass diese Methode nur eine sehr grobe Zuordnung der Stoffgruppen erlaubt.

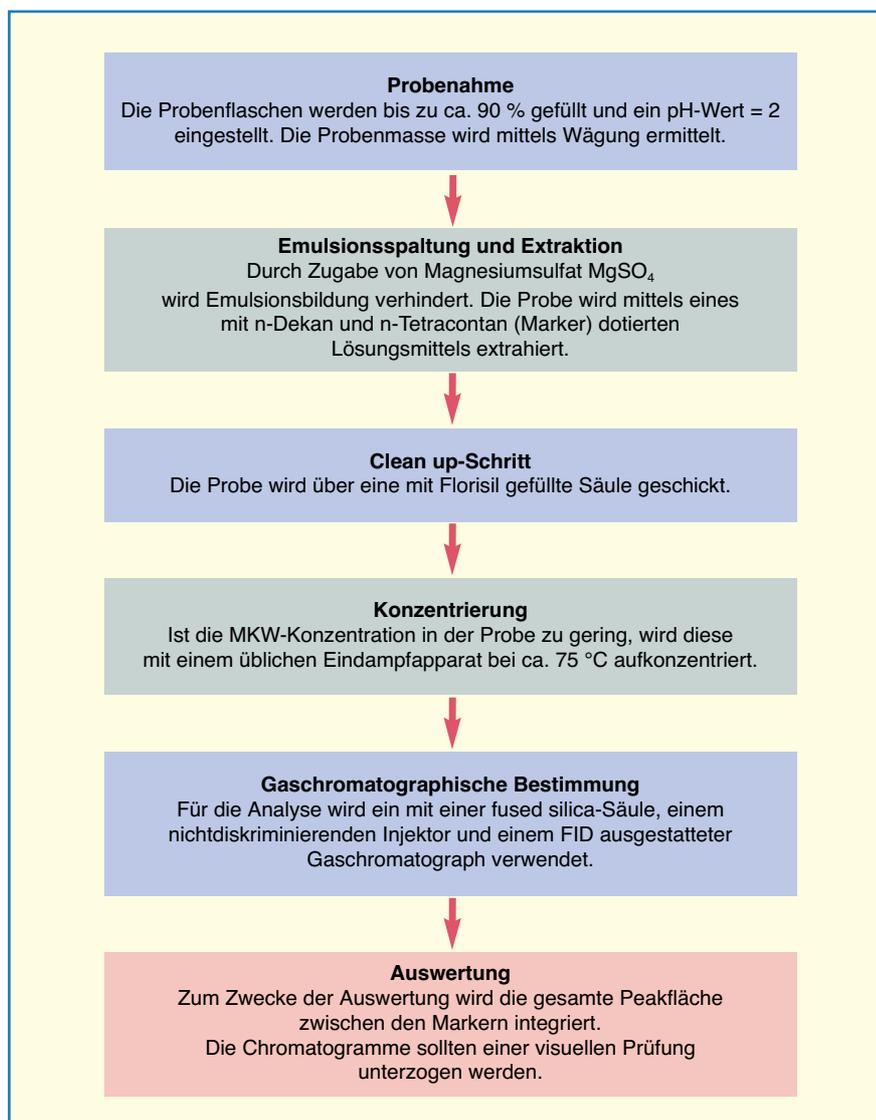
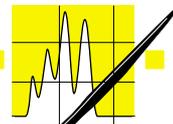


Abb. 1: Verfahrensschema der Bestimmung des KW-Index.



Abb. 2:  
Probenvorbereitungsschritte zur MKW-Bestimmung.  
Abb. 2a: Extraktionsschritt,  
Abb. 2b: Separationsschritt,  
Abb. 2c: Clean-up-Schritt.



AUFSÄTZE

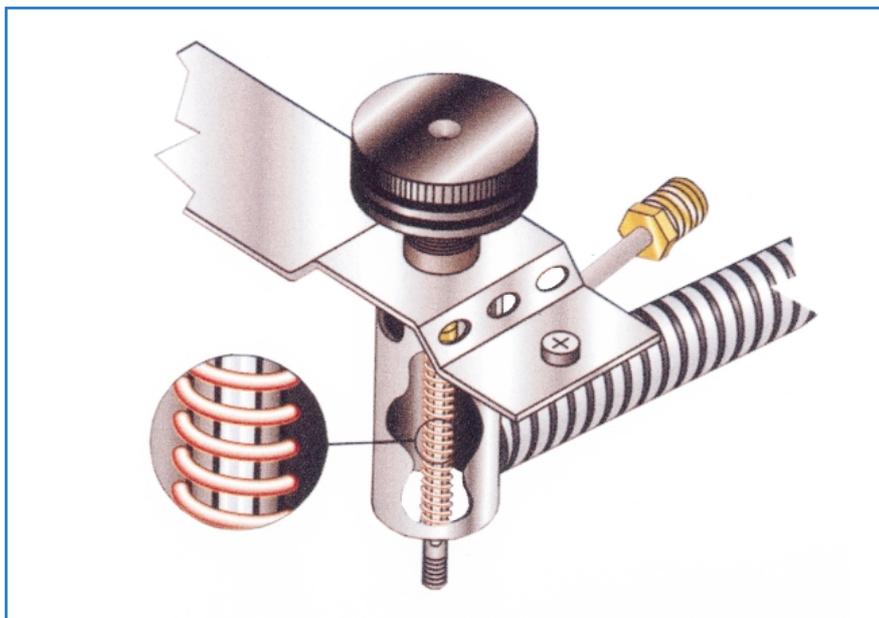


Abb. 3:  
Schematische Darstellung des PTV-Injektionssystems.

In den letzten Jahren wurde daher verstärkt nach alternativen Verfahren gesucht [1, 2, 3]. Hierzu bieten sich Trenntechniken wie die Gaschromatographie [4] oder die Dünnschichtchromatographie [5] an.

Für Wasserproben wurde inzwischen ein neues GC-Verfahren genormt: DIN 38409 H53. Dieses Verfahren ist auch als internationale Norm (ISO 9377-4) festgeschrieben. Im Nachfolgenden soll die analytische Praxis näher beschrieben werden.

### ■ Verfahrensprinzip

Per Definition wird mit dem Verfahren die Summe der Kohlenwasserstoffe ermittelt, die nicht an Florisil adsorbierbar und chromatographisch mit einer Retentionszeit zwischen n-Dekan ( $C_{10}H_{24}$ ) und n-Tetracontan ( $C_{40}H_{82}$ ) erfassbar sind.

Die Kohlenwasserstoffe aus der Wasserprobe werden mit Hexan, Cyclohexan oder Petrolether extrahiert. Nach Abtrennung der polaren Substanzen in einem Clean-up-Schritt und einem Aufkonzentrierungsschritt erfolgt die gaschromatographische Bestimmung. Die gesamte Peakfläche zwischen den beiden zugesetzten Markern n-Decan und n-Tetracontan wird integriert und gibt die Konzentration der Mineralölkohlenwasserstoffe als Kohlenwasserstoffindex an. Das Verfahrensprinzip ist in Abb. 1 dargestellt.

### ■ Probenvorbereitung

Die Extraktion der Kohlenwasserstoffe aus der auf  $pH = 2$  angesäuerten Probe erfolgt mit Hexan, Cyclohexan oder Petrolether. Die für die Auswertung erforderlichen Markersubstanzen n-Decan und n-Tetracontan werden zusammen mit dem Extraktionsmittel zugesetzt. Nach Zugabe von 50 ml Extraktionslösung wird für 30 Minuten die Probe mit einem Magnetrührer stark gerührt. Für eine optimale Extraktion sollte der Rührkegel dabei möglichst bis zum Boden des Gefäßes reichen (Abb. 2a).

Die Abtrennung der organischen Phase erfolgt mit Hilfe eines Mikrosepa-

rators (Abb. 2b). In einem nachfolgenden Clean-up-Schritt an Florisil werden die polaren Substanzen abgetrennt. Dieser Reinigungsschritt erfolgt zweckmäßigerweise in einer Säule, in der sich 2 ml Florisil befindet, welches mit wasserfreiem  $Na_2SO_4$  abgedeckt wurde (Abb. 2c).

Nach dem Clean-up-Schritt wird der Extrakt bei ca.  $75\text{ }^\circ\text{C}$  auf ein Volumen von 1 ml eingengt. Anschließend steht der Extrakt für die gaschromatographische Analyse zur Verfügung.

### ■ Gaschromatographische Analyse

Die Gaschromatographische Detektion der Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) erfolgt mit einem Flammenionisationsdetektor (FID). Von uns wurde der Gaschromatograph DANI GC 1000 eingesetzt. Die Geräteparameter sind so einzustellen, dass eine optimale Trennung erreicht wird. Dies ist daran zu erkennen, dass eine Standardmischung aus n-Alkanen bis zur Basislinie getrennt sein muss. Die Trennzahl zwischen zwei aufeinander folgenden Peaks der geradzahigen Alkane sollte mindestens 1 betragen. Der relative Response von n-Tetracontan ( $C_{40}H_{82}$ ) verglichen mit n-Eikosan

Tab. 1:  
Beispiel für optimierte gaschromatographische Bedingungen.

Injektionstechnik:	PTV
Injektionsvolumen:	1 $\mu\text{l}$
Säulentyp:	WCOT fused silica
Säulenlänge:	15 m
Säulendurchmesser:	0,25 mm
Trennphase:	HT-5
Filmdicke:	1,0 $\mu\text{m}$
Vorsäule:	Deaktivierte Fused-silica-Kapillarsäule, 2 m $\times$ 0,53 mm
Trägergas:	Stickstoff
Detektor:	Flammenionisationsdetektor (FID)
Detektortemperatur:	350 $^\circ\text{C}$
Injektortemperatur:	65 $^\circ\text{C}$ auf 350 $^\circ\text{C}$
Temperaturprogramm:	40 $^\circ\text{C}$ 2,5 min; 20 $^\circ\text{C}/\text{min}$ auf 360 $^\circ\text{C}$ ; 360 $^\circ\text{C}$ 10 min
Druckprogramm:	0,2 bar auf 1,3 bar

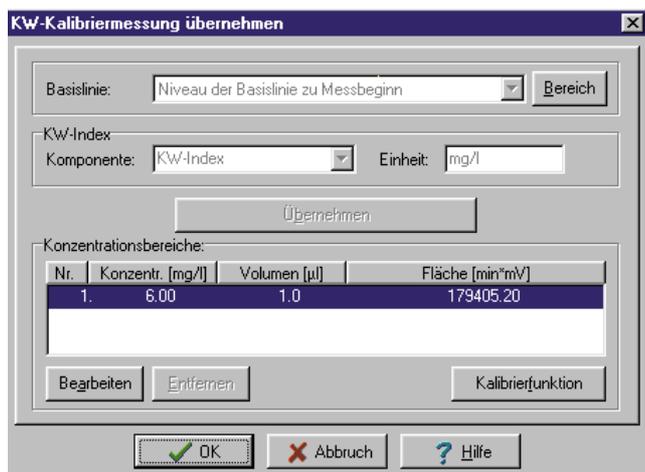


Abb. 4:  
Dialogfenster zur Kalibrierung der summarischen MKW-Bestimmung

(C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>) muss mindestens 0,8 betragen. Ist dies nicht der Fall, ist die Diskriminierung des Injektionssystems zu hoch. Besonderer Augenmerk ist daher auf das Probenaufgabesystem zu legen.

Neben der On-column-Technik haben wir gute Erfahrungen mit der PTV-Injektionstechnik (PTV= programmed temperature vaporizer) gemacht. Abb. 3 zeigt die Schnittzeichnung durch einen PTV-Injektor, mit dem sich sehr schnelle Aufheizraten erzielen lassen. Die Probenaufgabe erfolgt bei Temperaturen unterhalb des Siedepunktes des Lösungsmittels. Bei geöffnetem Split-Ventil entweicht der Großteil des Lösungsmittels aus dem Injektor. Zum Aufbringen der Probe auf die Säule wird das Split-Ventil geschlossen und der PTV-Injektor in Sekundenschnelle auf die Injektionstemperatur 350 °C geheizt. Zur Automatisierung der Analyse kann der GC 1000 mit dem Autosampler ALS 1000 gekoppelt werden.

Die gaschromatographischen Bedingungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

### Auswertung

Für die Integration und Auswertung wurde von der ECH Elektrochemie Halle GmbH eine speziell zugeschnittene Software entwickelt. In nutzerspezifischen Methoden sind die verschiedenen Auswertelgorithmen abgelegt. Die Methode zur KW-Index-Bestimmung enthält dabei alle erforderlichen Funktionen wie – Aufnahme und Speicherung eines separaten Leerchromatogrammes sowie die Möglichkeit zur automatischen Basislinienkorrektur nach der Messung

- automatische Bestimmung der Basislinie vor dem Lösungsmittelpeak
- automatische Zuordnung und Auswertung der Markerpeaks n-Decan und n-Tetracontan
- automatische Integration der gesamten Peakfläche zwischen den beiden zugesetzten Markern
- Ergebnisanzeige als Kohlenwasserstoffindex in mg/l.

Die Kalibrierung erfolgt mit zwei Standards (Dieselkraftstoff und Mineralöl). Diese müssen frei von Additiven sein. Aus den beiden reinen Standardsubstanzen und den beiden Markern wird die Kalibrierlösung hergestellt. Die zugesetzten Marker dienen dabei zur Ermittlung von Anfang und Ende des summarischen Peaks.

Die Dialogfenster der Software sind so gestaltet, dass Kalibrierung, Messdatenaufzeichnung, Integration und Auswertung sehr übersichtlich und einfach zu bedienen sind. Alle wichtigen Parameter des Gaschromatographen und der Steuerungssoftware sind zugänglich und werden zusammen mit Chromatogramm und Ergebnis gespeichert (Abb. 4 und Abb. 5).

Die ECH-Software zur KW-Index-Bestimmung lässt sich universell einsetzen und kann auch mit anderen Gaschromatographen zur Datenerfassung gekoppelt werden.

### Zusammenfassung

Die Bestimmung der Mineralölkohlenwasserstoffe nach DIN 38409 H53 ist umweltfreundlicher und zuverlässiger als

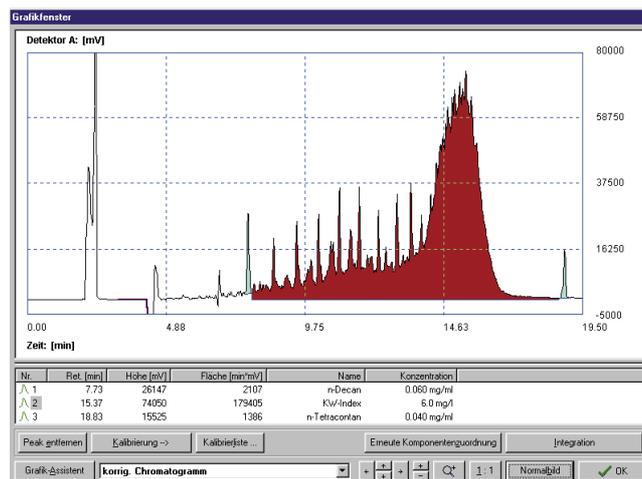


Abb. 5:  
Ausgewertetes Chromatogramm. Die Fläche zwischen beiden Markern (grün dargestellt) wird als Summe integriert und als KW-Index berechnet.

nach der vorhergehenden Norm. Eine Identifizierung der Kohlenwasserstoffe nach Dieselkraftstoff oder Schmierölen sowie Aussagen zur Alterung der Öle sind möglich.

Mit Hilfe der speziellen Steuerungs- und Auswertesoftware lassen sich alle Betriebszustände der Analyse dokumentieren. Nach Erstellung einer Kalibrierliste mit den beiden zugehörigen Markern lässt sich das Ergebnis der summarischen Integration direkt als Kohlenwasserstoffindex in mg/l angeben.

### Literatur

- [1] Statusseminar der Deutschen Bundesstiftung Umwelt: Optimierung umweltverträglicher Analysenverfahren für Mineralölkohlenwasserstoffe im Boden. 11. Dezember 1996, Umweltforschungszentrum Leipzig -Halle.
- [2] 7. ECH-Seminar: Summenparameter in der Umweltanalytik. 25. September 1996, Halle/S.
- [3] 9. ECH-Seminar – Summenparameter in der Umweltanalytik. 23. September 1998, Halle/S.
- [4] V. Berthold, J. Liebert: Alternativen zur IR-spektrometrischen Kohlenwasserstoffbestimmung entsprechend DIN 38409 H18. ESWE Prisma 4 (1995), 6-7.
- [5] P. Sivers, M. Hahn: Bestimmung schwerflüchtiger Kohlenwasserstoffe mittels DC. CLB Chemie in Labor und Biotechnik. 49 (1998), 424.

### Kontakt

E-Mail: elektrochemie-halle@t-online.de

# Ionentrennung ohne Probenvorbereitung

Martina Clerc, Wissenschaftliche Gerätebau Dr. Ing. Herbert Knauer GmbH, Berlin

**Bisher wird zur Trennung von geladenen Molekülen vorwiegend die Ionenchromatographie eingesetzt. Ein Erfolg ist aber letzten Endes von der Matrixzusammensetzung sowie von Konzentrationsunterschieden zwischen den zu analysierenden Ionen abhängig. Mit der Isotachophorese steht jedoch eine Methode zur Verfügung, die matrixunabhängig ist und die Problematik der Konzentrationsunterschiede zwischen den Analyten elegant löst.**

Obwohl das Prinzip der Isotachophorese (ITP) schon länger bekannt ist – bereits 1923 trennte J. Kendall aus den USA Seltene Erden und einige einfache Säuren mit Hilfe der ITP [1] –, konnte sich diese Methode lange Zeit nicht durchsetzen. Aufgrund apparativer Schwierigkeiten gelang es nicht, die Isotachophorese zu automatisieren, und somit war dieses Verfahren für die Routineanalytik unbrauchbar und wurde nur noch in der Forschung und zur Bestimmung einzelner Proben eingesetzt. Seit dem Gelingen der Automatisierung eröffnet die Isotachophorese den Routineanalytikern eine schnelle, saubere und einfache Methode, Ionen organischer oder anorganischer Art zu trennen und zu analysieren. Die Matrixunabhängigkeit des Analysengerätes ermöglicht ein breites Spektrum an Anwendungen aus den verschiedensten Sparten der analytischen Chemie. So wird das Verfahren bereits erfolgreich in der Lebensmittel-, der Umwelt-, der pharmazeutischen sowie der klinischen Analytik eingesetzt.

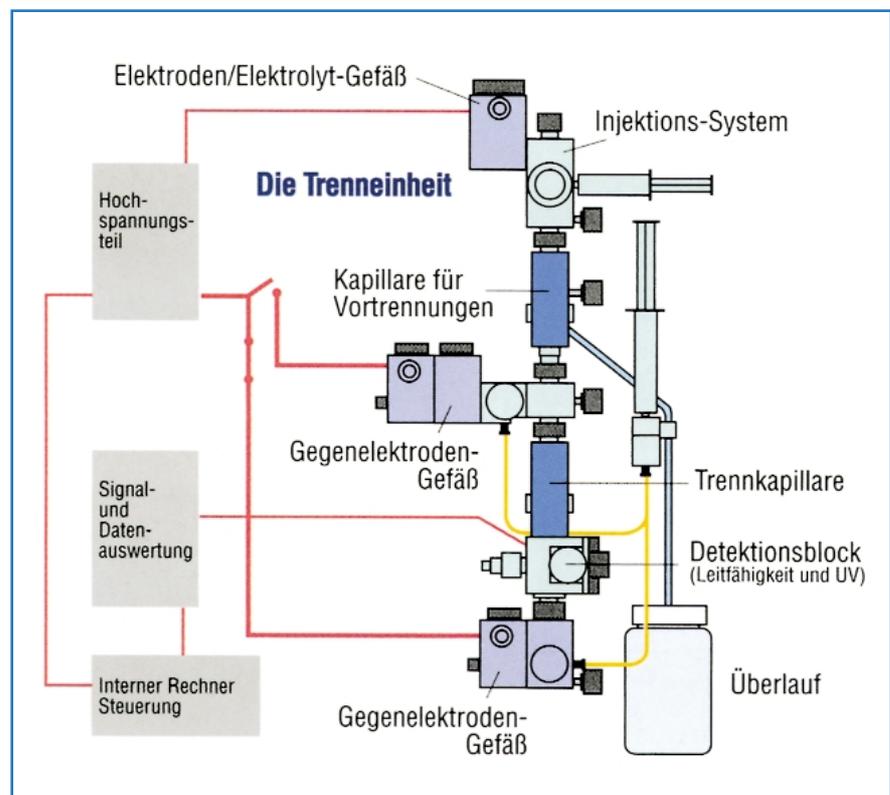
## ■ Grundlagen der Isotachophorese

Die ITP ist eine Methode, welche die unterschiedliche Beweglichkeit elektrisch geladener Teilchen in einer Elektrolytlösung nach Anlegen eines elektrischen Feldes ausnutzt. Es können wahlweise Anionen oder Kationen getrennt

werden. Hierbei kommt es nicht darauf an, ob diese Ionen anorganischen oder organischen Ursprungs sind. Bei der ITP wird nicht mit einem kontinuierlichen Hintergrundelektrolyten gearbeitet, wie bei der Kapillarzonenlektrophorese, sondern mit einem diskontinuierlichen System, bestehend aus zwei Elektrolyten: einem Leitelektrolyten und einem Endelektrolyten. Der Leitelektrolyt besteht überwiegend aus Ionen einer Art, die sich durch die höchste Mobilität im System auszeichnen, der Endelektrolyt hingegen besteht hauptsächlich aus Ionen einer Sorte mit niedrigster Mobilität im System. Unter dem Begriff der Mobilität wird die elektrophoretische Beweglichkeit verstanden, die bei einem Einheitswert der Feldstärke  $E = 1V/cm$  definiert

ist. Sie ist der Quotient aus Wanderungsgeschwindigkeit und der Feldstärke.

Die Trennung erfolgt in einer Kapillare. Die Probe wird über ein Injektionssystem eingebracht, und nach dem Anlegen einer Spannung bilden sich nach Einstellung des Gleichgewichts Zonen mit Ionen gleicher Mobilität. Stellt man sich die Zone des Leitelektrolyten als Lokomotive vor, so sind die Waggons die Zonen, jede besetzt mit Ionen der entsprechenden Mobilität. Wie in dem gedachten Bild einer Eisenbahn [2] die Waggons untereinander in Kontakt stehen und damit gezwungen werden, sich mit gleicher Geschwindigkeit fortzubewegen, so stehen auch die einzelnen Zonen in der Isotachophorese untereinander in Kon-



**Abb. 1:** Prinzip einer manuellen, zweidimensionalen Isotachophorese. Die Vortrennung erfolgt auf der oberen Kapillare, die einen größeren Querschnitt aufweist. Nach dem Passieren dieser Kapillare besteht die Möglichkeit, störende Ionen auszuschleusen. Im Anschluss ist eine bessere Trennung auf der zweiten, längeren Kapillare mit kleinerem Durchmesser möglich (Quelle: E. Kendler, W. Friedler).

takt und müssen sich, zur Aufrechterhaltung des Stromkreislaufes, mit der gleichen Geschwindigkeit bewegen („Isotacho“). Den Abschluss bildet die Zone des Endelektrolyten.

Die Mobilität ist eine für jedes Ion charakteristische, konstante Größe, außerdem haben die Zonen alle die selbe konstante Wanderungsgeschwindigkeit, so dass sich nach der im Vorhergehenden bereits erläuterten Beziehung zwischen Mobilität, Wanderungsgeschwindigkeit und elektrischer Feldstärke, die Feldstärke in jeder einzelnen Zone unterscheiden muss. Diese Änderung der Feldstärke kann mit Hilfe der Leitfähigkeitsdetektion untersucht werden.

In einem mittels Leitfähigkeitsdetektion aufgenommenen Isotachopherogramm sind, statt der in der Chromato-

graphie üblichen Peaks, Stufen zu sehen. Die Leitfähigkeit ist der Feldstärke umgekehrt proportional. Wird auf der Ordinate die Leitfähigkeit aufgezeichnet und auf der Abzisse die Zeit, so gibt die relative Stufenhöhe im Isotachopherogramm, nach Vergleich mit einem Standard, eine qualitative Information.

In jeder Zone stellt sich eine zur Konzentration im Leitelektrolyten proportionale Konzentration ein. Wird eine bestimmte Menge eines Ions mit der Probe in das System eingebracht, so stellt sich im Gleichgewicht diese dem Leitelektrolyten proportionale Konzentration in der Zone ein. Die in das System eingebrachte Menge spiegelt sich in der Länge der Zone wider und somit in der Zeit, welche die entsprechende Zone benötigt, um den Leitfähigkeitsdetektor zu passieren. Im

Isotachopherogramm erhält man eine quantitative Information über die Länge der Stufe.

**Vorteile der Methode**

Durch die Einstellung einer konstanten Feldstärke in jeder Zone werden Ionen, die aus dem Verbund ausbrechen, weil sie zu schnell oder zu langsam sind, wieder zurück in die Zone hineingezogen. Dieses ist der sogenannte Self-sharpening-Effekt, der dazu führt, dass im Isotachopherogramm scharfe Stufen zu sehen sind und keine Gauß'sche Verteilungen wie bei der Chromatographie. Eine Auswertung der Ergebnisse wird hierdurch erleichtert.

Häufig bedeutet ein großer Konzentrationsunterschied zwischen zwei Analyten eine Erschwerung der Analyse der Unterschusskomponente. Hier bietet die zweidimensionale Isotachophorese die Möglichkeit, auf der ersten Kapillare die Überschusskomponente zu analysieren, diese nach Passieren des Detektors auszuschleusen, um auf einer zweiten, sich anschließenden Kapillare mit einem zweitem Detektor eine störungsfreie Detektion der Unterschusskomponenten durchführen zu können.

Die ITP macht eine Unterscheidung von Ionen in verschiedenen Oxidationszuständen möglich.

Ein enormer Vorteil des Verfahrens ergibt sich aus der Tatsache, dass nach der Injektion einer nicht vorbehandelten Probe und nach Anlegen der Spannung nur die geladenen Komponenten in Richtung Gegenelektrode wandern, die überwiegend ungeladene Matrix verbleibt im Injektionsventil. Eine Probenvorbereitung ist deshalb nicht nötig.

**Applikationen**

Die Anwendung der Isotachophorese bietet sich immer dann an, wenn die Analyse in einer komplizierten Matrix stattfinden soll. Dies ist z. B. im klinischen Bereich bei der Untersuchung von Serum und Urin der Fall. Die schnelle und genaue Bestimmung von Anionen und Kationen bis in den oberen ppb-Bereich ist hier kein Problem. Als Beispiel für den Einsatz der Methode in der klinischen Analytik sei die Bestimmung von organischen Säuren und Aminosäuren im Urin oder im Serum erwähnt.

Auch in der Lebensmittelanalytik finden sich häufig komplexe Matrixzusam-

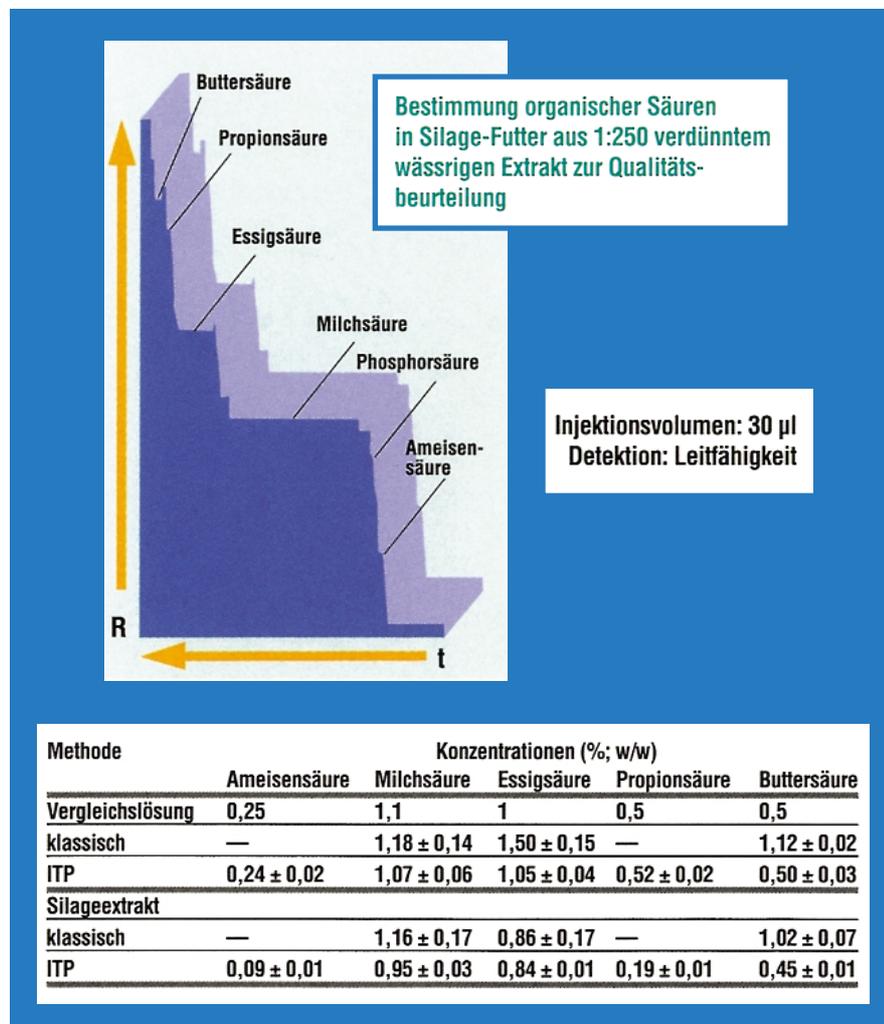
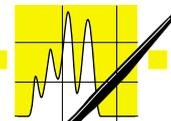


Abb. 2: Isotachopherogramm zur Qualitätsuntersuchung von Silagefutter anhand der qualitativen und quantitativen Bestimmung der organischen Säuren im Extrakt. Um die Exaktheit der isotachophoretisch ermittelten Werte zu zeigen, wurden die Proben ebenfalls mit der herkömmlichen Methode untersucht. Zur Klärung der Abweichungen wurden Vergleichslösungen hergestellt. Die Vermessung der Vergleichslösungen zeigt, dass die durch die ITP ermittelten Werte der Realität näher kommen, als die mit der herkömmlichen Methode gemessenen Werte.



mensetzungen, und so ist auch hier der Einsatz dieser Methode sinnvoll. Ein Beispiel ist die Kontrolle von kennzeichnungspflichtigen Geschmacksverstärkern und Konservierungsstoffen, die mit Hilfe dieses elektrophoretischen Verfahrens optimal durchgeführt werden kann. Die Bestimmung organischer Säuren, wie Äpfelsäure, Citronensäure oder Weinsäure etc. in Frucht- und Gemüsesäften oder in Wein erfolgt binnen weniger Minuten. Auf diese Weise kann sogar der Reifungsprozess von Wein verfolgt werden. Ionische Komponenten in Säften lassen sich mittels der ITP ohne die sonst üblichen zeit- und arbeitsintensiven nasschemischen Untersuchungen analysieren. Sonst nur aufwendig zu bestimmende Komplexbildner wie zum Beispiel EDTA in selbst einer Matrix wie Salatsoße sind einfach nachzuweisen.

Auch in der Prozessüberwachung kann die Methode eingesetzt werden. Spuren von ionischen Verunreinigungen

können in Substanzen mit einem hohen Reinheitsanspruch nachgewiesen werden [3].

In der Trinkwasser- sowie der Abwasseranalytik werden die Vorteile der Isotachophorese bereits genutzt. Für die Pharmaindustrie ist eine Kontrolle der Inhaltsstoffe äußerst wichtig. Es wurden Untersuchungen hinsichtlich der Inhaltsstoffe in Salben wie zum Beispiel einer Reihe von Aminoglycosid-Antibiotika veröffentlicht [4].

**Fazit**

Hier konnte nur ein kleiner Überblick über die vielen Anwendungsmöglichkeiten der Isotachophorese gegeben werden. Mit der erfolgreichen Realisierung einer bis dato fehlenden Automatisierung wurde ein großes Manko dieses Verfahrens beseitigt, so dass es jetzt auch in der Routineanalytik eingesetzt werden kann.

Mehrere Arbeitskreise befassen sich mit der Verwendung der ITP als Proben-

vorbereitungsmethode für Detektoren wie Massenspektrometer. Ständig werden neue Anwendungsmöglichkeiten für diese Methode erarbeitet, so dass die Isotachophorese eine ernstzunehmende Konkurrenz zur Ionenchromatographie darstellt.

**Literatur**

- [1] Georg Schwedt Analytische Chemie S. 365.
- [2] Eisenbeiß, F.;Vorschneider, Ch. „Einfache Ionenanalytik mit Hilfe der Isotachophorese,.. GIT-Laborfachzeitschrift 41 (1997) 452-459.
- [3] ITP Kompendium Thomas Meißner.
- [4] Abstract vom 14. Chromatographie-Symposium in Steinfurt.

**Kontakt**

Martina Clerc, E-Mail: clerc@knauer.net

Ein EDV-System aus dem Pestizidrückstandslabor

# Expertensystem mit LIMS-Funktionen

*Dr. Jürgen Lipinski, SOFIA – Chemisches Labor für Software-Entwicklung und Intelligente Analytik GmbH, Berlin*

**Die zunehmende Spezialisierung des chemisch analytischen Laboratoriums setzt den Einsatz hoch entwickelter Software-Werkzeuge voraus. In unserem Pestizidrückstandslabor wurden in den letzten Jahren derartige EDV-Bausteine im „bottom up“-Verfahren entwickelt. Sie unterstützen heute fast alle Teilbereiche des Unternehmens und werden unter der Oberfläche eines offenen Datenbanksystems zusammengeführt. Dieser Beitrag beschreibt dieses EDV-System und seinen Einfluss auf die Leistungskriterien des Rückstandslabors.**

Die Pestizidrückstandsuntersuchung ist ein wichtiges Element für die Qualitätskontrolle von Lebensmittelimporten und inländischen Agrarprodukten. Insbesondere die Kauf-

entscheidungen für Rohwarenimporte setzen ein einwandfreies Zeugnis des Rückstandskontrollleuers voraus. Das Laboratorium sieht sich dabei steigenden Anforderungen an die Analysenge-

schwindigkeit und Sicherheit der Analysergebnisse gegenüber. Ein EDV-System, welches auf die individuellen Bedürfnisse des Analytikers im Pestizidrückstandslabor zugeschnitten ist und

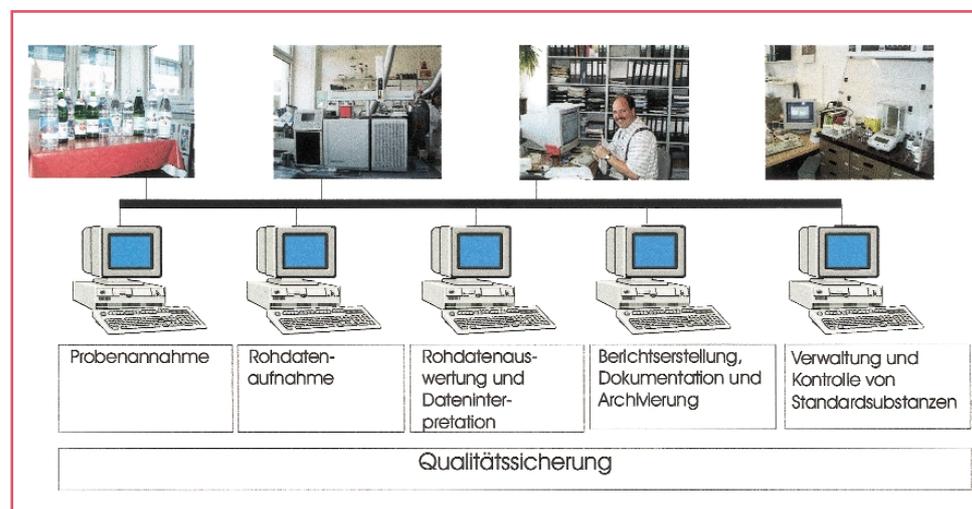
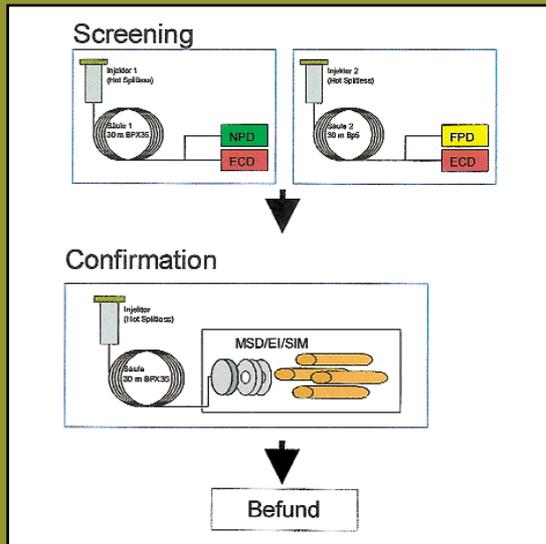


Abb. 1: Abbildung der Bereiche eines Pestizidrückstandslabors auf die EDV-Module.



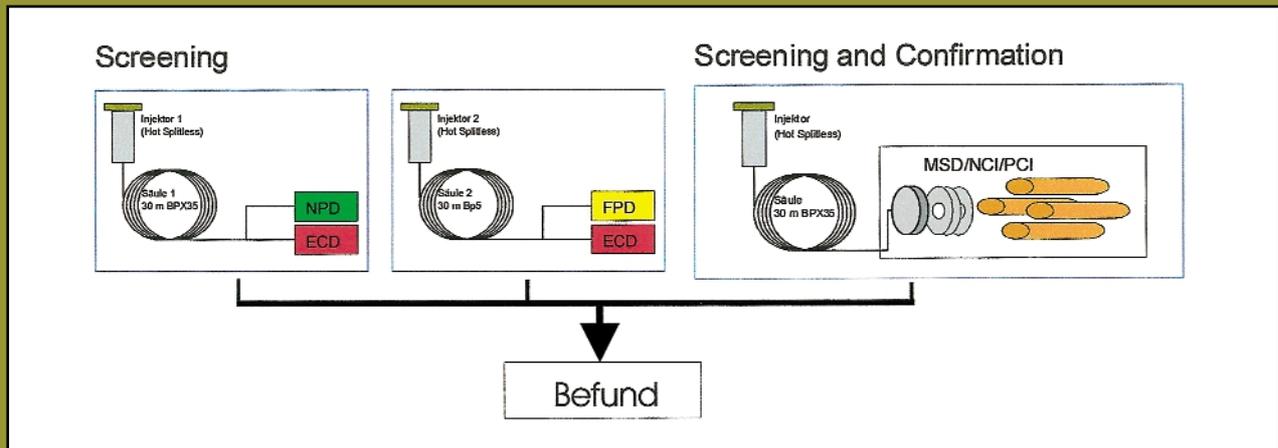
Sequentielle  
Analysen-  
strategie

**Abb. 2:**  
Zusammenführung und Parallelisierung von  
„Screening“-Analyse und „Confirmation“  
(oben: konventionelle Vorgehensweise,  
Mitte: parallele Arbeitsweise auf separaten  
Analysensystemen, unten: parallele Arbeits-  
weise auf integriertem Analysensystem).

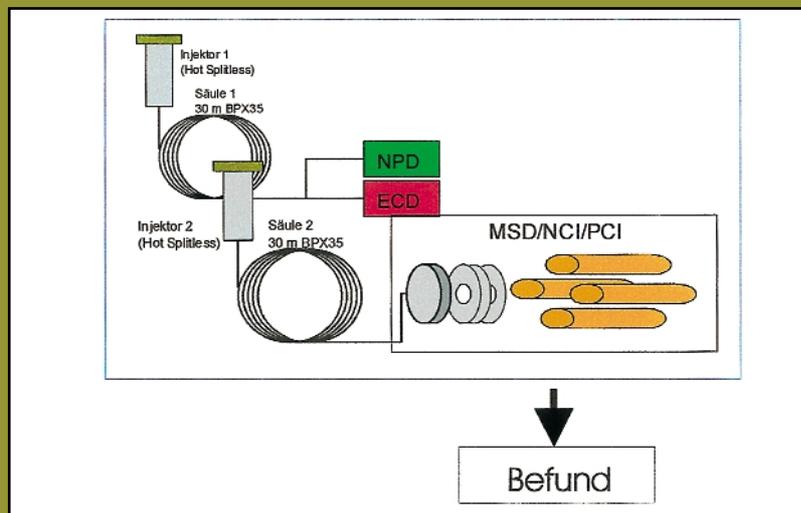
alle Teilbereiche seiner Arbeit abdeckt, kann hier helfen, diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Die Projektierung eines solchen EDV-Systems geht aus von der Analyse der vorhandenen Arbeitsabläufe. Diese werden strukturiert, gegliedert und gegebenenfalls neu zusammengefasst, bevor ein EDV-Modul zur Unterstützung dieser Arbeitsabläufe entwickelt werden kann.

### Parallele Analysenstrategie



### Parallele simultane Analysenstrategie



Die Aufgaben und Tätigkeiten in einem modernen und spezialisierten Pestizid-rückstandslabor können folgenden Teilbereichen zugeordnet werden:

#### Administrative/ organisatorische Arbeiten

- Probeneingang / Prüfplanerstellung
- Datenarchivierung
- Datenverwaltung
- Berichtswesen
- Buchhaltung

#### Qualitätsmanagement

- Verwaltung und Kontrolle der Standardsubstanzen
- Kalibrierung und Rekalibrierung
- Analyse dotierter Proben
- Erstellen und Verwalten der Standardarbeitsanweisungen.

### Kernbereich – Auftragsanalytik

- Datenaufnahme
- Rohdatenauswertung
- Dateninterpretation und -beurteilung

Projiziert man diese Bereiche auf ein EDV-System, dann ergibt sich eine Modularisierung in LIMS-Funktionen zur Unterstützung der administrativen Arbeiten, in die Funktionen zur Rohdatenaufnahme und -auswertung, die hochspezialisierten Funktionen zur Datenauswertung und -interpretation und in die Funktionen zur Auswertung und Dokumentation von QM-Daten (s. Abb. 1). Diese einzelnen Softwaremodule tragen in unterschiedlichem Maße zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit eines Rückstandslabors bei. Unter Berücksichtigung ökonomischer Kriterien wird die Leistungsfähigkeit eines Labors mit folgenden Charakteristika gekennzeichnet:

- Qualität
- Geschwindigkeit der Analyse (Zeit zwischen Probeneingang und Ergebnisausgang)
- Effizienz
- Kompetenz.

Die Qualität der Analysenergebnisse hängt natürlich in erster Linie von der Kompetenz und dem Engagement der Mitarbeiter ab und erst in zweiter Linie vom vorhandenen QM-System. Die EDV kann hier unterstützend wirken und Werkzeuge zur Organisation der QM-Maßnahmen und zur reibungslosen Integration der QM-Maßnahmen in die Routineanalytik bereitstellen.

Die Geschwindigkeit der Analyse wird bestimmt durch den Zeitraum zwischen Probeneingang und Ergebnisausgang. Dieser Wert ist häufig entscheidend für die Auftragsvergabe. Die Anforderungen an die Analysengeschwindigkeit im freien und auch im behördlichen Laboratorium sind in den letzten Jahren rapide gestiegen. So muss ein Pestizidrückstandslabor in der Lage sein, routinemäßig einen Zeitrahmen von 48 bis 72 Stunden für die Durchführung der Analyse einzuhalten. Neben der Analytik selbst, dem Clean-up, der Chromatographie und Spektrometrie, haben die Analysenstrategie und die EDV hier Schlüsselfunktionen. Entscheidend für den Wirkungsgrad der EDV ist das Maß der Adaption an die spezifischen Anforderungen der Arbeiten.

Die Effizienz als ökonomisches Leistungskriterium berücksichtigt aber nicht

nur den Probendurchsatz im chemisch analytischen Kernbereich des Unternehmens, sie wird auch bestimmt vom Aufwand für die administrativen Arbeiten wie Berichtswesen, Rechnungswesen und Datenarchivierung. Hier spielen die LIMS-Funktionen der EDV die dominierende Rolle.

Am Beispiel der Analyse einer Teeprobe wird die Rolle des von uns entwickelten EDV-Systems für Pestizidrückstandslaboratorien verdeutlicht. Dabei stehen weniger die LIMS-Funktionen als vielmehr die Funktionen zur Unterstützung von QM-Maßnahmen und zur Datenauswertung und -interpretation und damit zur Erhöhung der Geschwindigkeit der Multikomponentenanalytik im Vordergrund.

### ■ EDV-gestützte Multikomponentenanalytik

Aufgabe des Analytikers ist in unserem Labor die Bestimmung der Gehalte von annähernd 300 Verbindungen bzw. der Nachweis ihrer Abwesenheit und die Einhaltung der gesetzlichen Höchstmengen. Dabei muss die Untersuchung so durchgeführt werden, dass gegebenenfalls auch bisher im Labor nicht bekannte Pestizide erkannt werden können. Dieser offenen Fragestellung wird die konventionelle Rückstandskontrolle mit ihren Multimethoden gerecht [1]. Die Selektivität von Clean-up und Detektionsverfahren ist dabei so ausgelegt, dass ein breites Polaritätsspektrum der Substanzen erfasst wird und gleichzeitig von den vielen Verbindungen der biologischen Matrix differenziert werden können.

Die Analysenstrategie unterteilt diese konventionelle Vorgehensweise in die



Schritte „Screening“ und „Confirmation“ und legt damit auch einen zeitlichen Ablauf fest (s. Abb. 2 oben). Im ersten Schritt der Untersuchung werden Vorschläge erarbeitet für die Zuordnung der Messsignale zu den in Frage kommenden Pestiziden. In der Absicherungsanalyse werden diese Vorschläge unter Verwendung massenspektrometrischer Verfahren validiert. Für diese Vorgehensweise wurde schon 1988 ein EDV-System vorgestellt [2]. Hauptgrund für diese sequentielle Vorgehensweise war die geringe Empfindlichkeit massenspektrometrischer Systeme. Erst wenn klar war, wonach in der Analyse gesucht wurde, konnten die MS-SIM-Parameter (Massenspektrometrische Analyse im Selected Ion Monitoring Mode) so eingestellt werden, dass ein sicherer Nachweis der fraglichen Substanzen möglich wurde.

Heute stehen dem Analytiker auf der massenspektrometrischen Seite Systeme zur Verfügung, mit denen auch ein Pestizidscreening möglich erscheint, beispielsweise die massenselektiven Detektoren mit NCI und PCI-Option (Negative- und Positive Chemische Ionisation), die aber auch im EI-Modus (Elektronenstoßionisation) deutlich empfindlicher sind als ihre Vorgängermodelle. Damit ist aus Sicht des Analytikers eine Unter-

teilung in Screening und Confirmation nicht mehr erforderlich, wenn die Probenextrakte parallel auf den bisherigen Screening-Systemen und mittels GC/MS mit NCI und PCI auf den Confirmation-Systemen analysiert werden (s. Abb. 2, Mitte). Im letzten Schritt werden dann auch apparativ Screeningssystem und massenspektrometrisches Absicherungssystem zusammengeführt (s. Abb. 2, unten). Heute führen wir die Pestizidrückstandsuntersuchungen auf einem solchen integrierten System mit zwei Kapillartrennsäulen, zwei selektiven Detektoren und einem massenspektrometrischen Detektor mit NCI- und PCI-Option

aus. Screening- und Absicherungsdaten werden zeitgleich gemessen und können, da zwei identische Trennsäulen verwendet werden, auf einfache Weise miteinander in Beziehung gebracht werden. Für diese Art der Analyse wurde zudem ein spezialisiertes Expertensystem entwickelt, um damit den Zeitvorsprung gegenüber der konventionellen Vorgehensweise weiter auszubauen. Dieses EDV-System arbeitet in Analogie zur gedanklichen Vorgehensweise des Analytikers:

- die Rohdatenauswertung für die Datenkanäle der selektiven Detektoren wie ECD und NPD liefert Retentions- und Responsewerte

- Retentionszeitverschiebungen gegenüber den Kalibrier- und Datenbankwerten sind zu kompensieren
- der Vergleich mit den Datenbankwerten liefert die ersten Substanzvorschläge
- die Bestätigung der Substanzvorschläge erfolgt über die Auswertung der Ionenspuren und Massenspektren
- die quantitative Abschätzung durch Vergleich mit entsprechenden Kalibrierdaten liefert die ersten Gehaltsdaten
- diese quantitativen Daten werden der gesetzlichen Höchstmenge oder dem für den Auftraggeber relevanten Limit gegenübergestellt und bewertet
- gegebenenfalls schließt sich eine exakte Quantifizierung beispielsweise nach der Additionsmethode an
- abschließend wird der Untersuchungsbericht verfasst.

Interaktiv unterstützt die hier beschriebene Software den Anwender bei jedem dieser Prozeduren und führt ihn im Dialog von einem Arbeitsschritt zum anderen. Dabei werden die Informationen, die im nächsten absehbaren Arbeitsschritt benötigt werden, im Hintergrund bereitgehalten und stehen auf Knopfdruck oder Mausklick zur Verfügung. Um diesen Komfort für die Dateninterpretation zu gewährleisten, bedarf es einer umfangreichen Substanzdatenbank mit folgenden Informationen:

- Retentionsdaten aller nachzuweisenden Pestizide für eine oder mehrere Kapillartrennsäulen
- Responsedaten der Pestizide für die selektiven Detektoren
- Clean-up-Informationen, beispielsweise die Elutionsreihenfolge bei der chromatographischen Aufreinigung
- Massenspektrenbibliotheken für den NCI- und den PCI-Modus
- Höchstmengen.

Gleichzeitig müssen Informationen, die gemeinhin als Erfahrungsschatz des Analytikers bezeichnet werden, in diesen Prozess der Entscheidungsfindung einfließen können, beispielsweise in Form von Vergleichschromatogrammen früherer Proben gleicher Matrix.

### ■ Chromatographiedateninterpretation einer Teeanalyse

Abb. 3 zeigt am Beispiel der Auswertung der Analyse einer Teeprobe die Vor-

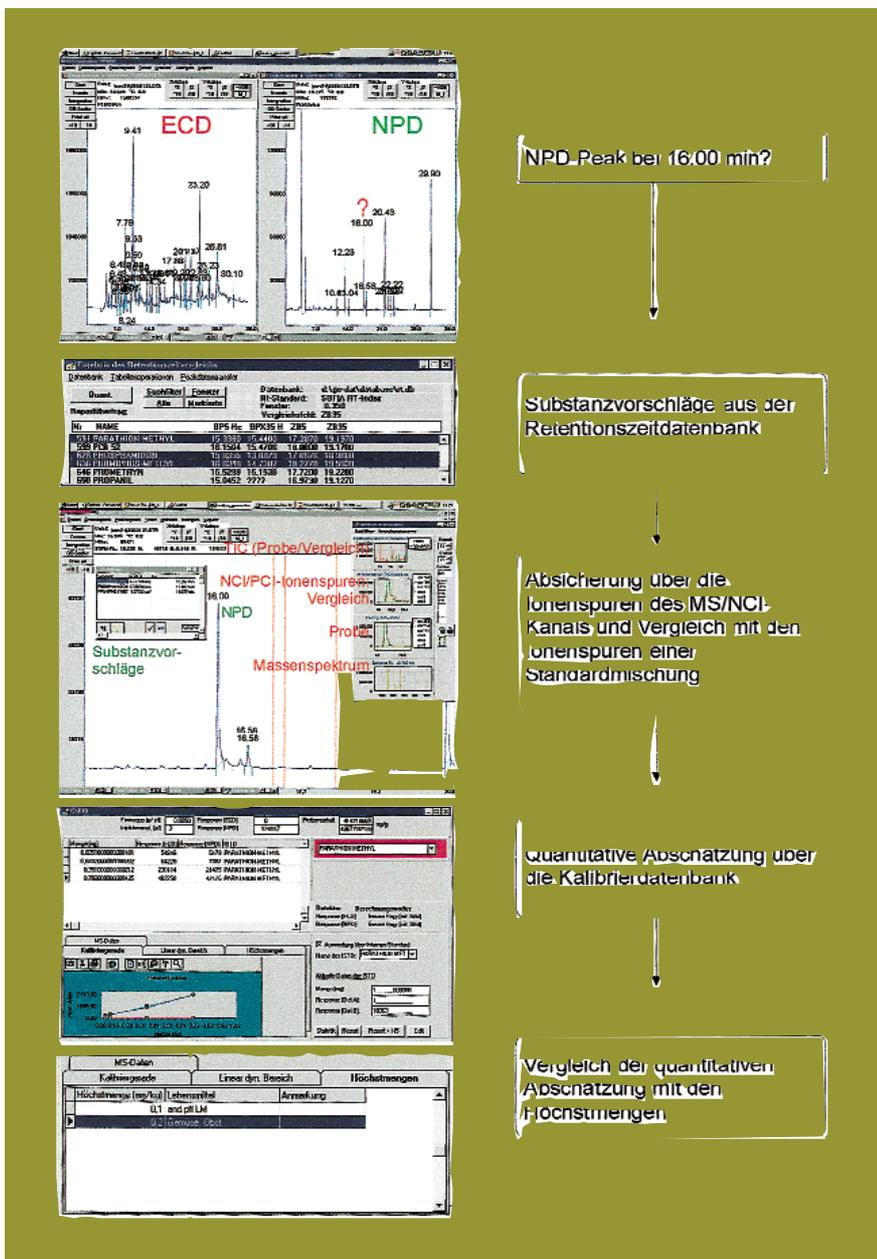
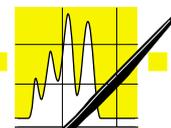


Abb. 3: Schritte der Chromatographiedateninterpretation bei der Auswertung der Analysendaten einer Teeprobe.



AUFSÄTZE

gehensweise. Fraglich ist die Zuordnung eines NPD-Signals bei 16 min. Durch einfachen Mausklick auf die Peakspitze wird die zuvor geöffnete Retentionszeitdatenbank nach Substanzen mit ähnlichen Retentionszeiten durchsucht. Dabei wird die Retentionszeit des Signals über die Retentionsdaten der mit der Probe analysierten Retentionsindexmischung korrigiert, und mögliche Verschiebungen der aktuellen Retentionsdaten gegenüber der Datenbank werden ausgeglichen. Das Zeitfenster um die korrigierte Retentionszeit des Probensignals wird vom Anwender festgelegt.

Auch Suchfilter können gesetzt werden, um den Kreis der in Frage kommenden Verbindungen einzuengen. So kann beispielsweise die Information aus dem Clean-up oder die Elutionsreihenfolge in den verschiedenen Fraktionen der Säulenaufreinigung berücksichtigt werden. Der Analytiker trifft an dieser Stelle eine erste Auswahl der in Frage kommenden Verbindungen. Damit werden gleichzeitig auch diejenigen Stellen im Chromatogramm des Probenextraktes markiert, an denen bei Verwendung einer Trennsäule mit anderer Polarität ein Signal auftreten müsste, wenn es sich um diese Verbindung handelt. Um nun den Favoritenkreis weiter einzuengen, verfügt die Software über eine Bibliothek mit den typischen Ionen in der GC/MS/NCI- oder GC/MS/PCI-Analyse. Durch einfachen Doppelklick auf den Substanzeintrag in der Liste der in Frage kommenden Verbindungen werden in einem zweiten Fenster die entsprechenden Ionenspektren für das Probenchromatogramm und das Chromatogramm einer frei wählbaren Standardmischung gezogen. Zeigen die Ionenspektren an entsprechender Stelle ein Maximum, dann gilt die Identität des Pestizids als gesichert und der Substanzeintrag wird als „confirmed“ markiert.

Parallel zu dem Vergleich der Retentionsdaten erfolgt auch eine quantitative Abschätzung des Gehaltes. Diese erfolgt wahlweise unter Berücksichtigung des Response eines internen Standards oder über eine externe Kalibrierung. Dieser Wert für den Pestizidgehalt kann mit den ebenfalls in einer Datenbank abgelegten Höchstmengen verglichen und so hinsichtlich seiner Relevanz und der Notwendigkeit einer exakten quantitativen Bestimmung eingeordnet werden.

Abschließend werden die als „confirmed“ markierten Substanzeinträge in den Report eingetragen. Der Report liefert dann die Vorlage für den Untersuchungsbefund. Mit dem Aufruf des nächsten auszuwertenden Chromatogramms werden alle im Rahmen der Chromatogrammauswertung erzeugten Daten wie beispielsweise die Retentionsmarker für Peakanfang und Peakende, Substanzvorschläge und die quantitativen Abschätzungen der Pestizidgehalte in der Probenbank abgelegt.

Mit diesem Werkzeug für die interaktive Chromatographiedateninterpretation wird nicht nur die benötigte Auswertzeit erheblich reduziert, auch die Zuverlässigkeit der qualitativen und quantitativen Aussagen wird erheblich erhöht. So muss der Analytiker die Substanzvorschläge der Software explizit ausschließen, will er das Probensignal eindeutig einer Verbindung zuordnen. Das Risiko einer falsch negativen Aussage ist damit erheblich reduziert.

### ■ Unterstützung von Qualitätssicherungsarbeiten

Wesentlich für die Qualitätssicherung in der Chromatographie ist die Überprüfung der Retentionsdaten und der Responseverhältnisse der selektiven Detektoren. Gleichzeitig muss der qualitative Zustand des Chromatographiesystems

kontrolliert werden. Die hierzu notwendigen Aussagen werden aus der Analyse speziell zusammengesetzter Testmischungen und dotierter Proben abgeleitet. Die Auswertung von Mischungschromatogrammen wird durch das hier vorgestellte Softwaresystem effizient unterstützt. Die Zusammensetzung jeder Kalibrier- und Testmischung ist über das EDV-Netz und das Datenbankinterface verfügbar und kann dem System SubCon, mit dem die Standardsubstanzen, -lösungen und Kalibriermischungen verwaltet werden, entnommen werden [3]. Lediglich ein Verdünnungsfaktor ist gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Anhand der Substanznamen entnimmt die Software der Retentionszeitdatenbank die jeweiligen Retentions- und Responsewerte und rekonstruiert so das zu erwartende Chromatogramm. Retentionszeitverschiebungen gegenüber den Datenbankwerten werden über die aktuellen Retentionszeiten einer Indexmischung kompensiert. Wahlweise können

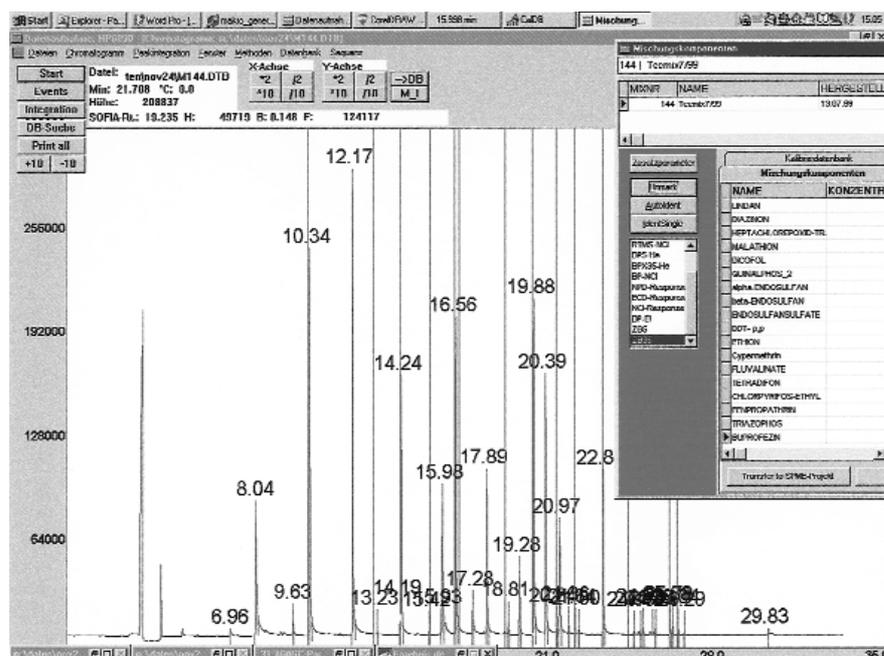
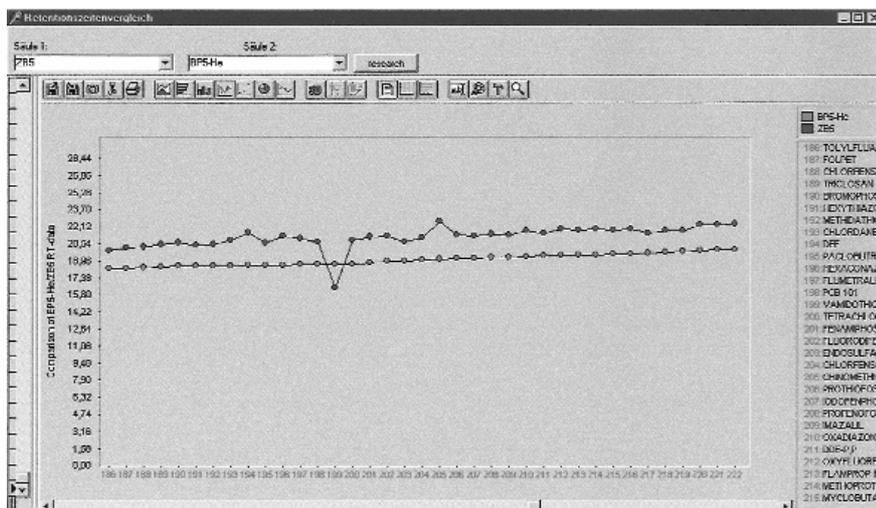


Abb. 4: Unterstützung zur Auswertung der Chromatogramme von Standardmischungen. Die Software markiert automatisch die Positionen, an denen die Signale der Mischungskomponenten erwartet werden.



**Abb. 5:** Vergleichende Kontrolle von Retentionsdaten aus der Kalibrierdatenbank. Größere Abweichungen vom Funktionsplot kennzeichnen einen möglicherweise falschen Wert.

auch konventionelle Kovats-Indizes für isotherme Chromatographie und linear temperaturprogrammierte Chromatographie herangezogen werden.

Die Peakzuordnung in einem Mischungschromatogramm kann nun visuell im Dialog mit der Software erfolgen oder aber automatisch von dem Programm ausgeführt werden. Für die visuelle Signalzuordnung wählt der Analytiker die untersuchte Standardmischung aus dem entsprechenden Katalog. Die Software markiert daraufhin auch unter Berücksichtigung eventueller Retentionszeitverschiebungen die Stellen im Chromatogramm, an denen die Mischungskomponenten eluieren (s. Abb. 4). So lassen sich auf einfache Weise die Signale durch Klick auf die jeweilige Peakspitze und anschließende Markierung der zugehörigen Substanz nacheinander zuordnen. Anschließend werden die Daten der Mischungskomponenten in eine Datenbank übertragen, um sie dann später zur Ableitung qualitativer Aussagen im Kontrollkartensystem aufbereiten zu können. Retentions- und Responsewertschwankungen lassen sich so für viele Substanzen über einen längeren Zeitraum beobachten. Wiederfindungswerte sind auf diese Weise automatisch dokumentiert.

Darüber hinaus stellt das System auch ein Modul zur Verfügung, welches die Neukalibrierung und die Rekalibrierung von GC-Trennsäulen unterstützt. Die aktuellen Werte können denen einer ähnlich polaren Säule gegenübergestellt werden (s. Abb. 5). Starke Abweichungen von

dem visuell eindeutig erkennbaren Funktionsgraphen kennzeichnen die Substanz, für die einer der beiden Werte auf den betrachteten Säulen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht korrekt ist.

### LIMS-Funktionen

Wesentliche Arbeiten nach Abschluss der Analysendatenauswertung sind die Berichterstellung und die Dokumentation und Archivierung der Analysendaten. Für die Berichterstellung werden die Analyseergebnisse zusammen mit den jeweiligen Adressdaten des Auftraggebers in standardisierte Vorlagen übertragen. Gleiches gilt für die Auftrags- und Probennummer. Werden also diese Daten beim Probeneingang korrekt vergeben, so schließt sich hier der Kreis, ohne dass zusätzliche Möglichkeiten für Fehleingaben bestehen. Auf gleiche Weise erfolgt auch die Rechnungslegung.

Die Analyseergebnisse werden vom Chromatographiedateninterpretationsprogramm automatisch in der Probandendatenbank abgelegt und stehen dann etwa für statistische Betrachtungen zur Verfügung.

### Zusammenfassung

Bei dem hier vorgestellten System handelt es sich um ein „bottom up“-System. Die verschiedenen Bereiche des Laboratoriums wurden sukzessive mit hochspezialisierten EDV-Modulen ausgestattet. Als verbindendes Element fungiert ein verteiltes dezentrales Datenbanksystem und auf der Hardwareebene ein konventionelles Netzwerk. Als zu-

sammenführendes Element arbeitet ein Datenbank-Interfaceprogramm mit LIMS-Funktionen.

Zwei wesentliche Zielsetzungen wurden mit dem Aufbau dieses EDV-Systems im Pestizidrückstandslabor erreicht:

Die Aufträge werden schneller bearbeitet. Die Zeit zwischen Probeneingang und Ergebnisausgang beträgt in der Regel weniger als 48 Stunden. Die Aussagen der Pestizidrückstandsanalytik sind sicherer. Die Auftretshäufigkeit falsch negativer oder falsch positiver Resultate kann durch die gleichzeitige Verfügbarkeit aller erforderlichen Analysen- und Vergleichsdaten auf ein Minimum reduziert werden.

### Literatur

- [1] Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg.), Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln - Methodensammlung der Arbeitsgruppe Analytik, Weinheim 1991.
- [2] Lipinski J., Stan H.-J., CAPA - Computer aided pesticide analyses - computer Programm for the automated evaluation of chromatographic data for residue analysis in foods, J. Chromatogr., 441 (1988) 213 - 225.
- [3] Reese-Stähler G., Nowak H., Verwaltung und Kontrolle von Standardsubstanzen im GLP-zertifizierten Labor mit SubCon, präsentiert als Poster auf dem Lebensmittelchemikertag 09.00 in Stuttgart.

### Kontakt

Dr. Jürgen Lipinski,  
E-Mail: jlipinski@sofia-gmbh.de

## CLB-Bezugsquellenverzeichnis

Das Bezugsquellenverzeichnis in CLB ist ein beliebter Einkaufsnachweis für unsere Leser.

Bestellen Sie heute noch Ihren Eintrag per Fax: 069/26 00-6 66.

Bei kostenloser Wahl des Stichwortes berechnen wir pro Zeile nur DM 8,90 (zzgl. MwSt.)

# Riechen, Gerüche und Olfaktometrie



Dr. Günter Kleinschmidt, Universität Rostock, und Gerd Scharfenberger, Siegwirk Druckfarben, Siegburg

**Industrie und Umweltschutzinstitutionen müssen sich verstärkt mit Entstehung, Vermeidung, Auswirkung auf den Menschen sowie Erfassung und Bewertung von Gerüchen befassen. Der Faktor Geruch schiebt sich mehr und mehr in das Interesse der Öffentlichkeit.**

Das Thema Geruch ist äußerst aktuell geworden. Bisher wurden Gerüche aus Umwelt und am Arbeitsplatz kaum als gravierendes Problem betrachtet, hauptsächlich auch, weil die einwirkenden Geruchsstoffkonzentrationen meistens in einem Bereich lagen, der keine Gesundheitsgefahren vermuten ließ. Mittlerweile achten die Menschen, die eigentlich überall, in Natur, Haushalt und gesellschaftlichem Zusammenleben der Wirkung von Gerüchen ausgesetzt sind, mehr auf Belästigungen und tolerieren diese weniger als in vergangenen Zeiten. Auch objektiv nehmen unerwünschte Gerüche durch dichtere Bebauung, neue Baumaterialien, neue Stoffe für Haushaltsgeräte, Konsumgüter, Verpackungsmaterialien, neuartige Produktionsprozesse usw. zu, und das Problem ist nicht mehr zu vernachlässigen.

Erschwerend in der Erforschung der Geruchsproblematik und des Riechens ist, dass das Phänomen Geruch stark mit subjektiv gefärbten Einschätzungen und Aussagen belastet und schwierig mit definierten Parametern zu fassen ist. Olfaktorische Daten sind stark abhängig von individuellen physiologischen Gegebenheiten, von den verwendeten Messmethoden und von psychologischen Faktoren der Probanden. Es ist deshalb nicht überraschend, wenn aus der einschlägigen Literatur zusammengetragene olfaktometrische Daten von bestimmten Stoffen oder Problemstellungen oft sehr differieren, z. B. bei Angaben zur Geruchsschwelle über mehrere Zehnerpotenzen. Prinzipiell hindernd für die Geruchs-

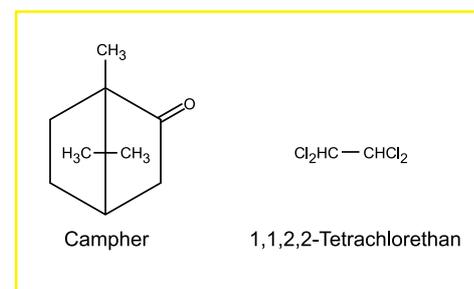
forschung ist, dass es noch keine einheitliche, akzeptable Riechtheorie gibt, kein Klassifikationssystem für Gerüche und zu wenig mit gleichen Methoden und unter gleichen Bedingungen ermittelte, d. h. vergleichbare olfaktometrische Angaben. Auch ist es noch nicht Allgemeingut, zu differenzieren zwischen sensorischer Riech- bzw. Geruchsschwelle (Wahrnehmungs- und Erkennungsschwelle), Qualität eines Riecheindrucks, Intensität eines Geruchs und seiner hedonischen Skalierung, also die einzelnen Parameter, die zur Charakterisierung eines Geruchs aufgestellt wurden, zu berücksichtigen (entsprechend den VDI-Richtlinien Nr. 3881–3883).

## ■ Geruch: Theorien und Denkansätze

Hinter allen Problemen steht im Grunde die Unkenntnis der spezifischen Sinnesenergie, d. h. wir wissen immer noch nicht, worin der eigentliche adäquate Reiz für den Rezeptor der peripheren Riechsinneszelle besteht. Die Geruchseinheit pro Volumen oder die Stoffmengenkonzentration des Geruchsträgers in Mol pro Volumen sind nur Hilfslösungen. Während beim akustischen Reiz die mechanisch schwingende Luft mit definierter Frequenz und Intensität als Auslöser einer Tonempfindung oder beim optischen Sinneskanal eine definierte elektromagnetische Schwingung (Lichtquant) für die adäquate Reizauslösung bekannt sind, ist das entsprechende Prinzip beim Riechvorgang noch nicht geklärt. Theorien und Denkansätze hat es viele gegeben, und im Zeitalter der Computersimulation entstehen neue. Sie reichen von der einfachen mechanistischen Schlüssel-Schloss-Theorie und den osmophoren Gruppen bis zu komplizierten, computergestützten Betrachtungen, in denen nicht das eigentliche stoffliche Molekül des Geruchsstoffes, sondern ein es umgebendes Energieniveau, das aus vielen Kräften, den Van-der-Waals-Kräften, resultiert, entscheidend ist für den

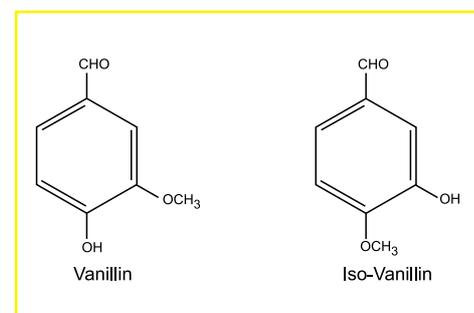
Geruch und bis zu Vorstellungen, dass bei Annäherung und Wechselwirkung mit dem entsprechenden Energieorbital des Rezeptorproteins noch Konformationsänderungen der den beiden sich nähernden „Elektronenwolken“ zugrunde liegenden Moleküle reversibel stattfinden zugunsten eines quantenmechanisch energie günstigen Zustandes.

Die bisherigen umfangreichen und aufwendigen Bestrebungen, über die Aufklärung des Struktur-Wirkungs-Verhältnisses (SAR, structure activity relationship, SIMCA-Methode, STERIMOL-Parameter etc.) zu einer Aufklärung der Chemorezeption, zu einer Klassifizie-



**Abb. 1:** Stoffe mit ähnlichem Geruch, aber völlig unterschiedlicher Molekülstruktur.

rung der Riechstoffe und rückschließend zu Erkenntnissen über den Bau der Rezeptoren zu kommen, brachten nicht den erhofften Erfolg. Eine schlüssige Riechtheorie müsste z. B. auch erklären können, warum z. B. Campher und Tetrachlorethan ähnlich riechen, aber völlig



**Abb. 2:** Stoffe mit ähnlicher Molekülstruktur und unterschiedlichem Geruch.

verschiedene Molekülstrukturen aufweisen (Abb. 1).

Andererseits gibt es viele Beispiele aus dem Bereich der Strukturisomerie, dass Stoffe mit äußerst ähnlicher Struktur völlig verschiedene Geruchseigenschaften besitzen. Vanillin beispielsweise riecht intensiv und Iso-Vanillin überhaupt nicht (Abb. 2).

### ■ Rezeptorologie als Erklärungsansatz

Durch methodische Fortschritte der Biowissenschaften in den letzten zehn bis zwanzig Jahren (Röntgenstrukturanalyse, radioaktive Markierung, Isolierung und Sequenzierung von Genen für Rezeptoren, Modellierungen mit Computerhilfe etc.) war es möglich, Zugang zur molekularen Architektur der Rezeptoren und der Vorgänge am Rezeptor zu erhalten. Die sich aus diesen Erkenntnissen etablierende Wissenschaftsdisziplin ist die Rezeptorologie. Die Rezeptorologie liefert z. B. die Vorstellung, dass nicht einfach die chemische Zusammensetzung und Struktur, sondern die daraus resultierenden Oberflächeneigenschaften der weiter oben schon erwähnten „Elektronenwolke“, also die durch Van-der-Waals-Kräfte gebildeten Energieorbitale um das Molekül, ausschlaggebend sind

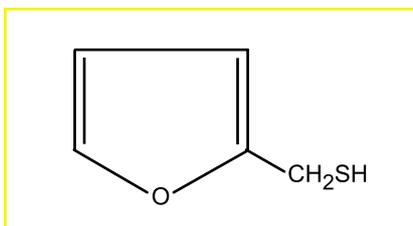
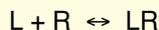


Abb. 3: Furfurylmercaptan. Hier ist der Geruch abhängig von der Konzentration.

für die Interaktion zwischen Rezeptor und Geruchsmolekül. Das wäre ein Erklärungsansatz, warum strukturell so unterschiedliche Moleküle wie Campher und Tetrachlorethan gleichen oder ähnlichen Geruch besitzen.

Ein anderes Phänomen ist die Konzentrationsabhängigkeit eines Geruchs oder Geschmacks. Ein Beispiel wäre das Furfurylmercaptan (Abb. 3). Die Verbindung hat in hoher Konzentration den für Mercaptane typischen, unangenehmen Geruch, während sie in starker Verdünnung angenehme Riechempfindungen (Aroma im Kaffee) auslöst. Auch hierfür

zur Erklärung ein Denkansatz aus moderner Sicht der Rezeptorologie: Die Interaktion zwischen Ligand L und Rezeptor R wird nach dem Komplementaritätsprinzip auf der Basis der Gültigkeit des Massenwirkungsgesetzes betrachtet:



LR kann weiterhin mit einem aktivierten Komplex  $LR^*$  im Gleichgewicht stehen. Hat bei diesen Vorgängen z. B. die Okkupationstheorie Gültigkeit, ist die Dissoziationskonstante ein entscheidender Parameter. Es wird angenommen, dass die Rezeptorproteine im Gleichgewicht unterschiedlicher Konformationen vorliegen. Denkbar wäre ein „Umklappen“ in eine andere Konformation (z. B. Sessel- in Wannenform bei cyclischen Verbindungen) bei Annäherung des Geruchsstoffmoleküls, des Liganden, an den Rezeptor. Somit erfolgt eine Gleichgewichtsverschiebung. Ob nun ein Komplex in einem für einen biologischen Effekt (Auslösung eines Reizes, der zur Geruchswahrnehmung führt) relevanten Konzentrationsbereich zustande kommt, hängt von der Gesamtenergie der Wechselwirkung ab. Bei kleiner Energie sind hohe Konzentrationen notwendig. Ein Ligand (Aromamolekül) hat z. B. bei einer gegebenen Konzentration nur einen Rezeptor. Bei der zehnfachen oder hundertfachen Konzentration vervielfacht sich die Anzahl der Rezeptoren, die als Reaktionspartner möglich sind, und das Erregungsprofil, das Riechspektrum, wird ein anderes. Es lässt sich somit über das Massenwirkungsgesetz die Abhängigkeit der Geruchsqualität von der Konzentration des Reizstoffes erklären.

### ■ Testverfahren

Beim Beurteilen der Gerüche, beim Riechen, gibt es prinzipiell drei Testverfahren, die objektive, die objektivierende und die subjektive Methode. Beim objektiven Verfahren wird ein in Konzentration, Temperatur und Feuchtigkeit genau definierter Geruchsreiz der Nase angeboten, und die evozierten Potentiale der Hirnrinde werden mittels EEG-Elektroden (Elektroenzephalogramm) von der Kopfhaut abgeleitet. Durch Vielfachreizung und Mittelung der abgeleiteten Potentiale über den Computer erhält man saubere Potentialkurven, deren Amplitu-

den und Latenzen ausgemessen und den auslösenden Geruchsreizen zugeordnet werden können. Ein für dieses objektive Verfahren geeignetes Flussolfaktometer für exakte Riechgasherstellung mit physiologischer Applikation und Hirnstromableitung kostet etwa 130 000 DM.

Bei den objektivierenden Verfahren nutzt man Reflexe, die ein wahrgenommener Geruch auslöst, so genannte Riechreiz-Folgereaktionen aus, um z. B. die Geruchsschwellen zu ermitteln. Es wurden verschiedene Methoden entwickelt, u. a. die Registrierung der Herzfrequenz, des Pupillendurchmessers, des Hautübergangswiderstandes, der Atemkurven etc.

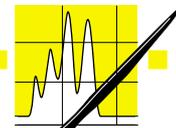
Am weitesten verbreitet sind die subjektiven Methoden der Geruchsbeurteilung und Riechschwellenbestimmung. Diese Methoden erfordern eine aufmerksame Mitarbeit der Probanden, und die Ergebnisse sind meistens subjektiv verzerrt.

Eingangs wurde bereits herausgestellt, dass die individuellen physiologischen Gegebenheiten und psychologischen Faktoren der Probanden sehr die olfaktometrischen Daten beeinflussen. Diese Variabilität in der Reizeinschätzung liegt in der Natur biologischer Systeme. Deswegen geht man bei anspruchsvollen Fragestellungen von der Ermittlung individueller Schwellen zur statistischen Bestimmung von Kollektiv- oder Gruppenschwellen über, die diejenige Geruchsträger- (oder Geschmacksstoff-) Konzentration darstellen, bei der 50 % der Probanden den Reizstoff wahrnehmen bzw. erkennen. Die Erkennungsschwelle liegt bei den chemischen Sinnen meist um den Faktor 2 bis 5 höher als die Wahrnehmungsschwelle.

Die Methoden der Schwellenwertbestimmung durch Verdünnung geruchlich belasteter Luft mit Olfaktometern, die Probenahme, Geräte, Handhabung und Auswertung sind in den VDI-Richtlinien eindeutig beschrieben und festgelegt [9].

### ■ Bestimmung von Geruchsschwellen

Sollen die Geruchsschwellen von Lösungsmitteln, Gemischen, Verpackungsmaterialien und ähnlichem bestimmt werden, bietet sich ein einfacher und bewährter Apparat an, der nach dem Prinzip der statischen Gasverdünnung arbeitet und als Verdünnungsgefäß 100-ml-



AUFSÄTZE

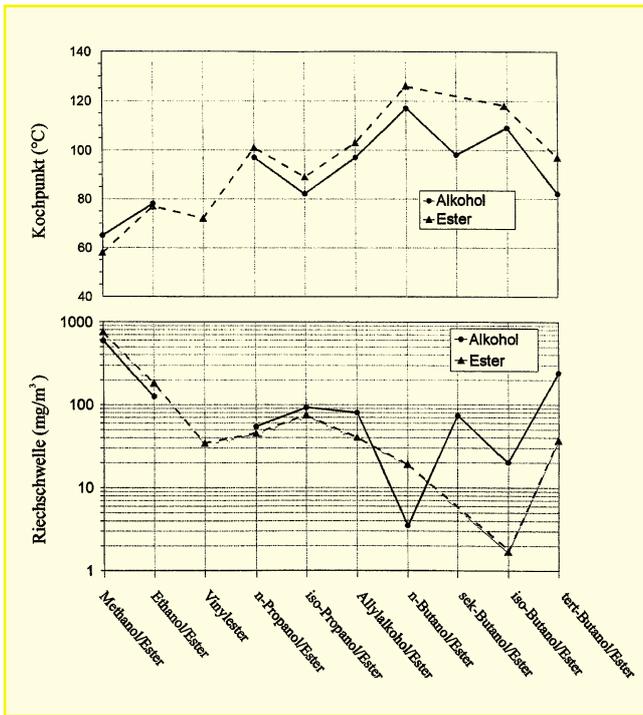


Abb. 4: Abnahme der Geruchsschwellen und Ansteigen der Siedepunkte bei Alkoholen (ausgezogene Linie) und deren Essigsäureestern (unterbrochene Linie) mit zunehmender Molmasse. Literatur [3].

Headspace-Flaschen nutzt. In die hermetisch verschlossene Flasche, die zur Druckmessung über eine Kanüle mit einem elektronischen Manometer verbunden ist, wird nach Befüllen mit z. B. 1 µl Flüssigkeit oder Verpackungstoff mit ausgemessener Oberfläche ein Überdruck von 1 bar (Stickstoff oder Luft) gegeben. Während der Entspannung über eine Metallinjektionsnadel mit Drei-

kannter Ausgangskonzentration, die Geruchsträgerkonzentration im gerade noch riechenden Gas errechnen. Das von Scharfenberger [8] entwickelte und beschriebene Gerät wurde mehrfach variiert und speziellen Fragestellungen angepasst. So existiert ein Modell, das die kontrollierte Erwärmung der zu untersuchenden Substanz ermöglicht (alle Arbeitsgänge laufen in einer thermostatisierten

wege-Hahn und angebrachter Nasenmaske erfolgt die Geruchsprüfung.

Durch Druckaufgabe (auf das Doppelte des aktuell herrschenden Umgebungsdruckes) mit nachfolgender Entspannung entstehen Verdünnungen in geometrischer Reihenfolge in der zu beurteilenden aus der Nasenmaske strömenden Luft. Die Entspannungsschritte werden wiederholt, bis kein Geruch mehr festzustellen ist. Aus der Anzahl der Entspannungen lässt sich die erfolgte Verdünnung und damit, bei be-

Box ab, aus der nur die Glasnasenmaske herausragt). Zur leichteren Entscheidungsfindung, ob das verdünnte und nunmehr erwärmt ausströmende Gas noch riecht, existiert am Gerät eine zweite Nasenmaske, die einen Nullreiz (nur entsprechend erwärmtes Trägergas) anbietet. Dieser so genannte Olfaktomat ist über die Firma LABC-Labortechnik, Hennef, zu beziehen.

Wird verstärkter Wert auf die Bestimmung einer möglichst genauen und reproduzierbaren Geruchsschwelle gelegt, empfiehlt sich die Anwendung des „triple choice“-Prinzips. Ein auf dieser Basis arbeitendes Gerät mit drei Nasenmasken, das mit gleicher Ausströmungsgeschwindigkeit zwei Nullreize (Luft oder Stickstoff) und einen Geruchsreiz in abnehmender Konzentration anbietet, wurde in Kooperation mit der Universität Rostock [3] realisiert. Zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit wurden verschiedene interessierende Lösemittel und Lösemittelgemische sowie auch die homologe Reihe (mit Isomeren) der einfachen Alkohole und deren Essigsäureester untersucht. Abb. 4 zeigt die gefundenen Geruchsschwellen vom Methanol bis zum tert. Butanol, die Schwellen der zugehörigen Essigsäureester, die Veränderungen mit steigender Molmasse, die Abweichungen der Isoverbindungen und die Korrelation mit dem Kochpunkt der Verbindungen in entgegengesetzter Tendenz.

### Hedonik: emotionale Bewertung

In jüngster Zeit befasst sich die Forschung auf dem Gebiet der Gerüche verstärkt mit der Untersuchung eines speziellen Parameters, der zur vertieften Charakterisierung eines Geruchs erforderlich ist, der Hedonik. Die Hedonik eines Geruchs ist ein Teilaspekt einer gefühlsmäßigen (emotionalen) Reaktion. Die Hedonik wird durch einordnende Bewertung des Reizes auf einer Kategorienskala zwischen den Merkmalspolen „äußerst

Name		Vorname		Hedonik		Datum		
m	w	Alter		Geruchswirkung im überschwelligem Bereich				
Beispiele:		Benzin		Chanel Nr. 5				
Aas								
Fäkalien								
Faule Eier								
-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
äußerst unangenehm				weder angenehm noch unangenehm			äußerst angenehm	
Univ.-HNO-Klinik Rostock // Dr. Kleinschmidt (0381) 4948344								

Abb. 5: Dokumentationschein für Hedonik-Untersuchungen. Unter dem Schein (hier nicht gezeigt) befinden sich die Zahlen bis zur Anzahl der entsprechend nummerierten Testsubstanzen. Hinter diese Zahlen ist vom Probanden gemäß seiner geruchlichen Einschätzung die Kategorie nach obiger Skala zu setzen.

angenehm“ und „äußerst unangenehm“ ermittelt. Wir verwenden nach Peryam und Pilgrim [6] eine eindimensionale Hedonismusskala mit numerischer Skalierung von -4 über 0 bis +4. Semantisch belegt ist außer den Eckpunkten nur noch die Mitte 0 mit „weder unangenehm noch angenehm“. Abweichend von den VDI-Richtlinien testen wir in einem zeitlich verkürzten Verfahren in nur einer Konzentration im überschwelligem Bereich. Auch über diesen Teilaspekt der Geruchsforschung wurden in Zusammenarbeit mit der HNO-Klinik der Universität Rostock Untersuchungen durchgeführt. Abb. 5 zeigt den verwendeten Dokumentationsschein.

Eine Untersuchungsreihe mit 20 Testsubstanzen und 50 Probanden [4] sowie eine Untersuchung mit auf 40 Substanzen erweitertem Programm und 83 Probanden [5] ergab übereinstimmend, dass z. B. in die Kategorie 0 häufig Moschusketon und Ethanol eingruppiert werden. Als leicht angenehm (+1) werden IsoAmylether und 2-Phenylethanol, als leicht unangenehm (-1) Cyclohexan und o-Nitrotoluol eingestuft. Abb. 6 zeigt zwei typische Histogramme.

Die Ergebnisse sind interessant für die Konsumgüter produzierende Industrie, z. B. bei Materialien, die für die Innenausstattung von Wohnungen, im PKW-Bau oder in der Verpackungsindustrie Verwendung finden.

Die Zusammenarbeit des Druckfarbenunternehmens Siegwerk mit der Universität Rostock erstreckt sich auch auf Untersuchungen über Mischgerüche. Die Ergebnisse der Bestimmung von Geruchsschwellen und hedonischer Skalierung einzelner Lösemittel fließen ein in die Bestimmung von Geruchsparametern industriell verwendeter Lösemittelgemische, die aus den untersuchten Einzelkomponenten bestehen. Denn trotz komplizierter Modelle und Formeln zur „Berechnung“ von Mischgerüchen ist, genau wie in der Parfümerie beim „Komponieren von Gerüchen“, immer noch die Empirie an erster Stelle angezeigt.

Prinzipiell sind beim Mischen geruchsaktiver Substanzen verschiedene Erscheinungen beobachtet worden. Abgesehen von der Möglichkeit chemischer Reaktion, können beim Mischen zweier riechender Komponenten A und B bezüglich der Riechschwelle RS auftreten:

Independenz  $RS\ A+B = RS\ A\ \text{oder}\ RS\ B$   
 Subtraktion (Counteraction)  $RS\ A+B < RS\ A\ \text{oder}\ RS\ B$   
 Addition  $RS\ A+B = RS\ A + RS\ B$   
 Synergismus  $RS\ A+B > RS\ A + RS\ B$

Independenz	$RS\ A+B = RS\ A\ \text{oder}\ RS\ B$
Subtraktion (Counteraction)	$RS\ A+B < RS\ A\ \text{oder}\ RS\ B$
Addition	$RS\ A+B = RS\ A + RS\ B$
Synergismus	$RS\ A+B > RS\ A + RS\ B$

**Ausblick**

In der Aromaforschung hat sich die Gaschromatographie-Olfaktometrie etabliert. Leistungsstarke Gaschromatographen zerlegen riechende Gase in ihre Komponenten, die Identifizierung aber wird der menschlichen Nase überlassen. Auch leben wir bereits im Zeitalter künstlicher, elektronischer Nasen, die durchaus z. B. zur Qualitätsüberwachung gewisser Produktionsprozesse eine Bedeutung haben, aber nie unsere Nase ersetzen können – denken wir nur an den Vorgang

der hedonischen Skalierung von Gerüchen.

Zum Schluss ein Satz zum Nachdenken – von einem großen Künstler, der es auf Grund seiner starken surrealistischen Ambitionen gespürt, empfunden und gewusst haben muss:

„Von unseren fünf Sinnen ist der Geruchssinn sicher derjenige, der den besten Eindruck der Unsterblichkeit vermittelt“ (Salvador Dalí)

**Literatur**

[1] Bay, E.: Geruchs- und Geschmacksstörungen. Med. Welt (Stuttgart) 42 (1961) 2143.  
 [2] Kittel, G.: Die Pathologie des Geruchsinnes. HNO 18 (1970) 129-132.  
 [3] Kleinschmidt, E. G., Just, T., Scharfenberger, G., Worthmann, S., Zillger, W.: Riechschwellen niedriger einwertiger Alkohole und deren Ethansäureester. Rostock. Medizin. Beitr. 9 (2000) 271-276.  
 [4] Kleinschmidt, E. G., Scharfenberger, G., Just, T.: Hedonik-aktuelle Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der Gerüche. Rostock. Med. Beitr. 9 (2000) 277-283.  
 [5] Kleinschmidt, E. G., Just, T., Worthmann, S., Scharfenberger, G.: Determination of Hedonic Odour Tone of 40 Substances. In: Jahnke, K., Fischer, M. (Hrsg.): EUFOS-Kongress Berlin 13.-18. Mai 2000, Verlag Monduzzi Editore, Bologna, Italien 2000.  
 [6] Peryam, D. R., Pilgrim, F. J.: Hedonic scale method of measuring food preference. Food Technology, Symposium Sept. 1957, 9-14.  
 [7] Plattig, K.-H.: Spürnasen und Feinschmecker. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1995.  
 [8] Scharfenberger, G.: Alternative Bestimmung der Geruchsqualität. Papier u. Kunststoff-Verarbeiter 10 (1990) 38-40.  
 [9] Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinien „Olfaktometrie“, Ausgabe 9/94, Beuth Verlag Berlin 1994.

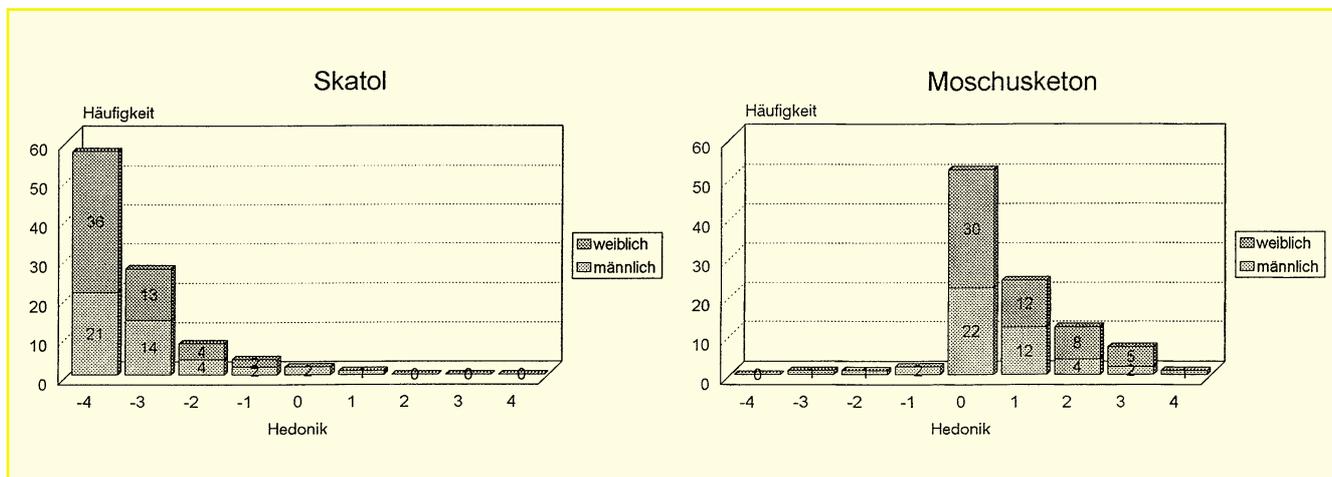


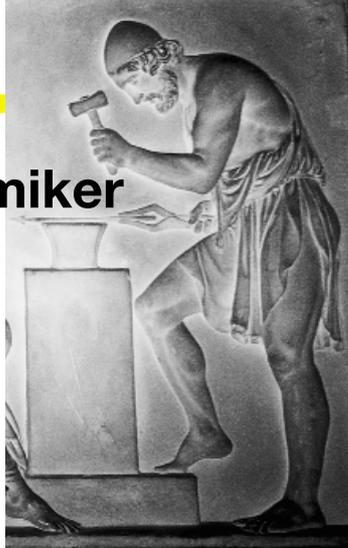
Abb. 6: Typische Häufigkeitsverteilung auf der hedonischen Kategorienskala für zwei Substanzen [4].

# Vulcanus als Chemiker

**Bilder von Vulkanausbrüchen im Fernsehen faszinieren und erschrecken zugleich. Geologen, Chemiker und auch Künstler haben sich immer wieder mit dieser Naturgewalt beschäftigt.**

Bei den alten Römern und Griechen war *Vulcanus* (bzw. Hephästos) der Gott des Feuers und der Erfinder sowie Beschützer der Schmiedekunst und anderer Gewerbe, die mit Hilfe des Feuers ihre Tätigkeit verrichteten. Vulcan(us) war ein Sohn Jupiters (griech. Zeus) und der Juno (griech. Hera). Nach der griechischen Sage soll er ein hässliches Kind gewesen sein und deshalb vom Olymp gestürzt und bei dem Fall auf die Insel Lemnos an den Füßen beschädigt worden sein. So wurde er zum hinkenden Gott. Zwei Seegöttinnen zogen ihn in einer Grotte auf. Die Werkstätten des Vulcanus werden in den Sagen des Altertums auf Lemnos (Limnos im nördlichen Ägäischen Meer), unter dem Ätna auf Sizilien und auf den liparischen (äolischen) Inseln genannt, wo noch heute eine Insel seinen Namen – *Vulcano* – trägt. Vulcanus soll u. a. die Donnerkeile Jupiters, den kunstreichen Schild des Achilles, den Schild des Hercules und die Krone der Ariadne gefertigt haben. Den Prometheus (Titan der griech. Mythologie) schmiedete er an den Kaukasus.

Im Mittelalter gehörten auch die frühen Chemiker, die *Chymisten*, zu denen, die sich vor allem der *Kunst Vulcani*, also des Feuers, bedienten. Zu den „vulkanischen Künstlern“ gehörten Schmiede und auch Metallurgen, Probierer sowie Münzmeister. Vor allem im 16. Jahrhundert erschienen zahlreiche Bücher, die sich mit der Kunst des Vulcanus beschäftigten – mit Titeln wie *Bergwerksbüchlein*, *Probierbüchlein* und „*Pirotechnia*“ (erschien 1540) von Vannoccio Biringuccio (1480–1538), dem ersten umfassenden Werk über die Metallurgie seiner Zeit [1]. Zu den Vulkanisten im weitesten Sinne gehörten auch die Salpetersieder, Salzsieder, Feuerwerker u. a. handwerkliche, hauptsächlich die Kraft des Feuers nutzende Berufe. Aus den Künsten entwickelte sich eine angewandte Wissenschaft, deren Erfahrungen wiederum die Grundlage für



eine viel spätere wissenschaftliche Chemie lieferten.

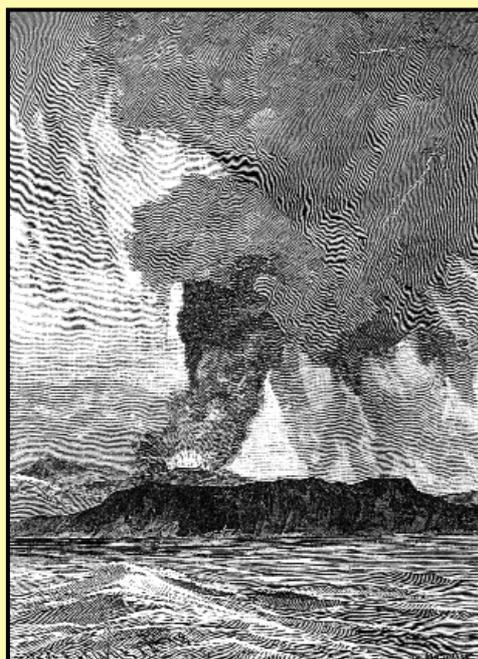
## Stickstoffbor-Synthese im Vulcano?

In Europa ist vor allem Italien das Land der Vulkane. Im alten Rom wurde Vulcanus durch die jährlichen Vulcanalienfeste geehrt. Namen wie Vesuv, Ätna und Stromboli sind allgemein bekannt. 1846 reiste auch der Göttinger Chemiker Friedrich Wöhler (1800–1882) erstmals nach Italien und dort bis Neapel. 1847 schrieb er seinem Freund Justus Liebig in Gießen vor und nach seiner zweiten Italienreise u. a.: „Lieber Freund, von der Pracht und Herrlichkeit dieser Natur hast Du keinen Begriff, und an dem Kraterende eines activen Vulcans zu stehen, mit der prachtvollsten Aussicht, die es in der Welt giebt, ist doch im Leben etwas werth.“ (22. Juli 1847) – „Ich habe eine

neue Spazierfahrt nach Italien gemacht... In Neapel traf ich Piria [Rafaele P. (1815–1865), Chemie-Professor in Turin], der Dich grüßen läßt. Ich war mit ihm und Scacchi [Arcangelo S. (1810–1893), Mineralogie-Professor in Neapel] und meinem Reisegefährten Peter Riess [(1805–1883), Physik-Professor in Berlin] auf dem Vesuv, wo wir Zeugen der prächtigsten Eruptionen und Lava-Ergüsse wurden (19. Oktober 1847) [2].

Zehn Jahre später beschäftigte sich Wöhler mit dem von William Henry *Balmain* (1817–1880, ab 1870 erfolgreicher Fabrikant der Balmain-Phosphore auf Cadmiumsulfid-Basis in England) entdeckten „Stickstoffbor“ (BN)<sub>n</sub> – Bornitrid – und stellte im Zusammenhang mit der Chemie der Vulkane in einem Brief an Liebig (9. Dezember 1857) folgende interessante Betrachtungen an [2]:

„Das gleichzeitige Vorkommen von Bor und Ammoniak im Vulcan von Vulcano [Vulcano] und das der Borsäure und der Ammoniaksalze in Toscana könnte



**Abb. 1:** „Ein Vulkan-Ausbruch“ – aus „*Von der Erde bis zum Monde*“ von M. Wilhelm Meyer, Mitbegründer der *Urania* (1888) in Berlin, in „*Sammlung populärer Schriften*“, herausgegeben von der Gesellschaft *Urania* in Berlin, No. 1 (1891).

mit der Existenz von Stickstoffbor im Zusammenhang stehen. Bor verbindet sich direct mit dem Stickstoff der Atmosphäre. Stickstoffbor ist höchst indifferent und feuerbeständig, aber mit Wasserdampf bildet es Borsäure und Ammoniak, also mit Meerwasser Salmiak. Man hat daher in dem Bor ein Element, durch das der Stickstoff der Atmosphäre in

sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid, gasförmiger Schwefel, Kohlenstoffmonoxid, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Chlor- und Fluorwasserstoff – und auch Ammoniak und Borsäure sowie mitgeführte Chloride der Alkalimetalle und des Eisens, je nach der Geologie des Ortes. Somit ist eine Synthese

diese seit 1777 betriebene Gewinnung von Schwefel, Ammoniak und Borsäure in Italien, wo an jungen Bruchlinien schwefelhaltige, 160 bis 190 °C heiße Gase entströmen, zielt auch Wöhlers Bemerkung in seinem Brief an Liebig.

### Vulkane in Italien und der Bildhauer Thorvaldsen

Zu den „berühmt-berüchtigtsten 101 Vulkanen der Welt“ [4] zählen in Italien der *Ätna* im Norden Siziliens – seit seinem ersten belegten Ausbruch 1500 vor Christus 150mal aktiv, zuletzt 1992 –, der *Stromboli* westlich von Italien, „Leuchtturm des Mittelmeeres“ genannt, mit größeren Ausbrüchen an Lavaströmen alle paar Jahre, der *Vesuv* östlich von Neapel, dessen Ausbruch 79 nach Christus Pompeji zerstörte (1944 zum letzten Mal ausgebrochen) und der *Vulcano* westlich von Italien, deren Insel für alle Vulkane namensgebend war (letzter Ausbruch 1988). In den Grotten der Insel Vulcano und an den Kraterflanken wurden bis zum Vulkanausbruch von 1880 durch bis zu 500 Gefangene pro Jahr 100 Tonnen Alaun, 20 Tonnen Schwefel und 10 Tonnen Borsäure abgebaut [5].

Den Chemiker zu Besuch im Kopenhagener Museum des dänischen Bildhauers Bertel Thorvaldsen (1770–1844), des bedeutendsten Klassizisten der skandinavischen Bildhauerkunst, beeindruckten u. a. eine Statue und ein Relief des römischen Gottes Vulcanus (Abb. 2). Dargestellt wird er als bärtiger Mann, mit einem leichten Gewand bekleidet, das Haupt mit einer Mütze bedeckt, den Hammer in der rechten, die Zange in der linken Hand – schmiedend vor dem Amboss. Als der Gott Vulcanus nach seiner



**Abb. 2:** Relief „Venus, Mars und Amor in der Werkstatt Vulkans“, Thorvaldsen-Museum in Kopenhagen, Höhe 75,7 cm, Breite 137 cm.

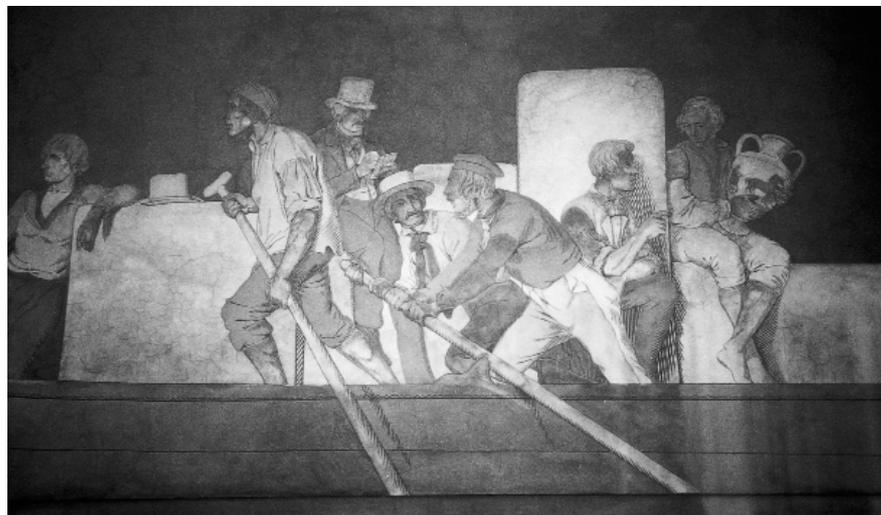
Ammoniak verwandelt und in die lebende Natur übergeführt werden konnte.“

Bornitrid fällt bei der vollständigen „Ammonolyse“ von Borhalogeniden (bei Rot- bis Weißglut – auch aus den Elementen) in der hexagonalen Modifikation als schuppiges, farbloses Pulver an, ist thermisch sehr beständig (bis 3000 °C nicht geschmolzen) und ähnelt in seinem Aufbau dem Graphit. Bor- und Stickstoffatome bilden eine so genannte „Bienenwabenstruktur“ – ebene Schichten aus regelmäßigen Sechsecken. Bei hohen Drücken und Temperaturen erfolgt eine Umwandlung in die kubische Diamant-Modifikation, „anorganischer Diamant“ bzw. Borazon genannt. An der Luft verbrennt das Borazon bei 1900 °C zu Bortrioxid.

### Vulkanische Gase

Vulkanologen verstehen die vulkanischen Gase als „auslösendes Agens vulkanischer Eruptionen“ [3]. Die wesentlichsten Bestandteile vulkanischer Gase

auch von Bornitrid in einem Vulkan nicht unwahrscheinlich. Die Zusammensetzung vulkanischer Gase ist vor allem auch von der Austrittstemperatur abhängig, die ein breites Temperaturspektrum von 60 bis 1200 °C einnimmt. Als Nutzen des Vulkanismus wird u. a. auch die Gewinnung von Borax genannt – Beispiel Larderello im Toskanischen Erzgebirge, das erste in großem Maßstab genutzte geothermische Dampffeld der Erde. Auf



**Abb. 3:** Bildliche Darstellung des Transports der Thorvaldsen-Werke aus Italien nach Kopenhagen 1838 auf der Fregatte Rota auf einer Außenwand des Thorvaldsen-Museums (Porthusgade 2 bei Schloss Christiansborg).

Fotos: Schwedt



## CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK

### Autoren- und Sachwortregister

#### 51. Jahrgang 2000

UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG · Breidenstein GmbH · Frankfurt am Main

#### Aufsätze 2000

- Beyer, Torsten  
E-Commerce-Portale im Internet .....284, 341, 367
- CLB-Redaktion  
50 Jahre CLB .....124
- Dauwe, Christian; Hofe, Thorsten; Reinhold, Günter  
Vielseitiges Medium für GPC-, Bio- und Polymeranalysen .....174
- Dauwe, Christian; Reinhold, Guenter  
Sulfonsäure-Ionenaustauscher für die HPLC-Analyse organischer Säuren .....253
- Dauwe, Christian; Reinhold, Guenter; Gertz, Christian  
Chromatographische Qualitätsuntersuchungen natürlicher Öle und Fette .....456
- Emunds, Stefan  
Elektroluminisierende Polymere .....132
- Eymann, Rolf; Hauck, Heinz Emil  
Antibiotika-Bioautographie .....204
- Feifel, Susanne; Pendl, Roger; Caviezel, Rafael  
Bestimmung von Gesamtfett und Buttersäure .....48
- Feuerstein, Michaela; Schlemmer, Gerhard  
Simultane Elementbestimmung in Grund- und Oberflächenwässern .....4
- Flórián, Karol; Haßler, Jürgen; Kuß, Heinz-Martin  
Bogenentladung als spektrochemische Strahlungsquelle .....180, 221, 334
- Furchheim, Bettina  
Lebensmittelbestrahlung .....87
- Gehm, Lothar  
Durch Viskositätsmessung Kosten sparen .....293
- Geyer, Jutta; Flock, Jörg; Längen, Susanne  
Laserinduzierte Emissionsspektrometrie für die Produktionskontrolle im Hochofenbereich .....248
- Heinze, Petra; Isengard, Heinz-Dieter  
Wasserbestimmung in Invertzucker- und Fructosesirup mittels Halogentrockner .....44
- Held, Nicole; Hausmann, Michael; Perner, Birgit; Greulich, Karl-Otto  
Optische Rasternahfeldmikroskopie in der Zytogenetik .....324
- Höfler, Frank  
Extraktion von Additiven aus Polypropylen und Polyvinylchlorid .....56
- Isengard, Heinz-Dieter; Schmitt, Kornelia  
Bedeutsamkeit der Probenaufbereitung für das Analyseergebnis .....244
- Janßen, A.; Flock, J.  
Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenzspektrometrie .....166
- Jany, Klaus-Dieter; Tomicic, Goran  
Gentechnisch modifizierte Lebensmittel .....370, 409
- Kicinski, H. G.  
Gaschromatographische Umweltanalytik .....18  
Pumpen- und Gradientensysteme in der HPLC .....52  
Lebensmittelanalytik mit der UV/Vis-Spektrometrie .....97  
Probenvorbereitung und Probenreinigung für die Gaschromatographie .....460
- Klinkner, Roman  
Laboratorien im Web .....408
- Kuß, Heinz-Martin; Telgheder, Ursula  
Eigenschaften und Herstellung von Graphiten für die AAS .....416
- Langer, Andreas; Kuß, Heinz-Martin; Jansen, Hans-Werner; Flock, Jörg  
Bestimmung von Alkaligehalten im Hochofenprozess zur Eisengewinnung .....444
- Nölte, Joachim  
ICP-OES: Entwicklungen in den letzten 25 Jahren .....286  
ICP-Emissionsspektrometrie zur Platin-Bestimmung .....376
- Oelichmann, Joachim  
Schnelle Bestimmung von Vinylacetat in EVA-Copolymeren .....129
- Schmidt, Jochen  
Massengesteuerte präparative HPLC .....364
- Schultze, Dietrich; Utschick, Hermann  
100 Jahre DTA - Rückblick und Ausblick (Teil 2) .....8
- Schulz, M.; Matuschewski, H.; Wenschuh, H.; Thiele, T. A.; Ulbricht, M.; Schedler, U.  
Funktionalisierte Polymeroberflächen .....84
- Schwedt, Georg  
Geochemische und Geo-Analytik .....22  
HPLC von Inositphosphaten .....257  
25 Jahre Ionen-Chromatographie .....404
- Soergel, Fritz; Heldt, Knut; Wiese, Monika; Utschick, Hermann  
Härtung eines Kunststoffes .....297

Telgheder, Ursula; Benninghoff, Claus; Pilger, Heike; Puvrmacher, Erika Direkte Bestimmung von Element- verunreinigungen in Prozessgasen . . . . .	.217
Volmer, Dietrich A.; Günther, Wolfgang LC-MS mit Ionenfallen . . . . .	.90
Wilke, Dorit; Geisler, Matthias; Hahn, Michael; Matschiner, Hermann Summarische Bestimmung von organischen Schwefelverbindungen . . . . .	.13
Wünschiers; Röbbbe; Wünschiers, Catherine; Borzner, Steffen Molekularbiologie: Ein historischer Rückblick . . . . .	.138
Wünschiers; Röbbbe; Borzner, Steffen Metalle in der Biologie . . . . . Apoptose – Wenn Zellen sterben . . . . .	.210 .328
Ziegler, T.; Weichbrodt, G.; Flottmann, D.; Kotz, L. Laser-Atomabsorptionsspektrometrie (LAAS) . . . . .	.164
Zinn, Thomas; Wünschiers, Röbbbe; Borzner, Steffen Die Polymerase-Kettenreaktion und ihre Anwendung . . . . .	.449
zur Mühlen, Ekkehard Thermische Analyse mit hoher Ortsauflösung . . . . .	.207

## Rubriken

<b>Umschau</b> 26, 59, 102, 144, 184, 227, 262, 300, 344, 381, 421, 465
<b>Forschung und Technik</b> 72, 100, 150, 191, 232, 268, 310, 352, 394, 432, 474
<b>Literatur</b> 37, 71, 113, 155, 193, 234, 271, 312, 353, 391, 434, 472
<b>Software</b> 36, 70, 112, 154, 194, 233, 269, 313, 355, 390, 475
<b>Wirtschaft</b> 38, 69, 111, 152, 192, 235, 270, 314, 354, 392, 431, 473
<b>Neue Produkte</b> 32, 74, 114, 156, 195, 236, 272, 316, 356, 396, 436, 476

## CLB-Memory 2000

<b>Ellmer, Reinhold</b> Basiswissen Sustainable Development . . . . . Mit Software lernen (2): Fehlerfortpflanzung . . . . . Destillation und Rektifikation . . . . .	.M 45, M 88  .M 47 .M 52
<b>Fischer, Günter</b> Organische Chemie für Ingenieure . . . . .	.M 1, M 20, M 28, M 50, M 73

<b>Galster, Helmuth</b> Einführung zum pH-Wert und seiner Messung . . . . .	.M 6, M 14
<b>Heimgärtner, Harald</b> Aus der Schule für die Schule: Multimedia in der Lehre der Chemie . . . . .	.M 43
<b>Hess, Michéle; Andrea Hönscheid</b> Und es geht doch . . . . .	.M 75
<b>Keller, Friedhelm</b> Mikrobiologische Arbeitstechniken . . . . . Mikroskopische Präparatetypen . . . . .	.M 17, M 25, M 33, M 41 .M 77, M 81
<b>Koch, Karl-Heinz</b> Die Bewertung von Prüfungsleistungen in der Chemieausbildung . . . . .	.M 3
<b>Krapp, Werner</b> Braucht die Berufsschule keine Fächer mehr? . . . . .	.M 39
<b>Kusch, Peter; Thielen, Antje; Knupp, Gerd; Nick, Klaus J.</b> Elementselektive gaschromatographische Detektoren im Praktikum der instrumentellen Analyse . . . . .	.M 9
<b>Malati, Mounir. A.</b> Trends in Electrode Potentials . . . . .	.M 90
<b>Marotzki, Stefan</b> Biotechnologie und Gentechnik in Industrie und Gesellschaft . . . . .	.M 84
<b>Rodamer, Michael; Jakob, Verena; Armstrong, Timothy</b> Coffein und Theobromin im menschlichen Speichel . . . . .	.M 65
<b>Sorbe, Günter</b> Notfallchemie . . . . .	.M 37, M 46, M 54, .M 72, M 94
<b>Werner, Wolfgang</b> Chemikalienflecken an den Händen . . . . . Labortips . . . . . Metalle . . . . .	.M 15 .M 15, M 23, M 36, M74 .M 29, M 38
<b>Zimmermann, Tobias J.</b> Kompostierbarer Kunststoff durch chemischen Umbau von PET-Getränkeflaschen . . . . .	.M 57
<i>Wettbewerbe, Messen</i> Die Bildungsmesse Interschul/didacta in Köln . . . . . 35. Bundeswettbewerb Jugend forscht in Paderborn . . . . . Junge Umweltforscher auf der EXPO 2000 in Hannover . . . . . Worldwide Young Researchers for the Environment (WYRE) . . . . . Internationale Schülerolympiaden 2000 . . . . .	.M 27  .M 49 .M 52 .M 89 .M 96
<i>Programmiert geprüft</i> Bio-Sektor . . . . . Chemie-Sektor . . . . . <i>Software, Bücher, Lehrmittel</i> Ionennachweise multimedial . . . . . Bewegte Physik-Bilder . . . . . Zum Thema Multimedia . . . . .	.M 8, M 24, M 38, M 56, M 80 .M 16, M 32, M 48, M 64, M 88  .M 16 .M 55 .M 94
<i>Schule, Ausbildung, Beruf</i> Was die Auszubildenden 1999 verdienten . . . . .	.M 24

Die chemische Industrie fördert die besten Abiturienten . . . . .	.M 27
BTA-Ausbildung in der Hansestadt Hamburg . . . . .	.M 35
Neuordnung von Berufen . . . . .	.M 48
Zur dualen Berufsausbildung . . . . .	.M 48
Auszubildendenzahlen . . . . .	.M 48
Genomix . . . . .	.M 87
Duale Berufsausbildung . . . . .	.M 87

### Kurzmeldungen

30 Jahre BIBB . . . . .	.M 55
DECHEMAX . . . . .	.M 79
Molekülmodelle in Glas . . . . .	.M 79
Stilblüten . . . . .	.M 80
Kanzlerempfang . . . . .	.M 96
Azubizahlen . . . . .	.M 96
Prüfungswesen . . . . .	.M 96

### Wenig Bekanntes

Schwefelhexafluorid . . . . .	.M 63
-------------------------------	-------

### Suchbild

. . . . .	.M 7, M 16, M 24, M 32, M 52
-----------	------------------------------

## Sachwortregister

Abbau; Biologischer . . . . .	.M 59
Abbaubare Produkte . . . . .	.109
Abfallbehandlung; Thermische – . . . . .	.147
Abfälle; Thermische Entsorgung spezieller –	.147
Abflämmen . . . . .	.M 35
Abgaskatalysatoren . . . . .	.432
Abiturienten; Die chemische Industrie fördert die besten – . . . . .	.M 27
Abklingzeiten . . . . .	.469
Absinth als Heilmittel und Gift . . . . .	.311
Absorptionskante . . . . .	.173
Accelerated Solvent Extraction (ASE) . . . . .	.56
ACHEMA 2000 . . . . .	.146
Achema 2000 . . . . .	.190
Acidolyse . . . . .	.M 59
Acrylsäure . . . . .	.354
Additionsreaktionen . . . . .	.M 20
Additive für PVC . . . . .	.270
Additive(n); Extraktion von – . . . . .	.56
Adenin . . . . .	.141
Adern aus Cellulose . . . . .	.311
Adsorption an festen Trägern . . . . .	.463
Aegyptisch Blau . . . . .	.421
Aerosil; Pyrogene Kieselsäure – . . . . .	.144
Aflatoxine . . . . .	.429
Agrochemikalien . . . . .	.431
AIDS . . . . .	.332
Aids; Impfstoff gegen – . . . . .	.268
Akkreditierte Membrancharakterisierung . . . . .	.430
Akzeptanzbarrieren . . . . .	.184
Alaunsieder . . . . .	.26
Alkaligehalte im Hochofenprozess . . . . .	.444
Alkylbenzylsulfonate . . . . .	.13
Allergiker; Guayule-Gummi gegen – . . . . .	.232
Alternativen zu Tierversuchen . . . . .	.145
Aluminiumpigmente . . . . .	.30
Alzheimer Erkrankung . . . . .	.332
Alzheimer; Pflanzliche Mittel gegen – . . . . .	.310
Aminolävulinsäure; 5- – . . . . .	.150
Aminosäuren; Fluoreszierende – . . . . .	.433
Amperometrische Detektion . . . . .	.406
Analyse von Roheisen . . . . .	.249
Analyse; Qualitative anorganische - (Literatur) . . . . .	.234
Analysenwellenlängen von Platin . . . . .	.377
Analytica 2000 . . . . .	.106
Analytik reaktiver Gase . . . . .	.349
Analytik-Reinraumlabor . . . . .	.146

Analytik; Museum für Instrumentelle –	465
Analytische Chemie (Literatur)	271
Angströmquelle Karlsruhe	308
Anionische Tenside	13
ANKA; Synchrotronstrahlungsquelle –	308
Annealing	452
Antarktis; Radioaktive –	474
Antibiotika-Bioautographie	204
Antioxidantien	57
Antirheumatika im Rhein	31
AOS	14
Apoferitin	214
Apoptose	328
Apoptosom	330, 331
Arbeitsplatz-Grenzwerte (Literatur)	391
Arbeitsschutz (Literatur)	37
Argonfluorhydrid	432
Arkanisten	26
Aromastoffe	431
Aromen	373
Arsenschäden in Bangladesch	191
Arzneimittel und Biotechnologie	M 85
Arzneimittelrückstände in aquatischen Ökosystemen	32
ASE	56
Atomisierungseinheiten für Zeeman-AAS	416
Atomspektrometrie	348
ATR	129
Aufbereitung von cyanidhaltigen Abwässern	148
Aufschlussverfahren in der Gesteinsanalytik	24
Aufschwung Ost (Wirtschaft)	473
Ausbildungsvergütungen	24
Autoklavieren	M 41
Automatisierte präparative HPLC	366
Autotroph	267
Aventis Pharma Deutschland GmbH	152, 392
Azubizahlen	M 96
<b>BAK</b>	107
Bakterien; Cyanidabbau durch –	148
BASF AG	38, 111, 314, 354, 392, 431
Bayer AG	38, 152, 235, 314, 392, 426, 431, 466
Bayer, Otto (Erfinder der Polyurethane)	300
Beilstein Informationssystem GmbH	112
Beilstein-Daten	112
Benzol-Spektrum	98
Berufsausbildung; Duale –	M 48, M 87
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie	235
Berufsschule; Braucht die - keine Fächer mehr?	M 39
BESIMA (Software)	70
Bestimmungsgrenzen	5
Bestrahlungsdosis	87
Beta-Zerfall	101
Betriebsanweisungen erstellen	70
Bewerten von Prüfungsergebnissen	M 4
Bimolekulare Eliminierung	M 28
Bioanalysen	174
Bioautographie; Antibiotika- –	204
Biochemie (Literatur)	391
Biochips zur Untersuchung von Schadstoffen in Wasser	306
Biographische Spurensuche (Literatur)	472
Bioklebstoffe	422
Biologie; Metalle in der –	210
Biologisch abbaubare Polymere (Literatur)	193
Biologische Liganden für Metallionen	214
Biologischer Abbau	M 58
Biomoleküle zur Herstellung neuer Werkstoffe	421
Bioropa (E-Commerce-Portal)	285
Bioschätze der Welt	351
Bioschmierstoffe aus Raps- und Sonnenblumenöl	423
Biosensoren	126
Biosorption	149
Biotechnik (Literatur)	155
Biotechnologie auf der ACHEMA	146
Biotechnologie für die Pharmazie (Literatur)	312
Biotechnologie in der Schule	425
Biotechnologie-Messe in Stuttgart	38
Biotechnologie; Grüne –	351
Biphenyle; Polychlorierte –	73
Blei aus dem Mittelalter	191
Blei-210	232
Blockschälchen	M 78
Blue-Genes-Kit	M 75
Böden untersuchen (Literatur)	353
Bodenanalytik; Organische –	229
Bogen; Elektrischer –	334
Bogenentladung als spektrochemische Strahlungsquelle	180, 221, 334
Bogenplasma	181
Bogenquelle	221
Bogenspektrometrie	349
Bor-Bestimmung in Dichlorsilan	219
Botenstoff; Interindividueller –	73
Braunkohle	111
Braunkohle besser nutzen	72
Bremstrahlung	173
Brennstoffzelle; Kühle –	311
Brennstoffzellentechnik	351
BTA-Ausbildung in der Hansestadt Hamburg	M 33
Buntmetalle	M 29
Burkitt-Lymphom	332
Business-to-Business	341
Business-to-Business-Auktionen im Internet	367
Business-to-Business-Marktplätze	284
Buttersäure in Lebensmitteln	48
<b>Cadmiumfreie Pigmente</b>	268
Cantilever	239
Carben	M 28
Caspase-Inhibitoren	330
Catecholat-Koordination	211
CCD-Chips	224
CD-ROM; Hyper- –	475
CellSystems (Firma)	102
Cellulose; Abbau von –	110
Cellulose; Adern aus –	311
Charged Coupled Device (CCD)	181
Chem4DD Office	475
CheMatch (Portal)	342
ChemCompass	149
ChemConnect (Portal)	342
ChemDex (Portal)	342
ChemDraw (Software)	269
Chemical-Online (Portal)	342
ChemiDrom	61
Chemidrom auf der EXPO 2000	347
Chemie auf der EXPO 2000	61
Chemie in der Diskussion	184
Chemie in überkritischem Wasser	265
Chemie und ihre Methoden (Literatur)	37
Chemie-Projekte für Schüler	227
Chemie; Kombinatorische - (Literatur)	353
Chemiebranche in Gefahr	184
Chemikalienflecken auf den Händen	M 15
Chemikalienrechte (Literatur)	312
Chemiker; Gute Aussichten für –	428
Chemistry; Hero of –	385
Cheop (Portal)	343
Chiptechnologie; DNA- –	61
Chiralität; Ursache der –	101
Chlordifluormethan (R22)	102
Chlorkohlenwasserstoffe; Bestimmung leichtflüchtiger –	18
Chlorophyll	215
Cholesterische Flüssigkristalle	29
Chrom(VI) in Behälterglas	384
Chromosomen	140
Chymisten	28
CID-Chips	224
CID-Spektrometer	337
Cisplatin	215
CLB; 50 Jahre –	124
Clofibrinsäure; Abbau von –	31
Cobalamin-Cofaktor	215
Coffein im Tee	474
Coffein in Naturprodukten	M 65
Coffein und Theobromin im menschlichen Speichel	M 65
Coffein; Extraktion von –	352
Coffeinsynthese	432
Color Variable Pigmente	30
Controlled Composting Test	110
Coulometrische Titration	16
Cyanamid	M 46
Cyanidhaltige Abwässer	148
Cyanidverfahren zur Goldgewinnung	148
Cyansäure	304
Cytochrom c	331
Cytoplasma	331
Cytosin	141
Cytoskelett	331
<b>Dampfdruck</b>	M 53
Dampfsterilisation	M 41
Dauerpräparate beim Mikroskopieren	M 84
Dechema-Fachhochschulpreise	304
DECHEMAX (Wettbewerb)	M 79
Deckgläser	M 77
Deflagration	M 54
Degussa AG	392
Degussa-Hüls AG	38, 152, 270, 314, 392
Denaturierung	452
Densitometrie	222
Densitometrische Erfassung von Aflatoxinen	429
Deoxyvalenolsäure	352
Deponiegase(n); Spurenstoffe in –	20
Derivativspektrometrie	164
Desinfektion	M 18
Desinfektionsverfahren	M 25
Desoxyribonukleinsäure	126
Destillation und Rektifikation	M 52
Destillierkünstler	27
Detektor; Diodenarray- –	98
Detektor; UV- – mit variabler Wellenlänge	97
Detektoren; gaschromatographische –	M 9
Detonation	M 54
Deutsche(n) Forschungsgemeinschaft; Kurzporträt der –	144
Deutscher Arbeitskreis für angewandte Spektroskopie (DASp)	188
Diabetes	392
Differential Scanning Calorimetry	297
Differential Scanning Calorimetry	M 59
Differenzkalorimetrie; Dynamische –	8
Differenzthermoanalyse	297
Differenzthermoanalyse; 100 Jahre –	8
Differenzthermoelement	9
Digital Expression Pattern Display (DEPD)	344
Dimethylsulfoxid	66
Diodenarray-Detektor	98
Diodenarrays	224
Direktextraktion bei Lebensmitteln	50
Dispersion von Röntgenstrahlung	170
Dispersionen	431
Disproportionierung in der organischen Chemie	M 51
DNA-Chiptechnologie	61
DNA-Isolierung	451
DNA-Polymerase	452
DNA-Reparatursystem	331
DNA-Struktur	141

Dokimasie	305	Ethyl-Vinylacetat-Copolymere	129	Gefahrstoffe (Literatur)	113, 271
Dopamin-Rezeptoren	65	Ethylen als Gefahrstoff	M 72	Gefahrzahl	M 72
Doping mit Erythropoietin	352	Evaporation	22	Gegendruck in HPLC-Säulen	254
Doppelkolbenpumpe	52	Excimer-Laser	349	Gehaltsbestimmung von Edelmetallen	379
Doppelkugelventile	53	Explosion	M 54	Gelektrophorese	344
Drehrohfen mit Nachbrennkammer	147	Extraktion mit überkritischen Fluiden	461	Gelektrophorese; Zweidimensionale –	60
Driftkorrigierte Kalibration eines Spektrometers	305	Extraktion von Additiven aus Polypropylen und Polyvinylchlorid	56	Gelpermeationschromatographie	456
Druck (Einheit)	M 52	Extraktion von Coffein mittels superkritischem Kohlendioxid	352	Gen	140, 452
Druckstabilität von HPLC-Säulen	254	Extruder	109	Gen für Coffeinsynthese	432
DSC	8	Fachinformationszentrum Karlsruhe	233	Gen-Expression	140, 452
Duftende Oberflächen	187	Fachinformationszentrum Technik	233	Gen-Expressionsprofile	344
Duftstoffe	431	Färbeküvetten	M 78	Gen-Therapie	140
Dünnschichtchromatographie-Platten	204	Farben	431	Gene und Kommerz	425
Dünnschichtchromatographie; Aflatoxin nachweis mittels –	429	Farben der Seifenblasen	28	Gene-Sort-Technologie	345
Dynamische Differenz-Kalorimetrie	58, 297	Fehlerfortpflanzung	M 47	GeneData AG	354
E-Chemicals (Portal)	342	Feichemikalien	431	Genetischer Code	140, 433
E-Commerce-Portale im Internet	284, 341, 367	Feigen; Aflatoxine in –	429	Genetischer Fingerabdruck	140, 451
Echelle-Spektrometer	287, 348	Feinchemikalien bei Degussa-Hüls	38	Genom	140
Edelgasverbindung	432	Fernschräger-Demontage	59	Genomanalyse; Funktionale –	60
Edelmetalle(n); Gehaltsbestimmung von –	379	Ferritin	213	Genomforschung	351
Edenol	M 61	Festphasenextraktion	16	Genomforschung an Mikroorganismen	59
EDTA-Eliminierung	265	Feststoffanalyse	349	Genomix	M 87
Education; International Conference on –	471	Fett; Definition	48	Genraps	241
Effektpigmente	30	Fette; Qualitätsuntersuchungen natürlicher –	456	Gentechnik (Literatur)	155
Einhubkolbenpumpe	53	Fettersatzstoff Olestra	73	Gentechnik (Software)	194
Eisenionen; Mobilisierung von - durch Mikroorganismen	211	Fettleibigkeit	474	Gentechnik	142
eLabsEurope (E-Commerce-Portal)	285	Feuchte Kammer	M 78	Gentechnik-Gesetz	375
Electronic-Grade-Chemikalien	146	Feuerwerker	26	Gentechnisch modifizierte Lebensmittel	376, 409
Electrospray-Massenspektrometer	365	Filtered Noise Fields-(FNF-)Technik	90	Geo-Analytik	22
Elektrischer Bogen	334	Filterextraktion bei Lebensmitteln	50	Geochemische Analytik	22
Elektro(nik)schrott	59	Filtrationsmembranen	430	Geothermische Prozesse	M 89
Elektrodenpotenziale	M 90	Fingerabdruck; Genetischer –	451	Gerbstoffe im Tee	474
Elektrodenreaktionen	M 90	Fixierung von elementarem Stickstoff	61	Germaniumdetektor	470
Elektrolumineszierende Polymere	132	Flambieren	M 35	Gesamtfett in Lebensmitteln	48
Elektrolythaushalt	331	Flammenionisationsdetektor	58	Gesteinsanalyse	22
Elektronen-Spin-Resonanz-Spektroskopie	89	Flammenionisationsdetektor	M 9	Gesundheit (Literatur)	391
Elektronenstrahlen	88	Flechten; Von - lernen	264	Getreide; Wasserbestimmung in –	244
Elektronenstrahlverdampfen	186	Fleisch; Hydroxyprolinegehalt in –	99	GF-AAS	349
Elektronikchemikalien	431	Flexible PLEDS	135	Giga-Elektronenvolt	308
Elektronikschrott; Platin im –	376	Fluorchlorkohlenwasserstoffe	102	Gigabit Testbed West	112
Elektropherogramme	259	Fluoreszenz-Diagnostik bei Hautkrebs	150	Gläser(n); Amorphe Struktur von –	308
Elektrophile Substitutionen	M 1	Fluoreszierende Aminosäuren	433	Glasfaserkabel	112, 475
Elektrothermische Verdampfung (ETV)	180, 348	Flüssig-Chromatographie (Literatur)	37	Glasmuseum in Grünenplan	62
Elementaranalyse 304		Flusssäure	M 94	Glattbrand	386
Elementbestimmung; Simultane - in Grund- und Oberflächenwässern	4	Fördermittel für Spitzenforschung	427	Gleichstrombogen	181, 334
Elementverunreinigungen in Prozessgasen	217	Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Verfahrenstechnik	102	Gleitfunkspektrometrie für Kunststoffe	350
Eliminierungsreaktionen	M 28	Freisetzungsrictlinie	375	Global Dialogue	350
ELISA-Verfahren	414	Fruchtbarkeit; Männliche –	265	Glover-Turm	304
Elongation	452	Fructosesirup	44	Glübrand	386
Embryonen; Klonen ohne –	268	Fumonisin	352	Gmelin-Daten	112
Emissionsdaten der chemischen Industrie	473	Funkenemissionspektrometrie	188, 248	Goniochromie	30
Emissionslicht	221	Funkenentladung halbleitergesteuert	188	Goniometer	173
Emissionsspektrometrie	24	Funkenquelle	221	GöBenausschlusschromatographie	174
Emissionsspektrometrie; Laserinduzierte –	248	Funktionalisierte Polymeroberflächen	84	GPC-Analysen	174
Enantiomere	101	Fusarien	352	GPC-Kalibrationskurve	457
Endonukleasen	331	Futtermitteluntersuchung	206	GPC-Lichtstreuungskopplung	178
Energiesystem; Derzeitiges –	351	Galvanik	309	GPC/HPLC-Modus; Gemischter –	179
Energiewert eines Lebensmittels	49	Gammaanlage	88	Gradientensysteme	54
Enzyme	215	Gammastrahlung; Prompte –	468	Gradientenverläufe in der chromatographischen Praxis	53
Enzymen(n); Aktivität von –	211	Gärung; Alkoholische –	304	Graphite für die AAS	416
Eppendorf AG	431	Gaschromatographie	460	Graphitieren	419
Erde; System –	351	Gaschromatographie für fetthaltige Lebensmittel	90	Graphitofen	417
Erdnüssen; Aflatoxine in –	429	Gaschromatographie für Gase in Gesteinen	24	Graphitofen; Zweistufiger –	348
Ernährungssoftware	36	Gasdichte Kunststoffflaschen	185	Graphitofenatomabsorptionspektrometer	218
Erythromycin in Kläranlagenabläufen	31	Gas; Analytik reaktiver –	349	Graphitrohr; Virtuelles –	348
Erythropoietin; Doping mit –	352	Gasphasenreaktoren	144	Graphitrohrfen-AAS	4
Erzabraum; Platin im –	376	Gassterilisation	M 33	Gras; Verdauung von –	100
Escherichia coli Sicherheitsstamm K12	M 76	Gay-Lussac, Joseph Louis	302	Gray (Einheit der Bestrahlungsdosis)	87
ESI-MS-Technik	365			Grippeviren	100
Ester; Aliphatische - in biologisch abbaubaren Kunststoffen	107			Größenausschlusschromatographie	456

# CLB-MEMORY

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

Januar 2001

## Die Neuordnung der Laborberufe und Weiterbildungsmöglichkeiten für Laboranten Teil 1: Umsetzung der Neuordnung am Beispiel der Chemielaborantenausbildung

Wolfgang Gottwald und Norbert Burggraf,  
Provdadis Partner für Bildung & Beratung GmbH, Frankfurt-Höchst

### 1. Einführung

Am 1. August 2000 wurde die vom Wirtschaftsministerium verabschiedete Neuordnung der Laborberufe (Chemielaborant, Biologielaborant, Lacklaborant) wirksam. Die zur Zeit diskutierte Umsetzung der Neuordnung und die Verzahnung mit der Weiterbildung soll hier beispielhaft für den Beruf des Chemielaboranten aus der Sicht von PROVADIS, einem der größten Ausbildungsunternehmen im Rhein-Main-Gebiet, dargestellt werden.

Das neue Ordnungsmittel lässt sich auch in kleineren und mittleren Unternehmen erfolgreich umsetzen. Es ist jedoch dort von einer völlig anderen Gestaltung des Ausbildungsablaufes als bei PROVADIS auszugehen. Interessant wäre die Darstellung eines kleineren ausbildenden Unternehmens, wie dort erfolgreich die Neuordnung umgesetzt wird. Ansprechpartner für Interessenten ist die Redaktion dieser Beilage.

Aus Erfahrung wissen wir, dass auch in diesen Unternehmen eine sehr gute Ausbildung geleistet wird. Unter Umständen ergeben sich hieraus Synergieeffekte, anhand derer sich die naturwissenschaftliche Ausbildung noch attraktiver gestalten lässt.

### 2. Warum eine Neuordnung der Laborberufe?

Letztendlich wurden die naturwissenschaftlichen Ausbildungsberufe im Jahr 1986 neu geordnet, allerdings mit einer langen Vorlaufzeit von ca. 10 Jahren. Die

Inhalte der bis zum August 2000 geltenden Ordnung stammten also überwiegend aus den 70er Jahren. Nach einer Analyse der Labortätigkeiten durch die Tarifpartner der Chemischen Industrie (BAVC, Wiesbaden, und IG BCE, Hannover) ergab sich, dass völlig neue Inhalte in die Ausbildung des Laborpersonals Eingang finden müssen. Hervorzuheben sind hierbei insbesondere die Bereiche der instrumentellen Analytik, der modernen Synthesetechniken, der Biochemie und ähnlicher Arbeitsgebiete. Hier haben sich völlig neue Arbeitstechniken etabliert. Hinzu kommt, dass viele laborspezifische Tätigkeiten mit Hilfe der EDV begleitet werden und umfangreiche Dokumentationsarbeiten geleistet werden müssen.

Während in der alten Ordnung die klassische, anorganische „Nasschemie“ noch ein Schwerpunkt war, musste in der neuen Ordnung durch die Veränderung der beruflichen Anforderungen die organische Chemie, die instrumentelle Analytik und der Anteil der Dokumentations-techniken eine größere Bedeutung erlangen. Bei sich global ausrichtenden Unternehmen wird die Notwendigkeit an fremdsprachlichen Elementen schon in der Ausbildung immer höher.

Als Folge dieser Entwicklung ist der früher eher funktionsorientierte Beruf Chemielaborant immer mehr prozessorientiert ausgerichtet.

Die Tarifpartner einigten sich schnell darauf, dass durch den immer schnelleren technischen und organisatorischen Wan-

del die neue Ausbildungsordnung offen und flexibel gestaltet werden musste, um nicht in wenigen Jahren wieder ein Neuordnungsverfahren einzuleiten. Dem trägt das seit August gültige Ordnungsmittel Rechnung.

Die offene und flexible Formulierung aller beschriebenen Kenntnisse und Fertigkeiten erlaubt, dass die Inhalte der Ausbildung auch von kleineren und mittleren Unternehmen umgesetzt werden können. Im Neuordnungsverfahren arbeiteten folgerichtig auf beiden Seiten Vertreter kleinerer Ausbildungsunternehmen mit.

Die früher übliche, genaue Festschreibung der Kenntnisse und Fertigkeiten wurde durch offene Beschreibungen der Ziele ersetzt, damit auch Firmen, die bisher noch nicht oder nur in geringem Umfang ausgebildet haben, sich dadurch stärker an der naturwissenschaftlichen Ausbildung junger Menschen beteiligen können. Erste Hinweise in unserem Unternehmen geben Anlass dazu, dass diese Hoffnung in Erfüllung gehen könnte.

Parallel zum bundesseitigen Neuordnungsverfahren hat die länderseitige Kultusministerkonferenz (KMK) beschlossen, ihre schulischen Rahmenpläne als „Lernfeldkonzept“ aufzubauen. Die Lernfelder sind als übergreifender, methodisch-didaktischer Ansatz an Stelle der alten Lernfächer Chemie, Physik und Fachrechnen gedacht. Der Schwerpunkt sollte hierbei auf der Vermittlung der Handlungskompetenz liegen.

Früher war es im Berufsschulunterricht oft nur in Ausnahmefällen möglich, eine prozess- und handlungsorientierte Aufgabe zu beschreiben. Sollte zum Bei-

spiel eine bestimmte Synthese projiziert und deren Ergebnis beurteilt werden, berührte dies früher die Fächer Organische Chemie, Physikalische Chemie, Physik, Fachrechnen und Analytik. Die Fächer, meistens von unterschiedlichen Lehrern unterrichtet, waren nicht zeitlich auf die Aufgabe ausgerichtet. Ein serielles, zeitlich unterbrochenes Lernen war die Folge. Mit der Einführung der Lernfelder soll nun der gesamte Prozess von der Chemie über die Planung, Optimierung und Berechnung ganzheitlich und parallel unterrichtet werden. Das erfordert von den Berufsschullehrern ein völlig anderes didaktisches Unterrichtskonzept als bisher. Der Berufsschullehrer ist eher „Allrounder“ als Fachlehrer, der die Lernfelder didaktisch aufbereitet und sich insbesondere im 3. und 4. Ausbildungsjahr eher als unterstützender Moderator und nicht so sehr als Unterrichtender sieht.

In Fachkreisen wird derzeit diskutiert, ob die von der KMK gewählte Lernfeldmethode in der schulischen Praxis realisierbar ist. Viele Lehrer mögen sich nur schwer vom konservativen Fächermodell unter nachvollziehbaren didaktischen Argumenten trennen. So ist mit dem Fächermodell die schulische Ausbildung besser zu strukturieren, und die Azubis können ihre Erfahrungen in einzelnen Fächern aus der allgemeinbildenden Schule verwerten. Der Auszubildende erlebt jedoch im Betrieb vom ersten Tag an eine andere Situation. Er arbeitet dort ständig in vernetzten Prozessen, die in keine starren Fächer einzuordnen sind.

Als ideal könnte sich darstellen, wenn in den ersten beiden Ausbildungsjahren das alte Fächermodell praktiziert würde und man dann während der Ausbildung fließend in die neue Lernfeldmethode überginge. Die länderseitige, autonome KMK hat sich jedoch für das Modell „Lernfeldmethode ab dem ersten Tag“, unabhängig vom Neuordnungsverfahren, entschieden.

Die handlungsorientierte Formulierung der Lernziele einzelner Lernfelder bedeutet nicht, dass die Berufsschule größere Praxisanteile der Ausbildung übernehmen soll. Dazu reicht die apparative Ausstattung der meisten Schulen auch nicht aus.

Für eine sinnvolle Verknüpfung zwischen den Lernorten wird es immer wichtiger, dass sich Ausbilder der Ausbil-

dungsbetriebe und Lehrer der berufsbildenden Schulen abstimmen, wie die handlungsorientierte Ausbildung so effizient wie möglich umgesetzt werden kann. Zeitliche und ineffiziente Überschneidungen können so wirkungsvoll verhindert werden.

PROVADIS hat in Zusammenarbeit mit den Lehrern der für sie zuständigen Berufsschule sehr gute Erfahrungen im Sinne dieser Arbeitsweise gemacht.

### 3. Wie sieht die Neuordnung der Laborberufe aus?

Die Ausbildung der Chemielaboranten kann in drei Abschnitte gegliedert werden, die zeitlich nicht scharf voneinander abgegrenzt sind. Die Ausbildungsordnung beinhaltet Qualifikationen, die während der gesamten Ausbildung integrativ zu vermitteln sind. Darüber hinaus werden fachspezifische Pflichtqualifikationseinheiten (PQE) beschrieben, die zur Erreichung einer Beruflichkeit verbindlich in jedem Ausbildungsbetrieb vermittelt werden müssen.

Von ergänzenden Wahlqualifikationseinheiten (WQE, oft auch „Bausteine“ genannt) muss der Ausbildungsbetrieb sechs auswählen. Diese bauen sinnvollerweise auf den Pflichtqualifikationsbausteinen auf, vgl. Abb. 1.

Zu vermittelnde Fertigkeiten und Kenntnisse sowie die zeitlichen Richtwerte gemäß dem „Ausbildungsrahmenplan für die Berufsausbildung zum Chemielaboranten/Chemielaborantin“ sind nicht als absolut verbindliche Vorgaben zu sehen, sondern sollen als Maßstab für die relative Bedeutung der jeweiligen Einheit dienen.

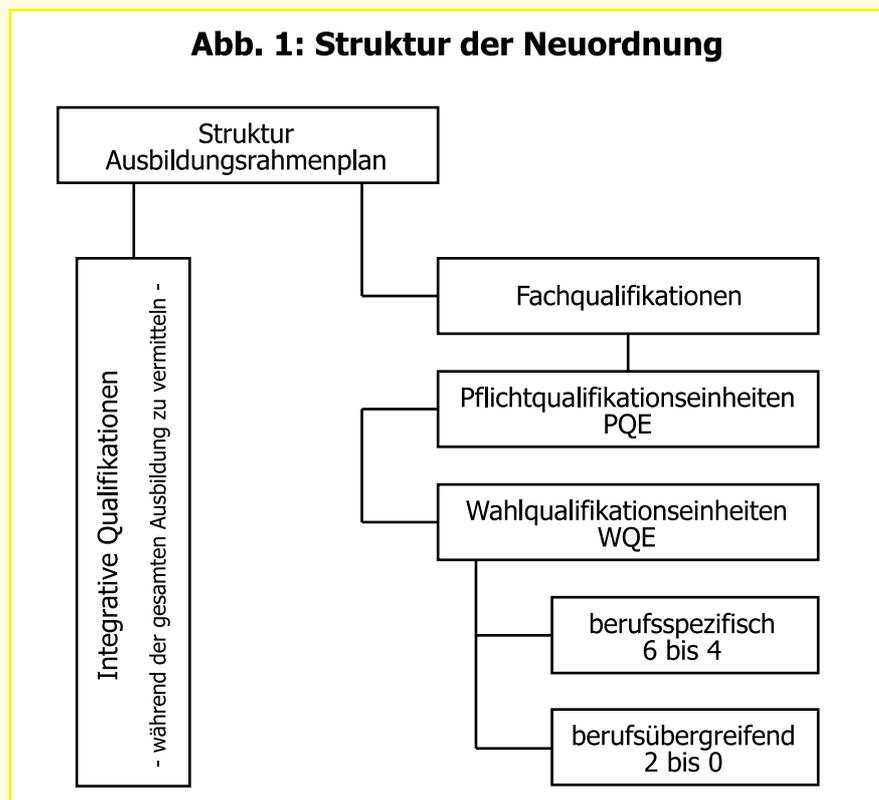
Bei den Erläuterungen handelt es sich nicht um eine verbindliche Aufzählung von Inhalten, die als „Ausbildungsminimum“ anzusehen sind, sondern sie dienen als exemplarische Beschreibung zur Erklärung der Qualifikationseinheiten. Obwohl gerade diese Vorgehensweise sehr häufig kritisiert wird, halten wir die Art der Erläuterungen für richtig. Nur bei dieser Vorgehensweise ist der hohe Flexibilisierungsgrad der Neuordnung aufrecht zu halten. Ein flächendeckendes „Strickmuster“ ist mit einer flexiblen, technikoffenen und zukunftsfesten Ordnung nicht zu vereinbaren.

Nachfolgend sollen die drei Abschnitte des Rahmenplans näher erläutert werden.

#### 3.1 Abschnitt I: Integrative Qualifikationen

Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass erstmals in einer Ausbildungsord-

Abb. 1: Struktur der Neuordnung



nung der Gedanke „Responsible Care“ eingeführt und bereits in der Ausbildung ausdrücklich hervorgehoben wird.

Neben Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz wird das Umgehen mit Arbeitsgeräten und Arbeitsstoffen sowie die Anwendung von grundlegenden, chemischen und physikalischen Methoden vermittelt. Ergänzt werden diese integrativen Bestandteile durch Themen wie Kundenorientierung, Wirtschaftlichkeit, Qualitätsmanagement, Arbeitsorganisation und Kommunikation. Das Anwenden von Fremdsprachen bei Fachaufgaben wurde explizit verankert.

Nachfolgende Einheiten der integrativen Qualifikation sind in die Ausbildung aufzunehmen:

1. **Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht**
2. **Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes**
3. **Betriebliche Maßnahmen zum verantwortlichen Handeln (Responsible Care)**
  - 3.1 Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
  - 3.2 Umweltschutz
  - 3.3 Einsetzen von Energieträgern
  - 3.4 Umgehen mit Arbeitsgeräten und -mitteln einschließlich Pflege und Wartung
  - 3.5 Qualitätssichernde Maßnahmen, Kundenorientierung
  - 3.6 Wirtschaftlichkeit im Labor
4. **Arbeitsorganisation und Kommunikation**
  - 4.1 Arbeitsplanung, Arbeiten im Team
  - 4.2 Informationsbeschaffung und Dokumentation
  - 4.3 Kommunikations- und Informationssysteme
  - 4.4 Messdatenerfassung und -verarbeitung
  - 4.5 Anwenden von Fremdsprachen bei Fachaufgaben
5. **Umgehen mit Arbeitsstoffen**
6. **Chemische und physikalische Methoden**
  - 6.1 Probenahme und Probenvorbereitung
  - 6.2 physikalische Stoffgrößen und Stoffkonstanten
  - 6.3 Analyseverfahren

- 6.4 Trennen und Vereinigen von Arbeitsstoffen

### 3.2 Abschnitt II: Pflichtqualifikationseinheiten (PQE)

Hiermit werden Inhalte beschrieben, die zur Erreichung einer ganzheitlichen Beruflichkeit als Basis unverzichtbar sind. Die Pflichtqualifikationseinheiten sind damit für jede Chemielaboranten-Ausbildung verbindlich. Sie führen zu grundlegenden berufstypischen Kenntnissen und Fertigkeiten und werden in den später folgenden Wahlqualifikationseinheiten (WQE) vertieft.

Nachfolgende Pflichtqualifikationseinheiten sind in die Ausbildung aufzunehmen:

7. **Durchführen analytischer Arbeiten**
  - 7.1 Vorbereiten von Proben
  - 7.2 Qualitative Analyse
  - 7.3 Spektroskopie
  - 7.4 Gravimetrie
  - 7.5 Massanalyse
  - 7.6 Chromatografie
  - 7.7 Auswerten von Messergebnissen
8. **Durchführen präparativer Arbeiten**
  - 8.1 Herstellen von Präparaten
  - 8.2 Trennen und Reinigen von Stoffen
  - 8.3 Charakterisieren von Produkten

### 3.3. Abschnitt III und IV, Wahlqualifikationseinheiten (WQE)

Die Wahlqualifikationseinheiten bauen auf den Pflichtqualifikationseinheiten auf oder führen in ein neues Arbeitsgebiet ein. Während die Pflichtqualifikationseinheiten die breite Basisausbildung beschreiben, dienen die WQE zur Vertiefung der Fachgebiete. Durch sie sollen die Auszubildenden über das grundlegend Fachliche hinaus selbständiges Arbeiten, Transferdenken und Eigenverantwortlichkeit erlernen. Verschiedene Wahlqualifikationseinheiten können hierbei kombiniert werden. Die Wahlqualifikationseinheiten werden in zwei Auswahllisten aufgeführt, die einerseits die fachspezifischen Inhalte des Chemielaboranten beschreiben, andererseits fachübergreifend bzw. berufs- oder berufsfeldübergreifend angelegt sind.

Besonders hervorzuheben ist die Wahlqualifikationseinheit „prozessbezogene Arbeitstechniken“, mit der sichergestellt werden soll, dass der Ausbil-

dungsbetrieb zusätzliche Inhalte formulieren kann, mit denen es möglich ist, branchen- und firmenspezifische Anforderungen zu berücksichtigen.

Es müssen für die Ausbildung des Chemielaboranten sechs WQE ausgewählt werden, die vom Ausbildenden festgelegt und im Anhang des Ausbildungsvertrags genannt werden.

Zu beachten ist, dass von den sechs Wahlqualifikationseinheiten aus der Auswahlliste I mindestens zwei von Nr. 1 bis 8 festzulegen sind und aus der Auswahlliste II nur maximal 2 WQE gewählt werden.

Die Auswahlliste I umfasst folgende WQE:

1. Präparative Chemie, Reaktionstypen und -führung
2. Präparative Chemie, Synthesetechnik
3. Durchführen verfahrenstechnischer Arbeiten
4. Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren
5. Anwenden chromatografischer Verfahren
6. Anwenden spektroskopischer Verfahren
7. Analytische Kopplungstechniken
8. Bestimmen thermodynamischer Größen
9. Durchführen mikrobiologischer Arbeiten I
10. Durchführen biochemischer Arbeiten
11. Prüfen von Werkstoffen
12. Herstellen, Applizieren und Prüfen von Beschichtungsstoffen und -systemen
13. Prozessbezogene Arbeitstechniken

Die Auswahlliste II umfasst folgende WQE:

1. Laborbezogene Informationstechnik
2. Arbeiten mit automatisierten Systemen im Labor
3. Anwendungstechnische Arbeiten, Kundenbetreuung
4. Durchführen elektrotechnischer und elektronischer Arbeiten
5. Qualitätsmanagement
6. Umweltbezogene Arbeitstechniken
7. Durchführen immunologischer und biochemischer Arbeiten
8. Durchführen biotechnologischer Arbeiten
9. Durchführen mikrobiologischer Arbeiten II
10. Durchführen gentechnischer und molekularbiologischer Arbeiten
11. Durchführen zellkulturtechnischer Arbeiten

12. Durchführen diagnostischer Arbeiten
13. Formulieren, Herstellen und Prüfen von Bindemitteln
14. Durchführen farbmetrischer Arbeiten
15. Untersuchen von Beschichtungen

Detaillierte Angaben zum Verordnungstext enthält die CD-ROM „Neuordnung der Laborberufe“ (erhältlich bei der IG BCE / Hannover, Königsworther Platz, Abtlg. Berufsbildung oder beim BAVC / Wiesbaden, Lincolnallee).

#### 4. Umsetzung der neuen Ausbildungsverordnung bei PROVADIS (Abb. 2)

PROVADIS bildet derzeit pro Jahr etwa 80 Chemielaboranten im Kundenauftrag aus. Hierbei führt PROVADIS entweder die gesamte Chemielaborantenausbildung verantwortlich durch oder wird im Sinne einer Teilleistung mit der Durchführung ausgewählter Module beauftragt.

Die Komplettausbildung findet während 38 Wochen in den PROVADIS-Laboratorien statt, die restliche Zeit verbringen die Auszubildenden in den Laboratorien der Auftraggeber. Mit der Berufsschule wurde ein Blocksystem vereinbart. Während der gesamten Ausbildungszeit wird ein vierwöchiger Betriebsblock durch einen zweiwöchigen Berufsschulblock ergänzt.

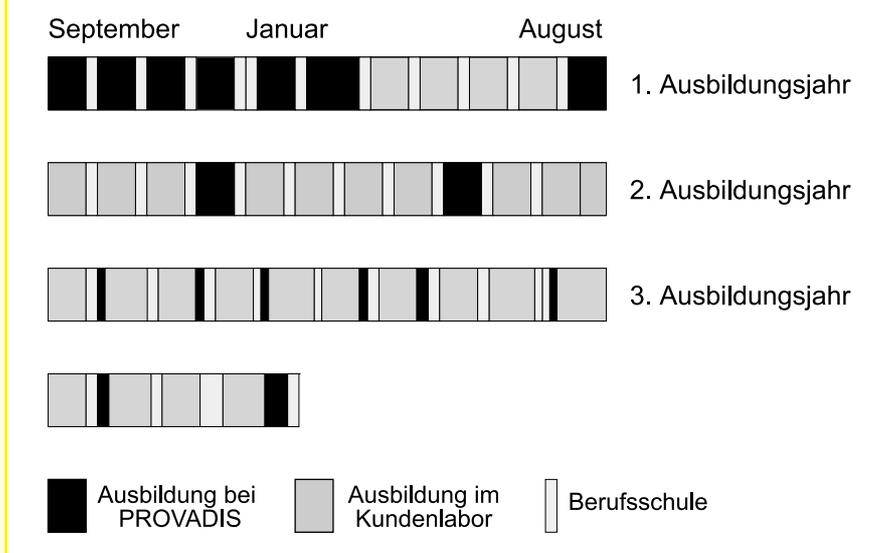
Ziel der Umsetzung der Neuordnung bei PROVADIS war, die Ausbildung so auszurichten, dass für ein übernehmendes Unternehmen die ausgebildeten Chemielaboranten direkt für die relevanten, unternehmensspezifischen Anforderungen berufsfähig sind. Nachfolgend ist der chronologische Ablauf der Ausbildung beschrieben. Begleitet werden alle Ausbildungsabschnitte durch allgemeine, berufs begleitende Maßnahmen und durch die konsequente Anwendung betriebspezifischer Dokumentationssysteme.

Zunächst erfolgt eine etwa sechsmontatige Basisausbildung bei PROVADIS. In dieser Zeit erfahren die Azubis eine Basisausbildung in folgenden Bereichen:

- Allgemeine Labortechnik (10 Wochen),
- Instrumentelle Analytik (4 Wochen),
- Physikalische Methoden (1 Woche),
- EDV (3 Wochen)
- Qualitätssicherung (1 Woche)

Nach der Basisausbildung werden die Azubis zum ersten Mal in ein Labor ihres Ausbildungsbetriebes versetzt. Dabei er-

**Abb. 2: Die Ausbildung bei PROVADIS**



folgt die Versetzung gezielt nach der gewählten Bausteinkombination entweder in ein überwiegend analytisch oder präparativ orientiertes Labor. Die Laboratorien werden so ausgewählt, dass gleichzeitig mehrere Wahlqualifikationen (WQE) inhaltlich vermittelt und angewendet werden können (z. B. gleichzeitig Chromatografie und Spektroskopie).

Aufgrund der sechsmonatigen Basisausbildung können die Auszubildenden sehr schnell in den Arbeitsprozess im Labor eingegliedert werden.

Nach der Basisausbildung und dem nachfolgenden betrieblichen Einsatz erfolgt ein Kernstück der neuen Ausbildung bei PROVADIS, „prozessvernetzte Qualifikation (PVQ)“ genannt. Im Fokus steht hierbei die vernetzte Wissensvermittlung von präparativer Chemie, analytischer Chemie, Bewertung von Messdaten, Dokumentation und Datentransport anhand vorgegebener praktischer Übungen. Die PVQ dauert insgesamt sechs Wochen, verteilt auf zwei Einheiten.

Die zweijährige, breit angelegte Pflichtqualifikation endet mit der für alle Auszubildenden identischen Ablegung der Zwischenprüfung vor der Industrie- und Handelskammer (IHK).

Nach der Umsetzung in ein weiteres Laboratorium des Kunden erfolgt die spezifische WQE-Ausbildung. Dabei findet diese vertiefende Ausbildung hauptsächlich in Laboratorien des Kunden statt.

Begleitet wird diese Phase durch 2- bis 5-tägige Praxisseminare bei PROVADIS, deren Summe zwei Wochen pro WQE beträgt. Die Seminare sind so angelegt, dass sie miteinander kombiniert werden können (Reaktionsführung und Techniken, Chromatographie und Spektroskopie) und auch berufsübergreifend (z. B. für Biologie- und Chemielaboranten) durchführbar sind. Hierbei erfolgt die Vertiefung der Kenntnisse und Fertigkeiten gemäß der WQE in Kombination mit der praktischen Umsetzung in den Kundenlaboratorien.

In Rahmen der letzten WQE fertigen die Auszubildenden eine dreiwöchige Projektarbeit an. Das Thema der Arbeit wird vom Azubi vorgeschlagen und durch den zuständigen PROVADIS-Ausbilder begleitet. Die Themenstellung wird mit dem Ausbildungsbetrieb koordiniert und vom Auszubildenden selbstständig geplant. Die Durchführung findet dann im Labor des Ausbildungsbetriebes statt, betreut durch einen vorher benannten Beauftragten.

Die Ergebnisse der Projektarbeit werden nach einheitlichem Standard vom Auszubildenden dokumentiert und dem betrieblichen Betreuer sowie dem zuständigen Ausbilder zur gemeinsamen Bewertung vorgelegt. Anschließend wird im Rahmen eines Zertifikates der Erfolg bescheinigt. Nach Aussage der Auszubildenden wurde gerade dieser Ausbildungsbestandteil als äußerst wertvoll empfunden, da sie sich hierbei frei und kreativ betätigen konnten.

Am Ende der Ausbildung wird ein einwöchiges Prüfungstraining durchgeführt, bei dem die möglichen Inhalte der praktischen Prüfung nochmals eingeübt werden können.

Nachfolgend werden die einzelnen Ausbildungsabschnitte im Detail beschrieben.

#### 4.1 Allgemeine berufsbegleitende Maßnahmen am Anfang der Ausbildung

Bereits zwei bis drei Wochen nach Ausbildungsbeginn wird eine fünftägige Bildungsexkursion (in der Nähe des Ausbildungsortes) durchgeführt.

Zentraler Programmpunkt dieser Exkursion ist die gemeinsame Erstellung einer frei zu wählenden Präsentation der Auszubildenden über ihr ausbildendes Unternehmen, um schon von Beginn der Ausbildung an eine Unternehmensidentifikation bei den Auszubildenden zu erzielen. Die Gruppen präsentieren ihre Beiträge u. a. in freiem Vortrag, durch simulierte Pressekonferenzen und durch Quizspiele. Hierbei sind jeweils Vertreter der einzelnen Unternehmen anwesend. Weitere Programmpunkte der Exkursion, gestaltet oder moderiert durch Ausbilder, sind:

- Azubis – Azubis, Ausbilder – Azubis: Wie gehen wir miteinander um?
- Fragen der Azubis an die PROVADIS-Leitung
- Wie lerne ich?
- Einführung in Moderationstechniken
- Wie berechne ich mein Gehalt?
- Welche Geldanlagemöglichkeiten sind für einen Azubi sinnvoll? Das 936-DM-Gesetz
- Bedeutung der Qualität in der Ausbildung
- Aufgaben des Betriebsrates und der Jugendvertretung

Daneben finden auch scheinbar ausbildungsfremde Themen, wie z. B. die AIDS- und Rauschmittelvorbeugung, durch Fachvorträge und Diskussionen Eingang in die Erstausbildung.

#### 4.2 Basisausbildung (Pflichtqualifikationseinheiten)

Für die Basisausbildung werden von den Ausbildern entwickelte, standardisierte Arbeitsvorschriften (SOPs), verwendet. Aussehen und Dokumentationsbasis der SOPs sind mit den Kunden ge-

meinsam entwickelt und folgen den gültigen Regularien (z. B. GLP, GMP).

Nach gleichem Standard müssen seitennummerierte Rohdatenhefte und Protokollbücher geführt werden. Protokollereignisblätter müssen für jeden Versuch erstellt und kommentiert werden.

Jeder Auszubildende erhält für die theoretische Hausarbeit Lehrbücher aus der Reihe „Die Praxis der Labor- und Produktionsberufe“ (erschienen im Verlag Wiley/VCH, Weinheim), deren Verfasser Ausbilder von PROVADIS sind. Klausuren dienen als Lernzielkontrolle der einzelnen Ausbildungsabschnitte. Gegebenenfalls werden Maßnahmen zur Verbesserung der Leistungen mit dem betroffenen Azubi durch eine Zielvereinbarung eingeleitet.

Die Ausbildung in allgemeiner Labor-technik umfasst folgende Arbeitsgebiete:

1. **Einführung in das Praktikum**  
Werkstoffe, Sicherheit, Umweltschutz, Infos, Lösungen, Hygiene im Labor
2. **Analytische Einführung**  
Maßanalyse, Gewichtsanalyse, Qualitative Analyse
3. **Stoffkonstanten**  
Dichte, Kp, Fp, Viskosität, Brechzahl
4. **Trennmethoden**  
Destillationen, Rektifikationen, Extraktionen
5. **Präparative Einführung und Stoffisolierung**  
Eisenammoniumsulfat, Acetylsalicylsäure, Sulfanilsäure, Aceton, Lithiumcarbonat (Umgang mit Gasen)

Die Ausbildung in instrumenteller Analytik umfasst die Arbeitsgebiete:

1. **Einführung in das Arbeitsgebiet**
2. **Probenvorbereitung, Berechnen und Ansetzen von Verdünnungsreihen**
3. **Chromatografische Methoden**  
HPLC, GC, DC
4. **Spektroskopische Methoden**  
UV/ViS-Spektroskopie, IR-Spektroskopie
5. **Polarimetrie**

Im Vordergrund steht die sichere Handhabung der Geräte und die Anwendung verschiedener Techniken bei der Probenvorbereitung und der Probenapplikation sowie die qualitative und quantitative Auswertung der Chromatogramme und Spektren. Die Grundprinzipien aller Analysenverfahren werden in begleitenden Unterrichten vermittelt.

Die Ausbildung in physikalischen Anwendungstechniken und Qualitätssicherung umfasst folgende Arbeitsgebiete:

1. QM-QS
2. Auditierung, Validierung, Akkreditierung, Zertifizierung
3. Grundelemente und Werkzeuge der QS
4. Darstellungsmöglichkeiten von Daten, Tabellen, Diagramme, Formeln, Histogramme
5. Verteilung von Daten, Gauß-Verteilung, Statistische Kenngrößen, Mittelwert, Standardabweichung, Vertrauensbereich, Student-Faktor
6. Werkzeuge der QS, Lineare Regression, Regelkarte, Fehlerabschätzung, Fehlerfortpflanzung, Ausreisser-Test
7. GMP/GLP/Dokumentation, Anweisung, SOPs, Kürzelliste, Formalitäten, Unterschriften
8. Prüfmittelüberwachung
9. Prozessfähigkeit, Gruppenarbeit, Ansetzen von Lösungen
10. Bestimmung von Stoffkonstanten
11. Rheologie  
Viskosität Newtonscher Flüssigkeiten: Ubbelohde, Höppler  
Strukturviskosität: Rotationsviskosimeter (incl. Meßwerterfassung, Datentransfer)
12. Steuerungs- und Regelungstechnik, Übersicht, Sensoren, Aktoren, Steuerung, Regelung
13. Konduktometrie
14. Potentiometrie
15. S/R-gestützte pH-Wert-Titration (incl. Meßwerterfassung, Datentransfer, EDV-gestützte Versuchsauswertung)
16. Verhalten eines Regelkreises, Vergleich der Temperaturmessung mit verschiedenen Messmitteln, Störgrößen

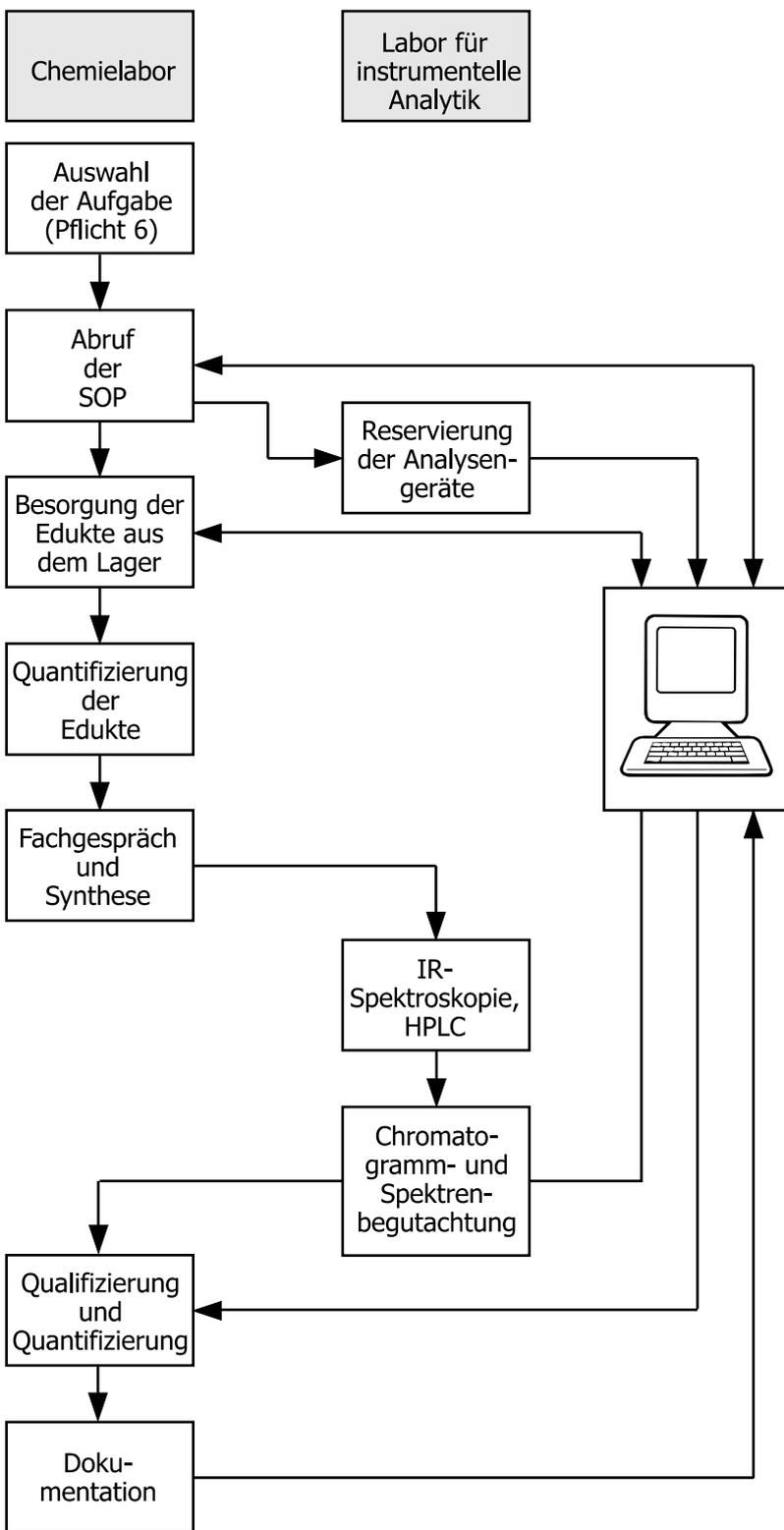
#### 4.3 Prozessvernetzte Qualifikation (PVQ)

Wie bereits erwähnt, werden in der sechswöchigen Ausbildung im 2. Ausbildungsjahr präparative Chemie, Analytik, angewandte EDV, Dokumentation und der Datentransport an prozessbezogenen Aufgaben eingeübt.

Aus einem Pflichtkatalog mit insgesamt 6 Aufgaben muss sich der Azubi für eine der prozessbezogenen Aufgaben entscheiden. Er wählt sich aus dem PROVADIS-eigenen EDV-Netz die SOP (Abb. 3) aus und meldet die Aufgabe bei dem zuständigen Laborausbilder an. Die Anmeldung wird beim zuständigen Ausbilder registriert.



**Abb. 4: Ablauf der prozessvernetzten Qualifikation**



zur Verfügung, verteilt auf Einzelseminare, die kombinierbar sind.

Hierbei erfolgt eine ideale Verknüpfung betriebsspezifischer, spezieller Anwendungen, die in der Betriebspraxis erlernt werden, mit der Vermittlung von

Hintergrundwissen verschiedener Verfahren und Methoden. Es kann zum Beispiel die Fehlersuche anhand von Chromatogrammen, die Auswahl und Optimierung von HPLC-Säulen, die Grundzüge der Kombinatorik, die Interpreta-

tion von IR-, MS-, und NMR-Spektren angewendet und eingeübt werden.

Zwei Beispiele für Wahlqualifikationseinheiten werden auf der nächsten Seite gezeigt.

### 5. Ausblick

Die Neuordnung der Laborberufe läßt durch ihre Grundstruktur eine an unterschiedliche Unternehmensanforderungen ausgerichtete Ausbildung zu. Sie wird auch den zukünftigen Anforderungen der Laborberufe gerecht. Wir glauben, dass durch die Neuordnung der Qualitätsstandard in der Aus- und Weiterbildung gesichert wird.

Die Vermittlung der Inhalte aus den Wahlqualifikationseinheiten sind nicht nur während der beruflichen Erstqualifikation einsetzbar, sondern können in modifizierter Form auch für gezielte Weiterbildungsmaßnahmen genutzt werden.

Wie solche Weiterbildungsmöglichkeiten aussehen können, soll im 2. Teil dieses Beitrags aufgezeigt werden.

### Wohin steuert unser Bildungsbereich ?

Antworten auf diese Frage verspricht die BILDUNGSMESSE 2001, die vom 19. bis zum 23. Februar erstmals auf dem Messegelände in Hannover stattfindet. Es handelt sich um einen Zusammenschluss der Messen Interschul, didacta und KiGa.

Rund 650 Aussteller bieten ihre zukunftsorientierten Produkte, Dienstleistungen und Konzepte an. Gleichzeitig finden über 400 Seminare, Foren, Workshops, Präsentationen und Vorträge statt.

Ein eigener Ausstellungsbereich wendet sich an Ausbilder und Auszubildende, Schüler und Lehrkräfte an Berufsschulen und -akademien, Techniker- und Meisterschulen.

Das Forum „Ausbildung und Qualifikation“ in Halle 3 bietet in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für berufliche Bildung (BiBB) Vorträge zu verschiedenen Themen an, z. B. Neue Berufsfelder, Fremdsprachen im Beruf, Electronic Commerce. Natürlich nimmt auch das lebenslange Lernen wieder eine herausragende Stellung im Gesamtkonzept ein. Fachleute referieren zu Themen wie „Selbstgesteuertes und medienbasiertes Lernen“. Sonderschauen runden das Angebot ab.

## Beispiel 1 für eine Wahlqualifikationseinheit: Präparative Synthesetechniken

Gesamtzeit bei PROVADIS: 10 Tage

Seminar 1: Reaktionsbedingungen

### Theorie: Reaktionsbedingungen und die Auswirkungen

- Reaktionsbedingungen
- Einsatz von Katalyse
- Temperaturveränderung
- Druck und Zeit
- Phasentransferkatalyse
- Allgemeine Richtlinien zur Reaktionsführung
- Optimierungsstrategien

### Praxis: Synthese einer Carbonsäure

- Optimierung und Durchführung einer Synthese mit Phasentransferkatalyse
- Eigene Syntheseplanung und Optimierung
- Herstellung von mind. 20 g Benzoesäure aus Toluol (Phasentransfer mit Aliquat 336) Reinigung und Reinheitsnachweis über UV-Spektroskopie

Seminar 2: Neue Techniken in der Synthesechemie

### Theorie: Neue Makrotechniken

- Tieftemperatursynthesen
- Schutzgasreaktionen
- Hochdrucksynthesen

### Theorie: Neue Massentechniken

- Aspekte der Merrifield-Synthese
- Einführung in die kombinatorische Chemie

### Praxis: Neue Syntheseverfahren

- Herstellung von 3-Allyl-thiophen (BuLi-Reaktion) Schutzgas-, Mikro-, Tieftemperatursynthese: Reinigung über SC
- Herstellung von Aminosäuren durch Merrifield-Synthesen Arbeiten mit Ionenaustauscherharz Stofftrennung durch HPLC

Seminar 3: Spezifikationsprüfungen

### Theorie

- Interpretation von Chromatogrammen
- Interpretation von IR-, MS- und H-NMR-Spektren
- Stoffidentifizierung und Strukturaufklärung
- Übungen an den Spektren und Chromatogrammen der Syntheseprodukte und -Edukte

## Beispiel 2 für eine Wahlqualifikationseinheit: Anwendung chromatografischer Verfahren

Gesamtzeit bei PROVADIS: 10 Tage

Seminar 1: Interpretation von Chromatogrammen

### Die Parameter eines Chromatogramms

- Entstehung eines Peaks im Chromatogramm
- Totzeit
- Retentionszeiten
- Trennfaktor und Resolutionsfaktor
- Peaksymmetrie
- Peakfläche und Peakhöhen
- Abhängigkeiten der Chromatogrammparameter von den chromatografischen Bedingungen

Praktische Übungen

### Qualitative und quantitative Auswertung von Chromatogrammen

- Auswertung über Retentionszeiten
- Auswertung über die Peakhöhe oder Peakfläche
- Auswertung mit externem Standard
- Auswertung mit internem Standard
- Auswertung mit Aufstockmethode
- Auswertung über Kalibriergerade
- Beurteilung der Linearität
- Statistische Interpretation von Kalibriergeraden

Seminar 2: Methodenauswahl

### Grundbegriffe der Methodenauswahl

- Naßchemie oder instrumentelle Analytik?
- Einsatzgrenzen der DC, GC und HPLC
- Spezifität und Selektivität von Methoden
- Einfluss der Matrix auf die Methodenauswahl
- Methodenentwicklung unter Beachtung der Spezifität und Selektivität

### Beispiel der HPLC

- Säulenauswahl
- Eluentenauswahl
- Eluentenzusammensetzung
- Puffersysteme
- Isokraten und Gradientensysteme

### Beispiel der GC

- Säulenauswahl
- Geschwindigkeit der mobilen Phase
- Injektion
- Temperaturprogramme

Praktische Übungen

Seminar 3: Trouble-shooting anhand von Chromatogrammen

- Basislinienfehler und ihre Ursachen
- Veränderungen der Peaksymmetrie und ihre Ursachen
- Veränderungen der Retentionszeiten und ihre Ursachen
- Veränderungen der Selektivitäten und ihre Ursachen
- Veränderungen der Peakflächen und ihre Ursachen
- Diskussion von fehlerhaften Chromatogrammen

Praktische Übungen

Haemophilus influenza	61	Ionenkanäle	212	Laboranten (historisch)	28
Haie; Wie tauchen -?	381	Ionennachweise multimedial	M 16	Laborapparaturen zeichnen	390
Halbleiterdetektor	348	Ionenpaar-HPLC	260	Laboratorien im Web	408
Hämoglobin	215	Ionenpaarbildung	404	LaboratoryNetwork (E-Commerce-Portal)	285
Hämophilie	314	Ionenpumpen	212	Labortipps	M 23, M36
Härtung eines Kunststoffes	297	Ionenwechselwirkungen	404	Laser in Physik und Chemie	128
Haut-Testmodell	102	Ionophore	211	Laser-Ablations-ICP-MS	349
Haut; Schädigungen der	145	Irganox in Polypropylen	57	Laser-Atomabsorptionsspektrometrie (LAAS)	164
Hautkrebs	310	Isocyanat	300	Laseranregung	248
Hautkrebs; Fluoreszenz-Diagnostik bei	150			Laserdiode; Strahlung einer	164
Head-Space-Analytik	18			Laserinduzierte Emissionsspektrometrie	248
Headspace-GC-Analyse	229	Jenapharm; 50 Jahre	235	LC-MS mit Ionenfallen	90
Helico bacter pylori	61	Jugend forscht 2000	M 49	Le-Blanc-Verfahren	304
Hepatitis	332			Lead-Optimierung	364
Herkunftsbestimmung über Isotopenverhältnis	262	Kalibration automatischer Spektrometer	188	Lebensmitteluntersuchung	206
Hero of Chemistry	385	Kalibration eines Spektrometers; Driftkorrigierte	305	Lebensmittel(s); Energiewert eines	49
Herzinfarkt	332	Kalibrierlaboratorien	408	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	375
High-Throughput-Screening	65, 345, 364	Kalibrierung	50	Lebensmittelzusätze	262
Hintergrundwert von Platin	432	Kalifeldspat	386	Lebensmittel; Gentechnisch modifizierte	409
Hitzeschockproteine	268	Kalorimeter	297	Lebensmittelanalytik mit der UV/Vis-Spektrometrie	97
Hochdruckextraktionsanlagen	314	Kältemittel R 22 verboten	102	Lebensmittelbestrahlung	87
Hochdruckgradienten	55	Kaolin	386	Lebensmittelzusätze	431
Hochfrequenzgenerator bei der ICP-OES	288	Kapillar-GC	18	Lebensmittelzutaten	376
Hochleistungsgele; Polymere	174	Kapillarelektrophorese	127, 260, 344	Leichenschmaus; König Midas'	100
Hohlkathodenlampe	348	Kapillarpipetten	M 79	Leichtmetalle	M 29
Holundersaft	228	Karl-Fischer-Titration	44, 245	Leimsieder	27
HPLC	128	Kartoffelkäfer; Chemie gegen	232	Leistungskompensierende DDK	9
HPLC von Inositolphosphaten	257	Kationenanalytik	406	Leitfähigkeitsdetektion	405
HPLC-GC-Kopplungen	464	Kennzeichnung von Lebensmitteln	372	Licht; Auf dem Wege zu weißem	135
HPLC-Pumpen	52	Keramik; Analyse von	189	Lichtbögen als Anregungsquelle	180
HPLC-Säulen; Gegendruck in	254	Keratinocyten	331	Lichtstreuendetektor	366
HPLC-Trennungen simulieren (Software)	154	Kernkraft; Schwache	101	Life-Com 2000	103
HPLC; Massengesteuerte präparative	364	Kernresonanzspektroskopie (Software)	70	Liganden	65
HTS	65	Kiefernzapfenrößling	385	Limnin (Bitterstoff der Orangen)	232
Humangenom(s); Sequenzierung des	425	Kieselsäure; Pyrogene - Aerosil	144	Linear-viskoelastischer Bereich	299
Humboldt, Alexander von	303	Klebstoff aus dem Meer	72	Lipide	49
Huminstoffe; Bindung von Xenobiotika an	230	Klon	140	Lithiumaluminiumhydrid	M 74
Hydrogeochemie	22	Klone aus DNA-Banken	345	Locus	452
Hydrolyse von Fetten	456	Klonen ohne Embryonen	268	Lookout (Software)	194
Hydrolytische Alterung von Pflanzenölen	423	Klonierung	140	Lösungsmittel in Luf	19
Hydroxamat-Koordination	211	Klonierung eines einzelnen mRNA-Moleküls	60	Lotus-Effekt	187
Hydroxyprolinegehalt in Fleisch	99	Knallsäure	304	Luft; Lösungsmittel in	19
Hypochlorit; Zerstörung von Cyanid mit	148	Kohlendioxid als Lösungsmittel	352		
		Kohlendioxid-Anstieg drosselt Kalkbildung	424	M-Effekt bei Aromaten	M 3
I-Effekt	21	Kohlenwasserstoffe pyrolysieren	227	m-RNA	140
I-Effekt bei Aromaten	M 2	Koks im Hochofenprozess	444	Magnetwerkstoffe	186
ICP-Emissionsspektrometrie zur Platinbestimmung	376	Kollimator	173	Makrophagen	331
ICP-OES contra Dokimasie	305	Kombinatorische Chemie (Literatur)	353	Makrozyklische Chelatliganden	215
ICP-OES-Entwicklungen in den letzten 25 Jahren	286	Kombinatorische Chemie	126	MALDI	231
IMPACT-Technologie	300	Kombinatorische Synthese	364	MALDI-TOF-MS	60
Impfstoff gegen Aids?	268	Kompetitive PCR-Analyse	413	manA; Marker-Gen	100
In vitro Biotec (Firma)	102	Komplementärer Strang	452	Mangan in Papier	432
Industrieruß	144	Kompositmaterial	84	Marker-Gen bei genveränderten Nutzpflanzen	100
Influenza-Viren	101	Kompost; Reif für den	107	Markovnikov-Regel	M 21
Informationen visuell vergleichen (Software)	194	Kompostierbare Folien und Blumentöpfe	111	Maskentechnik	308
Informationsbeschaffung als Lehrfach	263	Kompostierungsanlagen	266	Massengesteuerte präparative HPLC	364
Informationsströme: Uferlos oder kanalisierbar?	262	Kompressionsrheometer	298	Massenschwächungskoeffizient	173
Informationstechnologie	475	Kondratieff-Zyklen	351	Massenscreening; Automatisches mit molekularen Targets	65
Innenräumen(n); Pyrethroide Insektizide in	20	König Midas' Leichenschmaus	100	Massenspektrometrie	24
Inositolphosphate	257	Kontinuumstrahler	348	Massenspektrometrie für Papiertypen	432
Instrumentelle Analytik; Museum für	465	Konzentrationszelle	M 8	Materialisten	28
Interferenzfarben; Zustandekommen von	29	Kornhärtebestimmung	246	Matrixeliminierung	24
Internationale Schülerolympiade 2000	M 96	Korrosive(r) Gase; Reinheit	217	MediGene AG	354
Internetnutzung	475	Krankheitsgene(n); Die Suche nach	344	Medikamente im Wasser	31
Invertzuckersirup	44	Krebs	332	Meere für Kohlendioxid steigt; Speicherkapazität der	424
Ionen-Chromatographie	23	Kresoximethyl	385	Meerwasser wird saurer	424
Ionen-Chromatographie; 25 Jahre	404	Kunststoffflaschen; Gasdichte	185	Melioration	22
Ionenausschluss	404	Kunststoffformtechnik	309	Membrancharakterisierung	430
Ionenaustausch	404	Kunststofftechnik	185	Membranpumpen	52
Ionenaustauscher als GPC-Material	174	Kurzhubkolbenpumpen	53	Membranvesikel	331
Ionenaustauscher; Sulfonsäure-	253			Merck KG aA	392
Ionenaustauschermembranen	430	L'vov	417		
		LAAS	164		
		Lab-World-Online (E-Commerce-Portal)	285		

Merck KGaA .....	235, 314	Oberflächen-Untersuchungen mittels Thermischer Analyse .....	209	Plasmide .....	140, 452
Merck-Gruppe .....	111	Oberflächen; Duftende – .....	187	Platinbestimmung; ICP-Emissionsspektrometrie zur – .....	376
Merck; Wachsender Umsatz bei – .....	192	Oberflächenwässer(n); Elementbestimmung in – .....	4	Platin Komplexe in der Tumortherapie .....	215
Messdatenauswertung (Literatur) .....	193	Oberflächentechnik .....	186	Platinmetalle in der Umwelt .....	432
Messunsicherheit (Software) .....	M 47	Objektträger .....	M 77	PLED .....	132
Messzelle; Mikrocoulometrische – .....	16	Öko-Check der Bayer AG für Chemieprodukte .....	426	Plutonium-Isotope .....	474
Metacomputing .....	112	Ökobilanz .....	427	Plutoniumdioxid .....	474
Metalle in der Biologie .....	210	Ökobilanzen .....	266	Polychlorierte Biphenyle .....	73
Metalle in Namen von Orten und Regionen .....	M 30	Ökologie .....	426	Polyesteramidsynthese .....	M 60
Metalle(n); Herkunft der Namen von – .....	M 30	Ökonomie .....	426	Polyetherpolyole .....	300
Metalle; Kaffefilter fangen - ab .....	150	Öle; Qualitätsuntersuchungen natürlicher – .....	456	Polyethylen .....	111
Metalle .....	M 38	Olestra; Fettersatzstoff – .....	73	Polyethylenterephthalat .....	M 58
Metalloenzyme .....	216	Online-Auktionsplattformen .....	368	Polykondensation .....	108
Metallurgisches Labor aus dem 16. Jahrhundert .....	103	Online-Shop; Firmeneigener – .....	284	Polymer absorbiert Uran .....	150
Metamorphose .....	331	Online-Viskositätsmessungen .....	293	Polymer Light Emitting Diode .....	132
Methan als Treibhausgas .....	150	Operon .....	140	Polymeradditive .....	56
Methoxsalen .....	433	Optische Spektroskopie (Literatur) .....	234	Polymeranalysen .....	174
Mikroalgen zur Massenproduktion .....	267	Organellen .....	331	Polymerase .....	140
Mikroben fressen abbaubare Kunststoffe .....	108	Organische Bodenanalytik .....	229	Polymerase Chain Reaction .....	126
Mikrobiologische Arbeitstechniken .....	M 17	Organische Chemie .....	M 1	Polymerase-Kettenreaktion (PCR) .....	410
Mikrofertigung .....	308	Organische Modifier .....	405	Polymerase-Kettenreaktion .....	68, 449
Mikroorganismen; Resistente – .....	204	Oxalsäure .....	304	Polymere Hochleistungsgele .....	174
Mikroskopische Präparatetypen .....	M 77, M 81	Oxidation in der organischen Chemie .....	M 50	Polymere LEDs .....	132
Mikrowellenaufschluss .....	348	Oxidative Alterung von Pflanzenölen .....	423	Polymere; Biologisch abbaubare - (Literatur) .....	193
Minidensitometer für Aflatoxine .....	429	<b>p</b> -Toluolsulfonsäure .....	M 37	Polymere; Elektrolumineszierende – .....	132
Mitochondrien .....	331	Palladium in der Umwelt .....	433	Polymerisation von VC .....	270
Mitochondrium .....	330	Papiermacher .....	27	Polymeroberflächen; Funktionalisierte – .....	84
Mitose .....	452	Paprika; Aflatoxine in – .....	429	Polymerradikale(n); Erzeugung von – .....	85
Molecular Bioanalytics (Preis) .....	231	Parfümeure .....	27	Polyol .....	300
Molecular Modelling .....	101	Pasma-CVD .....	186	Polyolefine(n); BASF und Shell gehen bei - zusammen .....	111
Molekularbiologie .....	138	Pasteurisieren .....	M 18	Polypropylen .....	111
Molekulare Pharmakologie .....	65	PCR .....	68, 449	Polyurethane .....	300
Molmassenbestimmung .....	365	Peptide, die Metalle binden .....	422	Polyvinylchlorid .....	270
Monochromator .....	348	Permanentmodifizier .....	348	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in Wasser .....	306
Monomolekulare Eliminierung .....	M 28	Perowskit .....	268	Porzellanerde .....	386
Monoterpenoide .....	M 89	Pestizide in Oberflächengewässern .....	306	Porzellanmanufaktur Fürstenberg .....	386
mRNA .....	344	PET-Getränkeflaschen .....	M 57	Potentialdifferenzmessung .....	430
Multimedia .....	M 94	Petrischalen .....	M 78	Primer .....	450
Multimedia in der Lehre der Chemie .....	M 43	Pfeiffersches Drüsenfieber .....	332	Probenahmesonde für Hochofenschlacke .....	249
Multiple Sklerose .....	332	Pflanzen sammeln Schwermetalle .....	72	Probenaufbereitung; Bedeutsamkeit der – .....	244
Museum für Instrumentelle Analytik .....	465	Pflanzenfasern .....	185	Probenreinigung .....	460
Mutation .....	140	Pflanzenschädigende Bakterien .....	61	Probenvorbereitung .....	129, 460
Myoglobin .....	215	Pflanzenschutzwirkstoffe .....	385	Probierkunde der Edelmetalle .....	305
Nachsäulenderivatisierung .....	406	Pfropfpolymerisation .....	85	Produktionskontrolle im Hochofenbereich .....	248
Nachwachsende Rohstoffe .....	423	pH-Wert und seine Messung .....	M 6	Proliferation .....	331
Nachweisgrenzen .....	5	Phagen .....	140	Promotor .....	410
Nachweisgrenzen im pg-Bereich .....	219	Pharma-Technikum in Wuppertal .....	466	Propylenoxid .....	300
Nachweisgrenzen in der ICP-OES .....	290	Pharmaka .....	431	Proteasen .....	100, 331
Nanomaterialien; Herstellung von – .....	144	Pharmakakonzentration in Klinikabwässern .....	31	Proteine(n); Metallliganden in – .....	214
Nanotechnologie .....	187, 351	Pharmakologie; Molekulare – .....	65	Proteomanalyse .....	60
Nasslacke .....	186	Pharmazeutische Biotechnologie (Literatur) .....	312	Protoplasma .....	140
Nativpräparate beim Mikroskopieren .....	M 81	Phasenextraktion .....	461	Protoporphyryn IX .....	150
Nekrose .....	328	Phasenverteilung .....	462	Prüflaboratorien .....	408
nematische Flüssigkristalle .....	29	Phospholipide .....	49	Prüfungsleistungen in der Chemieausbildung; Bewertung von – .....	M 3
Nernstspannung .....	M 14	Phosphor-Stickstoff-Detektor .....	M 9	Public Value .....	426
Neuemissionen (Wirtschaft) .....	354	Photobioreaktor .....	267	Publikationen; „Gute“ – .....	263
Neuramidase-Inhibitor .....	101	Photodioden; Selbstscannende – .....	225	Pulpe .....	264
Neurodegenerative Erkrankungen .....	332	Photographische Signalregistrierung .....	221	Pulver-auf-Pulver-Methode .....	186
Neurotransmitter; Inositphosphate als – .....	257	Photometrie unter Verwendung von Photozellen .....	222	Pulverbeschichtung .....	186
Neutronenaktivierung; Spurenanalyse mit – .....	467	Photostrom(s); Messung des – .....	224	Pumpen- und Gradientensysteme in der HPLC .....	52
Nichteisenmetalle .....	M 29	Phototoxizitätsprüfung; Zell-Test für – .....	144	Purge-and-Trap-Verfahren .....	18
Niederdruckgradienten .....	55	Physik-Bilder; Bewege – .....	M 55	PVC .....	270
Niederdruckgradientenanlage .....	54	Physikalische Chemie mit PC (Literatur) .....	193	PVC-Branche .....	354
Nikotin .....	433	Phytinsäure .....	258	Pyrethroide Insektizide in Innenräumen .....	20
NMR-Spektren aus Strukturformeln darstellen .....	313	Phytoextraktion von Schwermetallen .....	266	Pyrokohlenstoff .....	420
Nobelpreisträgertagung in Lindau; 50. – .....	302	Pigmente .....	431	Quadrupol-Massenspektrometer .....	90
Nomenklatur (Literatur) .....	70	Pigmente; Cadmiumfreie – .....	268	Qualitative anorganische Analyse (Literatur) .....	234
Notfallchemie .....	M 37	Pilzgifte in Kleinkindernahrung .....	352	Quantitative PCR .....	453
Novel-Food-Verordnung .....	376	Pistazien; Aflatoxine in – .....	429	Quarz .....	386
NRW-Chemie auf Wachstumskurs .....	192	Plasmabeobachtung bei der ICP-OES .....	289	Quecksilber vom Meeresboden .....	72
Nukleinsäuren .....	M 87	Plasmid für Gentransfer .....	410		
Nukleotide .....	140, 452				

r-RNA	140
Radikalfänger für die Haut	310
Radiolyse	469
Radon auf dem Mont Blanc	232
Radon in altägyptischen Bauten	73
RAPD-PCR	452
Raps für die Phytoextraktion	266
Rasterkraftmikroskop	207
Rasternahfeldmikroskopie	324
Rastertunnelmikroskop	127
Raucher	433
Reaktionsmechanismen	M 44
Real-Time-PCR	453
Rebound-Effekt	311
Reduktion in der organischen Chemie	M 50
Reduktion mit Wasserstoff und Metallhydriden	M 73
Reduktionspotenziale	M 93
Referenzmaterialien	188
Referenzverfahren	244
Regressionsgerade	51
Regressionsrechnung	355
Relative quantitative PCR-Analyse	413
Relenza	101
Repellent; Natürliches	268
Replikation	140, 452
Resistente Mikroorganismen	204
Ressourcen	M 45
Restriktionsenzyme	140, 452
Retentionszeiten; Temperatureinfluss auf die	255
Retsch GmbH & Co. KG	354
Rezeptoren	65
RFA	446
Rheinbraun Aktiengesellschaft	111
Rheologie, Online	293
Ribonukleinsäure	140
Richtiger Wert	M 4
RNA-Moleküle; Zwei verschiedene t	433
Rohstoffe; Nachwachsende	423
Röntgenfluoreszenzanalyse	248
Röntgenfluoreszenzspektrometrie	188, 446
Röntgenfluoreszenzspektrometrie; Wellenlängendispersive	166
Röntgenröhren als Anregungsquelle	167
Röntgenröhren-Bauarten	168
Röntgenspektrometrie	24
Röntgenstrahlen	88
Röntgenstrukturanalyse	101, 139
Röntgentiefenlithographie	308
Rostverbrennung von Siedlungsabfällen	147
Rotationsrheometer	298
Rückwärts-Auktion	367
Runden	M 47
Salpetersieder	26
Sauerstoff-Isotopenanalyse	262
Sauerstoff; Vieratomiger	100
Säulenversuche nach DIN V 19736	231
Säureaufschluss	22
Säurezahl	456
Scheidewasser	305
Schimmelpilze vor Ort nachweisen	429
Schlackenanalytik	248
Schlaganfall	332
Schliffverbindungen; Festsitzende	M 15
Schmelzaufschluss	22
Schmelzpunkt; doppelter	29
Schrödinger; Erwin	140
Schubmodul; Komplexer	298
Schule/Gesellschaft und Biotechnologie	M 87
Schwärzungsmessung	222
Schwefel auf dem Mars	191
Schwefelhexafluorid	M 63, 389
Schwefelverbindungen; Summarische Bestimmung von organischen	13
Schwermetall im Trinkwasser	150
Schwermetalle(n); Phytoextraktion von	266
Schwermetallspuren in Gasen	219
SciQuest (E-Commerce-Portal)	285
Screening; High Throughput	364
Seifensieder	27
Sekundärelektronenvervielfacher	223
Selektionsmarker-Gen	410
Selektivhydrierung	423
Separation von organischen Säuren und Alkoholen	255
Sequenzhypothese	142
Sequenzieren	344
Sequenzierung des Humangenoms	425
Sexuallockstoff; Frosch mit	73
SFC-Gerät	462
Shareholder Value	111
Shell Petroleum N. V.	111
Sicherheit (Literatur)	391
Sicherheit bestrahlter Lebensmittel	90
Sickerwasserprognose	231
Siedlungsabfälle(n); Rostverbrennung von	147
Signifikante Ziffern	M 47
Siliciumcarbid; Spurenelementanalyse von	336
Sinomer (Werkstoff)	297
SKW Trostberg AG	392
Smaragde(n); Herkunft von	191
smektische Flüssigkristalle	29
Smog; Mehr organische Verbindungen im	311
Sol-Gel-Verfahren	186
Sollwert	M 4
Sonic Spray-Ionisierungsverfahren (SSI)	90
Sonnenbrand	310
Sonnenschutzfilter	145
Soxhletextraktion	58
Speichel; Menschlicher	M 66
Speicherkapazität der Meere für Kohlendioxid steigt	424
Speichermodul	298
Spektralanalyse	180
Spektrometer; Kalibration automatischer	188
Spektroskopie; Optische (Literatur)	234
Spektroskopische Methoden (Literatur)	472
Spektrum von Benzol	98
Spiralstruktur der DNA	141
Spritzguss zur Herstellung von Folien	109
Spurenanalyse mit Neutronenaktivierung	467
Spurenstoffe in Deponiegasen	20
Squalen	381
Statistik (Literatur)	155
Statistik (Software)	194
Statistik mit dem Browser lernen (Software)	355
Sterilfiltration	M 33
Sterilisation	M 17, M 26
Stickstoff; Fixierung von elementarem	61
Stipendien des Fonds der chemischen Industrie	428
STN-Datenbanken	233
Stockholmer Konvention	M 7
Stoffaustauschuntersuchungen; Messzelle für	265
Stoffmenge (Einheit)	M 52
Strahlensterilisation	M 34
Strahlung einer Laserdiode	164
Strahlung in Höhlen	232
Streptavidin	433
Strobilurine	385
Stromerzeugung in Europa	111
Strontium in Papier	432
Strukturformeln aus dem Namen darstellen	313
Strukturformeln zeichnen	269, 390
Strukturformeln zeichnen und verwalten	475
Sub-ppb-Bereich	147
Substanzspezifische Detektion	366
Suchbild	M 24
Sulfatablagerungen	432
Sulfonsäure-Ionenaustauscher	253
Sulzer Chemtech AG	314
Suppressor-Techniken	404
Sustainable Development	M 45, M 88, 347
Synchrotronstrahlung	308
Syndactylie	332
Synthese; Kombinatorische	364
Szintillationsdetektor	470
T-Killerzellen	331
T-Lymphozyten	331
t-RNA	140
Taq-DNA-Polymerase	450
Taq-Polymerase	68
Targets	65
Taschenbuch der Chemie (Literatur)	113
Taxol aus Haselnüssen	232
Technikgeschichte zum Anfassen	465
Tee - das unbekannteste Getränk	474
Teebeutel; Kompostierbare	110
Temperatur-modulierte DDK	11
Temperatureinfluss auf die Retentionszeiten	255
Template-DNA	450
Tenside; Anionische	13
Teppichproben; Ausgangskomponenten von	21
Terminator	410
Tetraethylblei	432
Tetrapyrrole	215
Textilfarben	38
Textilien und Biotechnologie	M 85
Theaflavine im Tee	474
Theobromin in Naturprodukten	M 66
Theobromin und Coffein im menschlichen Speichel	M 65
Therapeutisches Klonen	268
THERESA-Versuchsanlage	147
Thermische Abfallbehandlung	147
Thermische Analyse mit hoher Ortsauflösung	207
Thermische Sterilisation	M 34
Thermolumineszenz	89
Thymin	141
Tierversuche(n); Alternativen zu	145
Tierversuche; Ersatz für	102
Tipps für's Net	112
Titration; Coulometrische	15
Töpfer	26
Totalreflexion; Abgeschwächte	129
Totenfest vor 2700 Jahren	100
Transferrin	213
Transformation	140, 452
Transkription	331
Transkriptomanalyse	60
Translation	331
Transmissions-SNOM	325
Transport-Unfall-Informations- und Hilfeleistungssystem	M 72
Treibgase zum Schäumen	302
Treibhausgas Methan	150
Treibhausgas; Neues	388
Treibhausgase	351
Trifluormethylschwefelpentafluorid	388
Trockenschrankverfahren	246
Tropfen; Zurückspritzen von	311
Tschernobyl wirkt länger	310
TUIS	M 72
Tumor-Testmodell	102
Uhde Hochdrucktechnik GmbH	314
Uhrgläser	M 78
Ultrafiltrationsmembranen	430
Ultrapurenbestimmung	164
Ultrazentrifugation	139
Umberto (Software)	266
Umsatz der chemischen Industrie	473
Umwelterkundung; Praktische (Literatur)	353

Umweltgeologie .....	22	Wacker Siltronic AG .....	392	Wolff-Kishner-Reduktion .....	M 73
Umweltschutz (CD-ROM) .....	36	Wahrer Wert .....	M 4	Wollastondraht .....	207
UN-Nummer .....	M 72	Wärmestrom-DDK .....	9	Wolle färben .....	228
Untergrundkorrektur .....	164	Wasser; Medikamente im – .....	31	WYRE-Wettbewerb .....	M 89
Uran; Polymer absorbiert – .....	150	Wasser; Überkritisches – .....	72, 265		
UV-Detektor mit variabler Wellenlänge .....	97	Wasseranalytik .....	407		
UV-Spektroskopie .....	139	Wasserbestimmung .....	44	Xenobiotika .....	230
		Wasserbestimmung in Getreide .....	244		
Vakuumfiltrationsset .....	M 33	Wasserdampfdestillation .....	463		
Valeriansäure als innerer Standard .....	50	Wassergehalt eines Lebensmittels .....	44	Zanamivir .....	101
Validierung (Literatur) .....	71	Wasserstoffbrückenbindungen .....	141	Zaubermoleküle (Literatur) .....	234
Valiomycin .....	229	Wasserstofftechnologie .....	184	ZEBET (Zentralstelle ... Ergänzungsmethoden zum Tierversuch) .....	145
Vektor .....	140	Web; Laboratorien im – .....	408	Zeiose 331	
Verdampfung; Fraktionierte – .....	337	Wechselstromabreißbogen .....	182	Zeitkritische Produktionskontrolle metallurgischer Prozesse .....	248
Vergiftungen; Akute - (Literatur) .....	113	Weichmacher für PVC .....	270	Zell-Test für Phototoxizitätsprüfung .....	144
Verpackungsrichtlinie .....	384	Weichmacher in PVC .....	58	Zellen; Wenn - sterben .....	328
Verpuffung .....	M 54	Weißes Gold (Porzellan) .....	386	Zellstoff/Papier und Biotechnologie .....	M 84
Vinylacetat in EVA-Copolymeren; Bestimmung von – .....	129	Wellenlänge als Analyselinie bei der Emissionsspektrometrie .....	377	Zellstoffbleiche; Umweltfreundliche – .....	264
Vinylchlorid .....	270	Wellenlängendispersive Röntgenfluoreszenz- spektrometrie .....	166	Zinkcyanocobaltate .....	300
Vireninfection?; Übergewicht durch – .....	474	Wellenlängenmodulationspektrometrie .....	164	Zucker statt Antibiotikum .....	100
Virtuelles Graphitrohr .....	348	Wiederholbarkeit in der ICP-OES .....	290	Zulassungsverfahren für Lebensmittel .....	371
Viskosität; Komplexe – .....	298	Wiederholt; Professor - emeritiert .....	184	Zusatzstoffe in Lebensmitteln .....	373
VOC (flüchtige organische Stoffe) .....	301	Wirkstoffsynthese .....	467	Zweistufentechnik beim Graphitofen .....	348
Volltextbeschaffung .....	233	Wissenschaftlerkreis Grüne Gentechnik .....	422	Zweitsubstitutionen .....	M 3
Vorkonzentrierung .....	24	Wissenschaftsnetz .....	36	Zytogenetik .....	324

## UMSCHAU ZEITSCHRIFTENVERLAG

Breidenstein GmbH  
Frankfurt am Main

Ein Unternehmen der Brönner-Umschau Gruppe

# CLB

CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK

### Begründer:

Dr. Dr. h. c. W. Foerst

### Herausgeber:

Dr. Dr. U. Fitzner, Ratingen · 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. G. Schwedt, Clausthal · Prof. Dr. G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Werner, Leipzig

### Chefredakteur:

Dipl.-Ing. Jürgen Wagner,

Postfach 11 02 62, 60037 Frankfurt/Main, Telefon (0 62 01) 18 69 44, Telefax (0 62 01) 18 69 44

### Redaktion CLB-Memory:

Reinhold Ellmer,

Postfach 12 47, 58207 Schwerte, Telefon (0 23 04) 8 18 54, Telefax (0 23 04) 8 32 71



UMSCHAU

Jugend auf der Insel Lemnos wieder in den Olymp aufgenommen worden war, wurde er, der Hässlichste unter den Göttern, mit Venus vermählt – daher auch die Darstellung auf dem Relief von Thorvaldsen zusammen mit Amor (Abb. 2). Die Sage berichtet auch davon, dass Vulcanus die Venus wegen einer Untreue in Verdacht hatte. Er verfertigte deshalb ein „sehr künstliches Netz, welches er an seinem Lager anbrachte und Mars und Venus darin fing und allen Göttern zeigte.“ (Brockhaus von 1841) So stellt das Relief (entstanden vermutlich in Rom 1814) auch „Venus, Mars und Amor in der Werkstatt Vulkans“ dar. Es befindet

sich im Erdgeschoss (westlicher Korridor) des 1848 nur für Thorvaldsens Werke und Sammlungen errichteten Museums, mit dessen Bau 1842 begonnen wurde. Erst 1838 kehrte Thorvaldsen aus Italien nach Kopenhagen zurück. Als letzte Statue vor seiner Abreise mit der Fregatte Rota, die große Teile seiner Werke und Sammlungen mitführte, schuf er das Modell des Vulcanus, mit Amboss und Donnerkeil, im Sommer 1838 [6].

Georg Schwedt

#### Literatur

[1] E. Schmauderer (Hrsgb.): Der Chemiker im Wandel der Zeiten. Skizzen zur geschichtlichen Entwicklung des Berufsbildes, Verlag Chemie, Weinheim 1973.

[2] W. Lewicki (Hrsgb.): Wöhler und Liebig. Briefe von 1829–1873, Cromm Verlag, Göttingen 1982.

[3] H. Rast: Vulkane und Vulkanismus, Enke, Stuttgart, 3. Aufl. 1987.

[4] R. Decker, B. Decker: Vulkane. Abbild der Erdynamik, Spektrum, Heidelberg 1998.

[5] M. Krafft: Führer zu den Vulkanen Europas, Band 1, Enke, Stuttgart 1984.

[6] Das Thorvaldsen-Museum (Katalog), Kopenhagen 1997.

### Hochleistungsverflüssiger:

## Filigraneres Bauen durch den „flüssigen Stein“

**Jährlich werden weltweit etwa fünf Milliarden Kubikmeter Beton verarbeitet. Dabei spielen Verflüssiger für die Verarbeitung und Qualität dieses Baustoffs eine entscheidende Rolle. Neue Hochleistungsverflüssiger eröffnen der Bauindustrie jetzt eine ganz neue Betontechnologie.**

Beton besteht zu über 90 Gewichtsprozent aus den festen Bestandteilen Kies, Sand und Zement (Abb. 1). Deren Teilchengrößen müssen so gewählt wer-

den, dass die feineren Körner in die Räume zwischen den gröberen Körnern passen, um ein möglichst kompaktes Gefüge zu erzielen. Die feinste Fraktion in dem Feststoffgemisch ist der Zement. Er füllt die Räume zwischen den feinsten Sandkörnern aus. Die verbleibenden Zwischenräume sind beim frischen Beton mit Wasser gefüllt.

Im Beton kommt dem Zement die Funktion des hydraulischen Bindemittels zu, denn bereits beim ersten Kontakt des Zements mit Wasser entstehen kristalline Hydratisierungsprodukte. Diese ver-

wachsen in den Räumen zwischen den Sandkörnern zu einem dichten Kristallfilz. Da dieser Kristallisationsprozess sehr langsam abläuft, ist das Aushärten des „flüssigen Steins“ erst nach Monaten abgeschlossen.

#### Die Funktion des Wassers

Der Wasseranteil in einer Betonmischung beträgt weniger als zehn Prozent. Ein großer Teil davon wird für die Hydratisierung des Zements verbraucht. Der Rest dient dazu, den Beton fließfähig und verarbeitbar zu machen. Da dieser Was-

<b>BASF</b>		
<b>Frischbeton</b>		
Beispiel		
	Gew%	Funktion:
• Sand und Kies	71	Füllstoff
• Zement	20	Hydraulisches Bindemittel
• Wasser	9	Hydratisierungs- und Verdünnungsmittel
• Additive	< 0,1	Verflüssiger Schaumdämpfer Verzögerer Beschleuniger

Abb. 1: Zusammensetzung von Frischbeton.

<b>BASF</b>		
<b>Historische Entwicklung der Betonverflüssiger</b>		
Wasserreduktion		
1930	Ligninsulfonate	10%
1940	Na-Gluconat	
1970	Naphthalin-Formaldehyd-Sulfonsäure-Kondensate (BASF Tamol <sup>®</sup> -Marken)	20%
1980	Melamin-Formaldehyd-Sulfonsäure-Kondensate	
1990	Verschiedene Polycarboxylate	
1997	Polyacrylat-Kammpolymere als Hochleistungsverflüssiger (Sokalan <sup>®</sup> HP 80)	25-30%

Abb. 2: Ligninsulfonate, die in der Zellstoffindustrie anfallen, wurden bereits in den 30er Jahren als Verflüssiger eingesetzt.

seranteil nicht im Zement gebunden ist, verdunstet er beim Aushärten. Das führt zu einem Volumenschwund im Betonbauteil und zum Rückgang der mechanischen Stabilität sowie zur Bildung von Mikrorissen. Diese wiederum sind Angriffsstellen für Korrosion und Ausgangspunkte für Materialbrüche, weil Kohlendioxid sowie Streusalz eindringen und die Stahlarmerung im Beton schädigen können.

Ein zu hoher Wasseranteil im Beton hat bei der Verarbeitung zur Folge, dass sich die Grobanteile von Kies und Sand absetzen und sich über dem Beton Wasser abscheidet. Man bezeichnet diesen Effekt bei verwässertem Beton als Ausbluten. Diese Entmischung ist unerwünscht, da ein inhomogenes Bauteil mit grobporiger Oberfläche entsteht.

Die Betonverarbeiter sind deshalb bemüht, den Wasseranteil auf die für die Hydratisierung notwendige Menge zu reduzieren, vor allem dann, wenn hohe Festigkeiten und Korrosionsbeständigkeit gefordert sind. In der Praxis stellt sich jedoch das Problem der Verarbeitung. Je weniger Wasser als Fließmittel zugesetzt wird, desto schlechter fließt der Beton und desto schwerer ist er zu verarbeiten. Um Einbußen der Betonqualität zu verhindern, wird dennoch möglichst wenig Wasser zugegeben und die hohe Viskosität des Betons durch Zugabe von Verflüssigern verringert.

Anfang der 30er Jahre wurden Ligninsulfonate, Abfallprodukte der Zellstoffindustrie, als wirksame Wasserredu-

ziermittel entdeckt und auf den Markt gebracht. Für einfache Betonformulierungen werden sie wegen ihres niedrigen Preises stellenweise heute noch verwendet – vgl. Abb. 2.

„Der Durchbruch zu leistungsfähigen Hochleistungsverflüssigern gelang Ende der 90er Jahre mit der Entwicklung von einem Polyacrylat-Kammpolymer, Sokalan® HP 80“, berichtet Dr. Matthias Kroner von der Forschung Spezialpolymere der BASF in Ludwigshafen.. „Heute sind die Kammpolymere weltweit der Inbegriff für Hochleistungsbetonverflüssiger geworden.“ Charakteristisch für Hochleistungsverflüssiger ist ihr überragendes Dispergiervermögen für Zementteilchen im Beton.

Dadurch kann der Wasseranteil um 25 bis 30 Prozent reduziert werden. Man muss also nur noch so viel Wasser zusetzen, wie für die Hydratbildung des Zements notwendig ist.

### Wirkungsweise der Hochleistungsverflüssiger

Nach ihrer chemischen Struktur handelt es sich um Kammpolymere: Das Rückgrat des Polymermoleküls besteht aus einer Polyacrylatkette mit negativ geladenen Carboxylatgruppen, von der wie die Zinken eines Kamms wasserlösliche Polyetherseitenketten ausgehen (Abb. 3).

Die Wirkungsweise dieser Kammpolymere kann man sich folgendermaßen vorstellen: Durch die negativ geladenen Carboxylatgruppen wird das Polymermolekül auf den Oberflächen der Ze-

mentkristalle adsorbiert. Die raumfüllenden Polyetherseitenketten ragen nach außen und sind mit einer Solvathülle aus Wassermolekülen umgeben. Das führt dazu, dass die Zementteilchen schließlich von einer Schicht aus hydratisierten Polymermolekülen eingehüllt sind. Dadurch werden sie auf Distanz gehalten, und der Beton wird fließfähiger, da weniger Energie aufgewendet werden muss, um die Zementteilchen gegeneinander zu verschieben.

In der Praxis können Betonformulierungen hergestellt werden, die trotz reduziertem Wasseranteil hervorragende Fließfähigkeiten besitzen. Durch den geringen Materialschwund werden Mikrorisse verhindert und dadurch die mechanische Festigkeit und die Korrosionsbeständigkeit des Betons erhöht.

Diese Hochleistungsverflüssiger haben einen Technologiewandel auf der Baustelle und im Betonwerk ausgelöst. Moderne Betonformulierungen werden genau auf die beabsichtigte Anwendung abgestimmt. Wichtige Anwendungsgebiete sind etwa der Transport- und Fertigteilebeton. Daneben gibt es spezielle Formulierungen für Spritzbeton und selbstverdichtenden Beton für Bauteile mit hohen Beanspruchungen.

### Beispiel Transportbeton

Für die Praxis werden Hochleistungsverflüssiger benötigt, deren Wirksamkeit in der ersten Stunde möglichst wenig abnimmt. Damit erreicht man eine längere Verarbeitungszeit für Transportbeton,

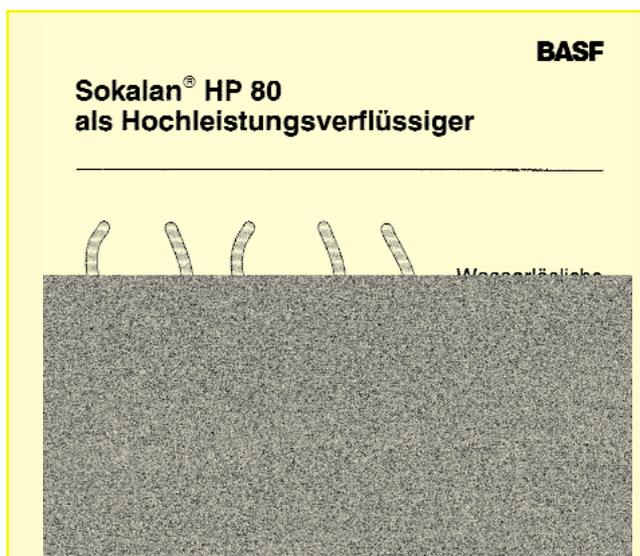


Abb. 3: Prinzipieller Aufbau eines modernen Hochleistungsverflüssigers für Beton.

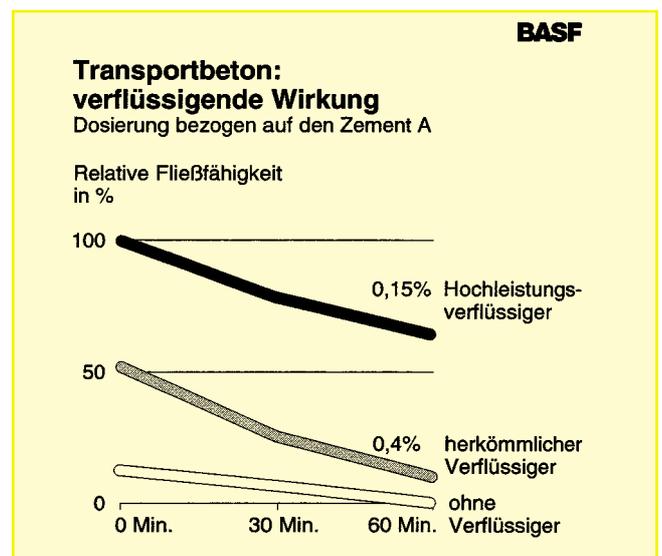


Abb. 4: Bei Transportbeton muss die Fließfähigkeit auch noch nach Ablauf einer Stunde gewährleistet sein.

gleichbleibendes Fließverhalten im Mischwerk, auf dem Transportweg und während der Verarbeitung über Pumpen und Rohrleitungen auf der Baustelle.

Die modernen Hochleistungsverflüssiger sind trotz geringerer Dosierung den herkömmlichen Verflüssigern überlegen. Mit ihnen bleibt die Fließfähigkeit einer Betonformulierung auch nach einer Stunde noch weitgehend erhalten, während sie bei den herkömmlichen Produkten schon erheblich nachgelassen hat – siehe Abb. 4. So fließt der Beton gut zwischen die Armierung und verbessert Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

### Beispiel Selbstverdichtender Beton

Mit den Hochleistungsverflüssigern erschließt sich für die Bauindustrie die neue Betontechnik des selbstverdichtenden Betons (scc für self compacting concrete). Selbstverdichtender Beton wird durch Hochleistungsverflüssiger und höheren mineralischen Feinanteil beinahe so dünnflüssig wie Wasser, obwohl er weniger Wasser als herkömmlicher Beton enthält. Er muss nicht mehr gerüttelt werden, sondern füllt auch anspruchsvolle Schalungen selbständig aus. Das ist ein enormer Fortschritt für Arbeitseffizienz und -sicherheit.

Durch die gute Dispergierung der Zementpartikel und den geringen Was-

seranteil wird das Ausbluten verhindert. Man erhält eine stabile Suspension aus Sand und Kies, in der sich die Grobanteile nicht mehr absetzen. Die Oberfläche des Betons wird glatter, es gibt weniger Mikrorisse, was zu höherer Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit führt.

Da der selbstverdichtende Beton schon nach wenigen Stunden eine hohe Frühfestigkeit erreicht, können Betonfertigteile ohne Erwärmung der Formen hergestellt werden. Das Anwärmen der Betonformteile war bisher für ein schnelles Ausschalen notwendig.

Durch die hohe Endfestigkeit des selbstverdichtenden Betons können Baukonstruktionen aus dünneren Elementen hergestellt werden. Dem Architekten eröffnen sich damit neue Gestaltungsmöglichkeiten. Dazu kommen wirtschaftliche Vorteile.

„Hochleistungsverflüssiger und selbstverdichtender Beton leisten auch einen wichtigen Beitrag zur Arbeitssicherheit“, erklärt Kroner. „Da keine hochfrequenten Vibratoren mehr für die Verdichtung notwendig sind, entsteht beim Betonieren weniger Lärm.“ Außerdem wird das sogenannte White-hand-Syndrom vermieden, eine Durchblutungsstörung an Armen und Händen von Arbeitern, die regelmäßig diesen Vibratoren ausgesetzt sind.

*Bettina Furchheim*

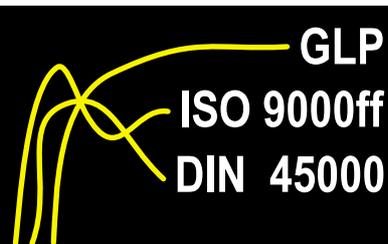
## Preis für Diabetes-Forscher

**Den diesjährigen Young Investigator Award der Eppendorf AG erhielt Dario Alessi von der Universität Dundee für seine Arbeiten in der Diabetes-Forschung.**

Insulin ist schon seit langer Zeit als Hormon bekannt, das an der Blutzuckerregulation beteiligt ist. Es wird zur Behandlung von Diabetes eingesetzt, einer Krankheit, von der allein in Deutschland fünf Millionen Patienten bzw. weltweit 150 Millionen Menschen betroffen sind. Lange Zeit war die Wirkungsweise von Insulin ein Rätsel. Dr. Dario Alessi hat erheblich zum Verständnis der Wirkungsweise von Insulin beigetragen. Er entdeckte ein Enzym – die so genannte Protein-abhängige Kinase 1

(PDK1) – , das ein weiteres Enzym, die Protein-Kinase B, durch Phosphorylierung aktiviert.

Es ist bereits seit langer Zeit bekannt, dass Phosphorylierung und Dephosphorylierung biochemische Reaktionen sind, die bei der Regulation der Zellvorgänge mitwirken. Im besonderen Fall der Wirkungsweise des Insulins war es recht schwierig, die Beteiligung der Phosphorylierungsreaktionen zu identifizieren. Die Aktivierungsstufe – mit PDK1 als Katalysator – erfolgt in zwei Schritten. Der erste erfolgt spontan, der zweite erfordert ein weiteres Protein – das so genannte PIF – als Fragment, das mit PDK1 zusammen wirkt. Nur durch diesen Zweistufen-Aktivierungsvorgang kann PDK1 vollständig aktiviert werden. Dr. Alessi



Die Dokumentation von Vorgängen in **Standardarbeitsanweisungen** sollten Sie **automatisieren**, damit Ihr **Qualitätsmanagement** und Sie **nicht unnötig Zeit verlieren!**



Software zur automatischen Erstellung von Standard-Arbeits-Anweisungen (SOPs) für unterschiedliche QM-Systeme

- editierbare SOP-Vorgaben
- Import-/Export-Funktion
- automatische Anpassung von "Rohtexten" an formale Vorgaben
- leistungsfähige Textverarbeitungsfunktionen
- Hotline-, update- und upgrade-Service inklusive
- Mehrplatz- und Spezialversionen auf Anfrage

## Bestellcoupon

Ja, liefern Sie mir gegen Rechnung aus dem Programm der UMSCHAU SOFTWARE:

Stück	Programm	DM
	SOP-Speed (Nr.4284)	890,-*
*zzgl. MwSt. und Versandkostenanteil		
	SOP-Speed DEMO Endpreis	DM 30,-

Name / Vorname \_\_\_\_\_

UZV-Kundennummer (wenn bekannt) \_\_\_\_\_

Straße / Hausnummer \_\_\_\_\_

PLZ / Ort \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Einsenden an:  
**mpm Fachmedien**  
**Postfach 1103, 35411 Pohlheim**  
**Fax: 0 64 03 / 6 84 42**  
**eMail: mpm.maid@t-online.de**

CLB



Den diesjährigen Eppendorf Young Investigator Award verlieh Professor Ernst-Ludwig Winnacker an Dario Renato Alessi.

sind nicht nur diese neuen Erkenntnisse zu verdanken, sondern er hat auch bereits den Weg aufgezeigt, wie der Aktivierungsprozess durch ein zusätzliches Protein zur Entwicklung von Arzneimitteln, welche die Wirkungsweise des Insulins regulieren, verwendet werden kann.

Der Preisträger wurde 1967 in Straßburg geboren, ging in Belgien zur Schule und studierte Biochemie in Birmingham, wo er im Oktober 1991 – im Alter von nur 23 Jahren – den Abschluss Ph. D. erhielt. Er wechselte dann an die Universität von Dundee in das Labor von Sir Philip Cohen an der MRC Protein-Phosphorylierungsabteilung des Fachbereichs Biochemie. Seit Januar 1997 ist er Forschungsleiter der MRC Protein-Phosphorylierungsabteilung. Dr. Alessi erhielt den Preis am 23. November in Düsseldorf im Rahmen der Medica.

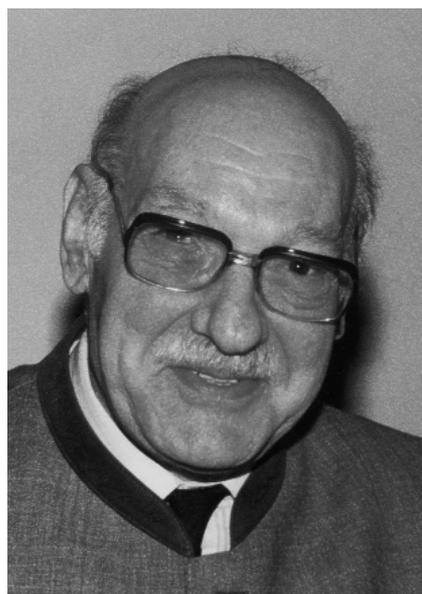
## Tagungsbericht

# Analytische Chemie in Vergangenheit und Zukunft

**Am 9. Oktober 2000 wurde im Rahmen eines Festkolloquiums „Analytical Chemistry from Past to Future“ des Institutes für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien Professor Doktor Dr. h. c. Hanns Malissa geehrt, der am 8. Oktober sein 80. Lebensjahr vollendet hat.**

Professor Malissa als einer der Begründer der modernen Analytischen Chemie hat durch seinen Ideenreichtum und seine Innovationsfreudigkeit ständig neue Konzepte in sein Forschungsgebiet eingeführt und methodische Entwicklungen auf den verschiedensten Gebieten zukunftsweisend beeinflusst. Nach seinem Studium in Prag und Graz sowie der Habilitation an der TU Graz schlossen sich Forschungsaufenthalte in Schweden, Deutschland und Indonesien als prägende Stationen für Weltoffenheit und wissenschaftlichen Weitblick an, bis dann im Jahre 1959 die Berufung auf das Ordinariat für Analytische Chemie an der TU Wien erfolgte, das er 30 Jahre innehatte. Diese international orientierte Laufbahn trug sicher dazu bei, dass Hanns Malissa schon früh die Notwendigkeit zu wesent-

lichen Erneuerungen seines Fachgebietes erkannte und mit größtem Erfolg durchführte. Hierzu gehörte auch die konsequente Einbeziehung physikalischer Analysemethoden in die Forschung und Lehre. Die Beschaffung der benötigten Mittel für das mit der Umstrukturierung



Prof. Dr. Dr. h. c. Hanns Malissa wurde am 8. Oktober letzten Jahres 80 Jahre alt. Aus diesem Anlass fand an der TU Wien ein Festkolloquium statt.

notwendig werdende Instrumentarium gelang ihm durch eine überzeugende Forschungspolitik. Schließlich ist es das Verdienst von Hanns Malissa, die Analytische Chemie, die sich nach dem von ihm postulierten und formulierten Paradigma (= Grundkonsens einer wissenschaftlichen Gemeinschaft) zu einer interdisziplinären Wissenschaft entwickelt hat, mit der Philosophie verknüpft und damit des Vordergründigen entkleidet zu haben. Um eine breitere Basis für die Diskussion philosophischer und historischer Aspekte zu schaffen, begründete er das „International Symposium on Philosophy and History in Analytical Chemistry“, das erstmalig 1985 in Wien veranstaltet wurde.

Neben Forschung und Lehre kennzeichnen zahlreiche Aktivitäten in der nationalen und internationalen Fachwelt wie die Übernahme von Präsidenschaften in internationalen Gesellschaften und Organisationskomitees großer Kongresse sowie nationaler Kommissionen den Lebenslauf von Professor Hanns Malissa. Bei einem derartigen Engagement und wissenschaftlichen Erfolgen konnten verdienstermaßen Ehrungen nicht ausbleiben. Eine Aufzählung würde allerdings

den Rahmen dieses Kurzberichtes sprengen.

## Analytische Chemie und Umweltanalytik

Das eintägige Symposium zu Ehren von Prof. Dr. Dr. h. c. H. Malissa zielt auf eine umfassende Diskussion der Rolle der Analytischen Chemie in der Vielfalt von Wissensgebieten, wie z. B. Umwelt- und Materialwissenschaften, Prozessanalytik, Kunst und Archäologie. Nach der Begrüßung und Tagungseröffnung durch Prof. Dr. H. Puxbaum (TU Wien) und Prof. Dr. W. Wegscheider (Montanuniversität Leoben) begann das wissenschaftliche Programm mit einem einleitenden Vortrag von D. T. Burns (University of Belfast, U. K.) über einige ausgewählte historische Höhepunkte der „österreichischen Schule“ für Analytische Chemie, deren Geschichte bereits im Jahre 1815 beginnt und mit den Namen vieler herausragender Persönlichkeiten verknüpft ist. Erwähnenswert ist, dass seit dem Jahre 1893 die Analytische Chemie selbständige Lehrkanzel wurde und dass sie es – von gelegentlichen Interimslösungen abgesehen – bis heute geblieben ist. Die Neuzeit wurde geprägt durch Hanns Malissa, 1959 zum Ordina-

rius und Institutsvorstand berufen, der einerseits den traditionsreichen Weg des Institutes fortsetzte und andererseits konsequent und effektiv das Institut in die Neuzeit der Analytischen Chemie führte.

Die Rolle der Analytischen Chemie in der Umweltanalytik beleuchtete zunächst R. Nießner (TU München) am Beispiel der Aerosolchemie und diskutierte dabei auch Fragestellungen zu den Notwendigkeiten und Möglichkeiten. Dabei verwies er auf die zahlreichen ungeklärten Fragen z. B. zum Verhalten von Aerosolteilchen unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen. Wegen der Vielschichtigkeit der Probleme besteht die zwingende Notwendigkeit zu interdisziplinärer Zusammenarbeit auf diesem Gebiet. Nur dadurch lassen sich die Vorgänge in der Atmosphäre besser verstehen und in der Bewertung des Umweltgeschehens Fortschritte erzielen.

Analytische Chemie und Umwelt war auch das Thema von H. Puxbaum (TU Wien), der besonders die Ergebnisse von Forschungsarbeiten über atmosphärische Prozesse und biogeochemische Zyklen betrachtete. Die laufenden Forschungen betreffen u. a. das atmosphärische „modelling“ und Experimente, um Emissionen und das atmosphärische Verhalten

von organischen Aerosolen und komplexer Luftbestandteilen untersuchen zu können.

## Entwicklung der Mikroskopie

H. Ortner (TU Darmstadt) verstand es, ein faszinierendes Bild des Mikro- und Makrokosmos aus analytischer Sicht zu entwerfen und Einsichten über oberflächenanalytische Erkenntnisse darzulegen und diese mit Betrachtungen der Tiroler Alpenwelt zu verbinden. Einblicke in die faszinierende Welt des Mikrokosmos wurden zuerst durch die Erfindung des Lichtmikroskops ermöglicht und dann durch die Entwicklung des Elektronenmikroskops vertieft. Heute stellt die Rasterelektronenmikroskopie, Scanning Electron Microscopy (SEM), ein unverzichtbares und häufig genutztes Gerät zur Qualitätskontrolle und zur Werkstoffent-

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.

**WasserSoft 1.2**  
Information - Analyse - Entsäuerung - Führung - Hilfe

Kommision: DIN Beispiel 2

Analyseingabe		Berechnete Werte	
pH-Wert	8,2	Gesamthärte	9,2
Temperatur	11	Carbonathärte	7,8
Calcium	49,7	neg. p-Wert, berechnet	0,01
Magnesium	10	Ionenstärke	6,49
Natrium	20,7	Gleichgewichts CO <sub>2</sub>	1,1
[p-Wert]	7	Sättigungsindex SI	0,31
m-Wert	11,1	Gleichgewichts pH (pH <sub>L</sub> )	7,93
Chlorid	31,9	pH nach CaCO <sub>3</sub> -Sättigung	8,01
Sulfat	55,7	Delta-pH	0,23
Nitrat	34,1	Kalkabscheidung, erwart.	2,2
Kationen	4,28	Kalkabscheidung, erwart.	9
Anionen	4,22	SI  < 0,1 bei	< 1
		Leitfähigkeit, erwart.	427

**pH-Wert ändern**

m-Wert	11,1
Si-pH-Wert	8,2
Si-pH-Wert	7,7

**Chemikalienbedarf**

Für pH-Konstanten von pH=8,2 auf pH=7,5 sind bei diesem Wasser theoretisch 0,11 mol/l Säure erforderlich. Dies entspricht einer Zugabe von 11,4 ml 1N-Schwefelsäure (1825 g/l) pro Kubikmeter Wasser.

ACHTUNG: Die Berechnung basiert auf den Dissoziationskonstanten der Kohlensäure und setzt daher ein natürliches Wasser voraus.

# 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>

wicklung dar, das erstaunliche Eindrücke z. B. von Metallpulvern und Bruchoberflächen vermittelt. Bei der Betrachtung derartiger Objekte drängen sich häufig Parallelitäten zu unserer makroskopischen Welt auf.

Im Anschluss daran referierte *G. Friedbacher* (TU Wien) über die Bedeutung der Analytischen Chemie für die Charakterisierung von Oberflächen und Feststoffen und berichtete u. a. über In-situ-Studien von Oberflächenprozessen, wie chemisches Ätzen und Korrosion, auf Einkristallen, Metallen, Halbleitern und Gläsern mittels AFM (Atomic Force Microscopy) und STM (Scanning Tunneling Microscopy) sowie über Untersuchungen von Filmbildungsvorgängen z. B. auf Silicium. Ferner gab er einen Überblick über die Charakterisierung der verschiedensten Stoffe, wie Biomaterialien, Metallfilme und Halbleiter, mittels SEM (Scanning Electron Microscopy) und EPMA (Electron Probe Microanalysis) und verwies auf die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Materialwissenschaften und die interdisziplinäre Forschung. *B. Lendl* (TU Wien) stellte den Beitrag, den die Analytische Chemie im Rahmen der industriellen Prozessanalytik leistet, an Beispielen überzeugend dar. Die Prozessanalytik ist heute integraler und essentieller Bestandteil jedes auf chemischen Reaktionen basierenden Industrieunternehmens und liefert Entscheidungshilfen in der Abfolge der Prozessschritte. Ihre Ergebnisse haben damit entscheidende sachliche, ökonomische und ökologische Auswirkungen. Die technische Bedeutung liegt u. a. darin, dass sie eine Überwachung und Steuerung oder Regelung technischer Prozesse und die Charakterisierung der Erzeugnisse ermöglicht, während der wirtschaftliche Aspekt in der Schaffung von Voraussetzungen für die Kostenminimierung der Prozesstechnik besteht.

### Kunst und Analytik

*M. Valcárcel* (Universität von Cordoba, Spanien) behandelte die Thematik dieses Symposiums unter dem Titel „Die Analytische Chemie für heute und morgen“ und berichtete über die sich abzeichnenden Trends in der Methodik und unter Berücksichtigung der instrumentellen Entwicklungen, die z. B. durch Weiterentwicklung der FIA (Flow Injection Analysis) und der Sensorik charakteri-

siert ist. Danach widmete sich *M. Schreiner* (Hochschule für bildende Künste, Wien) dem Aspekt: „Die Kunst der Analyse im Dienste der Kunst“. Eindrucksvoll schilderte er die heutige Durchführung von Pigmentanalysen von Farbschichten auf Gemälden, die z. B. zur Altersbestimmung herangezogen werden können, und von alten Schriften. Dabei haben Methoden wie die Röntgenfluoreszenzspektrometrie, PIXE (Particle induced x-ray analysis), SEM und EPMA neben den Methoden der klassischen Analytik besondere Bedeutung bekommen. Bedeutsam sind ferner Analysen von Oberflächenschichten, die sich während des natürlichen Alterungsprozesses auf Gemälden oder archäologischen Funden bilden. Derartige Untersuchungen sind geeignet, um Informationen über die verwendeten Materialien und Techniken zu erlangen.

Den Schluss bildete der Vortrag des Jubilars zur Geschichte des Institutes für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien, in dem er in anschaulicher Weise die beeindruckende Entwicklung dieser Forschungseinrichtung zu

einer Pflegestätte von internationaler Geltung nachgezeichnet hat.

Nach den wissenschaftlichen Vorträgen hielt Prof. Dr. M. Grasserbauer (Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgien) eine betont persönliche Laudatio auf den Jubilar, die ihn als Visionär auf vielen Gebieten der analytischen Forschung und Lehre, wie z. B. des Einsatzes von Computermethoden in der Analytik und der Didaktik, kennzeichnete. Der Rektor der Universität, Prof. Dr. P. Skalicky, würdigte das 30jährige Wirken des Jubilars und dankte ihm für den unermüdlichen Einsatz für die Wissenschaft und die Modernisierung des Institutes sowie die Gestaltung neuer Lernziele für Analytiker. Der festliche Abschluss wurde musikalisch vom Streichquartett des TU-Orchesters umrahmt. Beim anschließenden Empfang und Büffet war den zahlreich erschienenen Kollegen und Freunden aus dem In- und Ausland sowie den Institutsmitarbeitern Gelegenheit gegeben, dem Jubilar zu gratulieren und ein herzliches „ad multos annos“ zu wünschen.

*K. H. Koch*

## Gebundene Pestizidrückstände als Risiko

**Zur Zeit werden im Pflanzenschutzrecht nur die reinen Ausgangswirkstoffe und einige lösliche Metaboliten als Pestizidrückstände erfasst und dementsprechend in ihrer zulässigen Menge begrenzt. Nach Auffassung von Professor Heinrich Sander mann, Leiter des Instituts für Biochemische Pflanzenpathologie des GSF-Forschungszentrums, Neuberger, müssten auch die oft in weit höherer Menge auftretenden gebundenen Pestizidrückstände berücksichtigt werden.**

Pestizide werden heutzutage weltweit eingesetzt, um die Erträge von Ernten zu steigern. Einige dieser Substanzen sind jedoch karzinogen und mutagen. Daher müssen hinsichtlich ihrer Konzentration im Endprodukt zum Schutz des Verbrauchers strenge Richtlinien gelten.

Problematisch sind jedoch auch die an die Pflanzeninhaltsstoffe gebundenen Pestizidrückstände. Dies zeigen detaillierte Untersuchungen, die Sander mann mit einem Team von Wissenschaftlern des Instituts für Biochemische Pflanzenpathologie und des Instituts für ökologische Chemie zur chemischen Struktur und toxikologischen Relevanz dieser Stoffe ausführte. Die Forscher verwendeten dabei radioaktiv markierte Pestizide, bei denen der natürliche Kohlenstoff gegen das radioaktive Kohlenstoffisotop <sup>14</sup>C ausgetauscht ist. Auf diese Weise lässt sich ermitteln, in welchen chemischen Verbindungen der Ausgangswirkstoff auf Grund der beim Pflanzenwachstum auftretenden Stoffwechselprozesse später vorkommt. So verbinden sich die Pestizide in Pflanzen unter anderem mit den Komponenten der Zellwände, insbesondere Lignin, Pektin und Hemicellulosen.

Mit der Kernresonanz-Spektroskopie deckten die Wissenschaftler die Bindungstypen auf, die sich bei dem Einbau von Pestiziden an diese Zellwandkomponenten ergeben. Dann gingen sie der Frage nach, ob die an die pflanzlichen Polymere gebundenen Pestizidbruchstücke bioverfügbar sind, also im Organismus freigesetzt werden. Dazu führten sie gemeinsam mit Forschern des US-Department of Agriculture in Fargo, North Dakota, umfangreiche Fütterungsversuche durch.

### Freisetzung im Magen-Darm-Trakt

Als Alternative zu Tierversuchen bestimmten sie die Freisetzung der gebundenen Herbizidrückstände auch *in vitro* unter Bedingungen, bei denen die im Magen herrschenden Säureverhältnisse simuliert wurden. Das Ergebnis: Der

Grad der Bioverfügbarkeit im Tier ließ sich recht genau durch die Säurebehandlung simulieren. 3–10 % der gebundenen Pestizidrückstände wurden im Magen-Darm-Trakt bzw. bei der Säurebehandlung freigesetzt; bei einem der studierten Bindungstypen waren es jedoch 65 %. Diese Substanzen im Pflanzenschutzrecht zu erfassen, ist umso wichtiger, als ihr Gehalt in Nahrungspflanzen oft um Größenordnungen höher ist als der des freien Wirkstoffs. Denn während der gesetzlich vorgeschriebenen Wartezeiten nach Pestizidapplikation klingt dessen Konzentration ab, die Menge an Metaboliten nimmt dagegen zu.

In Abhängigkeit von Einbauraten, Bioverfügbarkeit und Art der freigesetzten Stoffe können die gebundenen Pestizidrückstände ein toxikologisches Risiko darstellen, das weit höher ist als das der bisher regulierten, aber meist sehr gerin-

gen Rückstandsmengen der freien Ausgangswirkstoffe. Dies wurde besonders für die gebundenen Rückstände des mutagenen und karzinogenen Pestizids Maleinsäurehydrazid gezeigt. Die Richtlinien im Pflanzenschutz müssten, so Professor Sandermann, zum Schutz der Verbraucher geändert werden, wie es die amerikanische Environmental Agency bereits vor Jahren für die gebundene Metabolitfraktion getan hat. GSF

## BioTech mobil rollt weiter durch Bayern

**Wegen der anhaltend hohen Nachfrage der bayerischen Schulen wurde die Aktion „BioTech mobil“ nun per Beschluss des bayerischen Ministerrates bis Ende 2001 verlängert. Bereits mehrmals hatte das Kabinett beschlossen, die ursprünglich auf das Schuljahr 1997/98 begrenzte Aktion fortzusetzen – nun bis Ende 2001.**

Insgesamt haben mittlerweile mehr als 16 000 Schüler an halbtägigen Praktikumsveranstaltungen im mobilen Genlabor teilgenommen, mehr als 55 000 interessierte Besucher nutzten das Angebot zur sachlichen Information und kritischen Diskussion über die Grundlagen und Anwendungsgebiete der Biotechnologie und Gentechnik. Kernstück der Aktion ist das europaweit erste rollende Genlabor der Sicherheitsstufe SI, das für gentechnische Demonstrationsexperimente ausgerüstet ist und neben acht Gruppen-Experimentierplätzen eine Postershow enthält.

Das „BioTech mobil“ steht einer Schule jeweils für einen oder zwei Tage zur Verfügung. Dort werden Praktikumsveranstaltungen und geführte Ausstellungsbesuche für die Schülerinnen und Schüler höherer Jahrgangsstufen sowie Nachmittags- und Abendveranstaltungen für die interessierte Öffentlichkeit angeboten.

Betreut wird das „BioTech mobil“ auf seiner Reise durch Bayern von drei promovierten wissenschaftlichen Begleitern des Genzentrums der Ludwig-Maximilians-Universität München. Durch eine überwiegende Finanzierung aus öffentlichen Mitteln und eine Begleitung durch einen mehrheitlich aus Vertretern der öffentlichen Hand zusammengesetzten Beirat soll

**NEUERSCHEINUNG**

Das aktuelle Informationswerk  
im handlichen Format für alle Wasserfachleute

## Wasser-Kalender 2001

Jahrbuch für das gesamte Wasserfach

Herausgegeben von Professor Dr.-Ing. habil. RUDOLF WAGNER,  
Institut für Siedlungswasserbau der Universität Stuttgart

35. Jahrgang 2001, 628 Seiten, 11,7 x 18,7 cm, kart., DM 49,80/  
€ 25,46/öS 364,-/sfr. 44,50. Staffelpreise: ab 5 Expl. DM 48,30/  
€ 24,70/öS 353,-/sfr. 43,-, ab 10 Expl. DM 46,95/€ 24,-/öS 343,-/  
sfr. 42,-, ab 25 Expl. DM 45,60/€ 23,31/öS 333,-/sfr. 41,-,  
ab 50 Expl. DM 44,20/€ 22,60/öS 323,-/sfr. 39,50 je Exemplar.  
ISBN 3 503 05943 1

„...Der große Wert des Wasserkalenders setzt genau hier an, denn er faßt aktuelle Informationen in übersichtlicher Weise unter einem Einband zusammen, wobei der Wasserbereich insgesamt gut abgedeckt wird. In der Tat war der Wasserkalender nur einige Stunden auf dem Schreibtisch des Rezensenten, hatte er sich schon bewährt. Flugs waren ein Dutzend aktueller Telefonnummern von Fachkollegen aus der BRD nachgeschlagen, die für die laufenden Arbeiten benötigt wurden.“

G. Blöschl, Wien, in „Hydrologie und Wasserbewirtschaftung HW“

Bitte fordern Sie ausführliche Informationen an.  
Postfach 10 24 51 • 33524 Bielefeld • Fax (0521) 583 08 29

**ESV**

ERICH SCHMIDT VERLAG    www.erich-schmidt-verlag.de  
Berlin Bielefeld München    e-mail: ESV@esvmedien.de



**BioTech mobil: Genlabor auf Rädern (kleines Bild). Im Innern des BioTech mobil können die Besucher selbst Experimente durchführen.**

Fotos: Deutsche Messe AG

eine sachorientierte und ausgewogene Darstellung der Grundlagen, Verfahren und Anwendungen moderner Biotechnologie und Gentechnik sowie deren Chancen und Risiken gewährleistet werden.

Die moderne Gentechnik und Biotechnologie hat sich zu einer Schlüsseltechnologie entwickelt, der in den nächsten Jahrzehnten ein weit überdurch-

schnittliches Wachstum und als Folge davon die Entstehung vieler neuer Arbeitsplätze prognostiziert wird. Vor diesem Hintergrund hat sich die Aktion „BioTech mobil“ der Aufgabe gestellt, Wesen, Funktion und Bedeutung der modernen Bio- und Gentechnologie bürger- nah und unter Fokussierung auf die junge Generation zu demonstrieren.

## ITALGAS-Preis für Jülicher Wissenschaftler

# Hydroxid-Radikale greifen Treibhausgase an

**Dr. Andreas Hofzumhaus vom Forschungszentrum Jülich und der englische Professor Dr. Gus Hancock wurden in Turin mit dem Preis für Forschung und Technologie des Energieunternehmens ITALGAS ausgezeichnet. 160 000 Mark erhielten die beiden Wissenschaftler für ihre Forschungsarbeiten, die zeigen, dass mehr Treibhausgase auf natürlichem Weg abgebaut werden als bisher angenommen.**

Man kann sie weder riechen, noch sehen, aber sie sind in zunehmenden Maße vorhanden. Die Rede ist von den Spurengasen in der Atmosphäre. Dazu gehören zum Beispiel Kohlenmonoxid und Stickoxide, die bei allen Verbrennungsprozessen, also auch im



**Dr. Andreas Hofzumhaus erhielt den ITALGAS-Preis für seine Arbeiten zur Ozonspaltung.**

Straßenverkehr, entstehen. Einige der Spurengase gelten auch als Treibhausgase und werden für eine globale Temperaturerhöhung verantwortlich gemacht. Bekanntestes Beispiel ist Methan. Diesen „Luftverschmutzern“ steht die Natur jedoch nicht völlig hilflos gegenüber. Die hochreaktiven Hydroxyl-Radikale können die schädlichen Verbindungen abbauen. Die Atmosphäre verfügt also über eine natürliche Selbstreinigungskraft.

Hier setzen die Forschungen von Dr. Hofzumhaus, dem kommissarischen Leiter des Jülicher Instituts für Atmosphärische Chemie, an. „In Feldmessungen haben wir mit einer neuen Messtechnik herausgefunden, dass im Sommer 30–40 % mehr Hydroxyl-Radikale gebildet werden als bisher angenommen“, erklärt der Wissenschaftler. Das bedeutet, dass mehr Spurengase in der Atmosphäre abgebaut werden als gedacht. Mit diesen neuen Erkenntnissen können Modelle zur Atmosphärenforschung verbessert werden. „Das heißt jedoch nicht, dass wir in Sachen Klimaverschlechterung Entwarnung geben“, gibt Dr. Hofzumhaus zu bedenken. Denn wenn die Luft mit Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden verschmutzt ist, dann entsteht beim Abbau dieser Spurengase bei Sonneneinstrahlung unter anderem Ozon. Dieser Ozonanstieg führt zum „Sommersmog“.

Aber wie bilden sich eigentlich die nützlichen Radikalteilchen? Hier kommt das Ozon ins Spiel, genauer gesagt, dessen Spaltung. Mit diesem Vorgang haben sich die beiden Preisträger eingehend befasst. Die gasförmige Sauerstoffverbindung Ozon wird unter Einfluss von ultravioletter Sonnenstrahlung gespalten. Die Bruchstücke verbinden sich in einer chemischen Reaktion mit Wasserdampf zu den Hydroxylteilchen. „Es passiert ständig und überall“, beschreibt Dr. Hofzumhaus diesen Prozess, „denn Licht, Wasserdampf und Ozon sind bis in 11 Kilometer Höhe in der Atmosphäre immer vorhanden.“ In verschmutzter Luft wird jedoch weniger Ozon gespalten, als sich beim Abbau von Spurengasen bildet. So kann es unter diesen Bedingungen zu einer Anreicherung von Ozon und somit zum Sommersmog kommen. „Der Prozess der Ozon-Spaltung wurde bisher nur unzureichend verstanden. Wir haben gezeigt, dass er viel wirkungsvoller ist als gedacht“, so Dr. Hofzumhaus zu seinen Ergebnissen.

## Zytotoxin in Sonnenöl

**Ein Bestandteil vieler Sonnenschutzmittel tötet *in vitro* Zellen ab. Die Wirkung potenziert sich bei Bestrahlung.**

Die Verwendung von Substanzen, die Ultraviolettlicht von der Haut abhalten, ist umstritten, weil sie dem Benutzer gestatten, sich länger der Sonne auszusetzen, was die Krebsgefahr erhöht. Nach Untersuchungen einer norwegischen Forschergruppe schädigt Octylmethoxycinnamat, das in 90 Prozent der Präparate enthalten ist, in einer Konzentration von 5 ppm Mäusezellen so stark, dass die

Hälfte von ihnen abstirbt. Ohne die Verbindung bleiben 90 von 100 Zellen am Leben. Die Dosis ist in Sonnenschutzmitteln wesentlich höher als 5 ppm. Bei einer zweistündigen Simulation mittäglichen Sonnenscheins lag die Rate der absterbenden Zellen noch höher.

Möglicherweise schädigt das Cinnamat Hautzellen. Allerdings steht der experimentelle Beweis *in vivo* noch aus. In jedem Fall sollte die Verwendung von Ölen und Cremes eingeschränkt werden (Radiation Protection Dosimetry 91, 283 [2000] - New Scientist 168, Nr. 2259, 13 [2000]). *DRV*

## Vielseitiges Resveratrol

**Resveratrol (trans-3,5,4'-Trihydroxystilben), das zuerst in Rotwein gefunden wurde, ist nachweislich für die positive Wirkung von Wein auf Herz und Kreislauf verantwortlich. Neues Interesse erregte die Substanz, als bekannt wurde, sie könne auch die DNA-Synthese hemmen.**

Unterbindet man diese Syntheseleistung z. B. bei Viren, sind sie nicht mehr in der Lage, in fremde Körperzellen einzudringen und sich zu vermehren. Ob Resveratrol tatsächlich geeignet ist, über diesen Mechanismus Viruserkrankungen zu bekämpfen, das versuchten Forscher um John Docherty vom Northwestern Ohio Universities College of Medicine in Rootstown herauszufinden. Beim Herpes Simplex Virus (HSV) hatten sie Erfolg: Seine Ausbreitung ließ sich eindämmen. Mit einer leicht veränderten Form von Resveratrol, Stil-5 genannt, konnten sie sogar 99,9 % der Virusvermehrung verhindern, selbst bei resistenten Herpesstämmen. Stil-5 scheint die Herstellung zweier Proteine zu beeinträchtigen, die für die Virussynthese wichtig sind.

Die Wissenschaftler schlagen vor, den neuen Wirkstoff in konzentrierter Form in ein Gel gegen Herpesbläschen einzuarbeiten, oder empfängnisverhütenden Schäumen und dem Feuchtigkeitsfilm von Kondomen zuzusetzen, um die Übertragung von Herpesviren zu verhindern (New Scientist, 167, Nr. 2257, 8 [2000]). *KAE*

## Gold in Goldrubinglas

**Die rote Farbe von Goldrubinglas beruht auf winzigen Mengen von Gold im Schmelzglas. Sie erscheint aber nur bei geeigneter Kühltchnik des Materials.**

Es blieb bisher unbekannt, ob hier neutrale Goldatome vorliegen, vergleichbar „eingefrorenem Golddampf“, oder ob Goldionen eine Rolle spielen. Mit Hilfe der Mössbauer-Spektroskopie gelang es jetzt zu zeigen, dass im farb-

freien Glas Gold monovalent vorliegt und dann lineare Bindungen zu zwei benachbarten Sauerstoffatomen ausbildet. Es ergab sich kein Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Au<sup>0</sup>-Atomen. Hierbei ist ohne Belang, ob das Gold primär als Tetrachlorverbindung oder als Dicyanoaurat eingebracht worden war: Die Oxidationsstufe im Rubinglas hängt nicht von der Oxidationsstufe des Goldes im Ausgangsmaterial ab (Nature 407, 691 [2000]). *DRV*

## Titan billiger

**Die Gewinnung von Titan aus Titandioxid durch elektrochemische Reduktion könnte den Preis des Metalls senken.**

Titan ist leicht, belastungsfähig und korrosionsbeständig. Trotz ausreichender Reserven an titanhaltigem Erz ist das Metall teuer, weil die Produktion nach dem Kroll-Verfahren über Titantrichlorid zu aufwendig ist. Britische Chemiker haben eine neue elektrochemische Technik entwickelt: Titan entsteht direkt durch Reduktion, wenn man Titandioxid als negativ geladene Elektrode in geschmolzenem Calciumchlorid verwendet. Sauerstoff ionisiert und löst sich im Chlorid, Titan bleibt an der Kathode zurück.

Das Verfahren könnte die Kosten für die Gewinnung des Metalls so weit vermindern, dass Titan für neue Anwen-

dungsgebiete in Frage kommt. An der Übertragung aus dem Labormaßstab in einen Großversuch wird gearbeitet. Möglicherweise lässt sich die Methode auch bei anderen Metallen wie etwa Chrom oder Vanadium anwenden (Nature 407, 361 [2000]). *DRV*

## Saure Umwelt

**Die Umwelt erholt sich offenbar nur langsam und regional unterschiedlich von der anthropogenen pH-Absenkung in der Atmosphäre.**

In Europa und Nordamerika wurde der Ausstoß von Schwefelverbindungen drastisch vermindert. Als Folge davon hat man eine Abnahme der Versauerung festgestellt. Es hängt jedoch stark von der Bodenbeschaffenheit ab, ob sich die

Landschaft erholt. In Gebieten mit geringer Speicherfähigkeit für Sulfate und Protonen, wie etwa Sandböden, sind die Effekte von kurzer Dauer. Doch in Regionen mit hoher Speicherkapazität kann die Regeneration Jahrzehnte benötigen, weil der Untergrund das Sulfat nur langsam abgibt und kontinuierlich Kationen ausspült. Hier leidet vor allem Waldböden, und Trinkwasser weist eine geringe Qualität auf (Nature 407, 856 [2000]). *DRV*

## Muttermilch: Rückläufige Belastung

**Aus ernährungsphysiologischen, immunologischen, psychologischen und ökonomischen Gründen empfehlen sowohl WHO als auch UNICEF den Müttern, ihre Säuglinge während der ersten sechs Lebensmonate ausschließlich zu stillen. Nach Auffassung der Nationalen Stillkommission ist Stillen die beste Form der Ernährung eines Säuglings.**

In den Fünfziger- und Sechzigerjahren wurde durch Studien gefunden, dass sich chlororganische Verbindungen in der Muttermilch anreichern. Dies wurde verursacht durch den Einsatz des Insektizids DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) und des Fungizids HCB (Hexachlorbenzol). Diese und andere Verbindungen wurden in den Industriestaaten in den Siebzigerjahren und in vielen Entwicklungsländern in den Achtzigerjahren aus dem Verkehr gezogen. Jedoch wird in Entwicklungsländern in manchen Regionen DDT noch heute zur Bekämpfung von Insekten eingesetzt.

Obwohl die kommerzielle Produktion polychlorierter Biphenyle (PCB) schon in den Zwanzigerjahren begann, wurden PCB erst in den Sechzigerjahren aufgrund ihrer guten isolierenden Eigenschaften und ihrer thermischen Beständigkeit z. B. in Transformatoren eingesetzt. Die sog. Reisölkrankheit (20 Tote) 1968 in Japan hatte zur Folge, dass Lebensmittel und Muttermilch auf PCB-

Rückstände untersucht wurden. Seit Beginn der Neunzigerjahre sind PCB aus der industriellen Produktion verbannt.

Hat eine Mutter mit der Nahrung chlororganische Verbindungen (biologische Halbwertszeiten ca. 20 Jahre) aufgenommen, so werden sie in ihrem Fettgewebe gespeichert. Beim Stillen wird das Fettdepot abgebaut; die Verbindungen werden über die Milch an den Säugling weitergegeben. Die fettlöslichen chlororganischen Verbindungen lassen sich in Muttermilchproben heute mittels Gaschromatographie bis in den Pikogramm-Bereich ( $10^{-12}$  g) bestimmen. Der Zeitpunkt der Probenahme ist wichtig, da ein den Fettgehalt der Milch beeinflussender Rhythmus vorliegt.

Die DDT-Rückstände in der Muttermilch werden in mg/kg Milchfett angegeben. Der Mittelwert betrug in den Neunzigerjahren in Deutschland 0,24, in Thailand 14,96, in Zimbabwe 25,26 und in Indien 27,08. Die von der WHO für Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen festgelegte duldbare tägliche Menge wird während der Zeit des Stillens kurzfristig überschritten, doch ist in Deutschland bis heute kein gesundheitliches Risiko zu erkennen, und in bestimmten Regionen der Entwicklungsländer wurden keine Erkrankungen festgestellt, die nur auf die erhöhte Aufnahme während der Stillperiode zurückzuführen sind. Trotzdem sollten die Entwicklungsländer – weil es vielfach keine Alternative zum Stillen gibt – bei der Reduzierung ihres Pestizideinsatzes verstärkte Unterstützung finden (Ernährungs-Umschau 47, 375 [2000]).

REEL

## Mit Cyanid gegen Krebs

**Britische Forscher um Mahendra Deonarain vom Imperial College, London, wollen Cyanid einsetzen, um Tumorzellen gezielt zu vergiften.**

Die im Auftrag der Londoner Biotech-Firma Antisoma arbeitende Gruppe nutzt dabei einen Abwehrmechanismus, den Pflanzen wie Maniok, Aprikosen und Mandeln entwickelt haben, um sich gegen fressende Insekten zu schützen. Das Anknabbern löst die Ausschüttung des Enzyms Linamarase aus. Es kataly-

siert eine Reaktion, bei der aus dem harmlosen pflanzlichen Zucker Linamarin das Zellgift Cyanid entsteht. Dieses Enzym koppelten die Forscher an einen speziellen Antikörper, der sich ausschließlich an Krebszellen anheftet.

Der Gedanke ist nun, in einem ersten Schritt dem Patienten die Antikörper-Enzym-Einheit ins Blut zu spritzen, um dann, wenn sie sich im Tumor verankert hat, im zweiten Schritt Linamarin zu verabreichen. Der Zucker wanderte durch den ganzen Körper, aber nur in der Krebsgeschwulst würden aus ihm durch die dort sitzende Linamarase winzige Mengen Cyanid freigesetzt, die Krebszellen zuverlässig abtöteten. Noch innerhalb eines Jahres sollen Tierversuche zeigen, ob die Rechnung der Forscher aufgeht (New Scientist 167, Nr.2256, 18 [2000]).

KAE

## Schokoholics

**Möglicherweise sind am Verlangen nach Schokolade die gleichen Substanzen beteiligt wie bei der Sucht nach Alkohol: Carboline.**

Als Carboline bezeichnet man Pyridindole, die sich durch die Stellung des N im Pyridinring unterscheiden. Neuroaktive Alkaloide, die als Tetrahydro-carboline bekannt sind, entstehen, wenn der Organismus Bier, Wein oder andere Alkoholika metabolisiert. Chemiker des Spanish Council for Scientific Research

in Madrid fanden, dass diese Verbindungen bei Schokolade in Konzentrationen bis zu sieben Mikrogramm je Gramm vorkommen. Ob bei Schokolade eine echte Sucht entstehen kann, ist nicht bekannt, aber die Befunde sprechen dafür. Auch Tierversuche deuten darauf hin: Ratten verzichten eher auf Alkohol als auf Schokolade, wenn sie die Wahl haben. Allerdings kommen kleine Mengen von Carbolinen auch in Früchten vor, ohne dass dies Einfluss auf das Verhalten hat (New Scientist 168, Nr. 2264, 31 [2000]).

DRV



## Ein bemerkenswertes Lehrbuch

Vollrath Hopp: **Grundlagen der Life Sciences.**

Chemie – Biologie – Energetik. 738 Seiten mit zahlreichen Formelbildern, Tabellen und Abbildungen. WILEY-VCH, Weinheim 2000. ISBN 3-527-29560-7. DM 198,-.

Der Begriff „Life Sciences“ ist noch keine zehn Jahre alt, heute aber schon in vieler Munde und wurde auch von Chemiefirmen benutzt, die ihre Kernkompetenzen änderten. Es ist nie festgelegt worden, was alles zu den Life Sciences gehört. Das könnte sich nun durch das neue Buch von Vollrath Hopp ändern. Bereits der Untertitel des Buches und nur wenige

19 Seiten Inhaltsverzeichnis zeigen dem Leser, was man dem neuen Begriff zu rechnen kann bzw. was der Autor ihm zu rechnet. Einige der 26 Kapitelüberschriften seien hier aufgeführt: Wasser, Mineralstoffe, Düngemittel und Düngung, Hydrierung, Verdauung, Energie, Fette und Öle, Vitamine, Enzyme, Hormone, Süßungsmittel, Pflanzenschutz, Was sind Arzneimittel.

Um die Stoffvielfalt dieses Buches noch deutlicher zu machen: Hopp behandelt beim Schwefel u. a. die erzaugenden Bakterien, bei den Schlüsselprodukten der chemischen Industrie u. a. Glucose und Milchsäure, bei der Hydrierung u. a. die Fotosynthese, bei den Fetten u. a. die Fettsäurebiosynthese, beim Pflanzenschutz u. a. die Gentechnik. Wasserbilanz, Verdauung und Michaelis-Menten-Konstante findet man im 12-seitigen Register ebenso wie Archaeobakterien, Humaninsulin-Produktion und Kerseife.

In dem Buch werden sehr viele Stoffe, Vorgänge und wirtschaftliche Fakten angesprochen, und es werden Gebiete be-

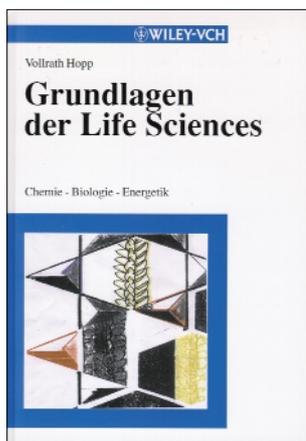
handelt, für die es eigene Lehrbücher gibt. Manches wird mit erstaunlichem Tiefgang (z. B. Kalkstickstoff) behandelt, anderes (z. B. Antibiotika) nur oberflächlich – wie bei jedem Buch ist dies eben die Freiheit des Autors.

Man spürt das Bestreben des Autors, den Leser mit seiner Vision von Life Sciences bekannt zu machen, und man merkt die große Erfahrung des Autors im Vortragen und im Erklären von Sachverhalten. Bereits Leser mit naturwissenschaftlichen Grundkenntnissen können mithalten, und Profis können ihren Gesichtskreis wesentlich erweitern.

Bei der Fülle des Stoffes musste der Autor auf viele Quellen zurückgreifen; die Literaturhinweise stehen am Ende der Kapitel. Während die Strukturformeln in der Regel neu gezeichnet wurden, sieht man nicht wenigen Abbildungen an, dass sie aus anderen Quellen übernommen wurden; eine ganze Reihe von ihnen könnte jedoch von besserer Qualität sein.

Diesem bemerkenswerten Buch mit der vollkommen neuen Konzeption ist eine weite Verbreitung zu wünschen.

R. Ellmer



## Validierung in Theorie und Praxis

Stavros Kromidas: **Handbuch Validierung in der Analytik.**

503 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen. WILEY-VCH, Weinheim 2000. ISBN 3-527-29811-8. DM 228,-

Dieses Buch hat einen ganz besonderen Aufbau. Es enthält nämlich das Buch „Validierung in der Analytik“, das ein Jahr zuvor ebenfalls bei WILEY-VCH erschienen ist, weniger Seiten enthält und demzufolge auch einen geringeren Preis hat. Für das vorliegende Werk wurde der

(Grundlagen) und B (Die Praxis der Validierung) sowie einen Teil des Anhangs aus. Der Teil C ist mit „Zur Validierung einzelner Techniken und Gebiete“, der Teil D mit „Ökonomie bei Validierungen“ überschrieben. Während die Teile A und B von zwei Autoren verfaßt wurden, enthalten die Teile C und D Beiträge von 14 Autoren – eine gute Voraussetzung für eine ausgewogene Darstellung.

Aus der Schilderung des Buches geht hervor, dass es Neulinge auf diesem Gebiet und Geübte ansprechen will.

Im Teil A erfährt der Leser Grundsätzliches zur Validierung (den Begriff gibt es erst seit den siebziger Jahren). Sehr gut ist hier u. a. die Tabelle mit den Grundbegriffen der Messtechnik und der Abschnitt über die Unsicherheit der Ergebnisse von Messungen.

Der Teil B enthält Darlegungen, die man größtenteils auch in Statistikbüchern finden kann, aber hier werden z. B. Präzision, Richtigkeit, Robustheit und Linearität nicht nur grundsätzlich, sondern auch an analytischen Beispielen geschildert, wobei der saubere Formelsatz

und die exakt gezeichneten Abbildungen beim Studium der Fakten keinen Unmut aufkommen lassen – das trifft übrigens für das ganze Buch zu.

Die Schilderungen von Validierungen und damit zusammenhängenden Fragen in den Teilen C und D stammen aus ganz unterschiedlichen Gebieten, z. B. Spektroskopie, ICP-OES, Mikrobiologie, Software, pharmazeutische Analytik und Titration; mindestens die letzte sollte Pflichtlektüre in allen Laborantenausbildungen werden. Die statistische Prozesskontrolle (SPC) kommt auch zu Wort.

Der Anhang eines Buches ist oft ein wichtiger Bestandteil, so auch hier. Er enthält eine Auswahl von Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen von Begriffen, englische Übersetzungen wichtiger Begriffe, eine Liste der Rechenbeispiele (es sind 23), statistische Tabellen (z. B. David, Dixon, Grubbs, Neumann), eine Liste von Softwareherstellern (mit vollständigen Anschriften) und schließlich eine Literaturliste.

Dieses Handbuch gehört in die Hände der Leiter und Mitarbeiter von allen analytischen Laboratorien.

R. Ellmer



## Neue Techniken

Einige Entwicklungen haben die Welt in den letzten Jahrzehnten verändert. Für Leser mit Interesse an dieser CLB-Seite sind es ganz sicher der Personal Computer (PC) und das Internet. Vergessen werden sollte aber auch nicht die Maus. Wie schwierig wäre die Bedienung von jeglicher Software nur mit den Tasten der Tastatur!

### Junge Mäuse

Derzeit sind die kabellosen Mäuse auf dem Vormarsch. Eine Maus ohne Kabel bietet ohne Zweifel mehr Bewegungsfreiheit am Computer-Arbeitsplatz. Eine Funkmaus benötigt nicht einmal „Blickkontakt“ zwischen sendender Maus und dem Empfänger. Bei einer IR-Maus muss das infrarote Licht den Empfänger, der per Kabel mit dem PC verbunden ist, erreichen, ähnlich wie bei der Fernbedienung beim Fernsehgerät. Eine solche Maus, die praktisch so viel kostet wie

eine mit Kabel, benötigt allerdings zwei Batterien AAA 1,5 Volt. Im einfachsten Fall ist keine besondere Installation erforderlich: Altes Mauskabel ab- und neues Mauskabel anschrauben. Will man die Sonderfunktion(en) einer IR-Maus nutzen, so muss die mitgelieferte Software installiert werden.

### HTTP und HTML

Wer einen Internet-Anschluss hat, wird nicht ständig daran denken, dass diese Einrichtung auf Sicherheitsbestrebungen des US-Verteidigungsministeriums und Bemühungen von Wissenschaftlern zurückgeht. Am Anfang jeder Internetadresse steht die Kurzbezeichnung von **Hypertext Transfer Protocol**. Alle Mitteilungen, die in das weltumspannende Netz der Netze geschickt werden, bestehen aus ASCII-Zeichen, die mittels **Hypertext Markup Language** geschrieben und von den Browsern ausgewertet werden. Inzwischen ist da einiges hinzugekommen.

HTML wurde weiterentwickelt, und es gibt inzwischen eine Reihe von neuen Abkürzungen und Begriffen. Das D in DHTML steht für Dynamic und ASP bedeutet Active Server Pages. Applets und Cookies ermöglichen den Komfort, den wir derzeit auf den Seiten vorfinden, wenn wir im Internet arbeiten. VBScript (VB = Visual Basic) und Javascript spielen hierbei eine große Rolle.

### PHP und MySQL

Durch Publikationen wird derzeit eine weitere Scriptsprache bekannt gemacht, die in HTML eingebettet wird und auf dem Server (nicht beim Anwender) wirkt. Sie ist ebenso kostenlos wie der Datenbankserver MySQL, mit dem Datenbanken erstellt und abgefragt werden.

Natürlich setzen wir in CLB die Vorstellung von Software fort. Aber die erste Seite in dem nun wirklich begonnenen Jahrausend sollte eine besondere sein. In einem späteren Heft erfahren Sie auch etwas über Windows Script Hosting.

## Medizin-Splitter

Wer hat nicht schon feststellen müssen, dass er zu lange am Computer gesessen hat, vor allem, wenn er ohnehin schon Probleme mit dem Rücken hat? Die Betriebskrankenkasse der Dasa Airbus setzt einen Bildschirmschoner ein, der Arbeitnehmer mit Rückenproblemen dazu ermuntert, gelegentlich Übungen zu machen. Die Betriebskrankenkassen geben Betroffenen im Internet Tipps rund um die Wirbelsäule, und es gibt sogar zwei Adressen, die sich nur mit dem Rücken befassen.

Das Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie am Universitätsklinikum Essen bietet medizinisch Interessierten über 215 Verweise auf kostenfreie Informationen aus der ganzen Welt zu ganz unterschiedlichen Themen an; auch solche aus der Chemie sind dabei. Es kann differenziert nach Fachgebiet und Anwendungstyp recherchiert werden. In allen von CLB getesteten Fällen war kein Passwort, aber meistens Englisch erforderlich. Hier zeigen

sich die Internet-Möglichkeiten, nämlich bebilderte Informationen aus seriöser Quelle nahezu kostenlos.

Wie zu erfahren war, soll es schon bald eine derartige handverlesene Link-Sammlung auch für die Chemie geben.

Der Begriff CME stammt aus den USA und bedeutet „continuing medical education“. In USA erhalten Ärzte nur dann eine Verlängerung ihrer Zulassung, wenn sie eine bestimmte Anzahl von Fortbildungspunkten gesammelt haben. Bei der deutschen Ärzteschaft gibt es noch keine einheitliche Haltung zum Thema Fortbildungspflicht, doch wird mit zertifizierten Fortbildungsveranstaltungen auf freiwilliger Basis experimentiert. Auch im Internet wird Online-Fortbildung für Ärzte angeboten. Fortbildungseinheiten können heruntergeladen und durchgearbeitet werden; daran schließt sich ein Online-Multiple-Choice-Test an. In Bayern gibt es für ein gutes Testergebnis schon Fortbildungspunkte. Im Jahr 2001 soll es bei der Medizin auf diesem Gebiet richtig los gehen. Gibt es Online-Fortbildungen auch schon in der

Chemie? Vielleicht sogar mit einem Test, möglicherweise „programmiert“?

Wer mit Enzymen zu tun hat, sollte sich die Enzym-Datenbank Brenda beim Institut für Biochemie der Universität Köln ansehen. Vielleicht bekommt er dann Interesse an der großen Offline-Enzym-Datenbank, die DM 9000 kostet.

## Verschlüsselung

Das Verschlüsseln und Entschlüsseln ist für bestimmte Daten von großer Wichtigkeit. In den siebziger Jahren hatte IBM den Kryptoschlüssel DES (Data Encryption Standard) entwickelt. Er galt als eines der wichtigsten Kryptoverfahren, kann jetzt aber wohl als veraltet gelten, weil er nicht mehr zur Leistungsfähigkeit moderner Rechner passt. Bei einem Wettbewerb der US-Normierungsbehörde machten zwei junge Belgier von der Universität Leuven das Rennen. Ihre Entwicklung wurde der neue amerikanische Advanced Encryption Standard (AES). Die US-Behörde rechnet damit, dass der neue Algorithmus 30 Jahre sicher ist. Einer der Entwickler schätzt sogar, dass erst 2080 Rechner gebaut werden können, die den Schlüssel knacken können. (CZ Nr. 46 vom 16.11.2000)

<http://www.bbk.de/gesundheit/rueckenschmerzen>  
<http://www.rueckenschmerz.ch/> <http://www.ruecken.com/>  
[http://mmedia.medizin.uni-essen.de/owa\\_public/plsql/suchstart\\_pub](http://mmedia.medizin.uni-essen.de/owa_public/plsql/suchstart_pub)  
<http://www.brenda.uni-koeln.de>

## Pflanzenschutzmittel in der Welt

Der Weltmarkt für Pflanzenschutzmittel hatte 1999 ein Volumen von 26,8 Milliarden Euro, der Umsatz der Bayer AG betrug im gleichen Jahr 2,2 Milliarden Euro und war damit um 6,5 Prozent höher als im Vorjahr. Die folgende Tabelle zeigt, wie sich der Umsatz auf die verschiedenen Sorten von Pflanzenschutzmitteln verteilt.

	Welt	Bayer
Insektizide	26 %	43 %
Fungizide	20 %	29 %
Herbizide	47 %	19 %
GPC*	7 %	9 %

\* Garden/Professional Care.

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, ist der Europa-Umsatz der Bayer AG deutlich höher als der Weltumsatz.

	Welt	Bayer
Europa	26 %	41 %
NAFTA	31 %	22 %
International	17 %	14 %
Lateinamerika	13 %	14 %
Nord-Ost-Asien	13 %	9 %

Das Leverkusener Unternehmen hält bei den Insektiziden eine Spitzenposition, bei der Saatgutbehandlung hat es einen Marktanteil von 35 Prozent und ist Weltmarktführer.

Da in 20 Jahren rund 7,5 Milliarden Menschen auf der Erde leben werden, muss zu deren Ernährung die landwirtschaftliche Produktion um 40 Prozent wachsen. Die Zahl der forschenden Pflanzenschutzfirmen sank jedoch in den letzten 30 Jahren von 40 auf sieben.

## Enzyme

Die Unternehmensberatung Frost & Sullivan schätzt den europäischen Markt für **Lebensmittelenzyme** auf 226,7 Millionen US-Dollar und hat berechnet, dass er bis zum Jahre 2006 um jährlich 3,2 Prozent wachsen wird und dann 281,7 Millionen US-Dollar betragen wird.

Enzyme zur Stärke- und Zuckerverarbeitung bildeten 1999 mit 26,7 Prozent

das größte Marktsegment. Danach folgten Enzyme für den Molkereisektor mit 25,8 Prozent und Enzyme für den Bäckereisektor mit 20,5 Prozent. Rund 60 Prozent des Umsatzes machten die drei Firmen Novo Nordisk, DSM/Gist-Brocades und Genencor International. Die Unternehmensberatung schätzt, dass die Zahl der Marktteilnehmer abnehmen wird. Mittelfristig werden nur große Hersteller von Grundenzymen selbständig bleiben.

## Lacke und mehr

Auch das Jahr 2000 wird wie die beiden vorangegangenen Jahre für die **BASF Coatings AG**, Münster, ein Spitzenjahr. Der weltweite Umsatz wird gegenüber dem Vorjahr um 10 Prozent auf 2,2 Milliarden Euro steigen. So verteilt sich der Umsatz auf die Regionen:

Europa	40 %
Nordamerika	35 %
Südamerika	20 %
Asien/Pazifik	5 %

Der Geschäftsbereich Fahrzeuglacke hat mit etwa 40 Prozent eine dominierende Position. 25 Prozent des Umsatzes werden mit Autoreparaturlacken und 20 Prozent mit Industrielacken gemacht.

Das Unternehmen verfolgt den Ansatz, komplette und integrierte Lacksysteme zu entwickeln, mit Erfolg: Die gesamte Automobilindustrie zeigt weltweit hohes Interesse an dem mit Daimler-Chrysler und Dürr Systems entwickelten

Lackiersystem, das erstmals 1997 im Werk Rastatt zum Einsatz kam.

Zur Erkennung der Wechselwirkungen von Rohstoffen, Produktionsprozessen und Applikationen hat BASF Coatings die EDV-Anwendung **Ensphere®** entwickelt, die mittlerweile patentiert wurde. Mit **Ensphere** lassen sich relevante Daten an verschiedenen Punkten in den Anlagen der Kunden und in eigenen Bereichen sammeln und auswerten. Da kritische Situationen frühzeitig angezeigt werden, lassen sich Probleme von vornherein vermeiden. Die Kunden können über das Internet nur mittels Passwort an die Daten gelangen. **Ensphere** wurde in verschiedenen nordamerikanischen Werken erfolgreich eingeführt; Installationen in Europa sollen in den nächsten Monaten folgen.

Ohne Forschung kein Erfolg – das gilt auch in Münster. Ein Schwerpunkt sind UV-härtende Lacksysteme, und hier hochkratzfeste Automobilklarlacke.

## Aus den Firmen

Die **Henkel KGaA** ist Weltmarktführer u. a. bei Klebstoffen und hat Tochterunternehmen in mehr als 70 Ländern. Das Unternehmen hat jetzt mit dem russischen Kunststoffteile-Produzenten **OAO Plastik** ein Joint Venture gegründet, in dem vor allem Plasticsole und Polyurethanklebstoffe für die Automobilindustrie hergestellt werden.

Die **BASF AG** entwickelte in Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen den Katalysator für das Brennstoffzellenfahrzeug **NECAR** (New Electric Car). Er ist eine Schlüsselkomponente im Methanolreformer, in dem aus Methanol Wasserstoff freigesetzt wird, der eine Brennstoffzelle speist.

Die neue **Degussa AG** wird einen Umsatz von 14 Milliarden Euro haben und etwa 63 000 Menschen beschäftigen. Das Ziel der Fusion von Degussa-Hüls und SKW war, das weltweit führende Unternehmen der Spezialchemie zu schaffen. Auf den letzten Hauptversammlungen der fusionierenden Unternehmen stimmten 99,96 bzw. 99,95 Prozent der vertretenen Anteilseigner für den Zusammenschluss.

Die weltweiten Umsätze der **Merck-Gruppe** sind im dritten Quartal des Jahres 2000 um 20 Prozent auf 1,712 Milliarden Euro gestiegen. Der Unternehmensbereich Pharma trug 42 Prozent zum Umsatz und 62 Prozent zum Betriebsergebnis bei. Im Bereich Spezialchemie wuchs der durch Flüssigkristalle erzielte Umsatz um 77 Prozent. Die beiden Sparten des Unternehmensbereichs Laborprodukte konnten den Umsatz um 14 Prozent auf 139 Millionen Euro ausweiten.

In den Monaten Januar bis September 2000 stieg bei der **Schering AG** der Umsatz des Konzerns im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um 25 Prozent. Da der Umsatz der Therapeutika um 31 Prozent und der der Diagnostika und Radiopharmaka um 32 Prozent wuchs, wird eine Umsatzsteigerung von 23 Prozent für das Gesamtjahr erwartet, zumal man unverändert von der Stärke des US-\$ und des Yen profitiert. In Europa wuchs der Umsatz um 14 Prozent. Zum Wachstum des Umsatzes der Therapeutika trug sehr wesentlich **Betaferon®** bei; hier ist Schering in Europa Marktführer bei der Behandlung der Multiplen Sklerose.

## Neue Produkte

### Glaslose pH-Sonden

Glaslose pH-Sonden ermöglichen nun auch Messungen in Bereichen, die bisher aufgrund der Proben temperatur oder wegen der aggressiven chemischen Umgebung nicht möglich waren. Die Red-Line-Serie z. B. wurde für die Messung von Proben mit einer Temperatur bis zu 60 °C entwickelt. Diese pH-Sonden zeichnen sich aus durch nicht-fließende Feststoffreferenz, deutlich verringerte Verunreinigung und Verhinderung von Verstopfung der Referenz durch ein poröses PTFE-Diaphragma. Die pH-Sonden der Red-Line-Serie sind aus PVC und damit chemisch beständiger als ABS.

Die Hot-Line-Serie bietet zusätzlich eine Temperaturbeständigkeit von -5 °C bis +105 °C mit ebenfalls chemisch beständigem Sondenmaterial PEI.

Die Stream-Line-Serie ist gleichfalls für den Temperaturbereich -5 °C bis +105 °C geeignet. Die Referenzelektrode verfügt über ein poröses PTFE-Diaphragma mit einer konstant austretenden KCl-Lösung. Dadurch wird eine Anwendung auch bei geringster Leitfähigkeit möglich.

Die Geräte-Modelle Argus und Argus X sind mit einem wasserdichten Gehäuse ausgestattet, enthalten Batterien und erlauben die Eingabe von Probennummern sowie das Abspeichern von bis zu 300 Messwerten. Argus X und Titan X besitzen eine serielle Schnittstelle für Drucker oder PC-Anschluss.

Als Sondentypen stehen wie bisher die Modelle Standard ISFET, ConeFET, SurfFET und LanceFET zur Auswahl.

Europysics Labor- und Prozesstechnik GmbH,  
Ferdinand-Clasen-Str. 8, 41812 Erkelenz,  
Tel. 0 24 31/9 58-0, Fax 0 24 31/9 58-12.

### Tiefkühlgeräte bis 792 Liter

Die neuen Forma®-Tiefkühlgeräte für -86 °C mit 792 Litern Volumen wurden speziell für die Lagerung großer Probenmengen im pharmazeutischen und biologischen Bereich entwickelt. Mit den neuen Hochkapazitätsschubladen haben die Geräte ein Fassungsvermögen von 60 000 Mikroröhrchen à 2,0 ml.

Die Tiefkühlgeräte arbeiten nach dem PEAK-II-Verfahren. Es arbeitet mit einem Temperaturbegrenzer, der kontinuierlich die Systemtemperatur über-

wacht und zum Schutz des Kompressors innerhalb enger Toleranzen hält.

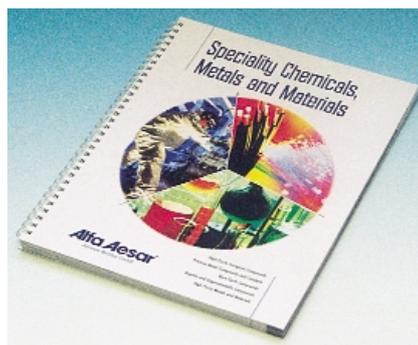
Die Tiefkühlgeräte kühlen bei -50 °C bis -85 °C. Alle verwendeten Kühlmittel sind FCKW-frei, frei von teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen, nicht entzündlich und im freien Verkauf erhältlich.

Die neuen Tiefkühlgeräte werden in zwei Ausführungen angeboten. Das Modell 929 ist mit einem vom System unabhängigen, mikroprozessorgesteuerten Temperaturübersteuerungs- und elektronischen Überwachungs- und Alarmsystem ausgestattet. Modell 8529 arbeitet mit dem EnviroScan™-Temperaturüberwachungssystem. Beide Modelle sind konform mit europäischen und internationalen Normen: UL, CSA, CE-Zeichen und ISO-Zertifizierung.

ThermoQuest Scientific Equipment Group GmbH,  
Boschring 12, 63329 Egelsbach,  
Tel. 0 61 03/40 81 65, Fax 0 61 03/40 81 22.

### Broschüre für Spezialchemikalien und Metalle

Alfa Aesar Johnson Matthey hat die neue Broschüre: „Speciality Chemicals, Metals and Materials“ publiziert. Sie beinhaltet über 1000 Produkte: hochreine anorganische Verbindungen, Edelmetallverbindungen und Katalysatoren, organische und organometallische Verbindungen, hochreine Metallhalbezeuge und Metallpulver, analytische Flussmittel sowie Seltene Erdverbindungen.

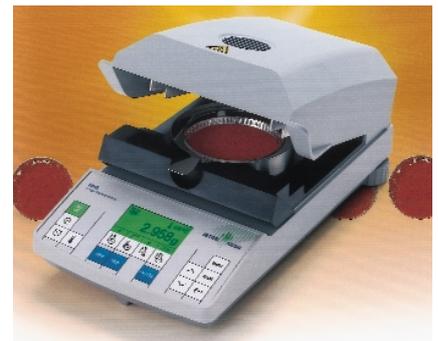


Die Produkte in dieser 91-seitigen Broschüre beinhalten nahezu alle Materialien, die Alfa Aesar in Semi-Bulk- und Bulkformen vertreiben kann. Zusätzlich bietet das Unternehmen Erfahrung und Sachkenntnis in der Produktion und Quellensuche von Spezialprodukten für Forschung, Pilotprojekte oder Produktion an.

Alfa Aesar Johnson Matthey GmbH,  
Zeppelinstr. 7, 76057 Karlsruhe,  
Tel. 00-800-4566-4566, Fax 00-800-4577-4577.

### Halogentrockner für Feuchtemessung

Zur exakten Feuchtemessung an Proben in der Produktion und bei einfachen Laboranwendungen steht jetzt nicht mehr nur die konventionelle Infrarotmethode zur Verfügung. Mettler Toledo hat ein handliches Feuchtemessgerät (Moisture Analyzer HB43) entwickelt, das die Trocknung mit Halogenlicht erlaubt. Dadurch wird ein rasches Aufheizen auf einen Zielwert bis 200 °C ermöglicht.



Der HB43 besitzt einen hinterleuchteten Bildschirm mit Texten in fünf wählbaren Sprachen. Eine RS-232c-Schnittstelle erlaubt die Datenprotokollierung über Drucker oder PC und damit das Einpassen in GLP- und GMP-Konzepte. Zur Zubehörpalette gehört ein zertifiziertes Temperatur-Kalibrierkit und ein zertifiziertes Gewicht. Das Unternehmen bietet auch den DKD-Kalibrierschein vor Ort an.

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

### Nitratmessung: Alternative zu Durchflussgeräten

Nitratax® clear wurde speziell für die Nitratmessung in klaren Medien (Trinkwassergewinnung/Auslauf Kläranlage) entwickelt. Direkt im Wasser eingetaucht, misst die Prozess-Sonde ohne Förderung und Aufbereitung einer Probe



und ohne den Einsatz von Reagenzien den Gehalt an Nitrat. Wo die Messung direkt im Medium aus bautechnischen Gründen nicht möglich ist, bietet sich eine Bypass-Lösung an.

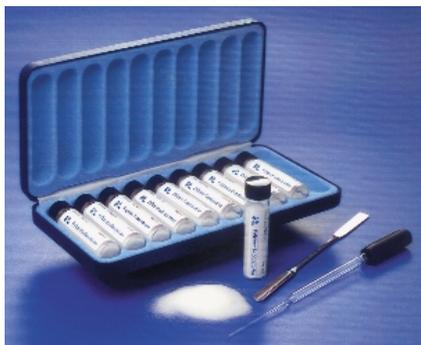
Nitratax<sup>®</sup>clear verfügt über ein Gehäuse aus V4A-Edelstahl. An die Anzeigeeinheit Multi Unit plus können zwei Sonden angeschlossen werden. Auch Kombinationen mit anderen Parametern (Feststoff, Trübung, SAK) sind möglich.

Nitratax<sup>®</sup>clear verfügt über eine Einrichtung zur automatischen Selbstreinigung (Wischer) und stellt somit eine umweltfreundliche Alternative zu Durchflussgeräten mit Säurereinigung dar.

Dr. Bruno Lange GmbH & Co. KG,  
Willstätterstr. 11, 40549 Düsseldorf,  
Tel. 02 11/52 88-0, Fax 02 11/52 88-1 43.

## Harze für die Synthese gelöster Phasen

Polymer Laboratories hat eine Reihe von mikroporösen Scavenger-Harzen zur Synthese gelöster Phasen für die kombinatorische Chemie und Peptidsynthese auf den Markt gebracht. Diese Harze



werden in Gebinden von 10 g bis zum Mehrkilobereich angeboten.

Erhältlich ist jetzt auch ein Starter-Kit, der zehn gängige Harztypen in 5-g-Mengen enthält. Die zur Zeit von Polymer Laboratories erhältlichen Scavenger-Harze umfassen Ethylendiamin, Diethylen-triamin, Isocyanat, Sulfonsäure, Benzaldehyd, Piperidin, Morphinol, Piperazin, Acrylat und Hydroxymethylstyrol.

Die StratoSphere<sup>™</sup>-Scavenger-Harze sind speziell konzipiert, um die Reinigung und Isolierung von Produkten zu erleichtern. Sie haben den Vorteil schneller Filtrationsraten, geringer Auswaschraten und hoher Beladung pro Volumeneinheit.

Polymer Laboratories GmbH,  
Otto-Hesse-Str. 19, 64293 Darmstadt,  
Tel. 0 61 51/86 06 90, Fax 0 61 51/86 06 70.

## Flowtester für Elastomer-Industrie

Shimadzu bietet mit den CFT-500D und CFT-100D zwei Fließprüfer an, die sich neben dem konventionellen MFR/MVR-Test insbesondere für die Untersuchung von Elastomer- und Harzsystemen eignen. Die Kapillarrheometer werden dort in erster Linie genutzt, um die Viskosität von gefüllten Duroplasten sowie die Vernetzungsreaktionen von Gummi und Latex zu messen.

Das besondere Merkmal der Fließprüfer bildet der Extrusionsmechanismus. Alle Versuche verlaufen bei konstantem Druck, welcher zwischen 1 – 500 kgf/cm<sup>2</sup> in Schritten von 1 kgf/cm<sup>2</sup> wählbar ist. Die Temperatur lässt sich frei programmieren.

Die Kapillarrheometer sind als Stand-Alone-Geräte mit optischer Kontrolleinheit konzipiert.

Shimadzu Deutschland GmbH,  
Albert-Hahn-Str. 6-10, 47269 Duisburg,  
Tel. 02 03/7 68 74 10, Fax 02 03/7 68 74 00.

## LC-MS-MS für Proteine

Das CapLC-System von Micromass ist ein neues Kapillar-Flüssigkeitschromatographie-System zur Verwendung mit dem Micromass Q-ToF 2. Es wurde in Zusammenarbeit mit Waters entwickelt, um den Proteomics-Kunden von Micromass ein optimales analytisches System zu bieten.

Das CapLC-System ist vollständig kompatibel mit dem ProteomeWorks-System, einer Produktlinie zur kompletten Aufklärung der Proteinfunktionen.

Die Flussgenauigkeit des CapLC-Systems von Micromass ermöglicht reproduzierbare isokratische und Gradientenläufe auch im Submikroliter-Bereich, der für hochempfindliche Elektrospray-Massenspektren von Peptiden und Proteinen unbedingt erforderlich ist. Die niedrigen Flussraten des CapLC-Systems sind so präzise, dass die gesamte Probe ohne Splitting in den Massendetektor gefördert werden kann.

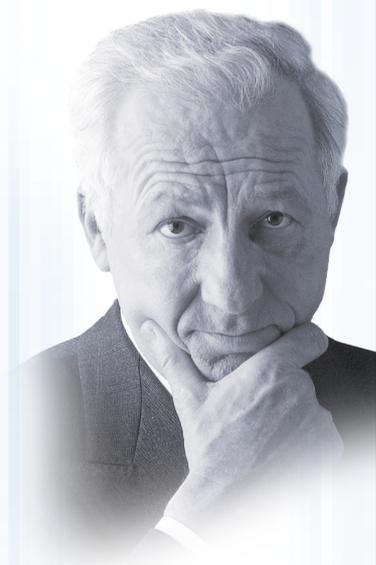
Micromass GmbH,  
Hauptstr. 87, 65760 Eschborn,  
Tel. 08 00/1 81 72 49, Fax 08 00/1 81 60 18.

## Sichere Probenidentifikation

TraXis ist ein neues Logistik-System zur Lagerung und Identifizierung von Proben in Microtubes. Diese sind am Boden mit einer speziellen Codierung



„Wie bekomme ich nur unsere Chargen-Verfolgung“



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 / 144-118



versehen, die im TraXis-Reader rasch und sicher identifiziert werden kann. Die Laser-Codierung der TraXis-Microtubes ermöglicht 8,5 Milliarden verschiedene Kombinationsmöglichkeiten.

Mit den neuen Verschlusskappen-Matten lassen sich 96 Röhrchen in einem Arbeitsgang verschließen. Nach Entfernung der Zwischenstege können die Tubes auch einzeln verschlossen entnommen werden.

Wahlweise stehen drei Reader unterschiedlicher Kapazität zur Identifizierung und Zuordnung der Proben zur Verfügung:

- der Profi-Reader zur Identifizierung eines vollen Racks in < 3 Sekunden
- der Reader für Einzelproben zur Identifizierung eines Röhrchens in 0,5 Sekunden
- ein Reader auf Scanner-Basis zur Identifizierung eines vollen Racks in 45 Sekunden.

Integra Biosciences GmbH,  
Ruhberg 4, 35463 Fernwald,  
Tel. 0 64 04/8 09-0, Fax 0 64 04/58 65.

### Unterbrechungsfreie Gasversorgung

Air Products hat das mobile Gasversorgungssystem CryoMax™ entwickelt, das kleinen und mittleren Abnehmern die Arbeit in Zusammenhang mit der Gasbelieferung erleichtert. CryoMax-Kunden bekommen einen Platz sparenden Tank statt wie bisher Einzelflaschen oder Bündel zur Verfügung gestellt. Dieser wird nach Erfahrungswerten von Air Products durch Flüssiggasfahrzeuge direkt vor Ort beliefert, ohne dass der Kunde das Gas extra bestellen muss.

Seinen Ursprung hat CryoMax in Großbritannien, wo sich das System bereits seit über zehn Jahren als Alternative zur herkömmlichen Belieferung mit Gaszylindern etabliert hat. Deutschland ist der erste kontinentaleuropäische Markt,



in dem Air Products das System einführt. CryoMax wurde für Kunden mit einem monatlichen Bedarf an Sauerstoff, Stickstoff oder Argon zwischen 100 und 2500 Kubikmetern entwickelt.

Air Products GmbH,  
Hüttenstr. 50, 45523 Hattingen (Ruhr),  
Tel. 0 23 24/6 89-4 34, Fax 0 23 24/6 89-4 44.

### Mobiler Benetzungstester

Kontaktwinkelmessungen auch an bisher schwer zugänglichen Geometrien und ohne Zerstörung der Probe ermöglicht der neue TDA10. Durch eine spezielle Anordnung der Messoptik, genaueste Tropfendosierung und der Generierung



sehr kleiner Tropfen mit einem Volumen von 2 µl ist es möglich, die Benetzungseigenschaften an senkrechten, gewölbten, geneigten und beliebig großen Flächen mit

diesem mobilen Kontaktwinkelmessgerät zu bestimmen.

Die für die Messung optimierten Parameter sind im Gerät gespeichert und können nicht vom Anwender beeinflusst werden. So wird eine hohe Reproduzierbarkeit und Objektivität der Ergebnisse gewährleistet.

Nach Befüllen des Gerätes in der mitgelieferten Befüllstation können 100 bis 150 Messungen ohne Unterbrechung durchgeführt werden. Die Stromversorgung erfolgt über ein 12-V-Netzteil. Nach der Messung wird auf einem Display der analysierte Tropfen abgebildet, sowie die Werte für den Tropfendurchmesser und den daraus ermittelten Kontaktwinkel angegeben.

Krüss GmbH, Wissenschaftliche Laborgeräte,  
Borsteler Chaussee 85-99a, 22453 Hamburg,  
Tel. 0 40/51 44 01-0, Fax 0 40/5 11 60 49.

### Thermische Prozesse regeln und überwachen

Ob zur Beheizung von Wärmeöfen oder zur Regelung von Temperierbädern: Der tragbare LR16.1 kann hier die Temperaturregelung übernehmen. Eine Heizleistung bis zu 3,6 kW kann über eine

Schukosteckdose direkt angeschlossen werden. Soll- und Istwert werden gleichzeitig angezeigt und die gewünschten Temperaturen lassen sich über die Folientastatur des Reglers eingeben. Das Überschreiten eines vom Benutzer einstellbaren Grenzwertes wird optisch signalisiert – bei gleichzeitigem Abschalten der Heizung.



Als Messfühler kommen Pt100- oder Fe-CuNi-Thermoelemente zum Einsatz; der entsprechende Messeingang kann vom Anwender selbst programmiert werden. Die serienmäßige Rampen- und Programmfunktion mit vier Abschnitten ermöglicht ein zeitlich definiertes Anfahren des Sollwertes, und die Selbstoptimierung sorgt für ein exaktes Regelverhalten. Ebenfalls serienmäßig ist die Möglichkeit einer Tastaturverriegelung und Umschaltung auf einen zweiten Sollwert bzw. Parametersatz, welcher über einen rückseitigen Eingang wahlweise aktiviert werden kann.

M. K. Juchheim GmbH & Co.,  
36035 Fulda,  
Tel. 06 61/60 03-0, Fax 06 61/60 03-5 00.

### Simultaner Säureaufschluss im Thermoblock

Der hier vorgestellte Thermoblock dient der präzisen Aufheizung von Glas-, Kunststoff- oder Glaskohlenstoff-Gefäßen.

Anwendungsbeispiele sind:

- Auflösen von Substanzen
- Aufschließen von schwerlöslichen Substanzen in Säure
- Abrauchen von Säure
- Einengen von Flüssigkeiten, Trocknen



In der Standardausführung beinhaltet der Thermoblock eine stufenlose Temperaturregelung bis 250 °C. Die Aufheizzeit auf die Maximaltemperatur beträgt ca. 10 Minuten.

Der Thermoblock ist mit einer Zeitschaltuhr ausgestattet. In der Komfort-Version läßt sich die Temperatur in beliebigen Schritten mit Anstiegs- und Haltezeiten anfahren.

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

## Neuer Katalog für Laborbedarf

Im neuen neoLab Hauptkatalog 2000/2001 findet man auf über 700 Seiten eine große Auswahl an Qualitätsprodukten für den Laborbedarf. Neben Themen wie Arbeitsschutz, Aufbewahren und Lagern sowie ecoLab-Verbrauchsmaterialien nimmt der Bereich Life Sciences einen großen Anteil ein. Die über 7000 Produkte sind zu 90 % direkt ab Lager lieferbar. Produktsuche und Bestellungen können auch über das Internet ([www.neolab.de](http://www.neolab.de)) erfolgen.

neoLab Laborbedarf-Vertriebs GmbH,  
Rischerstr. 7-9, 69123 Heidelberg,  
Tel. 0 62 21/84 42-0, Fax 062 21/84 42 99 33.

## Von der Genom- zur Proteomforschung

Seit der Entschlüsselung der genetischen Information des menschlichen Genoms stellt die Frage nach der Wirkung der einzelnen Gene eine der größten Herausforderungen an die biologischen Wissenschaften dar. Die Möglichkeit, bei der Suche nach den Ursachen einer Krankheit nicht den Weg über die Analyse der DNA zu gehen, sondern direkt die Wirkung einzelner Proteine hinterfragen zu können, ist bei der Suche nach neuen Medikamenten einer biologischen Revolution gleichzusetzen.

Zur MipTec/ICAR in Basel, einer Tagung zum Thema Wirkstoffsuche und Hochdurchsatzscreening in der Pharmaindustrie, stellte Promega eine neue Technik für die Proteomforschung vor. Bei dieser als IVEC (IVEC = in vitro expression cloning) bezeichneten Technik werden zellfreie Extrakte verwendet, die die biochemische Maschinerie der Zelle zur Proteinherstellung darstellen. Das Ausgangsmaterial, das diese zellfreien Systeme benötigen, ist der genetische

Code, also die Gene. Zum Einsatz kommen hierbei Genpopulationen bestimmter Gewebe (cDNA-Banken). Werden nun die Funktionen der Proteine untersucht, die aus diesen Genpopulationen entstanden sind, ist ein schneller Rückschluß auf die genetische Information möglich. IVEC erlaubt eine systematische und vielseitig anwendbare genetische Charakterisierung von Proteinen unter Verwendung bekannter biochemischer Testverfahren.

Die zwei Innovationen der IVEC-Technik sind:

- Bisher ließen sich nur einzelne Proteine zuordnen und untersuchen – jetzt kann eine größere Anzahl von Proteingruppen in einem einzigen Versuchsansatz untersucht werden.
- Auch ohne das Vorliegen von Sequenzinformationen aus der Bioinformatik sind, ausgehend vom identifizierten Protein, Rückschlüsse auf die diesem Protein zugrundeliegende DNA-Sequenz möglich.

IVEC erlaubt eine systematische und vielseitig anwendbare genetische Charakterisierung von Genen und den ihnen zugeordneten Proteinen sowie die Anwendung bekannter biochemischer Testverfahren. IVEC erleichtert die Identifikation von Genen, die für Proteine kodieren, welche anhand ihrer speziellen biochemischen Funktion oder Eigenschaften identifiziert werden können.

Promega GmbH,  
Schildkrötstr. 15, 68199 Mannheim,  
Tel. 06 21/85 01-0, Fax 06 21/85 01-2 22.

## Partikel detektieren und zählen

Der tragbare Kondensationskernzähler (CPC) P-TRAK erlaubt es, den ultrafeinen Partikelbereich zwischen 0,01 µm und 1 µm nun auch z. B. in Kfz-Innenräumen zu bestimmen. Die Frischluft, die im Innenraum eines PKW zugeführt wird, ist mit natürlichem und anthropogenem Umweltaerosol belastet, wobei Verbrennungsaerosole – abhängig von der Verkehrsdichte – im ultrafeinen Partikelbereich eine dominierende Rolle spielen.



Diese gelten als besonders gefährlich, da sie von den Lungenbläschen ungehindert aufgenommen

## TERMINE

### Conference über Ionen-Analyse (CIA):

21. bis 23. Februar, Berlin.  
Tel. 0 30/3 14-2 50 86.

### Quantifizierung gentechnisch veränderter Lebensmittel-inhaltsstoffe:

22. Februar, Eggenstein. FTU,  
Tel. 0 72 47/82-40 44.

### Bio-Gen-Tec-Forum NRW:

Internationales Branchentreffen Biotechnologie.  
28. Februar bis 1. März, Köln. CCM,  
Tel. 02 21/92 57 93-0.

### Sichere Laborpraxis:

Bevorratung und Entsorgung von Gefahrstoffen in Laboratorien.  
6. März, Bonn. Haus der Technik,  
Tel. 02 01/18 03-1.

### Mikrowellenaufschlusstechnik:

Seminar. 6. bis 7. März,  
Kamp-Lintfort. CEM,  
Tel. 0 28 42/96 44-24.

### GC-MS mit Quadrupolgeräten:

Grundlagen, praktische Anwendung, Problemlösungsstrategien.  
7. bis 8. März, Essen.  
Haus der Technik,  
Tel. 02 01/18 03-1.

### Die Analytik von Schadstoffen im Wasser:

12. bis 14. März,  
Eggenstein bei Karlsruhe. FTU,  
Tel. 0 72 47/82-40 44.

### Mikro-Gelelektrophorese (SDS-PAGE):

Kurs für Mitarbeiter aus Labors, die Proteinchemie betreiben.  
12. bis 14. März, Tübingen. WiT,  
Tel. 0 70 71/29-7 64 39.

### Lagerung gefährlicher Stoffe:

Praxisseminar. 14. bis 15. März,  
Mannheim. mic,  
Tel. 0 81 91/1 25-4 33.

### Bestimmung lebensmittelrelevanter Schimmelpilze:

Seminar. 22. bis 24. März, Bonn.  
Institut für Lebensmitteltechnologie,  
Tel. 02 28/7 34-4 59.

men werden und den Körper schwer schädigen können (s. Bericht „Small particles – Big problem“, The Aerosol Society, U.K., Newsletter Nr. 33, September 1998). Der Messbereich für die Partikelkonzentration liegt zwischen 0 und 500 000 Partikeln cm<sup>-3</sup>.

TSI GmbH, Zieglerstr. 1,  
52078 Aachen,  
Tel. 02 41/5 23 03-20, Fax 02 41/5 23 03-49.

### Präparative HPLC-Säulen: Programm erweitert

Mit den neuen EcoPrep-HPLC-Säulen erweitert Macherey-Nagel sein Programm an präparativer Säulenhardware um die Innendurchmesser 8 und 16 mm. Beide sind in Längen von 30, 70, 125 und 250 mm erhältlich. Dadurch wird das An-



gebot an präparativen Säulen-Innendurchmessern auf 8, 10, 16, 21, 40, 50,8 und 80 mm vervollständigt. Durch die beiden weiteren Dimensionen kann jetzt abhängig von der benötigten Beladbarkeit und den vorhandenen Pumpenkapazitäten leichter die beste Größe ausgewählt werden. Dies ist besonders wichtig bei den kleineren Innendurchmessern, da bis 16 mm ID teilweise noch mit analytischen Pumpen gearbeitet werden kann.

Ein wichtiger Anwendungsbereich ist der Einsatz in SMB-Anlagen (Simulated Moving Bed), für die 8 oder 16 mm die optimalen Dimensionen darstellen. In der kombinatorischen Chemie finden besonders die kleinen Längen von 30 und 70 mm für die Fast-Prep-LC/MS verstärkt Anwendung.

Macherey-Nagel GmbH & Co KG,  
Valenciener Str. 11, 52355 Düren,  
Tel. 02421/9690, Fax: 0 24 21/9 69-1 99.

### Dynamisch-mechanische Analyse von Festkörpern

Das Prüfgerät RSA III misst physikalische Eigenschaften von festen und halbfesten Körpern wie Modul sowie temperatur- und frequenzabhängiges Verhalten

(Vibrations- und Dämpfungseigenschaften). Ebenso können Informationen hinsichtlich der Verarbeitung von Materialien gewonnen werden: Aushärtungszyklen und Effizienz bei Duromeren und Elastomeren; Qualitätskontrolle bei Kunststoffen und Formteilen; Verhalten von Beschichtungen, Farben und Tinten bzw. Tonern auf Substraten, dünnen Filmen; normale und optische Versuche an Fasern; Anwendungen in den Bereichen Biotechnologie und Ernährung.

Das RSA III erlaubt Messungen in fünf Deformationsmodi: Biegung (Doppel- und Drei-Punkt-Biegung), Zug, Kompression und Scherung. Mit <sup>RSI</sup>Orchestra, der Rheometric Software auf der Basis von Windows95/98/2000/NT4, integriert sich der RSA III in jedes Netzwerk und erlaubt so den Austausch von Daten mit anderen Windows-Programmen.

Rheometric Scientific GmbH,  
Kronwinklerstr. 31, 81245 München,  
Tel. 0 89/86 49 77-0, Fax 0 89/8 63 23 20.

### Servicecheck und Diagnose

Analytik Jena bietet zu ihren Ein- und Zweistrahl-UV-Vis-Spektralphotometern SPECORD® 30/40/50 PC sowie 200 PC bereits in der 32-Bit-Grundsoftware WinAspect zusätzlich zur Validierung einen Geräteservicecheck an. Dieser ermöglicht dem Anwender, jederzeit die Leistungsfähigkeit der Strahlungsquellen mit Hilfe der Energieverteilung zu überprüfen.

Im Anschluss an die mit Standardparametern durchgeführte Kontrollmessung wird das Ergebnis mit einer Qualitätsbeurteilung des Lampenzustandes ausgegeben. Gleichzeitig enthält der Servicecheck ein Diagnosemodul, das eine Selbstdiagnose der Geräte durchführt. Dazu gehören die Messung der korrigierten Nulllinie bzw. 100%-Linie, die Überprüfung der Wellenlängen bei 485 nm und bei 656 nm über die Emissionslinien der D2-Lampe.

Das Ergebnis dieses Servicechecks kann dann vom Anwender selbst eingesehen und gegebenenfalls bewertet werden. Gleichzeitig ist es möglich, dieses Ergebnis via online-Anbindung und E-mail direkt an die Serviceabteilung der Analytik Jena zu schicken.

Analytik Jena AG,  
Konrad-Zuse-Str. 1, 07745 Jena,  
Tel. 0 36 41/2 01-0, Fax: 0 36 41/2 01-1 60.

### Digitale Bilder verwalten

Das neue System DMK+SQL der Kapitza Mikroskoptechnik deckt den gesamten Bereich optischer Vergrößerungen von kleiner 1 : 1 bis größer 1000 : 1 ab. So lassen sich Kameras an Makroskopen, Mikroskopen und Reprorativen von einer einzigen Softwareoberfläche aus aufrufen. Die digitale Lupe DL 10 wird vom PC ferngesteuert und deckt den kritischen Lupenbereich von 1 : 1 bis 10 : 1 ab: Bei jeder Vergrößerung des Zoomsystems werden die Bilder automatisch richtig bemaßt.

Das neue digitale Bildarchiv für Windows NT 4.0 oder Windows 2000 erlaubt das schnelle Wiederfinden der Bilder und der zugehörigen Daten. Jetzt ist es auch möglich, mit Hilfe von Microsoft Access auf direktem Weg gesammelte SQL-Daten zu bearbeiten und zu analysieren. Die gespeicherten Bilder können am Bildschirm nachbearbeitet, beschriftet oder für nachträgliche Messungen geladen werden. Jedes System stellt eine individuelle Lösung dar, weil die Kameras an die vorhandenen Mikroskope, Stereomikroskope und Makroeinrichtungen speziell angepasst werden.

Kapitza Mikroskoptechnik,  
Schwarzschildstr. 1, 73447 Oberkochen,  
Tel. 0 73 64/91 90 03, Fax 0 73 64/91 90 04.

### Laborbedarf im Internet

Das Internet-Produktangebot von neoLab (www.neolab.de) vereinfacht Unternehmen und Instituten das Bestellen von Laborartikeln. Das Farbleitsystem und Produktübersichten machen es dem Internet-Benutzer einfach, die Produkte seiner Wahl schnell und sicher zu finden. Folgende Suchalternativen sind vorhanden:

- Volltextsuche
- Stichwortsuche/Index
- Produktgruppen-/hierarchie
- Bestellnummer.



Außer Produktinformationen kann der Internet-Besucher auch Informationen rund um neoLab anfordern. Wer persönlich Kontakt zu neoLab aufnehmen will, kann sich auch ein Bild von seinem Gesprächspartner machen. Alle relevanten Ansprechpartner sind mit Ihren Adressdaten per Mausklick erreichbar. Ein elektronischer Warenkorb mit Möglichkeit zur Online- oder Fax-Bestellung wurde ebenfalls implementiert.

neoLab Migge Laborbedarf-Vertriebs GmbH,  
Rischerstr. 7-9, 69123 Heidelberg,  
Tel. 0 62 21/84 42-0, Fax 0 62 21/84 42 99 33.

### Verbessertes Kugelfallviskosimeter

Vor ca. 15 Jahren wurden die ersten Mikrokugelfallviskosimeter präsentiert, mit denen neue Applikationsgebiete, vorrangig im medizinischen Bereich und in der Lebensmitteltechnik, erschlossen wurden. Mit dem MicroVisco2 stellt Haake jetzt eine Neuauflage des bisherigen Mikrokugelfallviskosimeters vor, das sich durch erheblich erweiterten Messbereich und Peltier-Temperierung auszeichnet, die die bisherige externe Temperiereinrichtung ersetzt. Darüber hinaus erfolgt die Messwertaufnahme und deren Auswertung in automatisierter Form. Das neue MicroVisco2 zeichnet sich durch folgende Spezifikationen aus: Viskositätsbereich: 0,2–1000 mPas; Temperaturbereich: 0–100 °C; Probevolumen: 400 µl. Die Messzeit liegt unter 5 min bei einer Reproduzierbarkeit von +/-0,5 %. Messungen nach DIN 53015 sind möglich.

Aufgrund der Verwendung von optischen Sensoren ist das MicroVisco2 auf die Messung von optisch transparenten Fluiden beschränkt.

Gründer Haake GmbH,  
Dieselstr. 4, 76227 Karlsruhe,  
Tel. 07 21/40 94-0, Fax 07 21/40 94-3 00.

### Überwachung von Kohlenwasserstoffen

Dräger Sicherheitstechnik komplettiert Kundenlösungen ab sofort auch mit Flammenionisationsdetektoren (FID) von Bernath Atomic. Die schnelle Ansprechzeit des FID und die hohe Empfindlichkeit für eine Vielzahl von Kohlenwasserstoffen bietet Lösungen für viele Anwenderprobleme. Alle Systeme sind mit beheizbarem Ansaug- und Analysensystem lieferbar. Der EuroFID wird

insbesondere in der kontinuierlichen Prozess- und Umweltüberwachung eingesetzt, und zwar sowohl in Innenräumen als auch im Freien. Da das Gerät keine bewegten Teile besitzt, erfordert es nur minimalen Wartungsaufwand.

Dräger Sicherheitstechnik GmbH,  
Revalstr. 1, 23560 Lübeck,  
Tel. 04 51/8 82-21 85, Fax 04 51/8 82-31 22.

### Berührungslos Entfernungsmessen

Der Abstandssensor CHR 150 N wird zur optischen Mikroentfernungsmessung eingesetzt. Diese erfolgt koaxial, so dass keine Abschattungseffekte wie etwa bei der Laser-Triangulation auftreten. Der CHR 150 N misst den Abstand praktisch unabhängig von den Oberflächeneigenschaften wie z. B. der Farbe, dem Reflexionsvermögen, der Rauheit. Da die Messung berührungslos erfolgt, können auch optische Komponenten oder weiche Oberflächen untersucht werden.

Die maximale Messrate beträgt 1000 Messungen pro Sekunde und ermöglicht schnelle 3D-Topographiemessungen. Die Höhengauflösung beträgt bei Einsatz des Standardmesskopfes 10 nm bei einem Messbereich von 300 µm.

Neu ist der Einsatz des Sensors CHR 150 N für die interferometrische Schichtdickenmessung. Nach Austausch des Messkopfes können mit dem Sensor die Dicken transparenter Schichten mit einer Auflösung von 10 nm in einem Messbereich von über 200 µm bestimmt werden. Das Messverfahren ermöglicht es auch, in einem Durchgang die Dicken mehrerer aufeinander liegender Schichten (z. B. Klebefilme, Lackschichten) zu ermitteln.

Jurca Optoelektronik GmbH,  
Raiffeisenstr. 5, 63110 Rodgau,  
Tel. 0 61 06/82 90-0, Fax 0 61 06/82 90-26.

### Internet: Training, Infobrokking, Support

Dr. Torsten Beyer, bekannt als Webmaster des Portals analytik.de und CLB-Autor zum Thema Internet, hat sich vom Seminarveranstalter Klinkner & Partner getrennt und ein eigenes Unternehmen gegründet: Die Tätigkeitsschwerpunkte der Dr. Beyer Internet-Beratung liegen in den Bereichen Training, Infobrokking und Support rund um das Internet.

Dr. Beyer Internet-Beratung,  
Saarbrücker Innovations- u. Technologiezentrum,  
Altenkesseler Str.17, 66115 Saarbrücken,  
Tel. 06 81/97 62-5 25, www.dr-beyer.de



„Wie bekomme ich nur unsere Chargen-Verfolgung



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



# 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 1280  
Tel. (09342) 92 83-0  
Fax (09342) 3 98 60



**Leo Kübler GmbH**  
Stephaniestr. 42/44, 76133 Karlsruhe  
Tel. (0721) 22491, Fax (0721) 2 79 03

## Arbeitsschutzartikel



**Carl Roth GmbH + Co.**  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (0721) 5 60 60

## Bimssteingranulate und -mehle



**Joseph Raab GmbH & Cie. KG**  
Postfach 22 61  
56512 Neuwied  
Tel. (0 26 31) 913-178  
Fax (0 26 31) 913-170

## BSB-Bestimmung

**WTW, Weilheim**  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## Chemikalien



**Carl Roth GmbH + Co.**  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (0721) 5 60 60

## Chemiesoftware für Personal Computer

**Umschau Software**  
**UMSCHAU ZEITSCHRIFTEN-VERLAG**  
**Breidenstein GmbH**  
Stuttgarter Straße 18-24  
60329 Frankfurt/M.  
Tel. (069) 26 00-680

## Deuteriumlampen



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

## FTIR-Spektrometer-Zubehör



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  
Gablonnerstraße 6, 76185 Karlsruhe  
Tel. (0721) 9 58 97-0, Fax 9 58 97-77

## Dichtungsscheiben aus Gummi mit aufvulkanisierter PTFE-Folie

**GUMMI-WÖHLEKE GmbH**  
Siemensstr. 25, 31135 Hildesheim  
Teletex: 5 121 845 GUMWÖE  
Tel. (05121) 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. (07152) 14-0  
Fax (07152) 14-13 03  
E-mail: lewa@lewa.de  
http://www.lewa.de

## Extruder für Labor und Produktion



Emil Lihotzky Maschinenfabrik  
GmbH & Co KG  
(Pressen - Walzen - Trockner)  
POB 1165 D-94441 Plattling,  
Tel. (09931) 2951, Fax 12 71  
http://www.lihotzky.de

## Flüssigkeitschromatographie/HPLC

**Dr. Knauer GmbH,**  
HPLC · SMB · CombiChrom · Osmometer  
Tel. (030) 8 09 72 70  
Fax (030) 8 01 50 10  
Internet: www.knauer.net  
e-Mail: info@knauer.net

## 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 (05327) 8380-0, Fax -80  
Internet: http://www.zirbus.de

## Gefriertrocknungsanlagen



**Martin Christ GmbH**  
Postfach 17 13  
37507 Osterode/Harz  
Tel. (05522) 50 07-0  
Telefax (05522) 50 07 12



**STERIS GmbH**  
Kalscheurener Str. 92  
D-50354 Hürth/Germany  
Tel. (02233) 69 99-0  
Fax (02233) 69 99-10

## Hochdruckautoklaven

**Zirbus technology**  
37539 Bad Grund  
Telefon (05327) 8380-0, Fax -80  
Internet: http://www.zirbus.de

## Hochdruck-Extraktionsanlagen

**Müller Extract Company GmbH**  
Postfach 25 44, 96414 Coburg  
Tel. (09561) 6 29 05  
Fax (09561) 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, (0931) 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. (07631) 1 82-0  
Fax (07631) 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. (06332) 8 02-0  
Fax (06332) 8 02-1 06

## Laborchemikalien



**Carl Roth GmbH + Co.**  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (0721) 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. (089) 74 21 35-0, Fax 74 21 35-10  
http://www.prutscher.at

**WALDNER Laboreinrichtungen GmbH & Co.**  
Postfach 13 62, 88229 Wangen,  
Tel. (07522) 9 86-0, Fax 9 86-418

**Wesemann GmbH & Co.**  
Postfach 1461, D-28848 Syke  
Tel.: (04242) 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. (0721) 5 60 60

## Laboröfen

**Nabertherm, Bahnhofstraße 20**  
28865 Lilienthal/Bremen  
Tel. (04298) 922-0, Fax (04298) 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

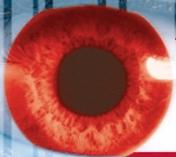
## Wasserdestillierapparate



**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](http://www.ident.de)

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

In Zusammenarbeit mit:



AIM-Deutschland e.V.  
Industrieverband für  
automatische Identifikation

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

In Kooperation mit:



**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