

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

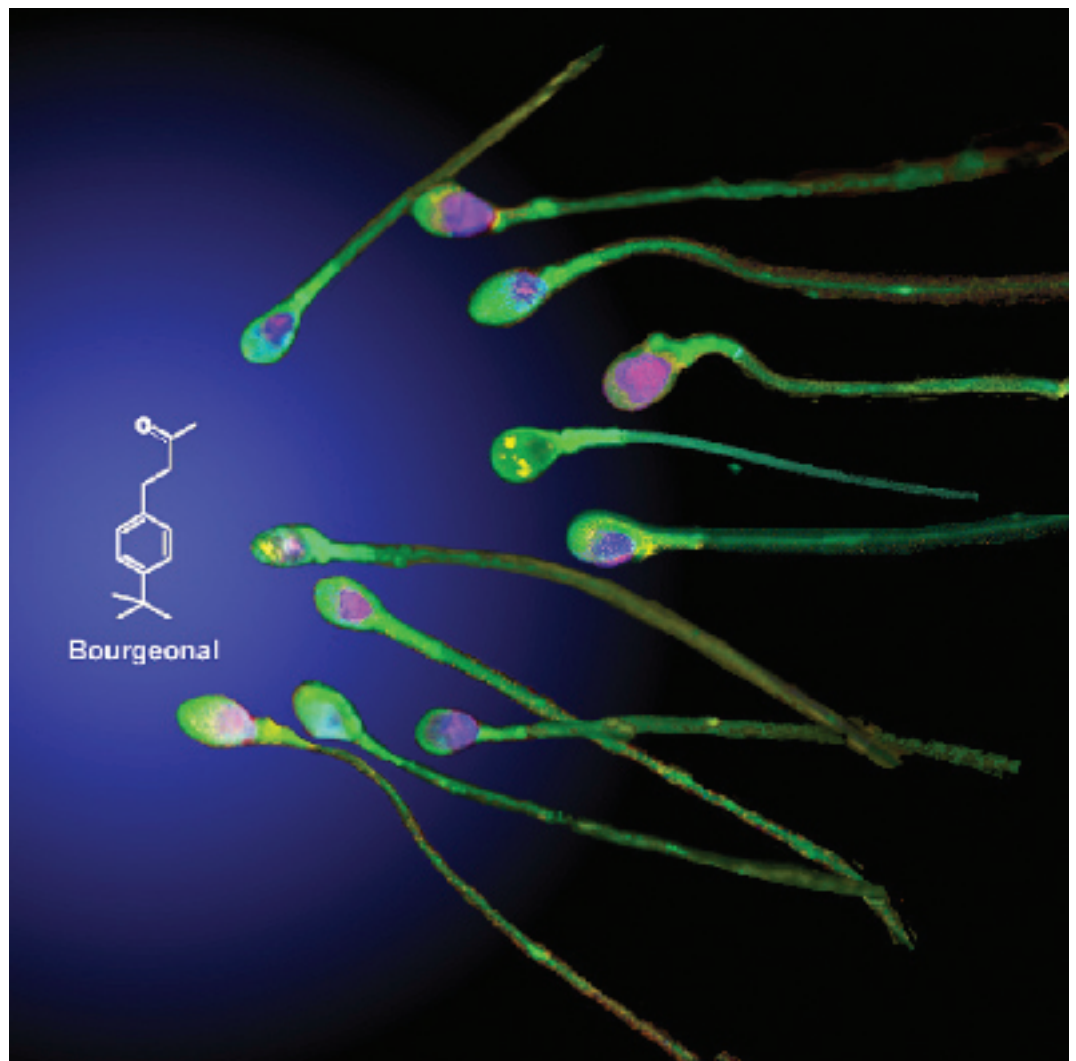
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

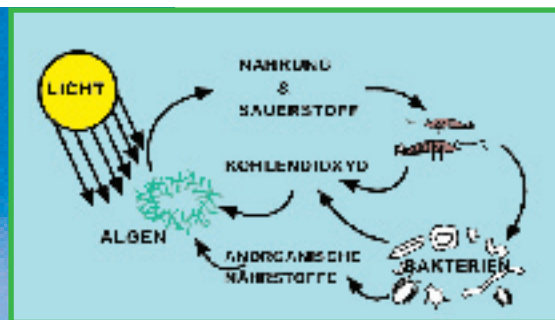
Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Öle des Sanddorn
- MS in den Biowissenschaften
- Voltammetrie
- Chips im Kopf



Oben: Prinzip des Stoffkreislaufs in einer Ecosphere.

Links: Produktformen und -größen käuflicher Ecospheren.

Wie Sie Ihre Ecosphere bekommen: Siehe Umschlagseite 3 und Rückseite dieser CLB!

Ein Ökosystem zum Anfassen, mit Tieren und Pflanzen – im Gleichgewicht und völlig von Glas umschlossen!

Hellrote kleine Garnelen, Mikroorganismen und Algen leben gemeinsam in klarem Wasser mit Meerwasser-ähnlicher Salzzusammensetzung und -konzentration. Das Besondere: Sie sind vollständig von Glas umschlossen; es findet kein Gas- oder anderer Stoffaustausch mit der Umwelt außerhalb des Glases statt! Triebfeder für das Leben im Glas ist einzig das eingestrahelte Licht.

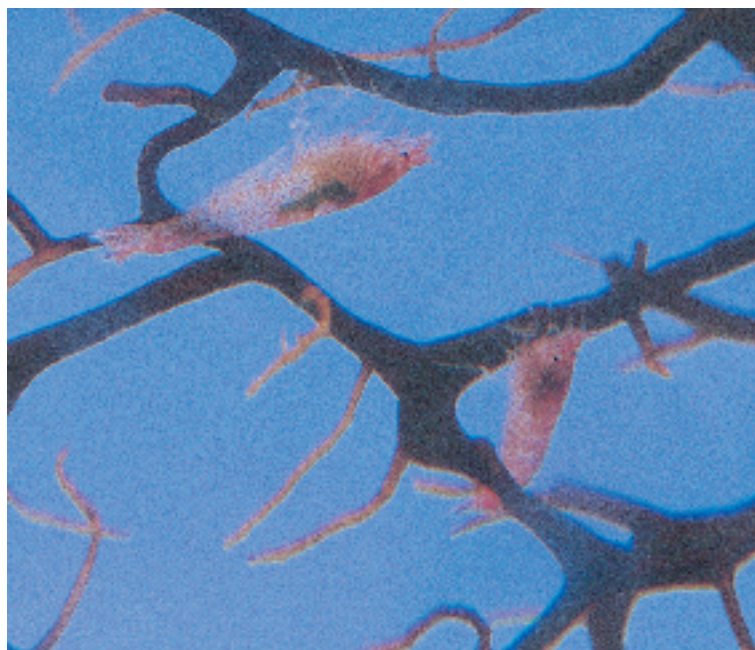
Die ursprüngliche Entwicklung solcher „Ecospheren“ ging von der NASA aus. 2001 schickte man ein Exemplar sogar auf die Internationale Raumstation ISS. Ziel der Forschungen ist die Untersuchung abgeschlossener Lebensräume.

Die grundsätzliche Funktion einer Ecosphere ist leicht beschrieben: Winzige Algen, zum Teil an einem kleinen Fächer getrockneter Gorgonien, erzeugen aus Kohlendioxid – gelöst im Wasser – Sauerstoff. Dazu benötigen sie Lichtenergie. Die Garnelen atmen den Sauerstoff und fressen an den Algen sowie Teile der im Wasser befindlichen Bakterien. Diese wiederum formen die tierischen Abfallstoffe in Nährstoffe für die Algen um. Ebenso erzeugen Garnelen und Bakterien Kohlendioxid für die pflanzlichen Lebensformen...

Das Geheimnis der Funktion solch einer Ecosphere, deren Garnelen typischerweise zwei Jahre lang leben, die aber auch bis zu zehn Jahren alt werden können, liegt jedoch im Detail. So galt es beispielsweise, Garnelen zu finden, die sich nicht gegenseitig fressen. Auch jeder Besitzer einer Ecosphere muss das Gleich-

gewicht des Lebens im Auge behalten. So führt zuviel Licht zu starkem Algenwachstum – und darüber zu für die Garnelen unverträglichen pH-Werten im Wasser. Ebenso ist eine möglichst gleichmäßige Raumtemperatur nötig. Und direktes Sonnenlicht führt zu einem tödlichen Treibhauseffekt in der Miniwelt.

Die Minigarnelen, die ca. 1 cm lang sind, fressen Algen und Bakterien, die sich an Gorgonienfächern festhalten.



Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

„Blitzkrieg“ ist eine der wenigen deutschen Wortschöpfungen, die Einzug in den anglo-amerikanischen Sprachraum gefunden haben. Auch wenn ich mich über das schnelle Ende des jüngsten Krieges freue: Grundsätzlich bin ich skeptisch gegenüber Blitzaktionen. Sie zeugen nicht selten von entschlossenem Vorgehen weniger Mächtiger ohne ausreichende basisdemokratische Legitimation.

„Blitzschnell“ hingegen ist oft erwünscht, gerade auch bei den Themen, die die CLB behandelt, siehe etwa „Dopinganalytik“ auf Seite 145. Ebenso zeigt der Artikel von Prof. Lehmann auf den Seiten 136 - 139, in welchem Maße die Massenspektrometrie den Erkenntnisgewinn in den Biowissenschaften beschleunigt hat. Dass aber Eile auch mit Weile verknüpft sein kann, macht der Autor in seinem Ausblick der Methodenentwicklung deutlich. Man bemerke etwa, dass bei der automatisierten Hochdurchsatz-Proteinidentifizierung die Steigerung der akquirierten Datenmenge oft nicht mehr positiv mit der Steigerung der Menge an Resultaten korreliere.

Auf Nachteile bei der Verwendung zu einfacher, schneller Methoden der Qualitätskontrolle weist der Artikel über die Öle des Sanddorn hin (S. 128 - 135). Die Analyse von Minorcomponenten könne hier beispielsweise dazu dienen, Zuzuschreibungen andere Öle oder die Verwendung neu gezüchteter Sorten zu erkennen.

Auch die Geschwindigkeit technischer Entwicklung an sich kann Anlass zur Skepsis geben. Was ist davon zu halten, wenn es jetzt schon Chips gibt, die die Funktion von Gehirnarealen nachvollziehen (s. S. 142 - 144)?

Manchmal ist blitzschnell aber auch viel zu langsam, nämlich dann, wenn es um die Aufklärung elektronischer Vorgänge geht, wie also Chemie im Detail funktioniert. Hier haben Forscher aus Garching und Wien jetzt einen neuen Maßstab gesetzt. Sie fanden einen Weg, Pulse weicher Röntgenstrahlung im Attosekundenbereich zu erzeugen. In einer Attosekunde legt die elektromagnetische Strahlung eine Entfernung zurück,

die etwa der Größe eines Wassermoleküls entspricht (s.S. 145)!

Die Beispiele deuten darauf hin: Entscheidend für Vorteile, die Entwicklungen bringen können, ist nicht die absolute Entwicklungsgeschwindigkeit, sondern eine korrelierte Entwicklung aller beteiligten Systeme und Komponenten. Ein Entkoppeln von Teilbereichen kann zum Abriss der Gesamtentwicklung führen und mehr Nachteile als Vorteile bringen. Um die Vielfältigkeit der Entwicklungen besser verfolgen zu können, gibt es jetzt in der CLB neben den gewohnt verständlichen Übersichtsartikeln und dem „Memory“ noch mehr Kurzinformationen. Erstmals in dieser Ausgabe sind daher Meldungsspalten über Sensoren und Biochips (S. 149), über Proteine, Gene und Hormone (S. 145) sowie aus der Bildungslandschaft (S. M32) zu finden. Sie können zwar keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, aber doch dazu dienen, Trends und Entwicklungsgeschwindigkeiten abzuschätzen.

Manchmal führen die Bemühungen, Abkopplungen einzelner Entwicklungen zu vermeiden, aber auch zu Lähmungserscheinungen. Dies hat man in Deutschland beispielsweise Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre gesehen, als politische und gesellschaftliche Diskussionen das Land zum Schlusslicht in der Biotechnik-Entwicklung machten. Aktuelle lahmende Prozesse beobachtete Maren Bulmahn bei der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (S. M31 - M32). Dass für Diskussionen in solchen politisch-gesellschaftlichen Gremien die Arbeit von Berufsverbänden hilfreich sein kann vermittelte mir ein Gespräch, das ich mit dem 1. Vorsitzenden des VBTA, Thomas Wittling, führte. Darüber und über weitere Vorteile des Verbandes berichtet der Artikel auf den Seiten M29 und M30. Verbandsarbeit trägt auch einen Teil zu einer korrelierten Entwicklung in Wissenschaft und Technik bei.

Ihr



INHALT

Aufsätze

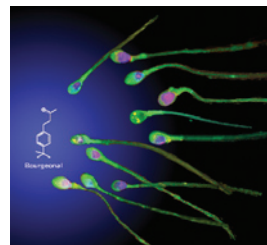
- Ein innovativer Rohstoff – schon im alten Tibet bekannt
Die Öle des Sanddorn** _____ 128
- 50 Jahre Massenspektrometrie in den Biowissenschaften
Eine Reise von Fragmentionen zu Molekülonen und zurück** _____ 136



Pflanzliche Öle finden vielfältige Verwendung. Die Entwicklung produktspezifischer chemischer Parameter ermöglicht dabei die Etablierung von Qualitätskriterien.

Zum Titelbild:

Menschliche Spermien „fliegen“ auf Maiglöckchenduft, berichten jetzt Forscher der Universität Bochum (s. S. 140-141; Abbildung: Uni Bochum, Dr. Eva Neuhaus).



Rubriken

- Editorial** _____ 121
- Impressum** _____ 123
- F & E im Bild** _____ 123
- Unternehmen** _____ 124
- Personalien** _____ 126
- Förderungen / Preise** _____ 127

Umschau

- Maiglöckchen-ähnlicher Duft lockt Spermien zur Eizelle
Riechrezeptor an Spermazellen entdeckt** _____ 140
- Hippocampus, Retina, Cochlea
Chips im Kopf** _____ 142
- Änderung der Elektronenhülle von Molekülen
In Attosekunden aufgelöst** _____ 145
- Messe / Kongress / Ereignisse** _____ 146
- Forschung und Technik** _____ 150
- Wirtschaft** _____ 151
- Literatur / Multimedia** _____ 152
- Service** _____ 153
- Neue Produkte** _____ 154
- Bezugsquellenverzeichnis** _____ 159

„Hab' ich jetzt schon den BA?“ scherzte BW-Landesminister Palmer, als er zusammen mit BW-Chemieverbands-Geschäftsführerin Maute-Stephan einen Versuch im BioLab ausführte (F.: RK; siehe dazu den Artikel „BioLab on Tour“ auf S. 149).



CLB-Memory

- Moderne Ionenanalytik (Teil 4): Voltammetrie
Preiswerte Spurenbestimmungen** _____ M25
- Aufgaben des VBTA
(Verband biologisch-technischer Assistenten e. V.)
Berufsbild richtig vermitteln – Ausbildung lenken** _____ M29
- Bund-Länder-Kommission für
Bildungsplanung und Forschungsförderung
Das Ende der gemeinsamen Bildungsplanung?** _____ M31



Raubildschirm: Entwicklung mit Schülern

Eine Schülergruppe aus Stade arbeitet unter dem Namen „Solid Felix“ an einem 3D-Festkörperdisplay aus einem Calciumfluorid-Kristall, in dem Erbium-Ionen eingelagert sind. Diese Ionen lassen sich durch zwei infrarote Laserstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge (850 und 1500 Nanometer) so anregen, dass sie Licht aussenden. Die Kombination sehr vieler, gezielt zum Leuchten gebrachter Punkte innerhalb des Kristalls erzeugt die gewünschte dreidimensionale Form. Eine per Computer gesteuerte Spiegelmechanik sorgt dafür, dass sich die Laserstrahlen an jeder beliebigen Stelle des Calciumfluorid-Kristalls kreuzen können. Geschieht dies sehr schnell, setzt sich bedingt durch die Trägheit des menschlichen Auges die 3D-Figur zusammen – ähnlich wie beim schnellen Wechsel der Bilder im Kino. Solch eine Figur können mehrere Betrachter dann gleichzeitig von allen Seiten sehen. Mögliche Anwendungen sehen Wissenschaftler in der Luftverkehrskontrolle: So könnten eines Tages die Flugzeuge im Luftraum über einem Flughafen in einem durchsichtigen Würfel statt auf einem flachen Bildschirm dargestellt werden. Bewegungsrichtung, Abstand, Höhe und Geschwindigkeit der Maschinen wären viel genauer und auf einen Blick zu erkennen, als das derzeit auf den zweidimensionalen Schirmen im Tower möglich ist. Auch in medizinischen Bereichen wie der Elektrokardiografie und der Computertomografie sind Verbesserungen denkbar.

Angeregt wurden die Arbeiten an dem Raumbildschirm durch einen Artikel, in dem 1983 über die Erfindung des HL3D-Verfahrens (Laserprojektion auf eine rotierende Helix) von Prof. R. Hartwig an der Universität Heidelberg berichtet wurde. Die Gruppe untersuchte zunächst auch Verfahren mit rotierenden Schraubenflächen, bevor man sich den Kristallen zuwandte.

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002. Bei Nichterscheinen
durch Streiks o. Störung durch höhere Ge-
walt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthalte-
nen einzelnen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung außerhalb der engen
Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist
ohne Zustimmung des Verlags unzuläs-
sig und strafbar. Das gilt insbesondere
für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeiche-
rung und Verarbeitung in elektronischen
Systemen.
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsexemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Eine Vertriebskooperation zur Laborausstattung haben die Broen Lab Group (Armaturen und Notduschen), die Friatec AG (Labortischplatten, Abluftanlagen) und Trespa Intenational BV (Arbeitsplatten) gebildet.

Die TU München und die Degussa in Trostberg arbeiten künftig auf dem Gebiet der Bauchemie zusammen. Eine entsprechende Vereinbarung haben TU-Präsident Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann und Dr. Alfred Kern, Forschungsleiter der Degussa-Bauchemie, unterzeichnet.

Die BASF AG nimmt am Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires (ISIS) in Straßburg ein Forschungslabor in Betrieb. Damit will sein Gründer, der Nobelpreisträger Professor Jean-Marie Lehn, neue Wege in der Zusammenarbeit zwischen universitärer und Industrieforschung beschreiten. Ein Schwerpunkt wird in den nächsten Jahren die Entwicklung nanostrukturierter, polymerer Materialien sein.

WTW hat die in Boston ansässige Nova Analytics Corporation als neuen Partner gewonnen. Nova Analytics ist eine neu formierte Gruppe deren Management über langjährige Erfahrung im Analysegeschäft verfügt und wird sich mit 51 Prozent via Kapitalerhöhung an der WTW-Gruppe beteiligen und die unternehmerische Führung übernehmen. Die restlichen 49 Prozent verbleiben in den Händen von Petra Slevogt.

Die Bayer AG und die Büfa Beteiligungen GmbH & Co. KG haben ein neues Systemhaus unter dem Namen Büfa Polyurethane GmbH & Co. KG, kurz Büfa PUR, gegründet. Das Joint Venture hat seinen Sitz in Oldenburg und beschäftigt etwa 50 Mitarbeiter. Der frühere Geschäftsbereich Polyurethane der Büfa hatte im Jahr 2002 einen Umsatz von rund 20 Millionen Euro.

Dr. Joachim Kreuzburg, designerter Vorstandssprecher des Göttinger Biotechzulieferers und Mechatronikerherstellers Sartorius AG, hat den Erweiterungsbau seiner Tochtergesellschaft in China (BSISL) eingeweiht. Im Beisein hochrangiger Vertreter der chinesischen Wirtschaft und Behörden übergaben Kreuzburg, Asien-Vertriebschef Mechatronik Peter Grimley sowie der örtliche Geschäftsführer Dr. Yuguang Zhao das Gebäude seiner offiziellen Bestimmung.



Institut-Fresenius-Qualitätssiegel

30 Jahre kontrollierte Qualität

„Sicherheit, Gesundheit, Verbraucherschutz“ – das Institut-Fresenius-Qualitätssiegel ist eines der ältesten in Deutschland. Am 1. April 1973 unterzeichnete der Süßwarenhersteller Ferrero den ersten Qualitätssiegelvertrag und wirbt bis heute mit dem Siegel auf Deckel und Banderole von Nutella oder Kinderschokolade.

Kautschukbelag für Teppichböden, Kosmetik, Mineralwässer und Reinigungsmittel tragen heute das Siegel. Jüngster Kunde ist die Whitehall-Much GmbH mit ihrem Multivitamin-Produkt „Centrum“. Die Anforderungen an die

Hersteller sind hoch: Das Institut-Fresenius-Qualitätssiegel steht für einen Qualitätsstandard, der über den gesetzlichen Anforderungen liegt. Nur knapp 20 Prozent der untersuchten Produkte entsprechen den strengen Kriterien. „Die Auszeichnung erfolgt auf Basis objektiver Kriterien und aufwändiger mikrobiologischer und chemischer Kontrollen. Wir überprüfen den gesamten Produktionsprozess vom Rohstoff bis zum Endprodukt. Und das nicht nur beim Hersteller, sondern auch bei den Zulieferern“, erklärt Dr. Uwe Schwien, Vorstandsvorsitzender von Institut Fresenius.

Ethik und Akzeptanz der Biotechnologie

Um aktiv am ethischen Diskurs teilzunehmen und die Akzeptanz für die Biotechnologie auf einer sachlichen Ebene zu fördern, hat Dr. Wolf M. Bertling, Gründer und Vorstandsvorsitzender der November AG, nun die Biotechnologie Stiftung Nobis gegründet. Bertling stattet die Stiftung mit Barmitteln und rund vier Prozent Unternehmens-Aktien aus seinem Privatvermögen aus.

Flammschutzmittel

Am 31. März fiel am Clarianter Standort Knapsack der Startschuss für den Bau einer Anlage zur Herstellung von Exolit OP-Produkten. Die neue Anlage für nicht halogenierte Flammschutzmittel umfasst einen Reaktionsteil sowie Konfektionierung und Lagerung. Ausgelegt für eine Produktionskapazität von mehreren Tausend Tonnen pro Jahr wird die Anlage mit einem Investitionsvolumen von einigen zehn Millionen Euro veranschlagt.

Die Bruker Optik mit derzeit über 180 Mitarbeitern allein in Deutschland ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gewachsen. Anfang 2003 ist neues Firmengebäude fertig gestellt worden, das inzwischen vom gesamten Unternehmen – Vertrieb, Applikation, Produktentwicklung, Produktion, Kundensupport und Verwaltung – bezogen worden ist. So finden nunmehr in Zukunft auch die Fortbildungskurse zu Anwendungstechniken wie auch zur Spektrometersoftware in Seminar- und Schulungsräumen im eigenen Hause statt.

Bruker Optik GmbH
Rudolf-Plank-Straße 27
76275 Ettlingen
Tel.: +49 7243 504 600
optik@bruker.de
www.brukeroptics.de



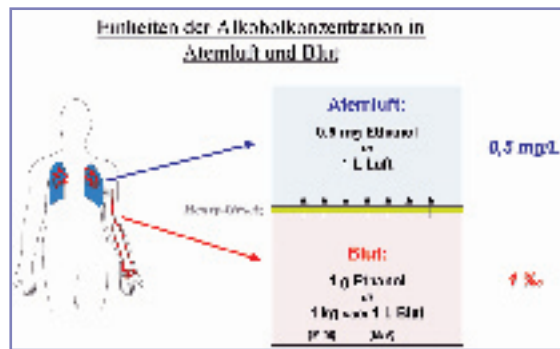
Dräger-Röhrchen 50 Jahre Atemalkoholmessung

Die Dräger Safety AG & Co. KGaA (Lübeck) schaut auf eine fünfzigjährige Historie bei Entwicklung, Produktion und Verkauf von Produkten zur Atemalkoholmessung zurück. Was einmal mit dem Alcotest-Röhrchen begann, reicht heute bis zu computergesteuerten Messgeräten, die Fremdeinflüsse oder Manipulationen bei der Bestimmung der Atemalkoholkonzentration ausschließen.

Seit 1953 verwendet die Polizei die „Pusteröhrchen“ mit dem Messbeutel zur Bestimmung von Atemalkohol. Die Erfindung des Tests soll sich so zugetragen haben: Am Morgen nach einer Feier bezichtigten sich Chemiker gegenseitig, die intensivste Alkoholfahne

zu verbreiten. Um in dieser Diskussion schließlich zu einem Ergebnis zu kommen, musste eine objektive und genaue Messmethode her. So entwickelten sie das Alcotest-Röhrchen.

Mit zunehmendem Einsatz der Atemalkoholmessung stiegen in vielen Ländern die messtechnischen Anforderungen an die Geräte. Seit 1998 ist Alcotest 7110 Evidential auf dem Markt. Als mobil oder stationär verwendbares Gerät mit Doppelsensorsystem (infrarotoptisch und elektrochemisch), mit Atemtemperaturmessung, integriertem Drucker sowie Druck- und Volumensensoren erfüllen seine Messergebnisse die weltweit strengsten Anforderungen. In Deutschland sind die Mes-



sungen dieses Gerätes nach dem Straßenverkehrsgesetz und dem Urteil des Bundesgerichtshofes vor Gericht den Ergebnissen der Blutprobe gleichgestellt.

Dies stellt nicht das Ende der Entwicklung im Bereich der Atemalkoholmesstechnik dar. So wird demnächst ein Alcotest-Messsystem vorgestellt werden, das (abhängig von den jeweiligen gesetzlichen Regelungen) gerichtsverwertbare Messungen sogar mit einem Handmessgerät erlaubt.

Das Alkoholteströhrchen misst den Alkoholgehalt im Atem. Daraus schließt man auf den Alkoholgehalt im Blut (Abbildung: Dräger).



Trübungssensor

...beispielhaft
reinigend

WTW auf der ACHERIA
Halle 10.1, Stand F15-18
Halle 6.1, Stand D.08-L19

Innovation Trübungssensor
Extrem wartungsarm durch neuartiges
Reinhaltungssystem ohne mechanisch
bewegte Teile

BASF Dr. Michael Hepp (44) leitet jetzt die Geschäftseinheit Veredelungschemikalien für Leder. Er verantwortet die globalen Aktivitäten des Arbeitsgebietes bezüglich Produktion, Forschung und Entwicklung, Marketing und Vertrieb.



Hepp

Der stellvertretende Vorstandsvorsitzende und Finanzvorstand der BASF Max Dietrich Kley (63) ist mit dem „Europäischen Preis für exzellentes Finanzmanagement“ ausgezeichnet worden. Der Preis ging damit zum ersten Mal an einen europäischen und nicht an einen amerikanischen Finanzvorstand.



Kley

GBF Der Biochemiker Dr. Albrecht Läufer (47) hat die Geschäftsleitung der Vakzine Projekt Management GmbH übernommen. Ziel des Unternehmens ist die beschleunigte Entwicklung von Impfstoffen. Hierzu stellt das BMBF 25 Millionen Euro bereit; die GBF (Gesellschaft für Biotechnologische Forschung) ist mit der Etablierung der Initiative beauftragt.



Läufer

HENKEL Guido De Keersmaecker (60), zuständig für den Unternehmensbereich Henkel Technologies, geht in den Ruhestand, Dr. Jochen Krautter (60), zur Zeit verantwortlich für den Unternehmensbereich Finanzen, übernimmt Henkel Technologies. Dr. Lothar Steinebach (55) wird neuer Leiter des Unternehmensbereichs Finanzen.



Steinebach

SUSTECH Neuer Geschäftsführer der Darmstädter Forschungsgesellschaft für Nanotechnologie ist der Chemiker Dr. Tilo Weiß (35). Sein Vorgänger und Gründungs-Geschäftsführer Dr. Peter Christophliemk (59) hat bei der Henkel KGaA in Düsseldorf die Leitung des Bereichs Forschung Chemie übernommen.

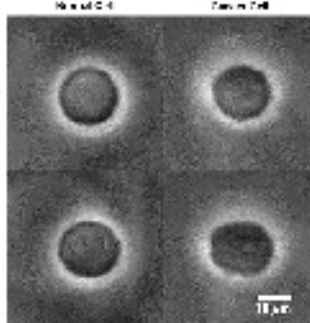
WSMI Der Weltverband der Selbstmedikations-Hersteller (WSMI) hat Gary S. Balkema, Leiter der Division Consumer Care und Mitglied des Executive Committees von Bayer HealthCare, zum Vorsitzenden ernannt.



Balkema

EHRUNGEN

Die Forschergruppe um Dr. Jochen Guck, Nachwuchsgruppenleiter am Lehrstuhl für die Physik weicher Materie an der Universität Leipzig, ist dabei, die Steifigkeit von Zellen als neuartigen Zellmarker für biomedizinische Anwendungen zu etablieren. Mit Hilfe eines „Optischen Streckers“ können die Wissenschaftler in rascher Folge Hunderte von Zellen ausmessen und, anhand der gemessenen Elastizität, krebsartige von normalen Zellen unterscheiden. Krebszellen verformen sich stärker als gesunde.



Der optische Strecker verwendet zwei gegenläufige Laserstrahlen, um einzelne Zellen bei niedriger Lichtleistung einzufangen (10-100 Milliwatt). Jetzt erhielt Dr. Jochen Guck einen Preis für seine Arbeit: **Young Scientist Award for biomedical Photonics**. Er ist gestiftet von Hamamatsu Corporation und dem Deutschen Krebsforschungszentrum, Heidelberg.

Der mit 150 000 Dollar dotierte **Stockholm Water Prize** 2003 geht an Prof. Peter A. Wilderer, Ordinarius für Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Technischen Universität München in Garching. Wilderer erforscht seit 30 Jahren ganzheitliche Methoden der nachhaltigen Nutzung von Trinkwasser. Er ist der erste deutsche Wissenschaftler, der mit dem „Wasser-Nobelpreis“ ausgezeichnet wird. Der Preis wird am 14. August 2003 von König Carl XVI. Gustaf von Schweden persönlich in der City Hall Stockholm verliehen.

Die **Clemens-Winkler-Medaille** für das Lebenswerk eines herausragenden analytischen Chemikers geht 2003 an Prof. Dr. Georg-Alexander Hoyer, Berlin. Hoyer hat sich als Wissenschaftler aus der Industrie, Honorarprofessor an der Humboldt-Universität und langjähriges Mitglied des Aufsichtsrats der Schering AG umfassende Verdienste um die Entwicklung des Fachgebiets Analytische Chemie erworben.

Der **Preis der Fachgruppe Analytische Chemie** wird 2003 an zwei jüngere Wissenschaftler verliehen. Geehrt werden Dr. Oliver Trapp (Universität Tübingen/ jetzt Stanford University) und Dr. Mag. Herbert Franz Oberacher (Universität Innsbruck/ jetzt Universität Saarbrücken). Trapp erhält den Preis für seine herausragenden Untersuchungen auf dem Gebiet der Gaschromatographie insbesondere labiler chiraler Verbindungen. Oberacher erhält den Preis für seine herausragenden Arbeiten zum Einsatz der Flüssigkeitschromatographie/Massenspektrometrie für die Untersuchung von Nukleinsäuren.

Preisträger der **Doktorandenpreise des Fachgruppen-Arbeitskreises Separation Sciences** sind Dr. Th. Koal (für schnelle HPLC), P. Clément (für Milchanalyse mit Kapillarelektrophorese) und Dr. S. Skopp (für Kopplungstechniken).

Der **Nanowissenschaftspreis 2003** geht an Prof. Dr. Matthias Rief vom Institut für angewandte Physik, Biophysik und Molekulare Materialien der Ludwig-Maximilians-Universität München und Dr. Ernst Ludwig Florin vom Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie in Heidelberg. Die beiden Physiker haben in ihrer Arbeit bedeutende Fortschritte in der Erforschung mechanischer Eigenschaften einzelner Moleküle erzielt.

Aufspüren von Minen

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat ein Förderprogramm zur Optimierung beim Aufspüren von Antipersonenminen ins Leben gerufen. 400 000 Euro stellt das BMBF dieses Jahr für Vorschläge zur Verbesserung von Minen-Detektoren zur Verfügung. In einem ersten Ausschreibungsschritt geht es speziell um die Erweiterung gängiger Metall-Detektoren, Signale wirksamer wahrzunehmen. Anmeldeschluss für eine Projektbeschreibung ist der **30. April**. Die Ausschreibungsformulare für eine dreijährige Projektförderung finden sich im Internet (<http://www.pt-dlr.de/PT/Umwelt/Bekannt.htm>) unter dem Stichwort: "Minendetektions-Technologien für Humanitäres Minenräumen, Phase 1: Metalldetektion".

Existenzgründungshilfe

Existenzgründer oder die, die es werden wollen, erhalten ab dem Sommersemester 2003 tatkräftige Unterstützung durch die Technische Universität Chemnitz. Prof. Dr. Cornelia Zanger und Prof. Dr. Olaf Gierhake veranstalten gemeinsam ein Integrations-Seminar zum Thema „Marketing für Technologieunternehmer“. In Projektgruppen werden dabei konkrete Vorhaben von Existenzgründern und Technologie-Unternehmen aus dem Umfeld der Chemnitzer Universität bearbeitet. Untermauert wird die Thematik der Existenzgründung durch die Vorlesung „Gründungsmanagement“, die Prof. Dr. Olaf Gierhake hält. Es richtet sich dabei an interne und externe Interessenten, die mehr über den Schritt in die Selbständigkeit wissen wollen. Interessierte Existenzgründer und Unternehmen wenden sich an das **U n t e r n e h m e n s - N e t z w e r k „TUCnet“** der TU Chemnitz, Tel.: 0371 5318070, E-Mail: Andreas.Ehrle@mbv.tu-chemnitz.de.

Gottron-Just-Preis

Universität und Stadt Ulm schreiben den Gottron-Just-Wissenschaftspreis aus, der in dreijährigem Turnus für herausragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der genetisch bedingten Hauterkrankungen verliehen wird. Der Preis ist mit 7500 Euro dotiert. Die zur Bewerbung eingereichten Arbeiten müssen Bezüge sowohl zur Dermatologie als auch zur Genetik haben. Bewerbungen sind bis zum **31. August** an die Universität Ulm zu richten.

Mezzanine Money

Gerade kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) fehlt häufig Geld für Forschung und Entwicklung. Diesen Schwierigkeiten kann laut RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V) mit einem für Deutschland relativ neuen Finanzierungsinstrument abgeholfen werden: Mezzanine Money. Darunter versteht man unterschiedliche Finanzierungsformen (zum Beispiel nachrangige Darlehen, partiarische Darlehen, Verkäuferdarlehen, stille Beteiligungen und Genusscheine), die zwischen Kredit und Beteiligungskapital angesiedelt sind. Die Unternehmen können durch Anwendung entsprechender Instrumente ihr bilanziell ausgewiesenes Eigenkapital aufstocken. Das erleichtert den Zugang zu Fremdkapital für F&E-Zwecke. Der Vorteil ist dabei, dass konkrete Investitionsentscheidungen im Unternehmen ohne Einmischung (und Fehlanreize) von außen fallen. Zudem belasten Mezzanine-Zuwendungen als (eventuell subventionierte) von Förderbanken ausgezahlte Darlehen die öffentlichen Haushalte weniger als zum Beispiel Zuschüsse, weil die Mittel (wenigstens zu einem erheblichen Teil) zurückfließen. Mezzanine-Finanzierungen haben vor allem in den angelsächsischen Ländern Tradition und finden neuerdings in Deutschland zunehmend Anklang.

Ost und West in Hessen

Mit finanzieller Förderung durch das Land Hessen und alle hessischen Universitäten wird das Ost-West-Wissenschaftszentrum (OWWZ) der Universität Kassel ab April zu einer hessenweiten Informations- und Beratungseinrichtung für die Zusammenarbeit mit Mittel- und Osteuropa ausgebaut. Zu seinen Aufgaben zählen unter anderem die Informationsvermittlung und Beratung zur Finanzierung und Abwicklung von Ost-West-Projekten, die Vermittlung von Partnern für wissenschaftliche Kooperation und Bereitstellung von Hintergrundinformationen für die Ost-West-Zusammenarbeit in Forschung und Lehre. Darüber hinaus bietet das OWWZ Internet-Informationen zur Forschungs- und Wissenschaftslandschaft in Ostmittel- und Osteuropa: www.osteuropa-netzwerk.de.

Route A 66

Das Gründernetz Route A 66 legt sein 45 Seiten starkes Frühjahrsprogramm vor. Beim Angebot unterscheidet Projektleiter Peter Sulzbach zwischen Klassikern wie Kompaktseminaren für Gründungsinteressierte und neuen Beratungsangeboten zu Gründungsfinanzierung, Businessplanerstellung, Kreativitätstraining, Öffentlichkeitsarbeit, Betriebsübernahmen und Aufbauberatung. Besonders hebt Sulzbach die Themen „Ideenwerkstatt für Frauen“ und „Kontaktanbahnung zu Business Angels“ hervor. Im Gründernetz Route A 66 haben sich vier an der Autobahn A 66 gelegenen Hochschulen zusammengeschlossen: Fachhochschule Frankfurt am Main und Johann Wolfgang Goethe-Universität, Hochschule für Gestaltung in Offenbach und Fachhochschule Wiesbaden. Weitere Informationen: Gründernetz Route A 66: Telefon zum Ortstarif 0180 1533333.

Ein innovativer Rohstoff – schon im alten Tibet bekannt

Die Öle des Sanddorn

Silke Steen, Atlandsberg ; Jörg-Thomas Mörsel, Berlin

Die Gewinnung und Verwendung von pflanzlichen Ölen, im besonderen der Öle aus Samen und neuerdings verstärkt auch aus dem Fruchtfleisch, spielt eine wichtige Rolle bei der Herstellung zahlreicher industrieller Produkte und der menschlichen Ernährung. Die Entwicklung produktspezifischer chemischer Parameter ermöglicht dabei die Etablierung von Qualitätskriterien.

In den vergangenen Jahren erlangten die Öle der Sanddornbeere – es gibt hier ein Fruchtfleisch- und ein Kernöl – in Mitteleuropa besondere Bedeutung. Bisher gut bekannt in Asien (Russland, China, Indien) als ein altes Heilmittel, drängen nun Produkte mit genau dieser Ölgrundlage auf dem Markt. Dabei reicht das Anwendungsspektrum von der Lebensmittelindustrie bis zur Anwendung in der Kosmetik und in der Medizin. Hinzu kommt die Besonderheit, dass die zwei verschiedenen, in der Sanddornbeere vorkommenden Öle, durch ihre unterschiedliche Zusammensetzung auch eine Nutzung für stark differenzierte Anwendungen ermöglicht. Einerseits wird das gelbbraunliche Kernöl gewonnen, andererseits findet man das tiefrote Fruchtfleischöl im öltragenden Parenchymgewebe (Abbildung 1).

Diese beiden Öle sind in ihrer chemischen Zusammensetzung grundverschieden. Beispielsweise ist das Kernöl reich an ungesättigten Fettsäuren, wogegen man im Fruchtfleischöl eine bemerkenswerte Vielfalt an fettlöslichen Vitaminen, Sterolen und ebenfalls essentiellen Fettsäuren und Polyphenolen findet. Obwohl die Sanddornkerne nur einen Fettgehalt von circa zehn Prozent aufweisen (zum Vergleich – Raps 40-50 Prozent, Sonnenblume 35-50 Prozent), kann dieses Öl aufgrund seiner charakteristischen Inhaltsstoffe und nicht unbedingt mit seiner Quantität überzeugen [15, 22]. Das Fruchtfleischöl findet ebenfalls im ökologisch orientierten Markt Beachtung, und dies nicht nur durch seine ihm zugesagten heilenden Kräfte, sondern auch aus der Tatsache heraus, dass der Sanddorn durch eigene Stickstofffixierung (Symbiose mit einem Strahlenpilz) und guter eigener Resistenz

Die Autoren

Die Lebensmittelchemikerin Silke Steen hat sich anlässlich ihrer Diplomarbeit mit den Lipiden des Sanddorn beschäftigt. Zur Zeit bereitet sie sich auf ihre Promotion vor und arbeitet an der enzymatischen Fettgewinnung aus Wildfruchtsamen bei der UBF Atlandsberg.

Dr. Jörg-Thomas Mörsel hat sich in Lebensmittelchemie habilitiert und arbeitet neben seiner Lehr- und Forschungstätigkeit an der Universität Berlin im Sanddorn e.V. Deutschland der Lebensmittelchemischen Gesellschaft mit.

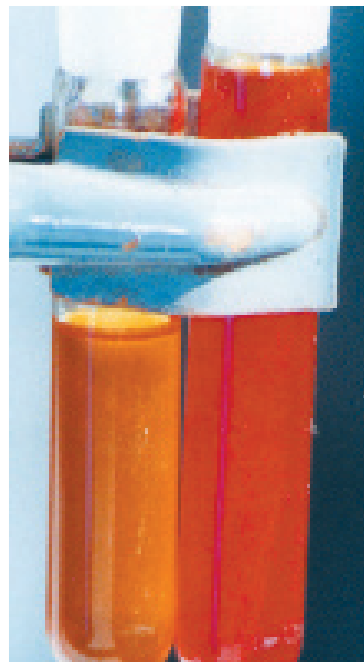


Abbildung 1:
Die Sanddornbeere liefert zwei Öle: das gelbbraunliche Kernöl und das tiefrote Fruchtfleischöl.

gegenüber Schädlingen weder Pestizide noch Düngemittel für sein Wachstum in speziell angelegten Plantagen benötigt. So bietet der Sanddorn dem zunehmend umweltbewußten Verbraucher Produkte, die neben ihren gesundheitsfördernden Eigenschaften auch bei ihrem Anbau und der anknüpfenden schonenden Verarbeitung zu natürlichen Produkten führen können. In den letzten Jahren wurden so insbesondere mit reinem Fruchtfleischöl, unter Nutzung seiner speziellen Zusammensetzung, nicht nur Hautpflege-, sondern auch hautschützende Produkte und Heilmittel entwickelt und vermarktet.

Nicht vergessen werden soll, dass Sanddorn neben diesen speziellen Eigenschaften des Öls, auch andere Anwendungsfelder hervorragend abdeckt. So sind Produkte aus dem Saft (Getränke, Gelees etc.), alkoholische Spezialitäten wie Wein und Likör, Extrakte aus Blättern (zum Beispiel Herz-Kreislauf-Mittel) bekannt. Auch erfüllt diese Pionierpflanze wegen ihrer Anspruchslosigkeit und Höhenresistenz (kann im Hochgebirge bis über 2500 Meter gedeihen) eine wichtige ökologische Funktion.

Neben preiswerten traditionellen Methoden zur Gewinnung der Öle, die organische Lösungsmittel oder auch heiße Speiseöle zur Extraktion einsetzen, werden weitere mechanische Verfahren (Verwendung von Pressen und Zentrifugen), die jedoch ebenfalls negativ auf die Ölqualität einwirken können, eingesetzt. Sieht man von den wenigen Ölherstellerfirmen im Inland ab, steht man vor einem stetig wachsenden Anbieter-Markt aus dem Ausland (China, Indien, Russland), welche Produkte verschiedenster Qualität





Abbildung 2: Reife Sanddornbeeren der Zuchtsorte Hergo.

(verschnittene, gestreckte oder nur unsauber hergestellte Öle), die für den Verbraucher meist unerkant auf dem deutschen Markt erhältlich sind, anbieten.

Öle aus Brandenburg und China

Als Probenmaterial standen vor allem Sanddornöle und Beeren aus Deutschland zur Verfügung. Taxonomisch gehörten diese dem Genus *Hippophae* L. der Familie der Ölweidengewächse (*Elaeagnaceae*) [Arne Rousi, 1971] an und betreffend der Varietäten [19] dem *Hippophae rhamnoides* L. [2]. Zum Vergleich wurden Öle aus der Volksrepublik China untersucht. Große Aufmerksamkeit wurde auf die Öle, gewonnen aus brandenburgischen Sanddornern, gelegt. Hier ist den Autoren sowohl Herkunft, Sorte, als auch Gewinnungstechnologie bekannt – wichtige Größen, die die chemische Zusammensetzung beeinflussen können und somit in die Bewertung der Daten mit einfließen. Die deutschen Öle stammen aus Früchten zweier unterschiedlicher deutscher Zuchtsorten – „Leikora“ und „Hergo“ – aus den Erntejahren 1999/2000 und 2000/2001. Diese Sorten werden in der Regel Mitte September reif geerntet, unverzüglich verarbeitet oder direkt nach der Ernte als Vollbeere eingefroren. Hinsichtlich der Sorte standen indes bei den untersuchten chinesischen Ölen keine Informationen zur Verfügung.

Gewinnung der Öle

Die aus Deutschland stammenden Sanddornbeeren – hier speziell der Sorte „Hergo“ – wurden halbmechanisch von den Sträuchern geerntet, durch Windsichtung von Blättern und kleinen Holzbestandteilen befreit, umgehend eingefroren oder in die weitere Verarbeitung gegeben. Während der traditionellen Safftherstellung fallen neben dem ölhaltigen Marktanteil auch größere Menge Maische an. In dieser Maische sind die Kerne der Beere enthalten, die durch Isolierung, Waschung und Trocknung gewonnen und anschließend bei vier Grad Celsius gelagert werden. Aus dem ölhaltigen Mark wird durch Zentri-

fugation – teilweise nach enzymatischem Aufschluß – Sanddornfruchtfleischöl erhalten. Die Öle werden keiner Raffination oder anderweitigen Bearbeitung unterworfen. Einzig wird durch Vakuum bei milden Temperaturen eine Trocknung herbeigeführt. Über die chinesischen Öle hingegen sind auch hier keine Angaben vom Hersteller gemacht worden.

Fettsäureanalytik

Zur gaschromatographischen Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung wurde die Schnellmethode nach DGF-Einheitsmethodensammlung [11] zur Umesterung mit Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH) angewendet. Ca. 10 mg wasserfreies Öl wurde in einem vial eingewogen, 500 μ l tert.-Butylmethylether und 250 μ l TMSH-Lösung (0,2 M) zugefügt, verschlossen, ca. 30 sec. geschüttelt und gaschromatographisch untersucht. Als Referenzsubstanzen diente ein C_{14} -Mix RM-3 1086 AOCS Ölreferenzmischung von Matreya, INC., der FAME Mix von Supelco 37 und PUFA-3 von Supelco, gewonnen aus Menhaden oil [AOCS Methods 1994; AOAC Methods 1995].

Sterolanalytik

Das klassische Verfahren nutzt die dünnschichtchromatographische Auftrennung der Sterolfraction nach der Verseifung und eine anschließende Identifizierung und Bestimmung mittels GC (zum Beispiel DGF-Einheitsmethode). Die Dünnschichtchromatographie kann auch durch Festphasenextraktion oder präparative HPLC-Methoden ersetzt werden. Anstelle der Verseifung wurde jedoch mit Natriummethylat umgeestert und die Sterolfraction mittels HPLC abgetrennt. Die freien Sterole können im on-line Verfahren (HPLC-GC-Kopplung, [6]) beziehungsweise auch im off-line Modus [26] vermessen werden. Es wurde die Sterolanalyse über eine Direktverseifung, Anreicherung in Hexan und anschließende Trennung von wasserlöslichen Bestandteilen verwendet. Die Bestimmung der Sterolzusammensetzung erfolgte mit dem Schnellverfahren nach [12]. 10-200 mg Probe wurde je nach erwartetem Sterolgehalt in ein Glasfläschchen mit Schraubverschluß eingewogen. Zwischen 0,25 und 10 μ g des internen Standards 5- α -Cholestan-3- β -ol (Einwaage von 5-10 mg/1 ml Chloroform) wurde hinzugefügt. Nach dem Entfernen des Lösungsmittels wurde 1-2 ml einer 2 M KOH-Lösung



Geräteparameter Fettsäureanalytik

Die Analyse erfolgte auf einem GC 14 A (Shimadzu) mit einer SP 2380 Kapillarsäule, 30 m x 0,2 mm, 0,2 μ m Schichtdicke und einem Split-Splitless-Injektor (split 1:40, T = 250 °C). Als Detektor wurde ein FID verwendet (T = 250°C). Als Trägergas diente Helium mit einem Gasfluß von 0,6 ml/min. Temperaturprogramm: 100°C mit 5°C / min auf 175°C; 175°C 10 min isotherm; mit 8°C / min auf 220°C; 220°C 10 min isotherm.

Geräteparameter Sterolanalytik

Gaschromatographie/FID

Kapillargaschromatographie: Carlo Erba Strumentazione HRGC 5160 Mega Series; Injektor: Split-Splitless-Injektor; Detektor: Flammenionisationsdetektor; Integrator: C-R6A Chromatopac, Shimadzu; Probenaufgabe: manuell; Trennsäule: DB-5, 30 m, 0.25 μm ; Ofentemperatur: 310°C, isotherm; Injektor-/Detektortemperatur: 280°C.

Gaschromatographie/Massenspektroskopie (EI)

Kapillargaschromatographie: Finnigan MAT GCQ Gaschromatograph; Injektor: Split-Splitless-Injektor; Probenaufgabe: Autosampler A 200 S; Massenspektrometer: Finnigan GCQ MS-Detektor Ion Trap mit GCQ-Auswertesoftware „Excalibur“; Trennsäule: HP-5 25 m; 0.2 mm x 0.33 μm Filmstärke.

in Ethanol zugefügt, die Fläschchen verschlossen und 30 min bei regelmäßigem Schütteln in einem 65-70°C warmen Wasserbad erhitzt. Nach dem Abkühlen unter fließend kaltem Wasser wurden 1-2 ml dest. Wasser und ca. 4 ml Hexan hinzugegeben. Die Hexanphase wurde abgetrennt und das Lösungsmittel unter Stickstoff entfernt. Zur Herstellung der Trimethylsilylether (TMS)-Derivate der Sterole wurden 100 μl BSTFA und 100 μl Chlorsilan zugegeben und die vials verschlossen. Die Derivatisierung erfolgte im Trockenschrank bei 100°C für 15 min. Nach Beendigung wurde das Lösungsmittel mit Stickstoff abgeblasen und der Rückstand in Chloroform aufgenommen und einer GC/FID und anschließender GC/MS-Untersuchung zugeführt. Als Referenz wurden Sterole gemäß DGF-Einheitsmethoden qualifiziert und quantifiziert. Zur qualitativen Bestimmung der Phytosterole in Pflanzenölen kann off-line nach Schumann [1996] gearbeitet werden.

Ca. 100 mg Öl und 5 μl interne Standardlösung (1 %-ige 5- α -Cholestan-3- β -ol-Lösung in n-Hexan) wurden bei Raumtemperatur in 20 min mit 1 ml einer 10 %igen Natriummethylatlösung methyliert, mit 0,7 ml destilliertem Wasser und 1 ml n-Hexan versetzt und 10 min geschüttelt. Die organische Phase wurde mit 100 μl Citronensäurelösung versetzt und die Hexanphase für die präparative HPLC-Abtrennung der Sterolfraction verwendet.

Tabelle 1:
Kennwerte von
Fruchtfleisch-
und Kernöl aus
Sanddorn.

	Fruchtfleischöl Deutschland	Fruchtfleischöl		Kernöl	
		Literatur [14]	Literatur [28]	Literatur [14]	Literatur [28]
Säurezahl (SZ)	4,9 \pm 0,1	4,9	7	2,3	10,5
Jodzahl (IZ)	68 \pm 3	69/70	79,5	156/160	150
Peroxidzahl (POZ)	3 \pm 2	< 5	–	< 15	–
Verseifungszahl (VZ)	197 \pm 3	200	187,5	175	193
Unverseifbares (UV), [%]	1,74 \pm 0,15	2,3	3,65	2,6 %	2,25
Dichte bei 20 °C, g/cm ³	0,924 \pm 0,001	0,920	0,9200	0,930	0,9270
Brechungsindex bei 20 °C	1,473 \pm 0,002	1,470	1,4698	1,480	1,4764
Wassergehalt, [%]	0,09 \pm 0	keine Angaben	keine Angaben	keine Angaben	keine Angaben

Triglycerid-Analytik

Die Triglyceride wurden aus den Gesamtlipiden durch präparative Dünnschichtchromatographie isoliert, einer Lipasehydrolyse mit Pankreaslipase unterworfen und mittels Lösungsmittel von der DC eluiert und unter Verwendung von Schweinepankreaslipase hydrolysiert. Die sn-2-Monoglyceride wurden dünn-schichtchromatographisch isoliert, saurer umgeestert und die Fettsäuremethylesterverteilung durch GC bestimmt. Das verwendete Enzym weist eine 1,3-Positionsspezifität auf, die es ermöglicht, nur Fettsäurereste an den primären Hydroxylgruppen des Glycerids, also der sn-1- und der sn-3-Position, zu hydrolysieren. Die Fettsäuren der sn-2-Position werden nicht abgespalten. Somit ist das Produktspektrum der Hydrolyse auf sn-1,2(2,3)-Diglyceride, sn-2-Monoglyceride und freie Fettsäuren beschränkt. Es wurde sich an offiziellen Methoden [3] beziehungsweise IUPAC Method 2-210 (566) orientiert. Die Positionsverteilung in den Triglyceriden wurden anhand mathematischer Formeln vor allem als Kombination der sn-1- und der sn-3-Position nach [10] kalkuliert.

Ca. 100 mg Fett wurde eingewogen und mit 200 mg Gummi arabicum und 5 ml Wasser versetzt. 50 mg Pankreas-Lipase (Firma Merck) wurde zugefügt und in einem 35 °C temperierten Trockenschrank für 35 min inkubiert. Es wurde anschließend mit 10 ml Chloroform extrahiert, die organische Phase über Natriumsulfat getrocknet, am Rotationsverdampfer eingengt und erneut eine dünn-schichtchromatographische Auftrennung der Lipide angeschlossen. Laufmittel: Petrolether / Diethylether / Essigsäure, 60:40:2 v/v/v; Chloroform / Aceton, 85:15 v/v; Aktivierte DC-Platten: 20 x 20 cm, Kieselgel 60 F₂₅₄; Vergleichssubstanz: u.a. DL- α -Monoolein; Visualisierung: 2,7-Dichlorofluorescein (1%-ig in Methanol, ersatzweise Ethanol), Trocknung, UV-Licht bei 254 nm. Nach Isolierung der unterschiedlich polaren Lipide wurde die Probe mit methanolischer Schwefelsäure umgeestert, mit Diethylether die Fettsäuremethylester extrahiert, neutral gewaschen und zur gaschromatographischen Untersuchung eingesetzt. In der



AUFSÄTZE

Trivialname	Fettsäure	Sanddorn-Fruchtfleischöl		Sanddorn-Kernöl	Sonnenblumenöl
		Deutschland	China	Deutschland	Deutschland
Myristinsäure	C 14:0	0,56	1,21	0,60	0,5
Palmitinsäure	C 16:0	34,98	33,76	9,17	6,15
Palmitoleinsäure	C 16:1 n7	31,27	26,45	0,96	–
Stearinsäure	C 18:0	0,89	1,57	2,79	4,68
Ölsäure	C 18:1 n9	19,39	18,56	18,51	23,75
Vaccensäure	C 18:1 n7	7,78	8,58	2,36	–
Linolsäure	C 18:2 n6	3,49	7,02	36,91	64,93
Arachinsäure	C 20:0	0,65	1,05	0,63	–
α -Linolensäure	C 18:3 n3	1,00	1,79	28,11	–

Tabelle 2: Gaschromatographische Bestimmung der Fettsäurespektren verschiedener Öle (Angaben in Prozent).

Regel ist das Einspritzvolumen 1 μ l. Zur Aufnahme des Gesamtfettsäurespektrums wurde mit TMSH (s. unter Fettsäureanalytik) verethert.

Die Fettkennzahlen (Unverseifbares, Verseifungszahl, Säurezahl, Jodzahl, Peroxidzahl) wurden nach allgemein üblichen DFG-Standardmethoden [11], der Wassergehalt der Öle durch die Karl-Fischer-Titration unter Verwendung von Hydranal-Solvent und Hydranal-Titrant 5 der Firma Riedel-de Haen bestimmt. Die getesteten kommerziellen Sanddornölproben wurden unterteilt in Fruchtfleischöl und Kernöl und die in Tabelle 1 dargestellten Kennwerte bestimmt.

Chemische Kennwerte von Fettsäuren

Es zeigen sich deutlich Unterschiede in der Zusammensetzung der Öle, die gut aus der graphischen Darstellung ersichtlich sind (Abbildung 2). Die gefundenen Fettsäureprofile sind für die einzelnen Pflanzenöle signifikant unterschiedlich und machen die charakteristischen Differenzen zwischen dem Sanddornfruchtfleischöl und dem Kernöl deutlich. Auch spiegeln sich in diesen Daten Einflüsse wie unter anderem die Herkunft der Öle, Sorten und Gewinnungsmethoden wieder.

Wenn der Ölsäuregehalt, der in der Regel unter 30 Prozent liegt, diesen Richtwert übersteigt, kann sicher auf den Einsatz von Extraktionsöl bei der Ölgewinnung geschlossen werden [14].

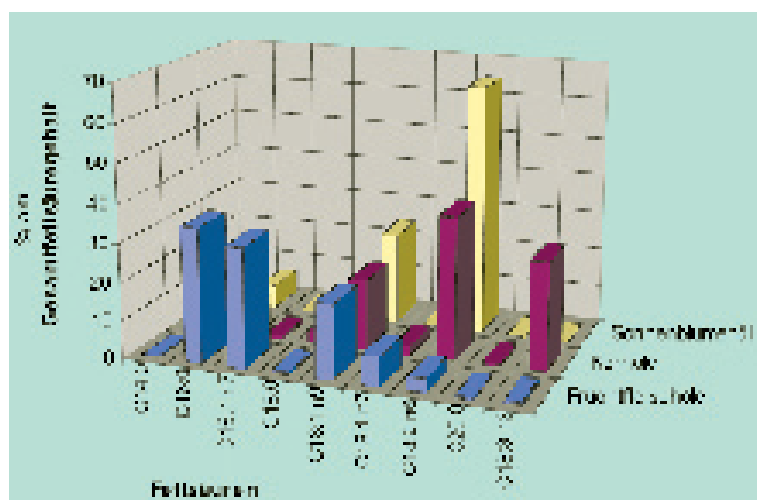
Die Hauptfettsäure im Kernöl ist die Linolsäure (36,9 Prozent), gefolgt von der α -Linolensäure (28,1 Prozent) und der Ölsäure (18,5 Prozent). Summiert man diese drei Fettsäuregehalte, werden 83,5 Prozent der Fettsäuren erfasst. Im Fruchtfleischöl dominiert die Palmitinsäure mit 35,0 gefolgt von der Palmitoleinsäure mit 31,3 Prozent. Der Gehalt an Ölsäure beträgt rund 19,4 Prozent. Es entfallen somit rund 86 Prozent auf Monoenfettsäuren. Das Vorkommen von über 60 Prozent C16-Fettsäuren ist in Nahrungsfetten äußerst selten. Diese beiden im Sanddornfruchtfleischöl vorherrschenden Fettsäuren kommen im Kernöl nur in geringen Mengen vor. Folglich ist dieser Parameter

besonders gut als Reinheits- und Identitätskriterium geeignet.

Werden die Minorkomponenten im Fettsäurespektrum betrachtet, fallen die Vaccensäure (Fruchtfleischöl 7,8 – Kernöl 2,4 Prozent) und die Arachinsäure (Fruchtfleischöl 0,65 – Kernöl 0,63 Prozent) auf. Auch ein Relationsvergleich bringt interessante Einblicke. Auffällig ist das fast eins-zu-eins-Verhältnis von der Palmitin- zur Palmitoleinsäure im Fruchtfleischöl. Im Gegensatz dazu liegt im Kernöl das Verhältnis bei zehn zu eins (Palmitin- zu Palmitoleinsäure).

Auffällig bei den untersuchten chinesischen Fruchtfleischölen sind die zum Teil großen Abweichungen an spezifischen Fettsäuren zu den in Deutschland angebauten und produzierten Ölen. Neben im Vergleich geringfügig erhöhten Werten an Arachinsäure, α -Linolensäure und Myristinsäure, wird ein doppelt so hoher Gehalt an Linolsäure neben einem geringeren Gehalt an Palmitoleinsäure im chinesischen Öl festgestellt. Über die Ursache kann man nur mutmaßen. Sortenunterschiede oder Vermischung mit anderen pflanzlichen Nahrungsfetten, insbesondere Sonnenblumenöl, könnten als Erklärung dienen. Eine Möglichkeit, die erhöhten Gehalte an Linolsäure im chinesischen Öl zu erklären, ist eine Vermischung mit Sanddornkernöl. Li

Abbildung 3: Vergleich der Fettsäurespektren von Sonnenblumenöl und Sanddornölen.



	Fruchtfleischöl	Kernöl	Sonnenblumenöl
Σ ungesättigte Fettsäuren	62,93	86,85	88,68
Σ gesättigte Fettsäuren	37,08	13,19	11,33

Tabelle 3: Summe der ungesättigten und gesättigten Fettsäuren in Prozent an den Gesamtfettsäuregehalten.

nolsäure ist im Kernöl die bedeutendste Fettsäure. Es könnten Anteile an Kern- und Fruchtfleischöl in einem Produkt vermischt sein. Dafür würde der ebenfalls leicht erhöhte Wert an α -Linolensäure sprechen.

In der Literatur wurden auch ungeradzahlige Fettsäuren im Spektrum aufgeführt, wie zum Beispiel Margarinsäure, Pentadecan- und Nonadecansäuren. Russische Veröffentlichungen führten Gehalte an Margarinsäure von 1,92 und 1,38 Prozent an. Dies konnte in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt werden.

Bei der Festlegung von Qualitätsparametern muss die außergewöhnlich kurze Haltbarkeit der Kernöle (unter drei Monate) beachtet werden. Aufgrund hoher Gehalte an ungesättigten Fettsäuren bei relativ niedrigem Gehalt antioxidativ wirksamer Bestandteile verdirbt das Fett durch autoxidative Prozesse, wobei unter anderem geruchsaktive Komponenten resultieren. Einen Hinweis darauf lassen die durchgeführten Fettkennzahlbestimmungen zu (oft erhöhte Peroxidzahl). Der Racimattest stellt ein Maß für die Stabilität von Ölen dar. Hierbei erreichten frische Sanddornfruchtfleischöle über 50 Stunden bei 110 Grad Celsius und 20 Liter Luft pro Stunde [14]. Kernöle hingegen ergaben bei gleichen Bedingungen nur Werte unterhalb einer Stunde. Die große Stabilität der Fruchtfleischöle begründet sich einerseits durch geringere Gehalte an ungesättigten Fettsäuren, vorzugsweise Monoenfettsäuren. Andererseits befinden sich im

Fruchtfleischöl weitere stabilisierende Komponenten, wie u.a. fettlösliche Vitamine.

Zusammensetzung der Sterole

Es wurde die in Tabelle 4 dargestellte Verteilung der Sterole ermittelt. Bei allen drei Ölen wurde das β -Sitosterol als Hauptbestandteil (ca. 50 Prozent) an den Gesamtsterolen festgestellt. Es ist mit anderen Minorsterolen wie das Campesterol, Stigmasterol, Brassicasterol vergesellschaftet, die ganz allgemein in drei verschiedenen Gruppen eingeteilt werden können: β -Sitosterol, 24-Methylencholesterol, Campesterol, Stigmasterol und Δ^5 -Avenasterol sind die hauptsächlich vorkommenden 4-Demethylsterole. Die Monomethylsterole werden hier gebildet aus den Obtusifoliol, Citrostadienol. Cyloartenol und 24-Methyl-Cycloartenol sind die dominierenden Dimethylsterole.

Das 24-Methylcycloartenol, das meist zum gleichen Zeitpunkt wie das α -Amyrin in dem GC-Spektrum auftritt, und das Cycloartenol kennzeichnen vor allem die beiden Öle des Sanddorns. Im Fruchtfleischöl liegen die Gehalte an 24-Methylcycloartenol bei 18,8 und im Kernöl bei 10,9 Prozent bezüglich der Sterole. Das Cycloartenol ist im Fruchtfleischöl mit 6,5 Prozent enthalten, wohingegen der Gehalt in den Kernen um die Hälfte vermindert ist. Das Kernöl weist als einziges untersuchtes Öl auch das Stigmasta-7,24-(2,4)-dien-3- β -ol auf. Im Fruchtfleischöl hingegen kommt Citrostadienol im Gehalt von 6,9 und das Iso-Fucoesterol mit 10,7 Prozent vor (bezüglich der Sterole). Im Sonnenblumenöl ist diese Verbindung nicht nachweisbar, was auch zum Nachweis von Ölen, welche mit Sonnenblumenöl extrahiert wurden, dienen kann. Der Gesamtgehalt der Sterol- und Triterpenfraktionen in den Ölproben beträgt in den Kernölen 75,7 Gramm pro Kilogramm, im chinesischen Fruchtfleischöl 139, im Sonnenblumenöl 3,6 Gramm pro Kilogramm. In den übrigen Fruchtfleischölen liegt er im Bereich zwischen 23,6 und 64,6 Gramm pro Kilogramm.

Bedenkt man die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten und die verschiedensten Funktionen der Sterole, wird deutlich, dass neben

RRT ^a	Verbindung	Sanddorn-Fruchtfleischöl	Sanddorn-Kernöl	Sonnenblumenöl
1,19	Campesterol	6,7	3,4	9,1
1,26	Stigmasterol	–	–	7,0
1,34	Δ^7 - Campesterol	–	–	3,0
1,36	$\Delta^{5,23}$ -Stigmastadienol	6,8	2,4	2,5
1,40/1,41	β -Sitosterol	46,1	50,1	48,5
1,44	Δ^5 -Avenasterol	–	22,0	6,2
1,45	Isofucoesterol	10,7	–	–
1,48	$\Delta^{5,24}$ Stigmastadienol	–	6,2	1,9
1,52/1,53	Cycloartenol	6,5	2,9	–
1,54	Stigmasta-7,24(2,4)-dien-3- β -ol ^b	–	2,1	–
1,57	Δ^7 -Stigmasterol	–	–	16,5
1,59	24-Methyl-Cycloartenol	18,8	10,9	–
1,62	Δ^7 -Avenasterol	–	–	4,6
1,65	Citrostadienol	6,9	–	–

Tabelle 4: Sterol- und Triterpenverteilung bezogen auf den Gesamtsterolgehalt (Angaben in Prozent) in verschiedenen Ölen.

a: Die relativen Retentionszeiten beziehen sich auf den verwendeten internen Standard 5- α -Cholestan-3- β -ol, der auf RRT = 1,00 gesetzt wird.

b: Vermutete Verbindung, Zuordnung anhand ähnlicher Retentionszeiten in der Literatur [1, 23].

Fettsäure	sn-1,3-Position ^a	sn-1,2 (2,3)-Position ^a	sn-2-Position ^b
Palmitinsäure	58,13	34,28	10,43
Palmitoleinsäure	30,17	36,04	41,92
Ölsäure	6,01	21,93	37,86
Linolsäure	3,65	5,24	6,83
α -Linolensäure	2,06	2,51	2,96

a: Formel 1, 2 und 3 entnommen aus [10, S. 455]

b: Formel 4 entnommen aus [4 und 17]

dem vielfältigen Auftreten der Sterole auch große Unterschiede zwischen unterschiedlichen Arten von Ölen zu finden sind.

Das Sonnenblumenöl besitzt im Vergleich zum Sanddornkernöl ebenfalls über 80 Prozent ungesättigte Fettsäuren im Gesamtfettsäuregehalt und weist aufgrund der speziellen Sterolzusammensetzung eine höhere Immunität gegen Autoxidationsvorgängen auf. Bei der Gruppe der $\Delta^{24,28}$ -Ethyldensterole (in diesem Falle Δ^5 - und Δ^7 -Avenasterole und Citrostadienol) wurden Antipolymerisationseffekte nachgewiesen, die auch bei anhaltender Erhitzung bei höheren Temperaturen das Öl vor Oxidationsvorgängen schützen sollen (nachgewiesen bei Sesamöl, [20]). In den Steroluntersuchungen wurden im Sonnenblumenöl im Gegensatz zum Sanddornkernöl die beiden Avenasterolverbindungen in Gehalten von 10,8 Prozent bestimmt.

Chemische Kennwerte von Triglyceriden

Diese Bestimmung wurde nur mit dem Öl des Sanddornfruchtflisches durchgeführt. Die Hauptfettsäuren in den Gesamttriglyceriden der hier untersuchten Sanddornfruchtflischölproben sind die Palmitinsäure und die Palmitoleinsäure, die sich zu 76,8 Molprozent an den Gesamtfettsäuren summieren. In der sn-2-Position treten zu 79,0 Molprozent monounsättigte Fettsäuren auf. Hingegen charakterisiert sich das vorliegende Fruchtflischöl in den sn-1,3-Positionen über die Palmitinsäure mit 58,1 Molprozent an den Gesamtfettsäuren. Die zwei- und dreifach ungesättigten C18-Fettsäuren verteilen sich im Gesamttriglycerid, in den sn-2- und der sn-1,3-Positionen mit einem relativ gleichbleibenden Anteil von circa zwei bis sieben Molprozent.

Um ganz allgemein die Zugehörigkeit von Fetten und Ölen hinsichtlich ihrer Herkunft festzustellen, wird das Verhältnis der Palmitinsäure in der sn-2-Position und dem Palmitinsäuregehalt im Gesamttriglyceridmolekül (pflanzliche Öle stets $< 0,5$) gebildet. Im Falle des Sanddornfruchtflischöles ergab sich ein Wert von 0,25, der in der Größenordnung von Palmfetten und Sonnenblumenölen (Wert 0,15 [8]) liegt.

Die Berechnung des Anreicherungsfaktors (AF) gibt ebenfalls Einblick in die Verteilung der Fettsäuren in der sn-2-Position. Die ungesättigten Fettsäuren in dieser Position der Triglyceride werden durch diesen

Tabelle 5: Kalkulierte Fettsäureverteilung (Angaben in Molprozent) der sn-1,2,(2,3)-, der sn-2- und der sn-1,3- Positionen der Originaltriglyceride in den deutschen Sanddornfruchtflischölen (Die Myristinsäure, die Stearinsäure und auch die Vaccensäure fließen aufgrund geringer Gehalte nicht in die nachfolgenden Kalkulationen ein. Es wurden nur die Haupttriglyceride (über einem Prozent) in der Tabelle aufgeführt).

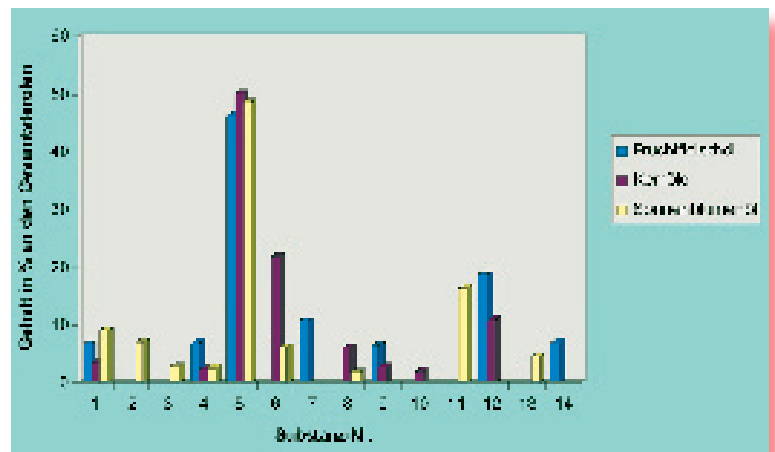
Faktor charakterisiert als Äquivalent dem Ratio der Gehalte an ungesättigten Fettsäuren in der sn-2- und der sn-1,2,3-Position der Triglyceride [24].

Es ist festzustellen, dass der Anreicherungsfaktor in jedem Fall über einem Wert von 1,0 liegt. Die gesättigten Fettsäuren sind somit von der sn-2-Position im Glyceridmolekül fast ausgeschlossen. Bei den untersuchten Sanddornfruchtflischölproben waren nur rund zehn Prozent der in der sn-2-Position eingebauten Fettsäuren ohne Doppelbindungen, wobei gleichzeitig ein auffällig hoher Anteil an ungesättigten Fettsäuren in sn-2-Position (89,6 Molprozent), insbesondere an Ölsäure mit 37,9 Molprozent, festzustellen ist. Gleichzeitig wurden die gesättigten und auch ein kleiner Anteil der ungesättigten Fettsäuren auf die sn-1,3-Position des Glyceringrundkörpers verteilt. Die Palmitoleinsäure und die Linolensäure sind diesbezüglich nur Minorbestandteile. Das Vorliegen einer 1,3-Zufallsverteilung, 2-Zufallsverteilung (1,3-Random-2-Random-Hypothese) liegt somit nahe [20].

Identifizierung von Ölen

Die Vergleichbarkeit der Zusammensetzung von Naturprodukten, die durch Rahmenbedingungen

Abbildung 4: Analytisch erfaßte Daten zur prozentualen Zusammensetzung der Sterole in den Sanddornfruchtflischölen, dem Kernöl im Vergleich zu Sonnenblumenöl. (1) Campesterol, (2) Stigmasterol, (3) Δ^7 - Campesterol, (4) $\Delta^{5,23}$ -Stigmastadienol, (5) β -Sitosterol, (6) Δ^5 -Avenasterol, (7) Isofucosterol, (8) $\Delta^{5,24}$ -Stigmastadienol, (9) Cycloartenol, (10) Stigmasta-7,24(2,4)-dien-3- β -ol*, (11) Δ^7 -Stigmastenol, (12) 24-Methyl-Cycloartenol, (13) Δ^7 -Avenasterol, (14) Citrostadienol.



Triglycerid	Berechnung aus sn-2 (Analyse) und sn-1,3 (kalkuliert)
P / P / P	3,53
P / O / P	12,79
P / P / O	0,01
P / H / P	12,79
P / P / H	3,66
P / O / H	13,28
P / H / O	2,93
P / L / P	2,31
P / H / H	14,70
O / H / H	15,20
H / O / H	3,45
P / L / P	2,30
P / H / L	1,78
H / H / H	3,81
P / O / Le	0,01
Σ	92,55

Tabelle 6: Berechnete Gehalte einzelner Triglyceride im Sanddornfruchtfleischöl mittels Wahrscheinlichkeitsrechnung (Angaben in Molprozent).

- P = Palmitinsäure C16:0
- H = Palmitoleinsäure C16:1 n7
- L = Linolsäure C18:2 n6
- Le = α-Linolensäure C18:3 n3
- O = Ölsäure C18:1 n9

wie zum Beispiel Boden- und Klimaverhältnissen, Ernteterminen, Verarbeitungstechnologien und so weiter stark beeinflusst werden können, ist mitunter schwierig. Die aufgezeigten Unterschiede in den Gehalten verschiedener Fettsäuren können aus solchen natürlichen Schwankungen (wachstumsbeeinflussende Faktoren, Verwendung unterschiedlicher Sorten und so weiter) resultieren. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die Begründung in den angewandten Technologien zu finden sein wird.

In Asien und Russland ist noch immer die Extraktionsmethode mit heißem Speiseöl, vor allem Sonnenblumenöl, weit verbreitet und es kommt zu Verschnitten der gewonnenen Sanddornöle mit dem Extraktionsöl, welches nach diesem Prozess nicht mehr vollständig entfernt werden kann.

Zur Identifizierung der Öle eignen sich neben der Aufnahme der Fettkennzahlen beschreibende physikalische Daten, das Gesamtfettsäurespektrum, die Verteilung der Fettsäuren innerhalb des Triglycerides und die prozentuale Zusammensetzung der Sterole am Gesamtsterolgehalt. Man erkennt aus der Gesamtheit der untersuchten Parameter deutlich die signifikanten Unterschiede, nicht nur zwischen den beiden verschiedenen handelsüblichen Sanddornölsorten, sondern auch bezüglich Herkunft, angewandter Gewinnungstechnologien und eventueller Verschnitte mit anderen Ölen. Aussagen können nicht nur hinsichtlich der oben genannten Parameter, sondern auch über andere biologische Daten getroffen werden.

Bei frisch geernteten und verarbeiteten Beeren beispielsweise überwiegt die Palmitoleinsäure gegenüber der Palmitinsäure im Fettsäurespektrum. Mit zunehmender Reife und Halten der Beeren am Strauch verschiebt sich das Verhältnis zugunsten der Palmitinsäure [14]. In der Avocadofrucht lässt sich das gleiche

Tabelle 7: Anreicherungs-faktor (AF): Verhältnis der sn-2- und der sn-1,2,3-Position (Analysenwerte) der Fruchtfleisch-triglyceride. a Errechnung des Anreicherungs-faktors unter Verwendung der aus der Analyse errechneten sn-2-Werte. AF = C18:1 n9 > C18:2 n6 > C18:3 n3 > C16:1 n7

	Fettsäure	AF ^a
Palmitoleinsäure	C 16:1 n7	1,23
Ölsäure	C 18:1 n9	2,28
Linolsäure	C 18:2 n6	1,45
α-Linolensäure	C 18:3 n3	1,26

Phänomen beobachten. Früchte mit ölhaltigen Mesocarpgewebe zeichnen sich außerdem über einen relativ großen Gehalt an Vaccensäure zwischen 22-76 Prozent an den Gesamt-C18-Säuren aus [16]. Im untersuchten Sanddornfruchtfleischöl nimmt die Vaccensäure 24 Prozent an den Gesamt-C18- Fettsäuren ein.

Variationen in der Fettsäurezusammensetzung werden auch zwischen Sanddornpflanzen verschiedener Klimatypen gefunden. So schwanken mitunter die Gehalte an Palmitoleinsäuren zwischen 10-60 Prozent und die der Ölsäure zwischen 9-45 Prozent stark. Dennoch lässt sich eine signifikante, in engen Grenzen schwankende Summe der beiden Fettsäuren allgemein in Sanddornölen erkennen, nämlich bei 54 ± zehn Prozent [5]. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Summe beider Fettsäuren im Sanddorn von rund 51 Prozent ermittelt und diese bekräftigte die oben aufgezeigte Sanddornsignifikanz trotz der Unterschiede in Probenmaterial und Herkunft.

Neben Änderungen der Fettsäurezusammensetzung wird auch die Triglyceridverteilung in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Herkunftsorten beeinflusst. A. G. Vereshchagin [27] veröffentlichte diesbezüglich eine Studie und begründete diese Beobachtungen durch unterschiedliche Biosyntheseyklen in den verschiedenen Klimaräumen (1. Gruppe: sibirische, zentralasiatische und den baltische Formen, 2. Gruppe kaukasische Formen). Verfälscht durch fortführende Neuzüchtungen und Kreuzungen kann dies nur zur Einordnung von Wildformen verwendet werden.

Bei der aktuell untersuchten deutschen Fruchtfleischölproben wurde kein dominierender C18-Fettsäuregehalt im Gesamttriglycerid beobachtet (wie zum Beispiel bei der von Vereshchagin erwähnten kaukasischen Sanddornform), sondern ergab vielmehr eine Summe der C16-Fettsäuren von 76,3 Molprozent an den Gesamtfettsäuren in der sn-1,2,3-Position des Triglycerides und es kann nach Überlegungen von A. Golz [13] und R. Schuch [25] eine verringerte KAS II Aktivität im Gewebe als Erklärung für dieses Phänomen dienen.

Auch die Betrachtung der Sterole hinsichtlich Vorkommen und Verteilung offenbaren charakteristische und signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Ölen. Die Sterole betrachtet in der Gesamtheit der aufgenommenen Analysenparameter eignen sich zur Profilbildung für einzelne Ölsorten und können in einigen Fällen auch Zumischungen anderer Öle aufdecken. So wird zum Qualitätsnachweis in Olivenöl das β-Sitosterol/ (Campesterol + Stigmasterol) Verhältnis herangezogen, um Verfälschungen mit halb-trockenden Ölen, wie zum Beispiel Sojaöl, nachzuweisen [7], da in Olivenölen der Gehalt an Stigmasterol und Campesterol höher als in anderen Ölen ist. Der Ratio aus β-Sitosterol/Campesterol kann weiterführend auch als Indiz für die Verfälschung zum Beispiel mit Sesamöl [18] dienen.

Neben der Feststellung von Verschnitten können auch durchgeführte Raffinationen anhand veränderter Sterolverteilungsmuster festgestellt werden. Insbeson-

dere bei der Bleichung und bei der Desodorierung (bei hohen Temperaturen) kommt es zu Veränderungen in den Sterolen, wie unter anderem der Verschiebung der Doppelbindungen und einer Verminderung dieser bei der Bildung von steroidal Kohlenwasserstoffen (9)).

Die analytische Untersuchung exotischer und bisher noch weitgehend unbekannter Öle, wie unter anderem das Sanddornöl oder auch das Avocadoöl, bezieht sich in erster Linie auf die Feststellung des Fettsäurespektrums, der Fettkennzahlen, der physikalischen Rahmendaten, wie zum Beispiel der Dichte und wie hier im Falle der Sanddornfruchtfleischöle, auf die Analyse der bedeutenden Tocopherolgehalte.

Selten werden die oft spezifischen Minorbestandteile der Öle in Untersuchungen mit einbezogen. Die nötigen oft aufwändigen Aufarbeitungs- und Messschritte werden durch die alleinige Aufnahme eines oder weniger Parameter umgangen und führen zu dem Verlust wichtiger Informationen. Die Analyse der Minorkomponenten, wie unter anderem der Sterole und der Sterolester, können aussagekräftige Eckdaten für die Qualitätskontrolle darstellen, für die Erkennung von der Zumischung anderer Öle dienen und Umweltfaktoren wie lokale Boden- und Klimaverhältnisse oder der Verwendung neuer gezüchteter Sorten aufzeigen, die durch die Aufnahme des Fettsäureprofils und Fettkennzahlen allein nicht zu erkennen wären.

Literatur

- [1] Aitzetmüller, K.; Brühl, L.; Fiebig H.-J.: Analysis of sterol content and composition in fats and oils by capillary-gas liquid chromatography using an internal standard. Comments on the german sterol method in: *Fett/Lipid*, Weinheim (1998) 100, S.429-435.
- [2] Aitzetmüller, K.; Xin, Y.: Sanddorn und Sanddornöle - Neuere Entwicklungen in China und Zentralasien. *Nahrung* (1999) 43, 4, S. 228-232.
- [3] American Oil Chemists'Society, AOCS und der International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC, AOCS Official Method Ch3-9 (565) und IUPAC Method 2-210 (566), *Methods Champaign* (1994), AOAC Methods Illinois (1995) 16th Edition, Arlington, Virginia, 1995, 965.49;969.33; 963.22; 991.39
- [4] Becker, C.C.; Rosenquist, A.; Holmer, G. *Lipids* (1993) 28, S. 147-149.
- [5] Berezhnaya, G.A.; Ozerinina, O.V.; Yeliseev, I.P.; Tsydendambaev, V.D.; Vereshchagin, A.G.: Developmental changes in the absolute content and fatty acid composition of acyl lipids of sea buckthorn fruits. *Plant Physiol. Biochem.* (1993) 31, 3, S. 323-332.
- [6] Biedermann, M.; Grob, K.; Mariani, C.: Transesterification and on-line-GC-LC for determining the sum of free and esterified sterols in edible oils and fats. *Fett Wiss. Technol.* (1993) 95, S. 127-133.
- [7] Biedermann, M.; Grob, K.; Mariani, C.; Schmid, J.P.: Detection of desterolized sunflower oil in olive oil through isomerized Δ^7 -sterols. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* (1996) 202, S. 199-204.
- [8] Bokisch, M.: *Fats and Oils Handbook.*, Eugen Ulmer GmbH & Co.; AOCS, Press Campaign, Illinois (1998).
- [9] Bortolomeazzi, R.; De Zan, M.; Pizzale, L.; Conte, L.S.: Identification of new steroidal hydrocarbons in refined oils and the role of hydroxy sterols as possible precursors. *J. Agric. Food Chem.* (2000) 48, S. 1101-1105.
- [10] Boukare G.; Bezard, S.; Bezard, J.A.: Analyses of neutral lipids: Triacylglycerols. In: Nolle, L.M.L.: *Handbook of food analysis.* Marcel Dekker, Inc.-New York S. (1996).
- [11] DGF-Einheitsmethodensammlung zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. WVG Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart (1994).
- [12] Dutta, P.C.; Appelqvist, L.A.: Saturated sterols in unhydrogenated and hydrogenated edible vegetable oils and in cereal lipids. *J. of the Science of Food and Agriculture* (1996) 71, 3, 24. ref., S. 383-391.
- [13] Golz, A.; Focke, M.; Lichtenthaler, H. K.: Inhibitors of de novo fatty acid biosynthesis in higher plants. *J. Plant Physiology* (1994) 143, S. 426-433.
- [14] Heilscher, K.; Lorber, S.: Sanddornbeeren-Öle. *Parfümerie und Kosmetik* (1998) 19, 6, S. 18-20.
- [15] Heilscher, K.; Mörsel, J.-Th.; Westphal, G.: Ein ganz besonderer Saft: Physiologische Wirksamkeit und Stabilität von Sanddornöl. *Parfümerie und Kosmetik* (1999) 9, 80, S. 10-12.
- [16] Heller, H., Asche, W.: *Zusammensetzung von Avocadoöl. Seifen-Öle-Fette-Wachse* (1985) 111, S. 164-165.
- [17] Iverson, S.J.; Sampugna, J.; Oftedal, O.T. *Lipids* (1992) 27, S. 870-878.
- [18] Kamal-Eldin, A.; Appelquist, L.A.; Yousif, G.; Iskander, G.M.: Seed lipids of sesamum indicum and related wild species in Sudan. *The Sterols. J. Sci. Food Agric.* (1992) 59, S. 327-334.
- [19] Li, T.S.C.; Schroeder, W.R.: Sea buckthorn (*hippophae rhamnoides L.*): A multipurpose plant. *HortTechnology* (1996) 6,4, S. 370-381.
- [20] Mattson, L.: The specific distribution of unsaturated fatty acids in triglycerides of plants. *ibid.* (1963) 392, 4.
- [21] Mörsel, J.-Th; Mörsel, C.; Godeck R. *Laborpraxis* (1997) 2, S. 80-83.
- [22] Mörsel, J.-Th.; Heilscher, K.: Sanddornbeere - altbekannt und sehr innovativ, *Flüssiges Obst* (2002) 45/05.
- [23] Nolle, Leo; M.L.; in: *Handbook of food analysis, volume 1;* New York-Basel-Hong-Kong, (1996) S.494-498.
- [24] Ozerinina, O.V.; Berezhnaya, G.A.; Eliseev, I.P.; Vereshchagin, A.G.: Composition and structure of the triacylglycerols of *hippophae rhamnoides* seeds. *Chemistry of Natural Compounds* (1987) 23, 1, 6, S. 41-45.
- [25] Schuch, R.; Brummel, M.; Spener, F.: β -Ketoacyl carrier protein (ACP) synthase III in *cuphea lanceolata* seeds: Identification and analysis of reaction products. *Journal of Plant Physiology* (1994) 143, S. 556-560.
- [26] Schuhmann, P.; Schneller, R.: Methode zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Phytosterinen in Pflanzenölen mittels LC-GC Off-Line. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* (1996) 87.
- [27] Vereshchagin, A.G.; Ozerinina, O.V.; Tsydendambaev, V.D.: Occurrence of two different systems of triacylglycerol formation in sea buckthorn fruit mesocarp. *Journal of Plant Physiology* (1998) 153, S. 208-213.
- [28] Zham'yansen, Y.: Oils of the seeds and of the fruit flesh of *Hippophae rhamnoides*. *Chemistry of Natural Compounds* (1978) 4, 1, S. 108.

Eine Reise von Fragmentationen zu Molekülonen und zurück

Wolf D. Lehmann, Heidelberg

Die Geschichte der Massenspektrometrie (MS) begann mit der Isotopenanalyse der Elemente. Nach dem zweiten Weltkrieg trug die MS beispielsweise entscheidend dazu bei, die Struktur von Sexualhormonen aufzuklären, was zur Entwicklung der ersten „Pille“ führte. Forciert von der Erdölindustrie gelangte man in den 60iger Jahren zur schonenderen Chemischen Ionisation (CI), die besonders für die Analyse komplexer Substanzgemische geeignet war. Meilensteine der lebhaften technischen Weiterentwicklung waren Elektrospray-Ionisierung (ESI) aus Flüssigphasen und Matrix-unterstützte Laserdesorption/Ionisation (MALDI) aus Festphasen zur Molekulargewichtsbestimmung von Biopolymeren. Die Verbindung schonender Ionisierungstechniken mit Tandem MS brachte schließlich einen Durchbruch bei der qualitativen und gleichzeitig strukturellen Analyse von Proben biologischer Herkunft.

Die vor etwa 90 Jahren von J. J. Thomson und F. W. Aston in Cambridge, England, erfundene Massenspektrometrie (MS) Technik („rays of positive electricity“) wurde zunächst zur Bestimmung der Isotopenvielfalt der Elemente verwendet und fand erst in den Jahren nach dem zweiten Weltkrieg allmählich Einzug in die Analytik von organischen Molekülen.

Eine frühe und spektakulär erfolgreiche Anwendung der Massenspektrometrie gelang bei der Analytik der Säuger-Sexualhormone, die sich vom Steroid-Grundskelett ableiten (bekanntester Vertreter ist das Cholesterin). Bei den analytischen und synthetischen Arbeiten von Carl Djerassi und Mitarbeitern, die schließlich zur Patentierung des ersten oral wirksamen Antikontrazeptivums auf der Basis eines synthetischen Steroidhormons führten [1] spielte die MS Technik eine herausragende Rolle. In den Folgejahren entstanden die ersten großen Kompendien mit Massenspektren organischer Verbindungen [2]. Damalige Massenspektrometer zeigen die Abbildungen 1 und 2.

Der Autor

Prof. Dr. Wolf Dieter Lehmann ist verantwortlich für die Arbeitsgruppe Massenspektrometrie in der Abteilung Zentrale Spektroskopie des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg und ist apl. Professor an der Universität Heidelberg. Sein Arbeitsgebiet ist die Entwicklung und Anwendung von Massenspektrometrie-Analysemethoden in Zusammenhang mit krebisrelevanten biologischen Fragestellungen.

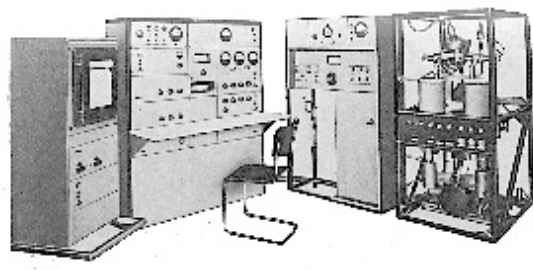


Abbildung 1: In CLB 6 / 1955 erschien in einem Bericht über die Achema XI dieses Foto mit dem Text: „Massenspektrometer CH3 der Atlas-Werke, Bremen. Gesamtansicht des aus vier getrennten Einheiten bestehenden Gerätes. Die zu untersuchende Probe beginnt ihren Weg in der Einlassapparatur (zweite von rechts). Sie wird im Vakuum vergast und in das Trenngerät (ganz rechts) übergeführt. Dort spielt sich der eigentliche Messvorgang ab. Strom-, Spannungs- und Vakuumwerte werden zentral vom Bedienungsgerät (zweites von links, mit Schreibplatte) aus kontrolliert. Ganz links steht die Verstärkeranlage mit dem zugehörigen Tintenschreiber, der das Ergebnis der Messung direkt auf dem 25 cm breiten Bogen registriert.“

Als Ionisierungsmethode stand damals ausschließlich die Elektronenstoß-Ionisation zur Verfügung, eine harte Ionisierungsmethode, die aus organischen Molekülen viele Fragmentationen und kaum Molekülonen erzeugt. Die positive Seite der Fragmentationen ist die darin enthaltene Strukturinformation, die eine schnelle und sichere Substanz-Identifizierung erlaubt, wenn die Fragmentationen über Referenzsubstanzen und die Erkennung von Zerfallsmechanismen speziellen Strukturelementen zugeordnet werden können.

Der Weg zu robusten schonenden Ionisierungsverfahren

Die Elektronenstoß-Ionisations MS war kaum für die Untersuchung von Analytgemischen geeignet, weil sich in einem Gemisch Fragmentationen nicht mehr zuverlässig einer einzelnen Ausgangskomponente zuordnen lassen. Die Erdölindustrie hatte (und hat) ein zentrales Interesse an einer umfassenden molekularen Charakterisierung ihrer Roh- und Endprodukte, die stets extrem komplexe Substanzgemische darstellen. In ihren Laboratorien wurde in den 60iger Jahren die Chemische Ionisation (CI) [3] als erste schonende und alternative Ionisierungsmethode entwickelt. Durch diesen technologischen Durchbruch konnten erstmals komplexe Kohlenwasserstoff-Gemische charakterisiert werden, weil

die entsprechenden CI Massenspektren praktisch kaum Fragmentationen zeigten. Gleichzeitig markiert die Entwicklung der CI den Start in eine etwa zwei Jahrzehnte dauernde Innovationsperiode, in der eine Palette von neuen schonenden MS-Ionisierungsmethoden erfunden wurde: die Feldionisation/Felddesorption [4], die Plasma-Desorption [5], die Fast Atom Bombardment Technik [6] und schließlich die Electrospray-Ionisierung (ESI) [7] und die Matrix-unterstützte Laserdesorption/Ionisierung (MALDI) [8] sind die herausragenden Ergebnisse dieser dynamischen Entwicklungsperiode. Die beiden letzten schonenden Ionisierungstechniken aus der flüssigen Phase (ESI) und aus der festen Phase (MALDI) haben sich schnell durchgesetzt, haben der LC-MS Kopplung zum Durchbruch verholfen (LC-ESI-MS) und zu einem breiten, bis heute andauernden Anwendungsschub der MS in den Biowissenschaften geführt, zunächst vor allem in der Proteinanalytik. Ihre Entwicklung wurde in diesem Jahr durch die Verleihung des Nobelpreises an J. Fenn und K. Tanaka gewürdigt, wobei die Ehrung des letzteren für die Laserdesorptions-MS in der wissenschaftlichen Gemeinschaft verschiedentlich Kritik hervorgerufen hat (zum Beispiel [9]).

Die Faszination der hohen Molekulargewichte

ESI und MALDI brachten beide den Zugang zur Analytik von intakten Biopolymeren, die Molekulargewichte von Peptiden, Proteinen, Oligosacchariden und Oligonukleotiden konnten nun bestimmt werden. Die Obergrenze wurde inzwischen bis in den Megadalton-Bereich geschoben [zum Beispiel 10]. Als die Begeisterung über die neuen Möglichkeiten der Molekulargewichtsbestimmung von Biopolymeren eher der Normalität gewichen war, wurde wieder deutlicher, dass neben dem Molekulargewicht die Strukturinformation eine ebenso wichtige Rolle bei der Charakterisierung von Biopolymeren spielt.

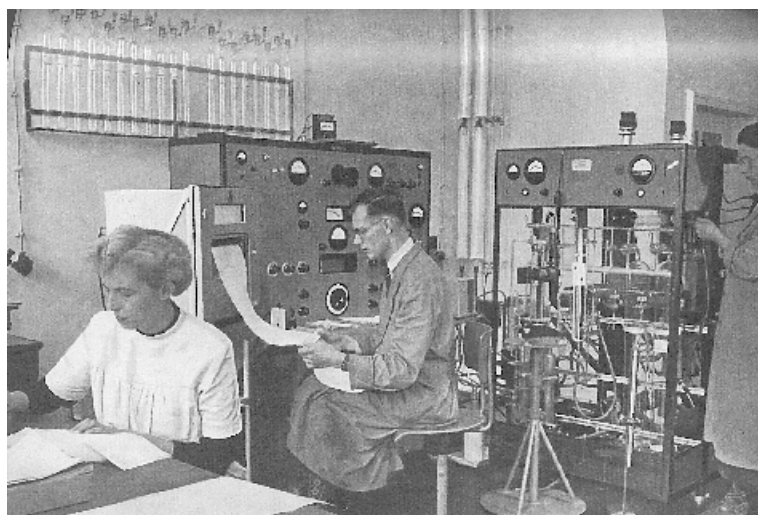
Zurück zu den Fragmentationen – die Tandem MS Technologie

Parallel zur Entwicklung der schonenden Ionisierungstechniken wurden seit Ende der 60iger Jahre Tandem MS (MS/MS) Techniken eingeführt und weiterentwickelt. Zunächst von Physikern und Physikalischen Chemikern zur Charakterisierung von Zerfallsreaktionen von kleinen organischen Ionen erdacht und genutzt, bekam die Massenspektrometrie durch die Verbindung von Tandem MS mit den schonenden Ionisierungstechniken eine ganz neue Dimension in der Bioanalytik [11]: Es konnte nun mit MS/MS aus einem Substanzgemisch heraus eine einzelne Komponente sauber strukturell charakterisiert werden, ohne dass diese zuvor präparativ rein isoliert werden musste.

Instrumentell wird dies zum Beispiel so erreicht, dass zwei Massenanalytoren durch eine dazwischengeschaltete Kollisionszelle miteinander verbunden sind. In der Ionenquelle werden zunächst von allen Gemisch-Komponenten mit einer schonenden Ionisierungsmethode Molekülionen erzeugt, der erste Massenanalysator dirigiert eine Komponente selektiv in die Kollisionszelle, in der über Stoßreaktionen mit einem Gas (He, Ar, N₂) aus diesem Vorläuferion selektiv Fragmentationen (Produktionen) erzeugt werden. Dieses substanzspezifische Fragmentationenspektrum wird mit dem zweiten Massenanalysator analysiert. Mit der Kombination von schonender Ionisierung und Tandem MS wurde die Massenspektrometrie auf breiter Ebene in der Bioanalytik für qualitative und quantitative Studien einsetzbar, denn damit hatte sich die MS-Technologie an die Erfordernisse von Proben mit biologischer Herkunft ausgezeichnet angepasst. Diese Proben sind stets komplexe Gemische, wobei die regulatorisch oder funktionell wirksamen Stoffe in der Regel nur als Spurenkomponenten auftreten. Daher sind viele heute in der Bioanalytik eingesetzten Massenspektrometer Tandem-MS Geräte.

Obwohl über die Schritte der Vorläuferionen-Selektion und der Kollisions-induzierten Dissoziation absolut Intensität verloren geht, ist das Tandem MS Verfahren in der Regel empfindlicher als die einstufige Messvariante. Die Untergrundreduktion beim Übergang zum Tandem MS Modus übertrifft in der Regel deutlich die Signalreduktion, so dass der Empfindlichkeits-bestimmende Faktor, das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis, trotz sinkender Absolutintensität der Signale ansteigt. Mit dieser Technologie hat die Massenspektrometrie neue Anwendungen zur molekularen qualitativen und quantitativen Analytik von Medikamenten und von allen wichtigen Stoffgruppen der Biochemie gefunden [12].

Abbildung 2: In CLB 7 / 1955 stand zum Thema „Automatisierung in der chemischen Analyse“: „Das Massenspektrometer analysiert weitgehend automatisch Proben von 10 bis 15 Bestandteilen. Die eigentliche Analyse dauert etwa 20 Minuten, die Berechnung des Ergebnisses mit hochwertigen Rechenmaschinendagegen oft mehrere Stunden.“



Hochauflösende, datengesteuerte Tandem MS

Der aktuelle Trend der Geräteentwicklung in der Bio-Massenspektrometrie geht dahin, dass neue Kombinationen von Massenanalytoren (Q-TOF, TOF-TOF, Q-FTICR) eingeführt werden, die hochaufgelöste Tandem MS Spektren mit hoher Empfindlichkeit erzeugen. Damit können Massenspektrometrie-Daten im Bereich von m/z Werten bis zu einigen 1000 erzeugt werden, die nur noch einen Fehler von zwei bis zwanzig parts per million aufweisen (zwei parts per million entspricht einer Abweichung von zwei Millidalton bei 1000 Dalton). Damit steigt der Informationsgehalt der Tandem MS Spektren deutlich an.

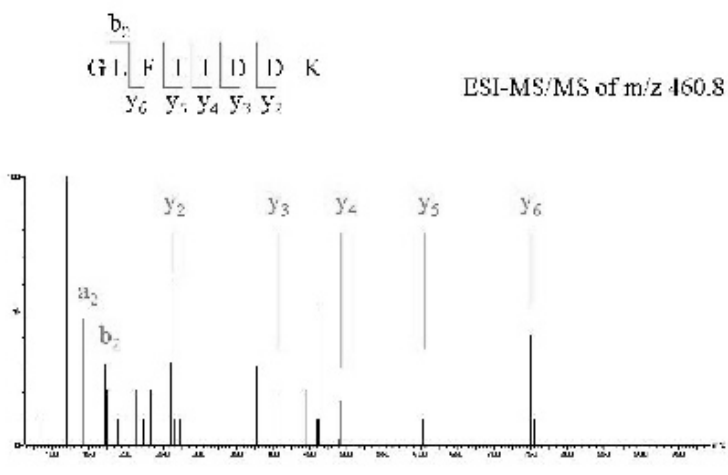
Zusätzlich können die Instrumente der neuesten Generation selbstgesteuert oder datengesteuert arbeiten, das heißt sie können selbständig eine größere Zahl von Proben abarbeiten, Signale erkennen und davon selbständig MS/MS-Spektren erzeugen.

Es ist offensichtlich, dass damit eine neue Ära der Massenspektrometrie in der Bioanalytik eröffnet wird, in der nun Spektren im MS und MS/MS Modus mit bislang unerreichter Geschwindigkeit und Massenpräzision erzeugt werden [zum Beispiel 13].

Abbildung 3: Automatisch erzeugtes ESI Tandem Massenspektrum eines doppelt protonierten Peptids, das durch in-Gel Verdau eines Protein-Gel-Spots erzeugt wurde. Die Proteindatenbank-unterstützte Auswertung mit der Suchmaschine Mascot ergibt die Sequenz GLFIIDDK und als Ausgangsprotein Peroxiredoxin.

Datenüberfluss oder der Unterschied zwischen Daten und Resultaten

In der Proteinidentifizierung haben die oben beschriebenen Techniken bisher die erste breite und sehr erfolgreiche Anwendung gefunden. Die Datenbank-gestützte Proteinidentifizierung mit MALDI-Fingerprinting oder mit ESI-MS/MS kann dabei als leistungsfähig und robust in der Anwendung betrachtet werden. Die Protein-Sequenzdatenbanken (aktuelle Größe rund 106 Proteinsequenzen) spielen in dieser Technologie eine wichtige Rolle. Dabei wird ausgenutzt, dass die Vielfalt der belebten Natur einen gemeinsamen Ursprung hat, dass bei der Entwicklung des Lebens nur ein extrem geringer Bruchteil aller statistisch möglichen Proteinsequenzen realisiert wurde und dass funktionell qualifizierte Prote-



Match to: **gij208837715**
 Score: **96** similar to **peroxiredoxin 1 [Homo sapiens] [Mus musculus]**
919.6 seq(c-FIIDDK) + trypsin

Abbildung 4: Graphische Darstellung der Proteindatenbank-Suche ausgehend von der Sequenzinformation aus Abbildung 3. In der letzten Zeile sind die für die Suche verwendeten Daten gegeben, das Peptid-Molekulargewicht, die aus dem Spektrum abgeleitete Teilsequenz sowie die verwendete Protease.

insequenzen in der Regel erhalten und in der weiteren Evolution einer Feinvariation unterworfen werden.

Wird nun in dem Protein-Kosmos der ‚Lebens-selektierten‘ Proteine gearbeitet (der Normalfall in der Bioanalytik), so reicht die Bestimmung einer Aminosäuresequenz von sechs bis zehn Aminosäuren bereits aus, um das Ausgangsprotein (oder zumindest die Proteinfamilie) sicher zu erkennen, wenn die entsprechende Sequenz in einer Datenbank abgelegt ist.

In der Praxis der Proteinidentifizierung wird so vorgegangen, dass ein Protein (meist vorliegend als Gel-Spot) durch Protease-Behandlung (meist Trypsin) in Peptide gespalten wird und dass von diesen Peptiden schließlich mit MALDI MS ein Molekulargewichts-Fingerprint erzeugt wird oder mit ESI-MS/MS ihre Sequenz analysiert wird.

Abbildung 3 zeigt zur Verdeutlichung der letzteren Strategie das ESI-MS/MS Spektrum eines solchen tryptischen Peptids aus dem eine Teilsequenz von sechs Aminosäuren (FIIDDK) erkannt wurde. Wird nun mit dieser Sequenz und dem intakten Peptid-Molekulargewicht mit einer Suchmaschine (hier Mascot [14]) in einer Proteindatenbank gesucht, so ergibt sich als Ausgangsprotein eindeutig Peroxiredoxin (siehe Abbildung 4).

In Abbildung 5 ist das gefundene tryptische Peptid innerhalb der Sequenz des Ausgangsproteins (Peroxiredoxin) markiert. Es reicht demnach eine kurze Teilsequenz aus, mit der sozusagen als ‚Angelhaken‘ das Ausgangsprotein aus der Datenbank gefischt werden kann. Alternativ dazu benötigt die Technik des Peptidmassen-Fingerprintings mit MALDI-MS einen Satz von Peptidmassen als Satz von ‚Angelhaken‘ in der Datenbank-gestützten Proteinidentifizierung. Vor allem auf der Grundlage von MALDI-MS wurde in den letzten Jahren die Hochdurchsatz-Proteinidentifizierung entwickelt [zum Beispiel 13].

Auf diesem technologisch weitentwickelten Gebiet werden zur Zeit auch die Grenzen dieser Technologie deutlich, weil die Steigerung der akquirierten Datenmenge oft nicht mehr positiv mit der Steigerung der

Menge an Resultaten korreliert. So wird zum Beispiel beobachtet, dass durch automatisch akquirierte Daten ab einem gewissen Punkt nur weitere Bestätigungen eines ohnehin bereits signifikanten Resultats erhalten werden, aber kaum neue Resultate erzielt werden können (abgesehen vielleicht von der Erkennung von Protein-Isoformen).

Weiter ist mittlerweile aufgefallen, dass in einem „Proteomics-Ansatz“ (Analyse der Gesamtheit der Proteine einer Zelle) stets ähnliche Sätze von hochexprimierten Proteinen gefunden werden, die vor allem Grundfunktionen der Zelle aufrechterhalten. Pathochemisch oder regulatorisch wichtige Proteine und deren aktive Subformen wie zum Beispiel phosphorylierte Varianten sind über eine globale, automatisierte Analysenstrategie schwer erfassbar, weil sie in der Regel nur als Spurenkomponenten auftreten.

Auch eine ausgefeilte Suchmaschinen-gestützte Auswertung von großen Datenmengen ist hier nur von begrenztem Nutzen, weil trivialerweise nur solche Informationen aus den akquirierten Daten herausgefiltert werden können, die auch darin enthalten sind.

Verknüpfung von Bioinformatik, Trenntechnologien und Tandem-MS zu Resultat-orientierter Analytik – die neue Herausforderung

Die dargestellte Situation bedeutet, dass entscheidende neue Resultate vor allem dadurch erzielt werden können, dass bereits **vor** der MS-Datenakquisition auf der Grundlage aller zur Verfügung stehenden Informationen und Hilfsttechnologien Maßnahmen getroffen werden, um die MS oder MS/MS Analyse Problem-fokussiert und damit mit optimaler Empfindlichkeit einsetzen zu können.

Auf das Beispiel von Phospho-Peptiden/Proteinen angewendet kann dieses Ziel zum Beispiel durch Voranreicherung [15] erreicht werden.

Ein weiterer Punkt betrifft die Quantifizierung von Proteinen, eine wichtige Grundlage zur Erkennung und Charakterisierung von normalen und pathologischen Zellfunktionen. Hierfür sind verschiedene Methoden, zum Beispiel mit selektiver Erfassung des Sub-Kollektivs der Schwefel-haltigen Peptide [zum Beispiel 16] eingeführt worden. Zur Unterstützung der Protein-Quantifizierung wurde auch die Isotopenmarkierung kompletter Organismen durchgeführt.

Wir sehen zur Zeit in diesen spezialisierten und Resultat-orientierten Ansätzen die erfolgversprechendsten Strategien, um die leistungsfähigen instrumentellen Methoden der Massenspektrometrie zur Erzeugung neuer, biologisch relevanter Resultate im Bereich der Proteinforschung effektiv einzusetzen.

Neben dem Zyklus von den Fragmentionen zu den Molekülonen und zurück schließt sich zur Zeit auch noch ein anderer Kreis in den MS Applikationen: der von den Elementen zu den Biomakromolekülen und zurück.

Die Element-Massenspektrometrie, die am Beginn der MS im Mittelpunkt stand, wird seit etlichen Jahren in Form der induktiv-gekoppelten Plasma Ionisation (ICP-MS) [17] mit Erfolg mit der Bio-Massenspektrometrie kombiniert angewendet und kann so zur Erkennung und molekularen Analytik von Heteroelement-enthaltenden Biomolekülen, wie zum Beispiel Selenoproteinen, Arsenozuckern, Metall-bindenden Proteinen oder auch von Phosphoproteinen [18] beitragen.

Literatur

- [1] C. Djerassi. This Man's Pill. Oxford University Press 2001 (englisch), und Haymon Verlag, Innsbruck 2001 (deutsch).
- [2] H. Budzikiewicz, C. Djerassi, D. H. Williams. Structure elucidation of natural products by mass spectrometry, volumes I and II, Holden-Day, San Francisco, 1964.
- [3] Munson, M. S. B., Field, F.H. Chemical Ionization Mass Spectrometry. J. Am. Chem. Soc. 88 (1966) 2621.
- [4] H. D. Beckey. Field Ionization Mass Spectrometry. Vieweg, Braunschweig, 1971.
- [5] MacFarlane, R. D., Torgerson, D. F. Science 191 (1976) 920-925.
- [6] Barber, M., Bordoli, R. S., Sedgwick, R. D., Tyler, A. N. Fast atom bombardment of solids (FAB). J. Chem. Soc. Chem. Commun. (1981) 325-327.
- [7] Yamashita, M., Fenn, J. J. Phys. Chem. 88 (1984) 4451-4459.
- [8] Karas, M., Bachmann, D., Bahr, U., Hillenkamp, F. Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc. 78 (1987) 53-68.
- [9] Lehmann, W. D. Nachrichten aus der Chemie 50 (2002) 1208.
- [10] van Berkel, W. J. H., vanden Heuvel, R. H. H., Versluis, C., Heck, A. J. R. Prot. Sci. 9 (2000) 435-439.
- [11] Jennings, K. R. Int. J. Mass Spectrom. 200 (2000) 479-493.
- [12] Lehmann, W. D. Massenspektrometrie in der Biochemie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1996.
- [13] Harry, J. L., Wilkins, M. R., Herbert, B. R., Packer, N. H., Gooley, A. A., Williams, K. L. Electrophoresis 21 (2000) 1071-1081.
- [14] Perkins, D. N., Pappin, D. J., Creasy, D. M., Cottrell, J. S. Electrophoresis 20 (1999) 3551-3567.
- [15] Ficarro, S. B., McClelland, M. L., Stukenberg, P. T., Burke, D. J., Ross, M. M., Shabanowitz, J., Hunt, D. F., White, F. M. Nat. Biotechnol. 20 (2002) 301-305.
- [16] Zhou, H. L., Ranish, J. A., Watts, J. D., Aebersold R., Nat. Biotechnol. 20 (2002) 512-515.
- [17] Montaser, A. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Wiley-VCH, New York, 1998.
- [18] Wind, M., Kelm, O., Nigg, E., Lehmann, W. D. Proteomics 2 (2002) 1516-1523.

Abbildung 5: Darstellung der aus dem ESI-MS/MS Spektrum abgeleiteten Aminosäuresequenz innerhalb der Gesamtsequenz des identifizierten Ausgangsproteins, Peroxiredoxin.

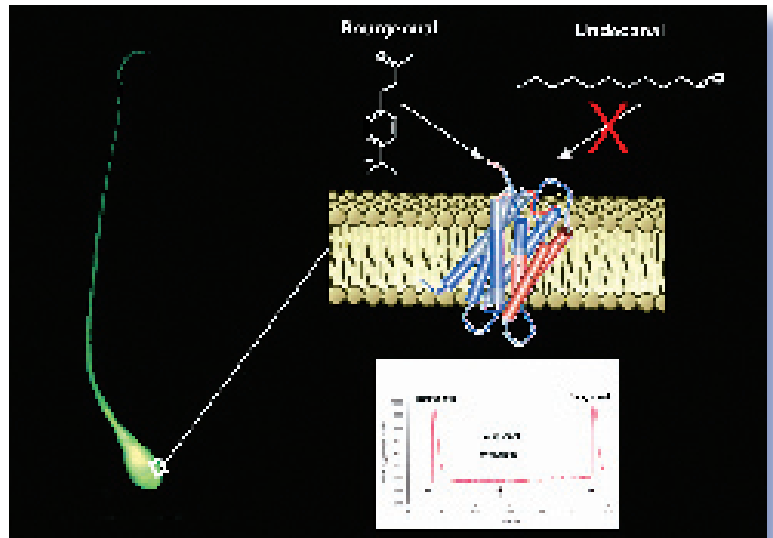
```

matched peptides of peroxiredoxin printed in bold red
1  VCPTEIIAFS DRAEEFKLN CQVIGASVDS HFCHLAWINT PKKQGGLGPM
51 NIPLISDPKR TIAQDYGVLK ADEGISFRGL F I I D DKILR QITINDLPVG
101 RSVDE
  
```

Maiglöckchen-ähnlicher Duft lockt Spermien zur Eizelle Riechrezeptor an Spermazellen entdeckt

Menschliche Spermien besitzen funktionsfähige Riechrezeptoren, die auf einen Maiglöckchen-ähnlichen Duft reagieren. Das konnten Forscher um Dr. Marc Spehr und Prof. Dr. Hanns Hatt (Lehrstuhl für Zellphysiologie, Fakultät für Biologie, Bochum) jetzt erstmals nachweisen. Sie fanden auch einen blockierenden Duft, der die Geruchsorientierung der Spermien ausschaltet. Diese Entdeckung öffnet den Blick auf neue Wege der Empfängnisverhütung und künstlichen Befruchtung.

Die genauen zellulären und molekularen Mechanismen, wie menschliche Spermien die Eizelle im Eileiter finden, sind bis heute noch unbekannt. Ein Team von Wissenschaftlern der



Die Struktur des Riechrezeptors in einer schematischen Ausschnittsvergrößerung der Spermienmembran (Abbildung: Uni Bochum, Lehrstuhl für Zellphysiologie).

Die menschliche Nase

In der Riechschleimhaut des Menschen findet man etwa 30 Millionen Riechzellen, die am einen Ende zahlreiche, in den Nasenschleim ragende Sinneshaare (Cilien) besitzen und am anderen Ende über einen langen Nervenfortsatz (Axon) direkten Zugang zum Gehirn haben. Die Transduktion (Umsetzung) eines chemischen Duftsignals in eine elektrische Zellantwort beginnt damit, dass beim Einatmen Duftstoffmoleküle in die Nase gelangen, sich im Schleim des Riechepithels lösen und die Cilien erreichen. In der Cilienmembran findet man Riechrezeptoren – das sind Eiweißmoleküle, die spezifisch für einen bestimmten Typ von Duftstoff gebaut sind. Kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen Duft und Rezeptor, produzieren die aktivierten Rezeptoren über zwischengeschaltete „G-Proteine“ und Enzyme eine große Zahl von Botenstoffen, die „second messenger“-Moleküle. Diese öffnen direkt oder indirekt Kanäle in der Cilienmembran. Durch diese Kanäle gelangen Ionen in die Zelle und ändern deren Ruhepotential. Erreicht dieses Potential eine bestimmte Größe (Schwelle), löst es an der Sinneszelle die Erzeugung von Aktionspotentialen aus. Diese leitet das Axon direkt ins Gehirn, das damit die Information über die Qualität und Quantität des Duftreizes erhält.

Ruhr-Universität Bochum (RUB) konnte zeigen, dass in Spermien ein Riechrezeptor vorkommt, wie man ihn sonst nur in der Nase findet. Das passende Duftmolekül, das riecht wie Maiglöckchen, induziert eine Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit und lockt die Samenzellen zur Duftquelle. Ein antagonistisch wirkender Duftstoff kann diese Wirkungen komplett aufheben. „Unsere Arbeit identifiziert einen grundlegend neuen molekularen Mechanismus für die Wegfindung der Spermien, der die Erfolgsrate bei der künstlichen Befruchtung steigern, aber auch für neue Modelle der Kontrazeption genutzt werden kann“, erklärt Hatt.

Zufallstreffer der Spermien sind sehr unwahrscheinlich

Die Wege der Samenzellen und des Eis sind im Eileiter entgegengesetzt. Spermien und Eizelle treffen einander idealerweise im ersten Abschnitt des Eileiters, der Ampulle. Die Spermien benötigen nach dem Einbringen in die Scheide etwa ein bis zwei Stunden, um bis zur Ampulle zu gelangen. Von den 300 Millionen Spermien,

die die vaginale Startlinie überqueren, nehmen nur etwa 200-300 erfolgreich die Hürden von Muttermund und Gebärmutter (Zervix und Uterus). Den bis dahin Überlebenden steht dann noch die strapaziöse Reise durch den Eileiter bevor. Sind die Zellen in der richtigen Umgebung angelangt, ist ihre Spürnase gefragt für die Kurzstreckenführung zur Eizelle hin. Denn nur unter Zuhilfenahme von chemischen Substanzen, die die Eizelle abgibt, lässt sich ein Zusammentreffen von Spermium und Eizelle im Eileiter erklären. Rein zufällig wäre ein solches Treffen sehr unwahrscheinlich.

Spermien mögen Maiglöckchenduft

Bereits vor etwa zehn Jahren fand Hatt, dass sich im Anfangsteil des Spermischwanzes Ionenkanäle befinden, die man mit ähnlicher Struktur und Funktion auch in Riechzellen nachweisen kann. Die neuen Funde zeigen: Duftstoffe sind es, die einen Rezeptor in der Spermienmembran aktivieren und dadurch eine biochemische Verstärkungskaskade starten, die Spermien zu einer gezielten

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

April 2003

Moderne Ionenanalytik (Teil 4): Voltammetrie Preiswerte Spurenbestimmungen

Eines der Hauptanwendungsgebiete voltammetrischer Verfahren ist die Spuren- und Ultraspuren-Bestimmung von Metallionen in Böden, Wässern und Lebensmitteln. Darüber hinaus setzen Analytiker in der klinischen Diagnostik und der industriellen Prozesskontrolle voltammetrische Messmethoden ein. Routinemäßig verwendet man hier zwar oft atomabsorptions- oder atomemissionsspektrometrische Verfahren, jedoch sind die voltammetrischen Methoden bei stark salzhaltigen Lösungen bzw. der Forderung nach sehr hohen Empfindlichkeiten im Vorteil – aber auch wegen ihrer geringen Kosten.

Außer den Metallen lassen sich noch verschiedene anorganische und eine Vielzahl von organischen Verbindungen empfindlich quantifizieren (siehe dazu auch CLB 4/1999, Seite 124ff). Die organische Voltammetrie ist zwar hinsichtlich der Selektivität chromatographischen Methoden unterlegen; sie ist jedoch auf Grund ihrer Empfindlichkeit und der Möglichkeit zur Gruppen- und Summenbestimmung eine gute Screening-Methode. Die nicht quantitativ arbeitende Cyclovoltammetrie dient vielfach – als „elektrochemische Spektroskopie“ – zur Aufklärung von Redox-Verhalten und kinetischen Effekten bei Oxidations- oder Reduktionsreaktionen.

Definiton: Voltammetrie

Der Begriff Voltammetrie ist eine Zusammenfassung von Volt, Am-père und Metrie: Während einer voltammetrischen Analyse misst man die Spannung und den Strom. Im Prinzip handelt es sich um eine Elektrolyse, bei der man die Spannung an der Arbeitselektrode verändert und die auftretenden Ströme als Funktion der angelegten Spannung registriert.

Gemäß IUPAC-Definition beinhaltet der Begriff Voltammetrie das Arbeiten mit stationären oder festen Arbeitselektroden. Erfolgt die Aufnahme der Strom-Spannungskurven dagegen mit flüssigen Arbeitselektroden (beispielsweise einer Quecksilbertropfelektrode), deren Oberfläche periodisch oder kontinuierlich erneuert wird, so bezeichnet man diese Messmethode als Polarographie.

Geschichte der Voltammetrie

Die Ursprünge der Voltammetrie liegen im Jahr 1922. Damals begann der tschechische Chemiker Jaroslav Heyrovsky mit der Aufnahme von Strom-Spannungskurven in Lösungen. Er arbeitete mit einer Quecksilbertropfelektrode, betrieb also Polarographie. 1925 veröffentlichte er seine Forschungsarbeit in der Zeitschrift „Chemické Listy“. Doch einige Jahrzehnte lang übersah man die Bedeutung der neuen Methode. 1950 berief man Heyrovsky als Direktor des neugegründeten polarographischen Instituts in Prag. 1959 erhielt er

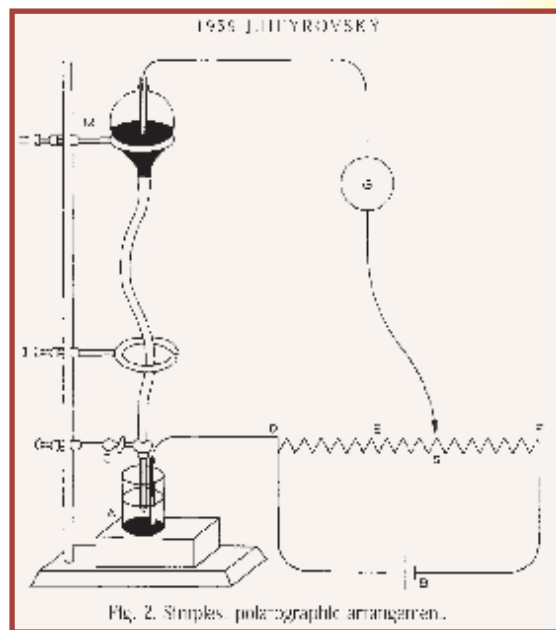


Abbildung 1: Eine einfache voltammetrische Anordnung, wie Heyrovsky sie 1959 in seiner Nobelpreislesung vorstellte (Abb.: CLB-Archiv).

für seine Entwicklung schliesslich den Nobelpreis für Chemie.

Bisher war nur Gleichstrompolarographie betrieben worden. Nachdem B. Breyer 1946 die Grundlagen für die Wechselstrompolarographie gelegt hatte, entwickelte G. C. Barker 1952 die Square Wave-Polarographie (SWP), 1958 die Hochfrequenzpolarographie und schließlich 1960 die differentielle Puls-polarographie (DPP). Diese Fortschritte beziehen sich alle auf die Aufzeichnung der Strom-Spannungskurven. An der analytischen Methode änderte sich wenig (Abbildung 4). Man erhielt aber jeweils günstigere Signal/Rauschverhältnisse und somit immer kleinere Nachweisgrenzen.

Auch die Inverse Voltammetrie, die fast gleichzeitig (1957 bis 1960) in mehreren Ländern Eu-



Abbildung 2:
Prototyp eines
Sprengstoff-
sensors auf
Basis zyklischer
Voltammetrie
(Foto: FhG/ICT).

ropas und in den USA entwickelt wurde, kam den wachsenden Anforderungen an die Spurenanalyse entgegen: Mit einer relativ einfachen Arbeitstechnik reichert man das Spurenelement durch Elektrolyse kathodisch oder anodisch an und beobachtet anschließend den Auflösungsstrom. Auf diese Weise erhält man ein wesentlich vergrößertes Messsignal. Bis Anfang der 1980er Jahre entwickelte man inverse voltammetrische Techniken durch die auch Ultraspuranalytik möglich wurde: Das Messsignal vergrößert sich um den Faktor 100 bis 1000.

Der Einsatz von Mikroprozessoren ermöglichte Anfang bis Mitte der 1980er Jahre eine weitgehende Automatisierung der analytischen Arbeitsschritte. Gegen Ende der 1980er Jahre wurden Voltammetriegeräte mit automatischer

Probenzuführung angeboten, die sich für die Spurenanalyse aber nicht durchsetzen konnten. Als Ursachen traten neben mechanischen Problemen auch Kontaminationsprobleme auf, denn die meist verwendete Elektrode – ein Quecksilbertropfen – kann nicht beliebig gespült werden.

Deutliche Fortschritte für die Automatisierung brachte auch die Einführung von Durchflussmesszellen. Beispielsweise entfällt das Entlüften – die Entfernung des Sauerstoffs, dessen Anwesenheit die Empfindlichkeit des Verfahrens stark beeinträchtigt, durch Durchleiten von hochreinem Stickstoff durch die Probe (siehe CLB 11/1998 Seite 434 ff).

Inzwischen hat die Invers-Voltammetrie als DIN-Methode für sieben Metallionen (Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Ni, Tl) Eingang in die routinemäßige Wasseranalytik gefunden. Die Abkürzung DPASV steht dabei für Differentiell-Pulse Anodic Stripping Voltammetry. Man bezeichnet die inversen Verfahren heute meist nach dem englischen Ausdruck als Stripping-Verfahren. Weitere voltammetrische Analysen, wie die Spuren- und Speziesanalytik von Eisen, Bestimmung von Arsen oder Selen sind heute machbar (siehe CLB 4/2001 Seite 139 ff). Dazu kann nicht nur eine Quecksilberelektrode sondern auch eine rotierende Festkörperelektrode (zur

As- und Se-Bestimmung aus Gold bestehend) verwendet werden. Andere Festkörperelektroden für die Voltammetrie sind Platin oder Glascarbonielektroden.

Moderne elektrochemische Messgerätesysteme sind multifunktional (zum Beispiel Gleichstrom/ Wechselstrom/Pulspolarographie und cyclische Voltammetrie) und im allgemeinen mikroprozessorgesteuert zur automatischen Änderung des Spannungsschritts sowie zur Messdatenerfassung. Auch immer kleinere Geräte gibt es: Auf der letzten Analytica stellte das Fraunhofer Institut beispielsweise eine Sprengstoffsonde vor, die eine voltammetrische Mikroelektrode enthält (Abbildung 2 und CLB 5/2002, Seite 186).

Nernst, Ilkovic und Helmholtz

Zur Voltammetrie legt man eine mit der Zeit fallende oder steigende Gleichspannung an die Messzelle (je nach pH-Wert der Lösung und gewünschtem Analyten etwa minus zwei bis plus 0,5 Volt). Während der Analyse misst man den sich einstellenden Diffusionsgrenzstrom. Anhand einer so erstellten Strom-Spannungskurve können sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen über in der Lösung enthaltene Analyten gemacht werden: Der gemessene Strom steigt bei zunehmender Spannung erst dann merklich an, wenn das Redoxpotential für den am leichtesten zu oxidierenden Analyten in der Lösung erreicht ist. Sauerstoff stört hierbei zumeist. Er wird in saurer bis neutraler Lösung am Quecksilbertropfen in zwei Stufen oxidiert (Abbildung 3). Die dabei entstehenden polarographischen Wellen überlagern die Reduktionsströme der zu bestimmenden Analyten.

Die Nernst'sche Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen dem an eine Elektrode angelegten Potential und der im Übergangsbereich Elektrolyt / Elektrode herrschenden Aktivitäten des reduzierten beziehungsweise oxidierten Analyten (Depolarisatoren). Ändert man das an der Arbeitslektrode

Wichtige Stationen der Entwicklung der Voltammetrie

1922	Heyrovski	Aufnahme von Strom-Spannungskurven (Gleichstrompolarographie)
1946	Breyer	Wechselstrompolarographie (Wechselstrom moduliert die Gleichspannung)
1952	Barker	Square Wave-Polarographie (Rechteckimpulse modulieren die Gleichspannung)
1957		Inverse Voltammetrie (Anreicherung des Analyten auf der Elektrode durch Reduktion; anschließend Oxidation durch inversen Spannungsdurchlauf)
1958	Barker	Hochfrequenzpolarographie
1959	Heyrovsky	Nobelpreis für seine voltammetrischen Arbeiten
1960	Barker	Pulspolarographie
ab 1980		Automatisierung

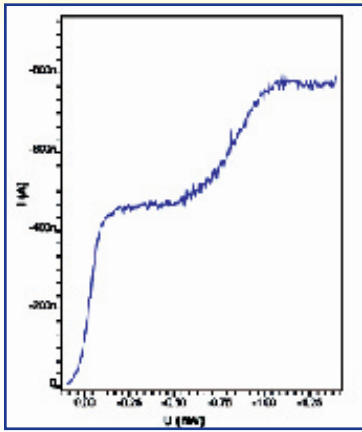


Abbildung 3: Gleichstrompolarogramm einer sauerstoffhaltigen Elektrolytlösung (diese und die weiteren Abbildungen: Metrohm).

trode angelegte elektrische Potential, ändert sich das Verhältnis von oxidierte zu reduzierte Spezies an der Elektrodenoberfläche: Es bildet sich ein Konzentrationsgefälle (Nernstsche Diffusionsschicht). Die Änderung des Verhältnisses der Depolarisatoren ist mit einem Elektronentransport verbunden, dem Diffusionsstrom (Faradayscher Strom). Der Diffusionsstrom erreicht einen Grenzwert, der proportional zur Konzentration des Analyten ist. Diesen Zusammenhang beschreibt die Ilkovic-Gleichung.

Zwischen der Nernstschen Diffusionsschicht und der Elektrodenoberfläche bildet sich an der Phasengrenze Elektrolyt / Elektrode die Helmholtz-Doppelschicht. Sie ist auf einer Seite positiv und auf der anderen negativ geladen und verhält sich wie ein Plattenkondensator. In Folge der Aufladung dieser elektrochemischen Doppelschicht entsteht ein Ladestrom (kapazitiver Strom).

Voltammetrische Messungen beruhen auf der Auswertung des Faradayschen Stroms als analytischer Messgröße, die von der Konzentration des Depolarisators abhängt. Wirklich gemessen wird die Summe von Faradayschem und kapazitivem Strom. Das Verhältnis der beiden bestimmt demnach die Empfindlichkeit der Messmethode.

Der an der Arbeitselektrode reduzierte beziehungsweise oxidierte

Analyt kann grundsätzlich über drei verschiedene Transportmechanismen an die Elektrode herangeführt werden:

Diffusion: Stofftransport aufgrund eines Konzentrationsgradienten,

Migration: Stofftransport aufgrund der Wanderung geladener Teilchen im elektrischen Feld,

Konvektion: Stofftransport aufgrund mechanischer Durchmischung.

Da man nur am Beitrag durch die Diffusion interessiert ist, kann man Konvektion und Migration unterdrücken. Durch Abstellen des Rührers während der Messung kann die Konvektion verhindert werden. Durch Zugabe eines Grundelektrolyten in hoher Konzentration kann der Beitrag des Analyten zur Migration vernachlässigbar klein gehalten werden. Der

Grundelektrolyt, der im gemessenen Spannungsbereich chemisch inert sein muss, übernimmt dann nahezu den gesamten Anteil der Migration. Man kann den Anteil des Faradayschen Stroms am Gesamtstrom auch in Versuchen ermitteln, indem man eine Lösung mit Grundelektrolyt – es fließt nur kapazitiver Strom – und eine Lösung mit Grundelektrolyt und Depolarisator – es fließt kapazitiver und Faradayscher Strom – misst und die Messwerte voneinander abzieht (siehe auch „Praktikum der Voltammetrie“, Metrohm).

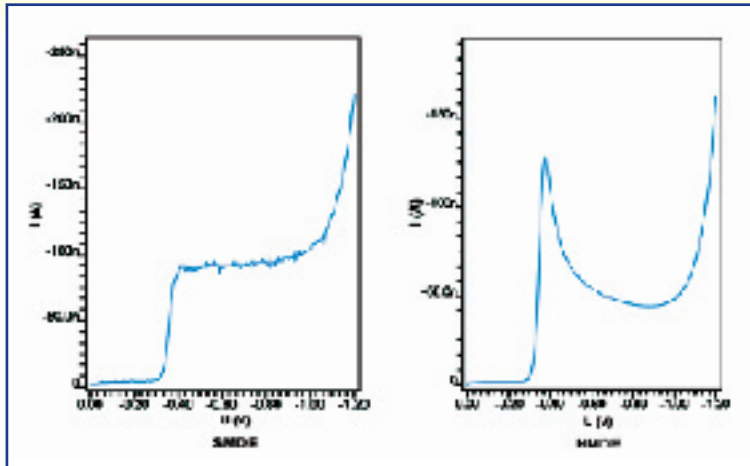
Polarographische Messzelle

Die einfachste Ausführung einer polarographischen Messzelle (Abbildung 1) besteht aus einem Becherglas mit der Elektrolytlösung. In das Probengefäß ragt eine Glaskapillare, die über einen Schlauch mit einem Quecksilber

Abbildung 4: Variationen der klassische Gleichstrompolarographie zeigen, wie Polarogramm und Messbereich veränderbar sind.

Methode	Betriebsart (Input)	Polarogramm (Output)	Erfassungsgrenze und Messzeit
Klassische Gleichstrom (DC) Polarographie	i	i	ca. 10^{-6} M 1-5 min
Wechselstrom (AC) Polarographie	i	i	ca. 10^{-6} – 10^{-7} M 1-5 min
Normale Puls (NP) Polarographie	i	i	ca. 10^{-7} M 1-5 min
Differential-Puls (DP) Polarographie	i	i	ca. 10^{-8} M 1-5 min

Abbildung 5:
Die Reduktion von Blei in Kaliumnitratlösung an unterschiedlichen Elektroden zeigt die Vorteile der SMDE.



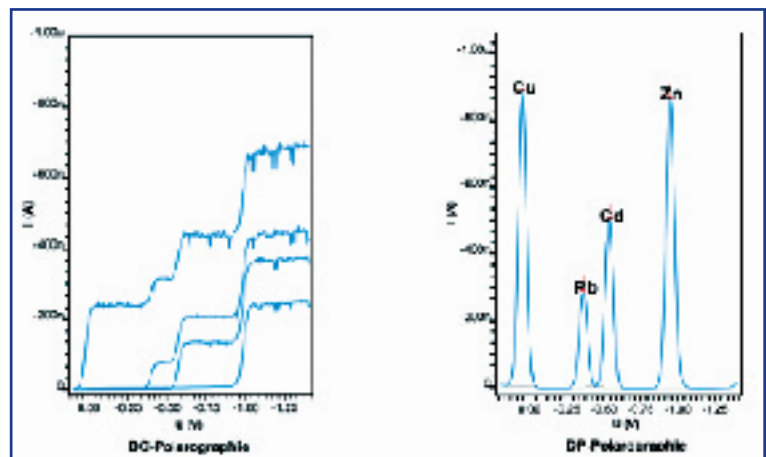
-Vorratsgefäß verbunden ist. Die Höhe dieses Gefäßes und damit die Tropfgeschwindigkeit des Quecksilbers sind regulierbar. Weiterhin gibt es eine Gleichspannungsquelle, ein Potentiometer (mit Synchronmotor zur Änderung der Spannung), ein Galvanometer sowie eine Bezugselektrode (Hg-Schicht am Becherglasgrund mit Platindraht zur Ableitung).

Heute verwendet man im Allgemeinen eine Messzelle mit drei Elektroden. Als Arbeitselektrode dient eine tropfende Quecksilber-elektrode, als Referenzelektrode häufig eine Ag/AgCl-Elektrode und als Hilfelektrode eine Graphit- oder Pt-Elektrode. Die Arbeits- und Referenzelektroden schließen den Stromkreis, Spannung liegt an. Der Widerstand über die Messzelle ist häufig so groß, dass es zu Verzerrungen bei der Spannungsmessung kommen kann. Diese Verzerrungen können in einer Messzelle mit drei Elektroden vermieden werden, indem der größte Teil des Stromes über eine großflächige Hilfelektrode abgeleitet und die Spannung über der Referenz- und der Arbeitselektrode gemessen wird. So schont man auch die Ag/AgCl-Elektrode.

Statt der ursprünglich verwendeten tropfenden Quecksilber-elektrode (Dropping Mercury Electrode DME) kommen häufig andere Elektroden als Arbeitselektrode zum Einsatz: Bei der hängenden Quecksilbertropfenelektrode (Hanging Mercury Drop Electrode HMDE) hängt ein Quecksilbertropfen bestimmter Größe an der Spit-

ze der Glaskapillare. Den gesamten Spannungsdurchlauf führt man an diesem einen Tropfen durch. Die statische Quecksilbertropfenelektrode (Static Mercury Drop Electrode SMDE) vereint Eigenschaften der DME und der HMDE. Es erfolgt eine kontinuierliche Erneuerung der Quecksilberoberfläche wie bei der DME. Während der Messung ist die Tropfenoberfläche jedoch konstant wie bei der HMDE. Ein Nachteil der SMDE verglichen mit der HMDE liegt im höheren Quecksilberverbrauch. Die HMDE findet besonders bei Messungen im Spurenbereich Anwendung. Es gibt Geräte, die mit einer Multi-Mode-Elektrode ausgerüstet sind und eine Umschaltung zwischen den einzelnen Elektrodentypen erlauben. Die Unterschiede zwischen einer SMDE und einer HMDE im Polarogramm am Beispiel einer Bleibestimmung zeigt Abbildung 5.

Abbildung 6: Gleichstrompolarogramm (Direct Current DC) und Differential-Puls-Polarogramm (DP) einer Lösung mit den Analyten Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} und Zn^{2+} .



Modifizierte Gleichstrompolarographie

Die angelegte Gleichspannung kann beispielsweise durch Wechselspannung oder Rechteckimpulse moduliert werden (Abbildung 3). Bei der Wechselstrompolarographie (Alternating Current Polarographie ACP) wird die Gleichspannungsrampe mit einer kleinen, niederfrequenten Wechselspannung überlagert. Das Wechselstrompolarogramm ähnelt dann der ersten Ableitung des Gleichstrompolarogramms und ist somit einfacher auszuwerten: Peaks sind besser auswertbar als Stufen. Dasselbe gilt auch für die Differential-Puls-Polarographie (Abbildung 6). Zudem ist der kapazitive Strom bei der ACP phasenverschoben zum Diffusionsstrom. Das hat den Vorteil, dass der kapazitive Strom eliminiert werden kann. Damit erhält man eine verbesserte Nachweisgrenze und vermeidet Verzerrungen des Polarogramms.

Grundlagen weiterer Methoden beschreiben wir im nächsten Teil zusammen mit Versuchen beispielsweise zur Bestimmung von Kationen in Trinkwasser. Die Voltammetrie bietet nicht nur Applikationen in der Ionenanalytik. Auch organische Moleküle wie das Vitamin C können voltammetrisch bestimmt werden. Und die Cyclovoltammetrie erlaubt mechanistische Aussagen zum Beispiel zur Reversibilität einer Reaktion.

Aufgaben des VBTA (Verband biologisch-technischer Assistenten e.V.)

Berufsbild richtig vermitteln – Ausbildung lenken

Die Ausbildung zum biologisch-technischen Assistenten (BTA) ist eine schulische Berufsausbildung mit begleitenden Praktika. Bundesweit gibt es mehr als 22 Berufsfachschulen, die BTA ausbilden. Um eine einheitliche und qualifizierte Ausbildung zu gewährleisten, hat der Verband biologisch-technischer Assistenten (VBTA) in Zusammenarbeit mit den Fachschulen und dem Arbeitskreis BTA des VDBiol eine Berufsrahmenqualifikation verabschiedet.

Biologisch-technische Assistenten, zu denen der VBTA auch ähnliche Berufsbezeichnungen wie "Biotechnologische Assistenten" zählt, sind heute in allen Bereichen der biologischen Forschung an den Universitäts- und Forschungsinstituten tätig sowie in Forschungs- und Produktionsabteilungen der pharmazeutischen und Pflanzenschutzmittelindustrie und in Behörden der Umweltüberwachung. Die Tätigkeiten reichen von einfachen Routinearbeiten bis zu verantwortlichen Aufgaben mit sehr speziellen Arbeitstechniken und aufwändigen Analysegeräten. Molekularbiologische Arbeitstechniken werden mittlerweile in fast allen Arbeitsbereichen von BTA eingesetzt. An den Universitätsinstituten sind auch Aufgaben in der Lehre zu erfüllen. Wesentliche Kenntnisse im Umgang mit Pflanzen, Tieren und biologischem Material sowie in der biochemischen, chemischen und physikalischen Analytik ermöglichen es dem BTA, sich bei seiner Tätigkeit zu spezialisieren und zu profilieren.

Berufsrahmenqualifikation

Leitziel der Ausbildung zur biologisch-technischen Assistentin und zum biologisch-technischen Assistenten ist die Entwicklung zu verantwortungsbewußter Bearbeitung biologischer Themen.

BTA lernen selbständig technische und organisatorische Aufgaben zu lösen. Dies geschieht in der Regel im Team in einem vorgegebenen und kontrollierten Funktions- und Aufgabenbereich. Konfliktlösungsbereitschaft und soziales Verhalten sind innerhalb einer solchen Arbeitsgruppe Voraussetzung.

BTA entwickeln in der Ausbildung die Fähigkeit, Veränderungen im fachlichen und rechtlich-organisatorischen Bereich zu berücksichtigen. Das erfordert Lernfähigkeit, Flexibilität und Entscheidungsfähigkeit, die über die Ausbildung hinaus wirken. Das Gelernte wird laufend im Hinblick auf neue Informationen und wissenschaftliche Erkenntnisse aktualisiert.

Belange des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit, die Laborordnung und der wirtschaftliche Einsatz der Arbeitsmittel werden beachtet. Gesetzliche Grundlagen wie Tierschutzgesetz, Gentechnikgesetz und andere sind einzuhalten. BTA verfügen nach der Ausbildung über eine fachliche Kommunikationsstruktur, um biologische Mechanismen und Konzepte zu diskutieren. Ihr Tätigkeitsprofil umfasst insbesondere biologische und chemisch-technische Verfahren. Eine Auflistung über die Arbeitstechniken und Arbeitsvorgänge der BTA-Ausbildung ist unter www.vbta.de zu finden.

Mindestausrüstung an Geräten während der Ausbildung

Analog zur Berufsrahmenqualifikation beschreibt der AK-BTA die zu einer qualifizierten Berufsausbildung notwendige Geräteausstattung für BTA-Schulen. Eine Grundausstattung an Kleingeräten, Glasmaterialien und notwendigen Verbrauchsmaterialien wie Chemikalien, Reagenzien und Versuchspflanzen in den den gesetzlichen Richtlinien für Laboratorien entsprechenden Räumlichkeiten wird vorausgesetzt.



Die detaillierte Aufstellung, unter www.vbta.de in der Rubrik „Aus- und Fortbildung“ aufrufbar und nach Ausbildungsbereichen geordnet, enthält verschiedenste Geräte von Analysenwaagen über Fluoreszenzmikroskopen bis zu Zählkammern. Thomas Wittling, 1. Vorsitzender des VBTA, betonte gegenüber der CLB, dass zur Berufsqualifikation neben einer gründlichen molekularbiologischen Ausbildung auch der Umgang mit Pflanzen und Tieren im Rahmen von Präparationen und ähnlichem gelehrt werden müsse. Auch dafür seien entsprechende Voraussetzungen zu erfüllen. Gerade der Umgang mit Tieren unterscheidet das Berufsbild des BTA zum Beispiel von dem des chemisch-technischen Assistenten (CTA).



Thomas Wittling, 1. Vorsitzender des VBTA, zählt die Vermittlung des Berufsbildes zu den wichtigsten Aufgaben des Verbandes. Dies gelte auch gegenüber Behörden. So habe der VBTA Umschulungsmaßnahmen durch das Arbeitsamt einleiten können. Aktueller Fall war die Berufsunfähigkeit eines BTA wegen einer Natriumazid-Allergie. Zwar dürfe der VBTA keine Rechtshilfe leisten, sei jedoch erste Anlaufstelle für entsprechende Folgemaßnahmen.

Berufsaussichten

Die Aussichten auf einen Arbeitsplatz sind, nicht zuletzt wegen der breiten Ausbildung, gut. Mobilität ist jedoch absolute Voraussetzung. Die Gehälter richten sich bei den öffentlichen Arbeitgebern (Universitäten, Behörden) nach dem Bundesangestellten-Tarifvertrag (BAT). Einstiegsgehalt für die Probezeit ist in der Regel BAT VII, danach BAT VIb. In der Industrie gilt der jeweilige Tarifvertrag mit der jeweiligen Gewerkschaft, die in dem Unternehmen vertreten ist.

Fortbildung

So unterschiedlich wie die einzelnen Aufgabengebiete der BTAs sind auch die Möglichkeiten, sich beruflich fortzubilden. In den wissenschaftlichen Instituten findet meistens eine interne Schulung der Mitarbeiter statt. Einige Großunternehmen bieten in Zusammenarbeit mit der örtlichen IHK oder den ansässigen Berufsfachschulen Abendseminare mit Fortbildungsmöglichkeiten zum Bio-Techniker oder Kurse zur Biotechnologie an. Angebotene Seminare zu molekularbiologischen Techniken sind insbesondere für BTA von Interesse, welche nach einer Elternzeit wieder in den Beruf einsteigen möchten. Veranstalter von berufsbezogenen Seminaren sind Berufsverbände, Messeveranstal-



Für Bewerber auf offene BTA-Stellen, deren aktuelle Zahl im Internet etwa bei www.jobworld.de/artikel/charts/ unter „Arbeitsamt, A-B“ zu finden ist, sind formale Eingruppierungen bei der Einstellung wichtig. Sie bestimmen mit über das mögliche Einkommen, betont Thomas Wittling (Fotos: Kickuth).

ter und Firmen aus dem Bereich der Messgerätetechnik oder der chemischen Analytik. Mitglieder des VBTA können beim Besuch von berufsbezogenen Fortbildungsveranstaltungen eine Förderung in Form von Zuschüssen und Rabatten erhalten.

Für Inhaber der Fachhochschul-/Hochschulreife besteht auch die Möglichkeit, eine staatliche Ausbildung zum „Lehrer an beruflichen Schulen (gewerblich-technische Fachrichtung)“ zu absolvieren. Eine zweijährige Vollzeitausbildung

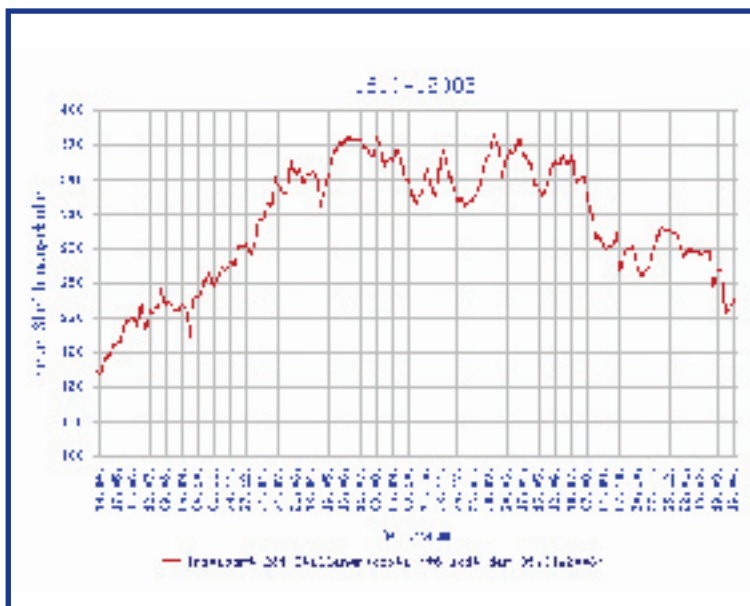
zum Umweltschutztechniker ist in Nürnberg, Frankenberg/Eder und Gelsenkirchen möglich.

Vorteile durch Berufsverband

Neben den geschilderten Vorteilen in der Darstellung des Berufsbildes und der Rahmengestaltung der Ausbildung hält Thomas Wittling persönliche Hilfestellungen für jeden BTA für wichtig. Dazu zähle beispielsweise die Information über die richtige formale Eingruppierung bei der Einstellung. So sei es bei Stellen des Öffentlichen Dienstes notwendig, nicht in die Gruppierung „sonstige technische Angestellte“ gestellt, sondern als biologisch-technischer Assistent eingruppiert zu werden. „Das weiß man als Anfänger oft nicht“, berichtet Wittling aus seiner Erfahrung, „aber es bedeutet, dass einige BTAs in der Vergütungsgruppe BAT VI hängen bleiben, während andere Kolleginnen und Kollegen bei gleicher Tätigkeit nach BAT IVb entlohnt werden.“

Übrigens: Mitglieder des VBTA erhalten sechsmal jährlich im Rahmen des Mitgliedbeitrags das Magazin des VDBiol, *Biologen heute*, und zu einem besonders günstigen Preis auch die *CLB*. Weitere Informationen gibt es bei www.vbta.de. MB/RK

Diese Grafik zeigt deutlich: Auch nach Abschwächung des Booms durch Biotech-Firmen-neugründungen in der Blütezeit des „Neuen Marktes“ und dem locker fließenden Venture Capital ist ein deutlicher Bedarf an BTA vorhanden (Quelle: Stellen-Informationen-Service (SIS) des Arbeitsamtes).



Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung

Das Ende der gemeinsamen Bildungsplanung?

Eine Reform des Föderalismus hält Hans Zehetmair – BLK-Vorsitzender und Bayerischer Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst – für notwendig, will aber kommenden Gesprächen der Länder mit dem Bundeskanzler nicht vorgreifen. Auf der letzten Sitzung der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) hat man angesichts der Ergebnisse der Ministerpräsidentenkonferenz Ende März – eine Kündigung der Gemeinschaftsaufgabe Bildungsplanung scheint möglich – einige Themen auf die nächste Sitzung im Juli vertagt. Zu Fragenkomplexen wie Fernstudium, Fachhochschulforschung und Gleichstellung hat die Kommission dagegen gemeinsame Beschlüsse erreicht.

Seit mehr als 30 Jahren ist die BLK das ständige Gesprächsforum für alle Bund und Länder gemeinsam berührenden Fragen des Bildungswesens und der Forschungsförderung. Auf der letzten Sitzung Ende März hat man die Themen „Strukturelle Neuerungen in der Bildungsplanung als Folgerung aus den Empfehlungen des Forums Bildung“ und „Evaluation des Hochschul- und Wissenschaftsprogramms (HWP) und Vorschläge für die Fortführung“ auf die nächste BLK-Sitzung Anfang Juli vertagt.

Dieser Beschluss ist angesichts der Ergebnisse der Ende März stattgefundenen Ministerpräsidentenkonferenz gefasst worden, wonach im Sinne einer Entflechtung der Mischfinanzierungstatbestände unter anderem eine Kündigung der Gemeinschaftsaufgabe Bildungsplanung angestrebt wird. Dies wird eines der Themen sein, das auf der Tagesordnung beim Treffen der Länder mit dem Bundeskanzler Ende Juni stehen wird.

Die stellvertretende Vorsitzende der BLK und Bundesministerin für Bildung und Forschung Edelgard Bulmahn hält es für falsch, sich aus der gemeinsamen Bildungspolitik zurückzuziehen. Es sei richtig, dass Verfahren vereinfacht werden müssten, allerdings seien gemeinsame Konzepte für Hochschulen und berufliche Bildung gerade im Hinblick auf ein zusammenwachsendes Europa unbedingt notwendig.

Fernstudium fördern

Die BLK hat beschlossen, den Förderschwerpunkt „Fernstudium“ auch in den nächsten fünf Jahren fortzusetzen. Es ist vorgesehen, den Förderschwerpunkt „Fernstudium“ mit bis zu 5,5 Millionen Euro jährlich auszustatten. Die BLK fördert seit 1993 Fernstudien. Schon 2000 waren die Förderkriterien aktualisiert worden, wobei man sich auf die Entwicklung von Weiterbildungsstudiengängen beziehungsweise grundständigen Studiengängen konzentrierte und Angebote kompletter, zertifizierter Studienabschlüsse entwickelte. Förderprojekte und -kriterien findet man unter www.blk-bonn.de.

Fachhochschulforschung

Mit etwa zwölf Millionen Euro jährlich fördert der Bund unter Beteiligung der Länder in den nächsten fünf Jahren gemeinsam die Fachhochschulforschung. Die finanziellen Mittel für die Fachhochschulen erbringt überwiegend der Bund; die Sitzländer tragen mit der Grundausrüstung – Personal- und Sachausstattung – mindestens zehn Prozent der Gesamtkosten. Dies soll Verbünde von forschungsstarken Fachhochschulen befähigen, verstärkt mit kleinen und mittleren Unternehmen der Region zu kooperieren und zusätzliche Forschungsmittel einzuwerben. Die Förderung

umfasst die Finanzierung freigestellten Lehrpersonals sowie zusätzlichen Personals; außerdem können die Finanzierung von Sachmitteln und die des Wissens- und Personaltransfers beantragt werden.

Gleichstellung erwirken

Die BLK hat jetzt die Umsetzung des Gleichstellungsdurchsetzungsgesetzes von Frauen und Männern in den gemeinsam geförderten Forschungseinrichtungen beschlossen. Der Beschluss zielt auf die Einführung gleichstellungsfördernder Personalmaßnahmen ab und soll so der Beseitigung bestehender sowie der Verhinderung künftiger Diskriminierungen wegen des Geschlechts dienen. Darüber hinaus zielen die Regelungen auf eine bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf für Frauen und Männer. Bund und Länder wollen bei der institutionellen Förderung von Forschungseinrichtungen sicherstellen, dass die in dem Katalog niedergelegten Grundsätze umgesetzt werden.

Grafik: Hasenpusch



„Wir haben uns alle Mühe gegeben, unsere Hochschule auf ein hohes Niveau zu bringen.“

Aus der Bildungslandschaft

- Die Zentrale Evaluations- und Akkreditierungsagentur Hannover (ZEVA) hat der **Akkreditierung des Bachelor- und Masterstudiengangs Biotechnology** der Fachhochschule Mannheim zugestimmt.
- Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln bietet ihren ersten Bachelorstudiengang an. Das dreijährige Studium führt zu einem berufsqualifizierenden **Hochschulabschluss im Fach Biologie (B. Sc. Biol.)**.
- Die Uni Kassel nimmt im Fachbereich Naturwissenschaften erstmals Studierende in den neuen **interdisziplinären Diplomstudiengang „Nanostrukturwissenschaft – Nanostructure and Molecular Sciences“** auf. Der Kasseler Nanostruktur-Studiengang ist der bundesweit erste grundständige Diplom-Studiengang zum Thema Nanostrukturwissenschaft. An der Würzburger Universität besteht aber schon ein **ingenieurwissenschaftlich orientiertes Studienangebot „Nanostrukturtechnik“**.
- Eine projektorientierte wissenschaftliche Ausbildung ist das Ziel des **MD/PhD-Aufbaustudiengangs „Molekulare Medizin“** der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH). Das Pflichtprogramm in englischer Sprache wird ergänzt durch Gastseminare, Praktika, wissenschaftliche Kolloquien und Betreuergespräche. Mit der Ausbildung vertiefen Mediziner ihre naturwissenschaftlichen und molekularbiologischen Kenntnisse, Naturwissenschaftler erlernen medizinische Grundlagen.
- Der Fachbereich Chemie der Universität Dortmund wird mit dem Max-Planck-Institut für Molekulare Physiologie und der internationalen Max-Planck-Research-School in Chemical Biology den neuen **Bachelor- (B.Sc.) und Master-Studiengang (M.Sc.) „Chemische Biologie“** anbieten. Dort werden neue chemische Methoden, Techniken und Synthesen entwickelt, um biologische Prozesse im molekularen Detail zu studieren und zu verstehen.
- Der Senat der TU Darmstadt hat die Förderung des ersten universitären **Forschungsschwerpunkts „Biotechnik: Biologisch-Technische Systeme“** beschlossen. Damit will man auf dem Gebiet der Biotechnik mit den Hauptforschungsdisziplinen Bionik, Biomechanik und Biomedizintechnik die wissenschaftlichen Aktivitäten bündeln.
- Die Technische Fachhochschule Georg Agricola (TFH) und das Beijing Institute of Petrochemical Technology (BIPT) gründen in Peking die gemeinsame Fachhochschule „BIPT Georg Agricola“ mit den **Studienrichtungen Umwelttechnik und Zukunftsenergien**. Das Studium umfasst acht Semester mit einer naturwissenschaftlichen Grundausbildung und einem deutschen Sprachtraining für chinesische Studenten. Absolventen erhalten sowohl den chinesischen Bachelor of Engineering als auch den deutschen Diplom-Titel.

Programmbudgets bei Leibniz

Bund und Länder haben Rahmen und Mindeststandards für Programmbudgets zugestimmt, die die gemeinsam geförderten Leibniz-Institute im Sinne modernen Qualitätsmanagements einführen wollen. Ein Programmbudget soll Aufgaben und Leistungen der Einrichtungen den erforderlichen Ressourcen gegenüberstellen, sie weiterentwickeln und dabei die Effizienz des Mitteleinsatzes im Focus haben. Die ergebnisorientierte Sichtweise soll Stärken und Schwächen besser und schneller identifizieren und Mittel zielgerichtet einsetzen. Im Zentrum stehen Quantität und Qualität; ihre Bewertung und Finanzierung werden aufeinander bezogen.

Ein Programmbudget dient als Planungsinstrument für Institutsleitung und Aufsichtsgremien sowie zur Begleitung des wissenschaftlichen oder Nutzerbeirats. Zusammen mit einer Kosten-Leistungs-Rechnung, die die Institute einführen, soll die Voraussetzung geschaffen werden, dass an die Stelle der Steuerung der Ausgaben zwecke eine Freiheit von Forschung und Lehre verpflichtete Steuerung der Leistungsziele treten kann.

Keine Einigkeit bei DFG, MPG und Akademien

Bund und Länder konnten kein Einvernehmen in Bezug auf die Finanzierung von DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), MPG (Max-Planck-Gesellschaft) und des Akademienprogramms erzielen. Die angespannte Haushaltslage des Bundes veranlasste die Bundesregierung, auf eine Änderung der im Juni 2002 gemeinsam gefassten Beschlüsse hinzuwirken. Im November 2002 hatte die Bundesregierung in der BLK darauf gedrängt, die gemeinsam gefassten Beschlüsse vom Juni 2002 aufzuheben und für 2003 keine Steigerungen vorzusehen (siehe CLB 12/2002 Seite 472). Die Länder stimmten dem nicht zu, weshalb in der BLK kein neuer gemeinsamer Beschluss gefasst werden konnte.

Nach den Beschlüssen des Deutschen Bundestages vom März 2003, wonach im Bundeshaushalt nur für die DFG eine Steigerung, für die beiden anderen Zuwendungsempfänger hingegen kein Zuwachs gegenüber 2002 vorgesehen ist, ist der Handlungsspielraum für die BLK vorgegeben. Die in der BLK gefassten Beschlüsse stehen unter dem Vorbehalt der Zustimmung der gesetzgebenden Körperschaften. Mithin ist der BLK-Beschluss vom Juni des vergangenen Jahres mit dem Inkrafttreten des Bundeshaushalts 2003, also gegen Ende April 2003, trotz fehlender Zustimmung der Länder hinfällig; somit erhält nur die DFG einen Zuwachs von 2,5 Prozent.

Bundesministerin Bulmahn betonte, dass die MPG neben den Zuwendungen in der Höhe des Vorjahres zusätzlich 57 Millionen Euro Projektmittel erhalte, weshalb eine Steigerung der Zuwendungen nicht notwendig sei.

Private Bildung als Dienstleistung in Europa

Bund und Länder nehmen den Entwurf des EU-Gemeinschaftsangebots als Grundlage für die weiteren Verhandlungen im Rahmen des GATS (General Agreement on Trade in Services) zur Kenntnis. Darin ist der Punkt „Bildungsdienstleistungen“ als einer von zwölf Dienstleistungssektoren erfasst.

Die Vorschläge der Europäischen Union entsprechen bei der Bildung weitestgehend der bereits im Oktober 2002 von Bund und Ländern beschlossenen Grundsatzposition und der Stellungnahme zu den Drittländerforderungen. Sie entsprechen den Auffassungen von Bund und Ländern, wonach das öffentliche Bildungswesen in Deutschland nicht vom GATS-Abkommen erfasst wird. So bleibt der öffentliche Bildungssektor von den Liberalisierungsverpflichtungen weiterhin ausgeklammert und die Verpflichtungen Deutschlands auf privat finanzierte Bildungsdienstleistungen beschränkt.

MB

Richtungsbewegung veranlasst. Mit Hilfe von molekularbiologischen Techniken und vor allem bildgebenden Verfahren (Calcium-Imaging) gelang es der Forschergruppe, ein genaues molekulares Profil des Duftes zu erstellen, der den Rezeptor stimuliert. Als am besten wirksame Düfte gelten Bourgeonal und Zyklamal – zwei synthetische Substanzen, die man typischerweise benutzt, um den Duft von Maiglöckchen industriell zu imitieren. Der Rezeptor ist sehr spezifisch für bestimmte funktionale Bereiche des Moleküls, erlaubt aber an anderen Positionen kleine Änderungen ohne wesentlichen Wirkverlust. Ähnlich hohe Spezifität fanden die Wissenschaftler vor zwei Jahren bereits für den einzigen bisher bekannten menschlichen Rezeptor – ein Einweiß aus dem Riechsystem, den „Helional“-Rezeptor (hOR 17-4). Neben der rekombinanten Expression dieses Rezeptors in menschlichen embryonalen Nierenzellen, gelang es den Wissenschaftlern auch, hOR 17-4 in lebenden menschlichen Spermien über biochemische und bildgebende Verfahren funktional nachzuweisen. Spermien reagieren mit einer Calciumerhöhung auf exakt das gleiche Duftprofil wie der rekombinante exprimierte Rezeptor.

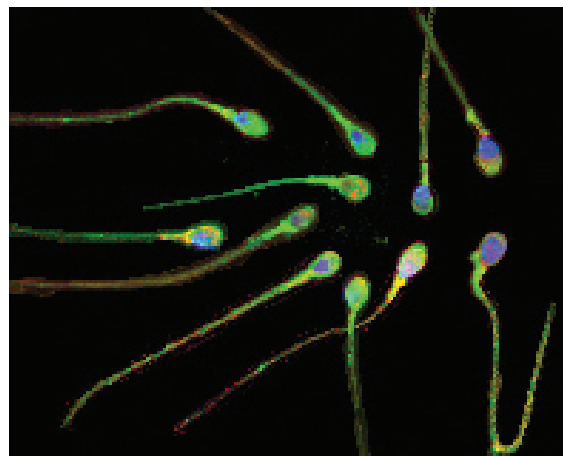
Undecanal macht Spermien orientierungslos und langsam

Darüber hinaus machten die Forscher bei der Suche nach wirksamen Duftsubstanzen eine weitere Entdeckung: Sie fanden einen Riechstoff, der als kompetitiver Blocker (Antagonist) am Rezeptor wirkt. In seiner Gegenwart verliert der stimulierende Duft seine Wirksamkeit. Die zentrale Frage war nun, ob und wie diese Duftstoffe das Schwimmverhalten von Spermien beeinflussen. In Verhaltensversuchen an menschlichen Spermien zeigte sich, dass die Samenzellen ihre Schwimmrichtung exakt auf den Maiglöckchenduft (Bourgeonal) hin orientieren und außerdem

ihre Schwimmgeschwindigkeit verdoppeln. In Gegenwart der blockierenden Substanz Undecanal war dieser Effekt nicht zu sehen. Die Spermien schwammen wieder langsam ziellos umher.

Sichere Verhütung, künstliche Befruchtung

Mit diesen Ergebnissen ist es erstmals gelungen, eine Gruppe von chemischen Substanzen zu identifizieren, die durch Aktivierung eines in der Spermienmembran eingebauten Rezeptors gezielt Spermienbewegungen steuern können. „Jetzt müssen wir nur noch diese Substanz in der Follikelflüssigkeit oder in der Umgebung menschlicher Eizellen nachweisen, dann ist der erste biologisch aktive Lockstoff für menschliche Spermien gefunden“, spekuliert Hatt. Der Einsatz von Lockstoffen könnte von weitreichender Bedeutung für eine erfolgreiche in vitro Fertilisationstherapie sein, um kinderlosen Ehepaaren zu ihrem Kinderwunsch zu verhelfen. Aber es besteht auch die Hoffnung, durch Verwendung des blockierenden Duftes Ansätze für eine neue, Frauen nicht belastende, völlig hormonfreie, empfängnisverhütende Therapie zu entwickeln. „Man kann den Spermien sozusagen die Nase



Menschliche Spermien, mit verschiedenen Farbstoffen gefärbt: Der rote Farbstoff kennzeichnet die äußere Zellmembran der Spermien, die blaue Färbung stellt den Zellkern dar, und die innere Calcium-Konzentration der Spermien ist mit einem grünen Calcium-sensitiven Fluoreszenzfarbstoff gekennzeichnet. Dieser Farbstoff (fura-2) ermöglicht die Messung von Veränderungen der Calcium-Konzentration einzelner Spermien. Diese Calcium-Konzentrationsveränderungen sind die Grundlage der gerichteten Bewegung von Spermien. (Aufnahmen: Uni Bochum, Dr. Eva Neuhaus).

zu halten und sie dadurch am Auffinden der Eizelle hindern“, meint Hatt.

Jetzt sind die Bochumer Forscher noch weiteren Riechrezeptoren in Spermien auf der Spur (vermutlich gibt es etwa zehn davon) und dabei zu klären, ob verschiedene Düfte mit unterschiedlichen Wirkungen den Spermien helfen, den beschwerlichen Weg vom Uterus bis zur Eizelle zu finden. *Dr. Josef König*

SANDDORN E.V.

Gesellschaft der Freunde und Förderer von Sanddorn



Sanddorn e.V., Huseubeide 56, D 10967 BERLIN

Die International Seabuckthorn Association (ISA) führt vom 14. – 18. September 2003 in Berlin ihren ersten Internationalen Kongress durch.

1st Congress of the International Seabuckthorn Association - ISA

Seabuckthorn – a Resource of Health, a Challenge to Modern Technology

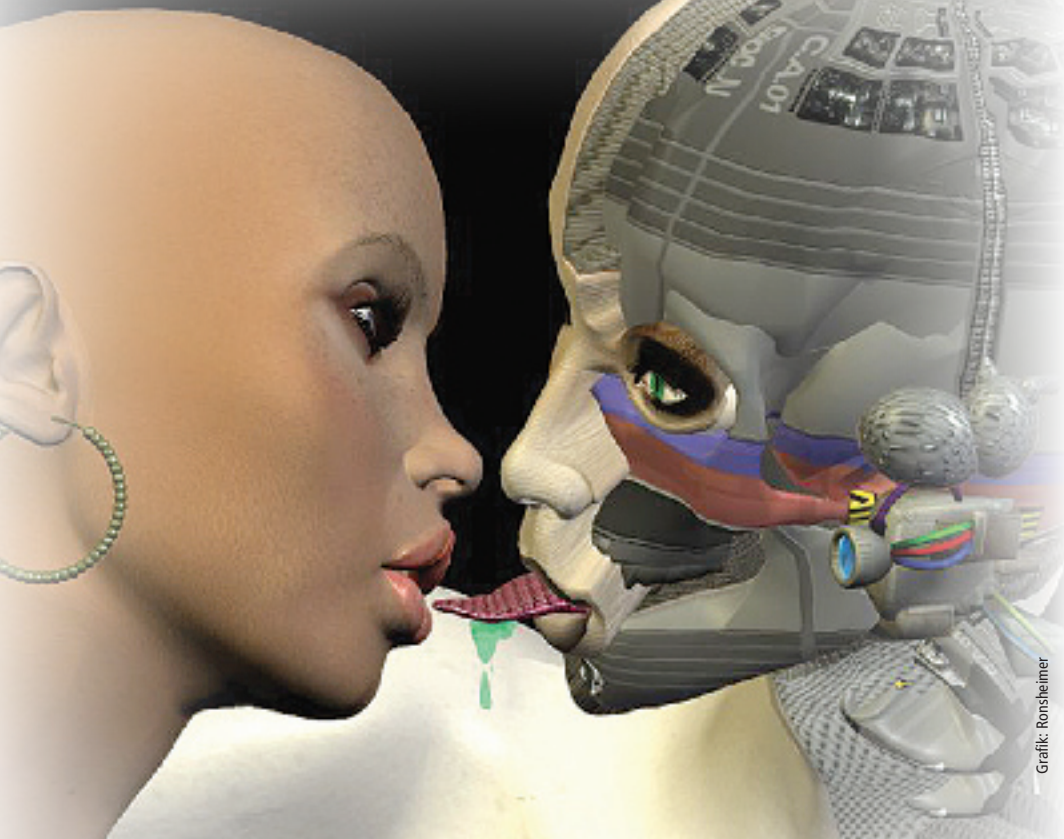
Erwartet werden Vertreter aus Europa, Asien und Übersee. Zeitgleich wird eine internationale Messe zur Anwendung von Sanddorn- und Sanddornprodukten organisiert.

Organisatoren: Internationale Sanddorn Assoziation - ISA
Sanddornverein e.V., Humboldt-Universität Berlin. Technische Universität Berlin

Internet-Adresse: www.sanddorn.net/isa2003.htm
E-Mail-Adresse: isa2003@sanddorn.net

Hippocampus, Retina, Cochlea

Chips im Kopf



Grafik: Ronshemer

Durch „Reverse Engineering“ des Hippocampus ist jetzt ein Chip entstanden, der die Funktion dieses Hirnareals haben soll. Implantate künstlicher Gehörschnecken (Cochlea) gibt es schon länger. Retina-Chips werden ebenso wie Neuron-Chip-Interfaces (siehe CLB 02-2003) erforscht. Auch wenn viele dieser Arbeiten Grundlagenforschung sind, lohnt ein Blick auf den Stand der Entwicklung, um Chancen und Risiken rechtzeitig abschätzen zu können.

In zehnjähriger Forschungsarbeit haben Theodore Berger vom Center for Neural Engineering an der University of Southern California und sein Team den Hippocampus von Ratten entschlüsselt und einen Chip gebaut, der als Hippocampus funktionieren soll. Sie stellten ihre Arbeit in Capri/Italien den über 200 Teilnehmern der 1. Internationalen Konferenz „On Neural Engineering“ vor (19. - 21.

März), veranstaltet von der amerikanischen Ingenieur-Gesellschaft IEEE, Teilgesellschaft EMBS (Engineering in Medicine and Biology Society).

Der Hippocampus ist im Gehirn mitverantwortlich für Gedächtnisbildung – und zwar bei Menschen für Inhalte des deklarativen Langzeitgedächtnisses. Bei Tieren ist er wohl für Kontextlernen und räumliche Orientierung zuständig. Nach Berger ist der Hippocampus das geordneteste und bekannteste Gehirnareal, weswegen er in seinen Funktionen auch am leichtesten zu reproduzieren sei. Zudem habe dies Areal lediglich die Aufgabe, Erfahrungen im Langzeitgedächtnis anderswo im Gehirn abzuspeichern. Deswegen seien Experimente mit einer Hippocampus-Prothese relativ unbedenklich, während die Wirkung gut nachgewiesen werden könne.

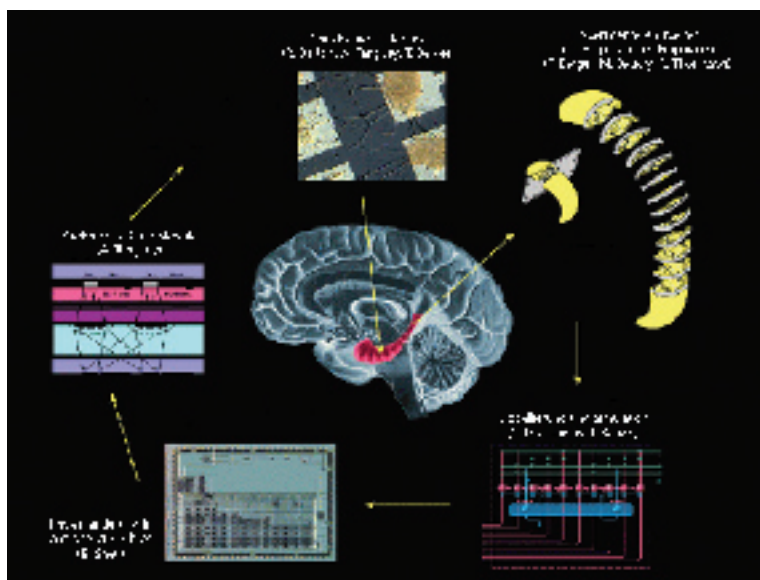
Andere Forscher weisen jedoch darauf hin, dass der Hippocampus auch etwa für das Erkennen von

Gesichtern, für räumliches Lernen und Orientieren und andere kognitive Leistungen zuständig ist. Ebenso sollen über ihn Emotionen und Stimmungen gelenkt werden. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, der US-Forscher sei um Beruhigung um sein Forschungsthema „Neuroprothetik“ bemüht. Finanziert wurde die Forschungsarbeit übrigens nicht nur von der amerikanischen National Science Foundation, sondern auch vom Office of Naval Research und der US-Verteidigungs-Forschungsagentur Darpa.

Die bisherige Arbeit von Berger ist dennoch bemerkenswert. Grundsätzlich gingen er und sein Team so vor: Sie betrachteten den Hippocampus von Ratten als „schwarzen Kasten“, stimulierten in Schnitte zerlegte, entsprechende Gehirnareale millionenfach mit elektrischen Impulsen und registrierten die Reaktionen. So konnten sie feststellen, welcher Output welchem Input entspricht. Daraus hat man dann das Verhalten des gesamten Hippocampus unter allen Bedingungen modelliert, ein Verfahren des „Reverse Engineering“. Solche Eingangs-Ausgangs-Messungen und ein Rückwärts-Modellieren von Ergebnissen hin zu der Funktionseinheit, die diese erzeugt, hat vor Jahren beispielsweise auch die Chipschmiede AMD angewandt, um Chips zu bauen, die so rechnen wie die des Marktführers Intel.

Ein Chip mit dem aufgebracht mathematischen Modell, der über zwei Elektrodenbündel als Ein- und Ausgang mit dem Gehirn verbunden wird, soll künftig beschädigten Hippocampus-Areale überbrücken. Geplant ist, die Prothese zunächst an lebendem Gehirngewebe von Ratten zu testen, um schließlich die Chips in die Gehirne von Ratten und dann auch von Affen zu implantieren.

Sollte die Prothese sich als erfolgreich erweisen, könnten auch Tests mit Menschen beginnen; die Struktur des Hippocampus ist nach Aussage von Experten bei allen Säugetieren ähnlich aufgebaut.



Entwicklung von Hardware-Modellen des Hippocampus für Neuroprothesen als Gehirnimplantate (Quelle: Univ. of Southern California, Center for Neural Engineering).

Steuerung durch Gedanken

Andere Neuroprothesen zielen auf Tätigkeiten ab, die direkt durch Gedanken gesteuert werden. Ein Wissenschaftlerteam um Mijail D. Serruya von der Brown University in Providence, Rhode Island, fand heraus, dass die Signale von nur sieben bis dreißig Neuronen ausreichen, um Affen einen Computercursor steuern zu lassen. Zunächst trainierte man die Affen, per Handsteuerung einem Lichtpunkt auf einem Bildschirm zu folgen. Dabei wurden die Impulse der Neuronen über einen implantierten Chip aufgezeichnet. Dann rekonstruierte man aus diesen Signalen den Pfad der Cursorbewegungen.

Als nächstes rechnete man Neuronenimpulse in Echtzeit in Cursorbewegungen um. Die Affen nutzten sofort die Möglichkeit, den Cursor direkt durch ihre Gedanken zu steuern. Die Forscher führen den Erfolg ihres Experiments auf die Algorithmen zurück, mit denen sie die Bewegungssignale aus den Neuronenimpulsen herausfiltern. Ihre Arbeit soll eines Tages in Neuroprothesen münden, die durch das Gehirn ihres Nutzers unmittelbar gesteuert werden können.

Elektrische Stimulation für besseres Sehen

Die Netzhaut ist praktisch eine Fortsetzung des Gehirns nach außen, viel mehr als eine einfache Ansammlung von Sinneszellen. Auch sie ist ein reizvolles Objekt für Forscher, Chiptechniken zu entwickeln, die ihre Funktion übernehmen kann. Ein Anreiz für solche Forschungen sind Erkrankungen der Netzhaut. Retinale Degenerationen können durch Verlust der Photorezeptoren zur Blindheit führen. Zur Zeit gibt es keine Behandlungsmöglichkeiten für Erkrankungen wie Retinitis Pigmentosa, Chorioidermie oder verschiedene Formen der altersabhängigen Makuladegenerationen. In Deutschland sind mehr als 50 000 Betroffene auf Grund einer Photorezeptorerkrankung erblindet. Etwa zwei Millionen Menschen leiden an der Makuladegeneration, dem Verlust der zentralen Sehschärfe. Mit dem Alter nimmt die Erkrankung dramatisch zu; jeder Vierte über 50 weist mehr oder weniger starke Veränderungen im gelben Sehfeld auf. Eine Heilung ist bislang nicht möglich.

Neue Erkenntnisse in den Bereichen Mikroelektronik, Optoelektronik, Computerwissenschaft,

biomedizinische Technik und auch neue Trends in der Glaskörperchirurgie lassen die Realisierung künstlichen Sehens heute wahrscheinlicher werden. Seit 1995 arbeiten zwei vom BMBF geförderte interdisziplinäre Forschungsgruppen in Deutschland an der Realisierung einer retinalen Prothese für Blinde. Im „Sub-Ret Projekt“ entwickeln Wissenschaftler unter der Leitung von Prof. Dr. Eberhart Zrenner aus Tübingen einen unter die Netzhaut zu implantierenden Silicium-Chip. Eine Anordnung von mehreren tausend Photodioden soll die defekten Sinneszellen ersetzen. Sie wandeln das Licht in elektrische Signale um. Diese werden zu den Stimulationselektroden weitergeleitet, um die angrenzenden Nervenzellen zu reizen. Der Chip wird vom umgebenden Gewebe erstaunlich gut vertragen. Die Augen von Zwergschweinen, mit denen die Tübinger Forscher arbeiten, zeigten nach 14 Monaten Implantationsdauer keine Auffälligkeiten.

Im „Epi-Ret Projekt“ hingegen versuchen Forscher unter der Leitung von Prof. Dr. Rolf Eckmiller aus Bonn eine Mikrokontaktfolie zu entwickeln, die auf der Netzhautoberfläche befestigt wird, um dort die retinalen Ganglienzellen zu stimulieren. Inzwischen arbeiten

Schematische Darstellung des Befestigungsprinzips des Retina-Stimulators: Retinale Zellen wachsen in die Poren einer etwa 100 Mikrometer dicken perforierten Haptik (rechts) ein und verankern den Retina-Stimulator auf der Netzhaut. Der haptische Bereich ist von der verkapselten Elektronik (Stimulationselektroden, links) räumlich separiert und dient ausschließlich der Befestigung (Grafik: Epi-Ret Projekt).



beide Projekte in einem gemeinsamen Forschungsverbund.

Bei dem Epi-Ret Projekt nimmt ein CMOS-Bildaufnahmechip mit integrierter Optik die Außenwelt auf; er sitzt in einem Brillengestell. Dort soll außerdem der lernfähige „Retina-Encoder“, ein Minicomputer auf Basis künstlicher neuronaler Netz, untergebracht werden. Er berechnet aus den Videosignalen die elektrische Pulsfolge, die vom Sehnerv erst verarbeitet werden kann. Daten und Energie werden dann drahtlos zu dem auf der Netzhautoberfläche befestigten Implantat gesendet. Dessen Mikrokontakte sollen sich zufällig mit den Nervenzellen verbinden. Deswegen wird es nötig sein, den Retina-Encoder in monatelangem Training individuell auf den jeweiligen Patienten abzustimmen.

Das Ziel des Retina Implant Projekts ist die Wiederherstellung der Sehfähigkeit bei blinden Menschen. Nach bisher erfolgten Experimenten scheint es möglich, den Patienten einige visuelle Funktionen zu geben, wie das Erkennen von Tag und Nacht, das Wahrnehmen von großen Objekten und eine gewisse räumliche Orientierung. Nach Aussagen von Eckmiller ist Deutschland zur Zeit führend in der Systemtechnik für Retinaimplantate.

Auch in den USA erprobt man die ersten Prototypen von Augenchips, und zwar an Hunden. Einer der federführenden Wissenschaftler, Mark Humayun von der John

Hopkins University in Baltimore, hat vereinfachte Chips auch schon an Blinden getestet. Sie wurden nur für wenige Stunden in die Augen eingeführt. Dabei konnten die Freiwilligen einfache geometrische Figuren wie Kreise und Balken ausmachen, die die Forscher von außen eingespeist hatten. Noch haben die Bilder maximal 100 Pixel. Beim nächsten Prototypen, der voraussichtlich 2004 fertig wird, will man 1000 erreichen.

Ergänzend muss gesagt werden: Nicht nur Siliciumchips könnten in Zukunft bei Krankheiten der Netzhaut helfen. Mit Hilfe eines Lasergeräts konnten Wissenschaftlern der Universitäts-Augenklinik Heidelberg im Experiment Ernährungszellen der Netzhaut, die Pigmentepihelzellen (Photorezeptoren), aus der Peripherie in die Makula transplantieren. Dadurch haben sie eine wichtige Voraussetzung geschaffen, die Sehfähigkeit in der Makula, dem Fleck schärfsten Sehens, wiederherzustellen. Zur Anwendung des UV-Excimerlasers im Auge dienen spezielle Laserapplikatoren, die durch ihren kleinen Durchmesser durch 0,9 Millimeter-Öffnungen am Rand der Hornhaut eingebracht und bei dem Netzhaut-Eingriff verwendet werden können.

Cochlea-Implantate

Eine Verbindung von Technik und Nervenzellen im Kopf ist schon erfolgreich in der Medizin eingesetzt worden. Die Rede ist von Implan-

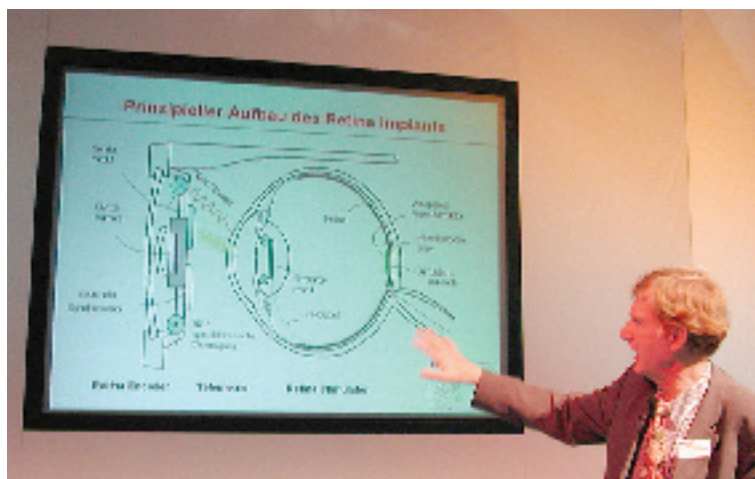
taten im Innenohr, der Schnecke oder Cochlea. Vom äußeren Ohr aufgenommene Schallwellen breiten sich über Trommelfell und Gehörknöchelchen zum flüssigkeitsgefüllten Innenohr hin aus. Die dort gelegenen Hörsinneszellen (Haarzellen) wandeln den Schall in kleine elektrische Ströme um, die die angekoppelten Hörnervenfasern an das Hörzentrum zur Verarbeitung weiterleiten. Bei 99 Prozent aller tauben Menschen sind die Hörsinneszellen zerstört, während der Hörnerv noch funktioniert. Rund 200 000 Menschen in Deutschland sind taub, davon circa 80 000 von Geburt an.

Cochlea-Implantate (CI) nahm erstmals 1978 Prof. Graeme Clark von der Universität Melbourne vor. Ein CI ersetzt die Funktion der Hörsinneszellen, indem es den Schall über ein Mikrofon aufnimmt, in eine Abfolge von elektrischen Impulsen umsetzt und diese über Elektroden auf die Hörnervenfasern weitergibt. Ein CI besteht aus drei Teilen: dem Implantat, dem Sprachprozessor und dem Mikrofon. Das Implantat mit einem Magneten, einem Empfänger und Elektroden setzt ein Chirurg in den Knochen hinter dem Ohr ein. Die Elektroden bestehen aus feinsten Einzeldrähten, die als Bündel in die Schnecke (Cochlea) hineinragen. Das Mikrofon wird wie ein kleines Hörgerät über die Ohrmuschel gehängt.

Die damit verbundene Sendespule wird durch den Magneten gehalten und stellt die Verbindung mit dem Implantat unter der Haut her. Der Sprachprozessor ist durch ein dünnes Kabel mit dem Mikrofon verbunden und wird meistens in der Tasche oder am Gürtel getragen. Der Trend geht aber in Richtung Hinter-dem-Ohr-Prozessor, mittelfristig wahrscheinlich sogar in Richtung vollimplantierbares CI.

Die CI-Operation bleibt unvollständig, wenn nicht auch in solchen Fällen die Anpassung des Sprachprozessors und das Training im Verstehen und Sprechen folgen.

Rolf Kickuth



Prof. Rolf Eckmiller demonstriert den Aufbau eines Retina-Implantats (Foto: Kickuth).

Änderung der Elektronenhülle von Molekülen In Attosekunden aufgelöst

Die Bewegung von Elektronen kontrollieren
Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching und der Technischen Universität Wien mit bisher nicht gekannter Genauigkeit. So erzeugen sie einzelne Lichtpulse im Attosekunden-Bereich. Damit könnten in Zukunft Einblicke in die Elektronenhülle möglich sein.

Seit Jahren liefern sich verschiedene Labors ein Wettrennen in der Erzeugung immer kürzerer Laser-Lichtblitze. Dabei ist man inzwischen bei Pulsdauern von nur noch wenigen Femtosekunden angekommen. Wie mit einem Stroboskop kann man mit wiederholten Laserblitzen die Bildung wie auch die Schwingung von Molekülen in Echtzeit beobachten. 2002 gelangen die ersten Experimente mit Lichtblitzen im Attosekundenbereich (10^{-18} Sekunden).

In einer Attosekunde legt das Licht eine Entfernung zurück, die kaum größer ist als die Länge eines Wassermoleküls. Die natürlichen Schwingungen eines Moleküls vollziehen sich innerhalb von Zeiten, die in der Größenordnung von einigen zehntausend Attosekunden liegen; selbst die schnelle Bewegung von Elektronen um einen Atomkern wird in einigen Hundert bis einigen Tausend Attosekunden gemessen, und eine einzige Schwingung einer Welle von sichtbarem Licht dauert etwa 2000 Attosekunden.

Bei den jetzt erzeugten Attosekundenpulsen handelt es sich um Blitze weicher Röntgenstrahlung, die entstehen, wenn man intensive Lichtpulse eines Femtosekundenlasers in ein Gas fokussiert. Durch das starke elektrische Feld werden Elektronen aus den Gasatomen herausgerissen und

beschleunigt. Da sich das Feld nach kurzer Zeit umkehrt, können solche Elektronen wieder zum Atom zurückkehren, wo sie die in der Zwischenzeit aufgesammelte Energie in einem Spektrum hoher Harmonischer Frequenzen abstrahlen. Allerdings war bisher nur die zeitabhängige Helligkeit oder „Einhüllende“ der eingestrahnten Laserpulse messbar. Der Verlauf des elektrischen Feldes innerhalb der Puls-Einhüllenden war unbekannt und blieb bei allen bisherigen Experimenten dem Zufall überlassen. Wie bei einer stroboskopischen Blitzlampe mit Wackelkontakt entstanden so im Gas in unkontrollierter Weise manchmal Einzelblitze und manchmal Mehrfachblitze, und die Deutung der Messergebnisse erforderte das Gespür eines guten Detektivs.

Die präzise Kontrolle des elektrischen Feldes eines Lasers ermöglicht eine Reihe neuer Effekte und Anwendungen. Von besonderer Bedeutung ist die Erzeugung von Lichtpulsen im Attosekundenbereich. Geht es beim Femtosekundenlaser noch um die Bewegung der Kerne in Molekülen, lassen sich mit Attosekundenpulsen sogar Umstrukturierungen der Elektronenhülle beobachten und steuern. So kann man künftig zum Beispiel die Bewegung von Elektronen, die durch Photonen angeregt wurden, um ihr Mutter-Ion zeitaufgelöst verfolgen.

Um nicht nur die Helligkeit sondern auch den genauen Verlauf des elektrischen Feldes in einem Laserpuls zu steuern, kombinierten Max-Planck-Forscher um Prof. Theodor Hänsch ihre Technik der Laser-Frequenzkämme für Präzisionsmessungen mit den Erfahrungen von Prof. Ferenc Krausz am Wiener Institut für Photonik im Umgang mit ultraschnellen Lasern. *mpg*

Proteine, Gene und Hormone

Der Transport lebensnotwendiger Proteine aus dem Zellinneren in die Mitochondrien wurde von Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts in Frankfurt/Main in Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppen der Universitäten Freiburg und Osnabrück aufgeklärt. Die meisten von mehreren hundert Mitochondrienproteinen werden über ein Enzym, das einen doppelporigen Kanal darstellt, zur inneren Hülle des Mitochondriums geschleust. Schwerwiegende, neurodegenerative Erkrankungen wie das Mohr-Tranebjärg-Syndrom können bei einem Defekt dieser Kanäle die Folge sein.

Das Selen-Transportprotein Selenoprotein P spielt eine wichtige Rolle beim Schutz vor Krebs. Das Spurenelement Selen neutralisiert freie Radikale in Zellen und senkt damit das Krebsrisiko. Wissenschaftler der Charite Berlin, der Universität Würzburg und der Technischen Universität Braunschweig zeigten, dass Selenoprotein P den Transport des Selens aus der Nahrung in die Körperzellen bewirkt. Der Selenoprotein P-Spiegel im Blut könnte als Marker für das persönliche Krebsrisiko verwendet werden.

Ein Gendefekt kann verschiedene Formen idiopathischer Epilepsien hervorrufen. Epilepsie entsteht durch sich unkontrolliert ausbreitende elektrische Impulse in den Nervenzellen. Normalerweise reguliert der Botenstoff GABA durch Hemmung die Impulsausbreitung. Wenn jedoch die Chlorid-Ionen-Konzentration in den Nervenzellen zu hoch ist, hat GABA eher die gegenteilige Wirkung. Wissenschaftler der Universitäten Bonn, Ulm und Aachen fanden erstmalig ein Gen, das für den Bauplan der Chlorid-Ionen Kanäle in den Nervenzellen verantwortlich ist. Ist das Gen mutiert und die Kanäle funktionsunfähig, erhöht sich die intrazelluläre Chlorid-Ionen-Konzentration.

Die Identifizierung des HM-74 Rezeptormoleküls von Nikotinsäure gelang nun Forschergruppen der Universitäten Heidelberg, München und Düsseldorf. Nikotinsäure bindet über den Rezeptor an Fettzellen und bewirkt, dass weniger freie Fettsäuren in die Blutbahn gelangen. Störungen des Blutfettstoffwechsels sind wesentliche Voraussetzungen für Erkrankungen wie Herzinfarkt und Schlaganfall. Bei jetzt bekannter Rezeptorstruktur kann gezielt nach anderen Substanzen mit weniger Nebenwirkungen als Nikotinsäure gesucht werden.

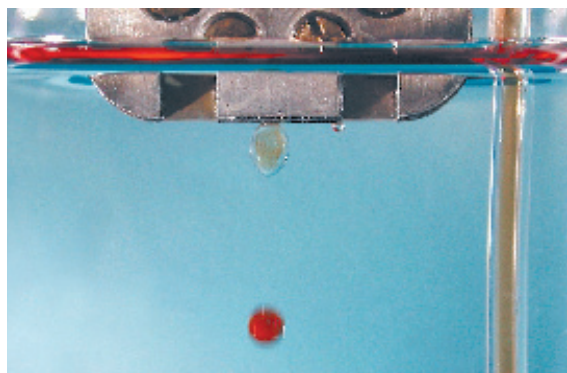
Das Hormon [His7]-Corazonin spielt eine Schlüsselrolle im Verhalten von Wanderheuschrecken. Forscher des Zoologischen Instituts der Universität Leuven (Belgien) fanden heraus, dass man aus solitären, nicht schwärmenden Wanderheuschrecken durch die Behandlung mit [His7]-Corazonin eine Verwandlung in die gefährliche schwärmende Form bewirken kann, die sich in Farbe, Körpergestalt und Verhalten unterscheidet.

Hannover Messe: Vom Labor zur Produktion ohne Technikum „Number Up“ statt „Scale Up“

Ein Spektrum der Mikrosystemtechniken sowie ergänzende Ansätze der Optik, Laser-, Nano- und Medizintechnik zeigten 250 der insgesamt 6200 Aussteller auf der Hannover Messe 2003. Zu sehen gab es unter anderem Mikromischer, kaum größer als ein Zuckerwürfel, Mikroreaktionsanlagen, die in einen Aktenkoffer passen, und Ameisen-kleine Mikrodurchfluss-Sensoren.

In der Welt der kleinen Teile herrsche keine Rezession, meinte das Team der Hannover Messe. Entsprechend positiv sei die Stimmung bei den Ausstellern des Bereichs „Micro Technology“. Da sich die ohnehin schon winzigen Systeme, Komponenten und Herstellungsverfahren nicht beliebig weiter verkleinern lassen, demonstrierte man vor allem die Zusammenarbeit der einzelnen Komponenten. Beispielsweise zeigte der VDMA, der Verband der Investitionsgüterindustrie, gemeinsam mit verschiedenen Industriepartnern eine Produktionslinie mit Laser, Greifer, Klebestation, Qualitätskontrolle und Prozesssoftware zur Herstellung von Mikroprodukten. Lieferanten von Mikroreaktoren bieten auch die passenden Mikropumpen und Mikrodurchflusssensoren an.

Ausbildung von Eisenrhodanid in einem Tropfen aus einem Mikromischer: Die Mischung zwischen den Reaktanden startet im oberen Tropfen (weitgehend farblos). Im freifallenden unteren Tropfen ist die Reaktion in vollem Gang (Foto: IMM).



Die Mikroreaktionsanlage zur Vitamin A Produktion lässt sich von einem Rechner aus steuern. Während die Umrüstung der Anlage auf andere Produkte bereits relativ einfach sei, werde an der Software-Optimierung bis zur Achema noch gearbeitet, meinte Dr. Frank Schael, Leiter Optik, Sensorik, Aktorik bei Ehrfeld (Foto: Bulmahn).

Vitamin A Produktion auf dem Wohnzimmer Tisch

In einer solchen Mikro-Reaktionsanlage beispielsweise der Ehrfeld Mikrotechnik AG lassen sich auf einer Tischplatten-großen Fläche mehrstufige Synthesen mit einer Produktionskapazität von einer Tonne pro Jahr durchführen. Ein Beispiel dafür ist die Vitamin A Synthese. Modulare Mikroreaktionssysteme bieten die Möglichkeit, alle wesentlichen Grundoperationen der chemischen Verfahrenstechnik wie Mischen, Dispergieren, Extrahieren, Wärmeübertragen und so weiter in mikrotechnischen Strukturen durchzuführen. Die Forschung und Entwicklung kann im Litermaßstab in immer wieder neu zusammengestellten Anlagen statt finden – die Produktion erfolgt dann ohne sondernde Scale-up-Versuche in der gleichen Anlage.

Pulver aus dem Mikromischer

Mehr Durchsatz durch Numbering-up – die Theorie klingt einfach. Doch in der Praxis stößt das Konzept schnell an wirtschaftliche Grenzen, denn mit der Zahl

der Reaktoren steigt auch der Aufwand an Regeltechnik. Die Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH (IMM) hat daher ein flexibles System entwickelt, das einen Flüssigkeitsstrom gleichmäßig auf sechs verschiedene Mikromischer ohne eine aktive Regelung des Flusses verteilt. Zur Verteilung von drei Komponenten auf sechs Mikromischer benötigt man jetzt drei Pumpen statt 18. Kontrolliert und kontinuierlich lassen sich beispielsweise Pulver wie CaCO_3 oder BaTiO_3 herstellen. Im Gegensatz zur Chargenkristallisation führt dieser Prozess zu feinen Partikeln (in der Regel kleiner zehn Mikrometer) mit enger Korngrößenverteilung.

Volumen- und Abstandsmessung

Das Forschungszentrum Karlsruhe arbeitet mit Kooperationspartnern an verschiedenen Projekten der Mikrosystemtechnik. Beispielsweise hat man Mikro-Sensoren für die Messung kleinster Fluidmengen entwickelt. Der Sensor basiert auf dem thermisch anemometrischen Prinzip: Gemessen wird die elektrische Leistung, die benötigt wird,

um die Abkühlung eines im Gas- oder Flüssigkeitsstrom hängenden „Heizdrahtes“ zu kompensieren.

Das Fraunhofer IPT stellte einen faseroptischen Mikrosensor für berührungslose Messungen mit Auflösungen im Sub-Mikrometerbereich vor. Der Sensor ist mit einer Spitze von circa 500 Mikrometern Durchmesser ausgestattet und verfügt über eigens am Institut gefertigte optische Elemente (Spiegel, Optiken). Die hohe Messfrequenz des Sensors und seine weitgehende Unabhängigkeit von der zu untersuchenden Oberfläche eröffnen zahlreiche Einsatzgebiete von der Mikromontage bis zur Medizintechnik.

Lab-on-a-Chip

Geringer Probenverbrauch, geringe Materialkosten und gleichzeitige Messung verschiedener Proben – das sind Forderungen der pharmazeutischen Industrie. Das Forschungszentrum Karlsruhe hat deshalb mit seinem Kooperationspartner Greiner Bio-One GmbH neuartige Mikrotiterplatten aus Kunststoff hergestellt. Mittels der vom Forschungszentrum entwickelten Vakuumheißprägetechnik konnte man 96 mikrofluidische Lab-on-a-Chip-Strukturen auf einem Trägersystem unterbringen. Mit Elektroden versehen und luftdicht verschlossen, ermöglichen sie die parallele Analyse von DNA oder Proteinen mittels Elektrophorese.

Der gemeinsam von der Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH (IMM) und NorChip AS entwickelte μ -Konzentrator ist besonders für den Einsatz in der biomedizinischen Diagnostik geeignet. Mittels Dielektrophorese (DEP) ermöglicht dieser Chip das selektive Separieren und Aufkonzentrieren polarisierbarer Biopartikel wie Viren und Bakterien aus komplexen Substanzgemischen für eine nachfolgende Analyse. Die Zick-Zack-Geometrie der aus Gold hergestellten Mikroelektroden führt zu extremen Feldinhomogenitäten bei gleichzeitig hoher Feldstärke und so zu einer

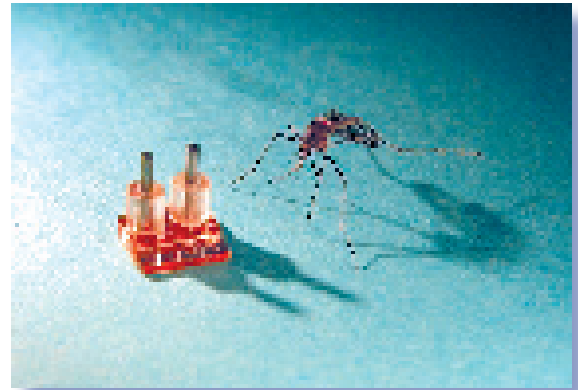
großen Anzahl an Bereichen hoher DEP-Kräfte.

Modulare Konzepte auch in der Fertigung

Oft halten fehlende Fertigungstechniken die Markteinführung neuer Sensorsysteme auf. Um Mikrosysteme fit für die wirtschaftliche Verwertung zu machen, fördert der im Forschungszentrum angesiedelte Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien das Vorhaben „Mikro-Femos – Mikro-Fertigungstechniken für hybride mikrooptische Systeme“. Gemeinsam mit Partnern aus der Industrie entwickelt das Forschungszentrum in diesem Projekt modulare Fertigungs-, Montage- und Automatisierungskonzepte. Mit dem modularen Aufbau ist es möglich, auch kleine und mittlere Unternehmen in die Wertschöpfungskette der Sensorherstellung einzubeziehen, indem sich diese Firmen auf eine Fertigungstechnik spezialisieren.

Elektrolumineszenz auf Siliciumbasis

Wegweisend für zukünftige Entwicklungen ist auch die Realisierung blau-violetter Elektrolumineszenz auf Siliciumbasis. Die Lichterzeugung erfolgt dabei aus winzigen Silicium- oder Germanium-Strukturen, die in Siliciumdioxidsschichten eingebettet sind. Der Herstellungsprozess basiert vollständig auf der herkömmlichen Siliciumtechnologie. Damit sind die Lichtquellen auch in konventionelle Chips integrierbar, was einen entscheidenden Vorteil gegenüber herkömmlichen Hybrid-Technologien darstellt. Für den Einsatz in der optischen Chip-Kommunikation sind die erzielbaren Datenraten allerdings noch zu gering. Jedoch lässt sich diese Entwicklung zum Beispiel im Sensorik-Bereich einsetzen. Derzeit untersucht die Nanoparc GmbH Dresden, ein Spin-off des Forschungszentrums Rossendorf (FZR), ihre Anwendung für die Fluoreszenz-Analytik in der Bio-



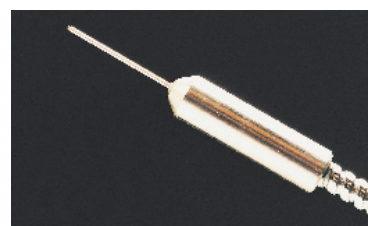
Mikrodurchfluss-Sensor zur Messung kleinster Flüssigkeits- und Gasmengen (Foto: Forschungszentrum Karlsruhe).

Sensorik. Da die Kombination der Lichtemitter mit integrierten Lichtempfängern bereits erfolgreich getestet wurde, gehen die Aktivitäten nun weiter in Richtung Lab-on-Chip-Systeme. Auch hier ist die Realisierung in Siliciumtechnologie ein entscheidender Vorteil, weil sie die Schnittstelle zur Mikrosystemtechnik garantiert. Zudem ist die Umsetzung auf der Basis von Silicium kostengünstig und damit vielversprechend für Einweg-Analysechips.

Forschung und Technik

Im Bereich „Research & Technology“ präsentierten 500 Aussteller einen Trend, der sich durch nahezu alle Hallen auf dem Messegelände zog: Man benötigt immer häufiger Gesamtlösungen – Systeme, zu denen viele Disziplinen ihren Beitrag leisten. Besonders deutlich wurde das zum Beispiel auf dem Gemeinschaftsstand „Bionik“: Durch interdisziplinäre Zusammenarbeit lassen sich hier die Erkenntnisse aus der Funktionsbiologie auf technische Anwendungen übertragen. Ein anschauliches Beispiel bot der „Bionik-Staubsauger“, dessen Düsenkonzept von der Rüsselstruktur der Stubenfliege und der Zahnanordnung von Schneckenzungen abgeleitet wurde.

Maren Bulmahn



Faseroptischer Mikrosensor mit 500 Mikrometer-Spitze zur Abstandmessung (Foto: Fraunhofer IFT).

Neue Entwicklungen und wissenschaftlicher Austausch Kölner Workshop zur Dopinganalytik

Dopinganalytik beschäftigt sich hauptsächlich mit der Untersuchung von Urin. Darin sucht man „verbotene Substanzen“ wie Ephedrin oder Clenbuterol. Vorrangig eingesetzte Methoden sind Chromatographie und Massenspektrometrie. Ständig steigt der Anspruch an Nachweisgrenzen und Qualitätskontrollen. Auch im Urin bisher nicht aufgetretene Stoffe sollen gefunden werden. Über aktuelle Tendenzen in der Dopinganalytik diskutierten kürzlich über 100 Wissenschaftler aus 40 Ländern in Köln.

Analytiker haben in der Dopingkontrolle mit denselben Problemen zu kämpfen wie auch in der Umwelt- oder Wirkstoffanalytik: Man erwartet in kürzester Zeit quantitative Angaben zu möglicherweise qualitativ noch nicht bekannten Stoffen – und das mit 100prozentiger Richtigkeit. Technisch sind die Analysemethoden im allgemeinen ausgereift und auf dem neuesten Stand. Dennoch gilt die analytische Weisheit – man kann nur finden, wonach man sucht – auch für die Dopinganalytik.

Das International Olympic Committee (IOC) definiert Doping als die Verwendung eines Mittels, das potentiell gesundheitsschädlich für den Athleten ist oder dessen Leistung zu steigern vermag; außerdem zählt das Vorhandensein einer verbotenen Substanz (siehe Tabelle) im Körper des Athleten oder die Verwendung einer verbotenen Methode (siehe Kasten) zum

Verbotene Methoden

Blutdoping: Weder Eigen- noch Fremdblut darf ohne medizinische Indikation verwendet werden.

Künstliche Plasmaexpander und Sauerstoffträger: Hydroxyethylstärke, PFK und andere.

Pharmakologische, chemische und physikalische Manipulation: Probenicid, Epitestosteron, pH-Wertänderung, Urinaustausch und so weiter.

Verbotene Wirkstoffgruppen	Beispiele
Stimulantien	Amphetamine, Cocain, Coffein, Ephedrin, Strychnin
Narkotika	Morphin, Heroin
Anabole Substanzen	androgene Steroide β-2 Agonisten
Diuretika	Furosemid, Hydrochlorothiazid, Spironolacton
Peptidhormone, Mimetika und Analoge	Choriongonadotropin (HCG) Erythropoietin (EPO)

Doping. Als Beweismittel dient im allgemeinen ein Massenspektrum. Nach einer Statistik des IOC von 1999 enthielten fast 60 Prozent der positiven Proben Anabolika, etwa 20 Prozent Stimulantien und die übrigen Narkotika, Diuretika oder andere.

Zur Zeit sind nur Harnproben für einen positiven Befund vorgesehen. Allerdings entnahm man im Rahmen der Überprüfung von Erythropoietin (EPO) bei den Olympischen Spielen in Sydney 2000 erstmals auch Blutproben. Es sind aber auch Haare, Speichel, Schweiß und Fäzes als Proben denkbar.

Nach der Probenvorbereitung zur Isolierung und Derivatisierung verbotener Stoffe erfolgt ein Screening zum Aufspüren solcher Substanzen mittels Chromatographie. Ein eindeutiger Substanznachweis gelingt dann mit der Massenspektrometrie. Nur bei der Gruppe der Peptidhormone arbeitet man mit substanzspezifischen Enzym-Immuno-Assays.

Jetzt sind weltweit 29 Labore von der IOC akkreditiert. Davon befinden sich zwei in Deutschland (Köln und Kreischa). Weitere Labore bereiten sich auf eine Akkreditierung vor. Diese wird dann nicht mehr das IOC sondern die World Antidoping Agency (WADA) vornehmen. Wie Dr. Patrick Schamasch, wissenschaft-

licher Direktor der WADA, im März auf dem „Manfred Donike Workshop (21. Kölner Workshop für Dopinganalytik)“ berichtete, kämpfe das IOC seit 1976 gegen Doping, erlitt 1998 bei der Tour de France seine größte Niederlage und werde die Verantwortung für die Dopinganalytik 2004 an die WADA übertragen. Unterstützend wirken auch die 2000 gegründete World Association of Anti Doping Scientists (WAADS) und die Nationale Anti-Doping Agentur (NADA). Die NADA versteht sich laut ihrem Vorstandsvorsitzenden Dr. Peter Busse als „sport- und staatsfern“ und damit als unabhängig. Sie führt bereits jetzt die „Trainingskontrollen“ durch: Doping-Kontrollen, die überraschend außerhalb der Wettkämpfe stattfinden. Später will die NADA sich auch an den Wettkampfkontrollen beteiligen. Als weitere wichtige Aufgabe sah Busse auch pädagogische Maßnahmen gegen das Doping an. Prof. David Cowan von der WAADS betonte, dass Analytiker immer nur Messwerte liefern könnten, über Schuld oder Unschuld entscheiden müsse dann das Gericht. Stellvertretend für viele forderte Prof. Christiane Ayotte (kanadische Antidoping-Kommission) die Übernahme von mehr Verantwortung für Maßnahmen gegen Doping durch Politiker. *Maren Bulmahn*

„BioLab on Tour“ in Baden-Württemberg Suche nach den besten Köpfen

Das derzeit einzige rollende Biochemielabor eines Bundeslandes ist seit dem 4. April in Baden-Württemberg (BW) unterwegs. Mehr noch als der im Rahmen der Aktion „Jahr der Chemie“ bundesweit rollende Chemietruck „Justus“, der auch für Showelemente eine Bühne darstellt, ist das „BioLab Baden-Württemberg on Tour“ dem ersten Kontakt mit eigenen Versuchen gewidmet. Diese betreffen zudem nicht die allgemeine Chemie, sondern die Biochemie und -technik.

Das hat gute Gründe, wie Dr. Christoph-E. Palmer erläuterte, Minister des Staatsministeriums und Aufsichtsratsmitglied der Landesstiftung BW (Geschäftsführer: Prof. Dr. Claus Eiselstein), der Initiatorin des BioLab-Trucks. „Geschätzt 400 Milliarden US-Dollar Umsatz werden mit Biotechnik im Jahr 2010 erzielt. Kaum ein neues Medikament wird ohne Biotechnik auskommen. Hier in Baden-Württemberg liegen 20 Prozent der Arbeitsplätze in diesem Bereich, ebenso 25 000 von bundesweit 115 000 der deutschen Pharmaindustrie“, so Palmer. Im Rahmen der europäischen Osterweiterung verlängere sich auch die Werkbank, einfachere Produktionen gingen nach Osten. Man müsse sich bemühen, forschungsintensive Arbeitsplätze

in BW und die besten Forscherköpfe zu halten – und die Jugend darauf vorbereiten.

Carola Maute-Stephan, Geschäftsführerin des Verbandes der Chemischen Industrie, Landesverband BW, der ca. ein Viertel der Mittel von rund zwei Millionen Euro für den Truck bereitstellt, machte allerdings auch auf notwendige Änderungen der Rahmenbedingungen für Biotechnik aufmerksam: „BW ist beispielsweise weltweit mit führend beim Tissue Engineering. Es ist notwendig, dass entsprechende Produkte jetzt auch von den Sozialkassen anerkannt werden“, forderte Maute-Stephan.

Prof. Dr. Konrad Beyreuther, Staatsrat für Lebens- und Gesundheitsschutz in BW, machte an Beispielen die Bedeutung der Biotechnik für den Alltag deutlich. So gebe es in der Welt – besonders in Asien – rund eine Milliarde Menschen, deren Blut zu wenig Eisen habe, da die Grundnahrung Soja einen Stoff beinhalte, der Eisen bindet. Gentechnisch ließe sich die Pflanze leicht so ändern, dass dieser Stoff nicht mehr auftrete.

„BioLab on Tour“ soll drei Jahre unterwegs sein, etwa 220 Standorte anfahren und mit seinen 12 komplett ausgestatteten Genlaborplätzen der Sicherheitsstufe S1 einer fünfstelligen Zahl Schüler ein Einstiegspraktikum ermöglichen. Weitere

können die Ausstellung sehen. 250 Schulen hatten bereits vor dem Start ihr Interesse angemeldet. RK



Eine erste Schülergruppe im BioLab begrüßte die Initiatoren und Förderer (rechts, v.l.) Beyreuther, Eiselstein, Maute-Stephan und Palmer (F.: Kickuth).



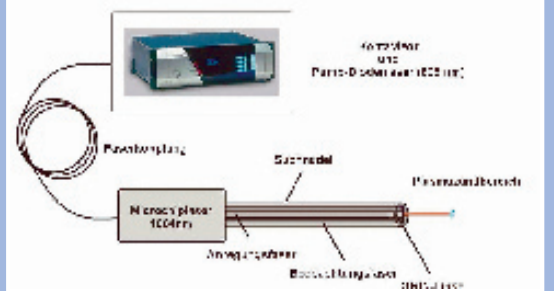
Sensoren und Biochips

Einen Biochip-Scanner für die Echtzeit-Bestimmung von Bindungskinetiken haben Wissenschaftler der Abteilung Molekulare Bioanalytik & Bioelektronik des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik (IBMT) entwickelt. Es ist auf bis zu Tausend Spots (sensitiven Oberflächen auf dem Chip) gleichzeitig anwendbar und kann in einem Durchflusssystem die Bindungsdissoziation in Echtzeit verfolgen. Damit wird für jede Kinetik eine Reihe von Datenpunkten aufgenommen, woraus man mehr Informationen über den Bindungsmodus erhalten kann als mit traditionellen Verfahren.

Biohybride Ein-Zell-Biochips – das sind Zell- und Gewebe-basierte bioelektronisch auslesbare Mikrostrukturen – stellt die Abteilung Biohybride Systeme des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik (IBMT) stellt her und entwickelt sie weiter. Diese Systeme ermöglichen ein automatisiertes Screening von toxikologischen Substanzen an kleinsten Zell- und 3D-Gewebemodellen unter Einsatz der Impedanzspektroskopie. Einsätze bei der pharmazeutischen Wirkstoffsuche, bei der Qualitätskontrolle in der Lebensmitteltechnologie oder in der Umwelttechnologie, zum Beispiel beim Aufspüren von Toxinen (Insektizide, Pestizide), stellen weitere Anwendungsmöglichkeiten dar.

Einen Sensor, mit dem sich in der lebenden Zelle Aufnahme, Verteilung und Stoffwechsel von Glucose in Echtzeit verfolgen lassen, haben Tübinger Forscher um Prof. Wolf Frommer am Zentrum für Molekularbiologie der Pflanzen (ZMBP) der Universität Tübingen entwickelt. Als Glucose-bindendes Molekül verwenden sie ein gentechnisch modifiziertes Protein aus Bakterien (periplasmic glucose/galactose binding protein, GGBP), an dessen Enden zwei fluoreszierende Proteine hängen. Wird Glucose gebunden, verändert sich die Molekülform und damit die gemessene Resonanzenergie der Fluoreszenz.

Eine „Laseroptische Minensuchnadel“ entwickelt die Arbeitsgruppe um Professor Dr. Wolfgang Schade vom Institut für Physik und Physikalische Technologien der TU Clausthal. Sie beruht auf miniaturisierter Lasertechnologie in Verbindung mit der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS) und ermöglicht die berührungslose online und insitu Klassifizierung von Explosivstoffen. Das Verfahren ist zum Patent angemeldet.



Kristallen beim Wachsen zuhören

Analyse von Zeolithen

Mittels Ultraschall kann in einem weltweit einmaligen Verfahren die Züchtung von Zeolithkristallen erstmals überwacht werden. Nach dreijähriger Arbeit in einem Projekt mit der ESA (European Space Agency) hat sich nach Prof. Dr. Wilhelm Schwieger vom Institut für Bio- und Chemieingenieurwesen der Universität Erlangen-Nürnberg ein Teilergebnis zu einem echten „Volltreffer“ entwickelt.

Zur Zeolithherstellung rührt man alle benötigten Ausgangsstoffe zu einem dickflüssigen Reaktionsgel. Bei Erwärmung wachsen darin die Zeolithkristalle. Da für jeden Anwendungszweck eine andere Kristallart und -größe benötigt wird, musste man bislang regelmäßig Proben entnehmen, filtrieren, trocknen und analysieren.

Die Erlanger Forscher benutzen nun hochfrequente Schallwellen zur Untersuchung direkt im

Rührkessel. Die Ultraschallwellen ändern auf dem Weg durch die Reaktionslösung ihre Geschwindigkeit und „Lautstärke“. Wird das empfangene Signal mit dem Zustand der Lösung korreliert, so lassen sich das Gel zu Reaktionsbeginn und verschiedene Stadien „fertiger“ Zeolithkristalle unterscheiden.

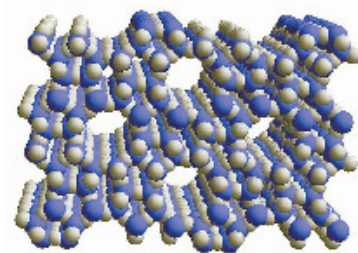
Die Entwicklung der „künstlichen Fledermaus“ zur Analyse war keineswegs geplant. Zur optimierten Zeolithherstellung experimentierte man unter anderem mit Mikrowellen als Wärmequelle. Für die Versuche im elektrischen Feld der Mikrowellen wurde jedoch eine geeignete Untersuchungsmethode benötigt. Gemeinsam mit Kollegen der Universität Leipzig und einem Industriepartner entwickelten die Erlanger Forscher das Verfahren bis zur Anwendungsreife. Es ist jetzt in einem Pilotprojekt im Chemiepark Bitterfeld zur Qualitätssicherung im Einsatz.

Miniatur-Prozess-GC

Siemens stellt jetzt einen Gaschromatographen für industrielle Prozesse vor, der nur noch die Größe eines Fußballs hat.

Schlüsselbauteile des Geräts – Detektoren, Gas-Dosierung und Trennsystem – sind nur so groß wie ein Fingernagel. Sie bestehen aus Silicium mit haardünnen Kanälen. Absolut neu ist, dass die Technik ohne bewegliche Ventile auskommt.

Nur über die computergesteuerte Änderung von Drücken werden die Gase in die Trennschleife eingeschleust. Damit können kleinste Mengen Probe in extrem kurzer Zeit dosiert werden, was eine besonders hohe Trennschärfe ergibt. Die Dauer der Messung hängt unter anderem von der Länge der Röhren ab; klassische Chromatographen liefern Ergebnisse nach etwa zehn Minuten – mit dem MicroSAM (Single Analyzer Module) dauert ein Chromatogramm nur noch etwa zwei Minuten. Die Messkammern der Detektoren sind einen Millimeter lang und enthalten jeweils einen 0,3 Mikrometer dicken Golddraht. Der Draht ist etwa 100 Grad heißer als das ihn umströmende Trägergas. Wenn eine Komponente des Messgases am Detektor vorbeifließt, ändert sich spezifisch die Temperatur am Draht und damit auch der Widerstand. Die Elektronik wandelt das in ein Signal um und liefert einen Konzentrationswert.



Die Abbildung zeigt die Struktur eines typischen Zeolithen. Als Katalysator sind Zeolithkristalle mit einer Größe von 500 Nanometern bis zehn Mikrometern erwünscht. Für neuartige Anwendungen (Sensoren, Schalter) sind größere Kristalle (über 20 Mikrometer) erforderlich (Abbildung: Dr. Ralph Herrmann).

Röntgenmessung bei erhöhter Temperatur

Die Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig erhielt jetzt eine Hochtemperatur-Messkammer. Das Gerät wird insbesondere für Forschungen an Supraleitern, Katalysatoren, Halbleitermaterialien, synthetischen Mineralen sowie an Baustoffen eingesetzt.

Durch die nun möglichen Röntgenmessungen bis 1600 Grad Celsius können die Forscher bestimmte Materialien quasi während der Herstellung untersuchen. Bei kontinuierlicher Temperaturänderung kann man Proben mittels eines Lineardetektors in weniger als einer Minute vermessen und ihre Bestandteile analysieren. Die Beobachtung der Materialien bereits beim Herstellungsprozess ermöglicht es, sie optimal an ihre spätere Anwendung anzupassen.



Weltmarkt für Proteomik-Probenvorbereitung Kräftiger Anstieg erwartet

Integrierte, kundenspezifische und validierte Lösungen für Proteomik-Analysen und Wirkstoffforschung bilden die Grundlage für ein exponentielles Wachstum im Weltmarkt für Proteomik-Probenvorbereitung. Im Jahr 2000 noch auf 57,8 Millionen US-Dollar beziffert, wird das Marktvolumen laut einer aktuellen Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan bis 2009 auf 367,7 Millionen US-Dollar steigen.

Welchen Stellenwert die Proteomik mittlerweile in Forschung und Produktenwicklung einnimmt, zeigt unter anderem das umfangreiche finanzielle Engagement diverser Organisationen, darunter auch das des renommierten britischen National Heart, Lung and Blood Institute. Auch das wachsende Interesse von Risikokapitalgebern treibt die Forschung und damit den Probendurchsatz voran und führt so zu einem erhöhten Bedarf an Techniken für die Probenvorbereitung.

Spezifische Proben für unterschiedliche Tests

Die größte Herausforderung liegt laut Frost & Sullivan zur Zeit noch im uneinheitlichen Charakter der Proteomik selbst. Dieser Umstand behindert die Entwicklung einer Standardlösung für die Probenvorbereitung. Da die Proben individuell an den jeweiligen Forschungsbereich angepasst sein sollten, müssen sie notwendigerweise unterschiedliche Merkmale aufweisen. Damit hängt der Erfolg eines Anbieters davon ab, ob es ihm gelingt, speziell auf die Anforderungen des Kunden zugeschnittene Lösungen zu schaffen. Eine individualisierte Probenvorbereitung ermöglicht dem Kunden die Konzentration auf das Testdesign, erleichtert die Datenanalyse und führt damit zu aussagekräftigen Ergebnissen.

Black-Box-Lösungen durch Vorwärtsintegration

Als durchaus wertvoll für die Forschung haben sich integrierte Paketlösungen erwiesen, die zertifizierte Werkzeuge für die zweidimensionale Gel-Elektrophorese beziehungsweise Flüssigkeitschromatographie und die anschließende Massenspektrometer-Analyse beinhalten. „Diese Black-Box-Lösungen sind das Ergebnis einer Strategie, bei der Hersteller von Proteomik-Tools auf die Vorwärtsintegration speziell im Bereich Informatik setzen,“ erläutert Sinead Igoe,

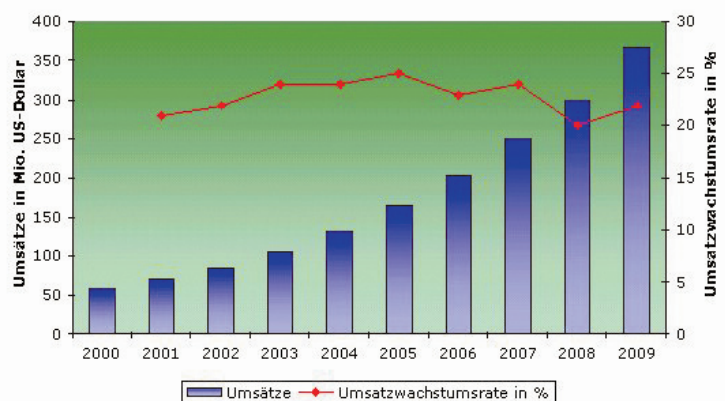
Healthcare Analyst bei Frost & Sullivan.

Konsolidierungstrends

Bisher zeichnet sich im Weltmarkt für Proteomik-Probenvorbereitung noch kein erkennbarer Konsolidierungstrend ab, obwohl die Branche für Allianzen reif ist. „Marktneulinge und kleinere Wettbewerber sollten entweder zusätzliche Ressourcen einbringen oder aber Partnerschaften mit größeren Firmen schließen, die bereits über ein Vertriebsnetz verfügen,“ rät Igoe.

Weltmarkt für Proteomik-Probenvorbereitung

Quelle: Frost & Sullivan Report A451 (03/03)



Chemiehandel 2002 – In schwierigem Umfeld gut behauptet

Der Chemiehandel insgesamt konnte sich im Jahr 2002 mit einer Umsatzsteigerung von 3,6 Prozent auf gut acht Milliarden Euro in einem wirtschaftlich ausgesprochen schwierigen Umfeld gut behaupten. Doch muss man diese Aussage wie bereits in den vergangenen Jahren – so betonte der Vorstand des VCH (Verband Chemiehandel) – regional und für die einzelnen Sparten der Branche differenziert bewerten.

Der Mengenabsatz und der Umsatz des lagerhaltenden Chemikaliengroßhandels blieben in 2002 mit fast sechs Millionen Tonnen und knapp drei Milliarden Euro nahezu unverändert. Allerdings wirkte sich der brancheninterne Wettbewerb in wichtigen Teilmärkten negativ auf die Ertragslage aus. Damit öffnet sich bei Commodities die Schere zwischen niedrigen Erträgen und kontinuierlich steigen-

den Personal- und Sachkosten weiter. Dem begegnen die Firmen, indem sie sich verstärkt um zusätzliche qualifizierte Dienstleistungen und Spezialitäten bemühen.

Der Außen- und Spezialitätenhandel konnte mit einem Umsatzzuwachs um 5,1 Prozent auf 5,09 Milliarden Euro den Rückgang des Jahres 2001 fast ausgleichen. Im vierten Quartal wurde diese Entwicklung wesentlich durch den schwachen Dollar unterstützt.

Nachdem sich im Jahr 2002 die Konzentration der chemischen Industrie auf ihre Kernkompetenzen fortsetzte, der Zwang zur weiteren Kostenoptimierung unverändert blieb und die Erwartungen an den elektronischen Handel sich nicht erfüllten, hat der Chemiehandel weiter zusätzliche Funktionen übernommen und es damit geschafft, im schwierigen Umfeld zu bestehen.

Fachausdrücke aus der Chemie

Otto-Albrecht Neumüller: **Duden – Das Wörterbuch chemischer Fachausdrücke**; 768 Seiten, Gebunden; Dudenverlag Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 2003; ISBN 3-411-04171-4; 24,95 Euro.



Dieses in der Reihe der Duden-Fachwörterbücher neu erschienene Wörterbuch soll eine Verständigungs- und Rechtschreibhilfe für naturwissenschaftlich Tätige und Interessierte sein. Es richtet sich mit seinem Sachwissen an Schüler, Auszubildende, Studenten, Lehrer und Journalisten, sowie an Berufstätige im Gesundheitswesen, in Industrie und Verwaltung, Biologie und Umweltschutz und an alle interessierten Laien.

In 20000 Stichwörtern zu Begriffen und Wortbestandteilen der chemischen Fachsprache werden, gemäß der neuen deutschen Rechtschreibung, Angaben zu

Bedeutung, Aussprache, Herkunft, Rechtschreibung, Silbentrennung, Synonymen und Abkürzungen gemacht. Darauf folgt eine Erklärung zur Bedeutung des Begriffes in Forschung, Lehre, Industrie oder Alltag. Die IUPAC-Regeln und Standards anderer Normungsgremien wurden bei der Erstellung des Nachschlagewerks konsequent angewandt. Ein ausführliches Verweissystem erleichtert die Orientierung im Wörterbuch. Schlägt man beispielsweise unter dem Begriff „DNS“ nach, wird man weitergeleitet zu

„DNA“ und erfährt, dass man den Begriff „DNS“ nicht mehr benutzen sollte. Von dort aus geht es weiter zu „Desoxyribonukleinsäure“. Hier wird dem Leser kompetent und verständlich erklärt, wie dieses Molekül aufgebaut ist, und wozu es in unserem Leben dient.

Dieses nützliche Buch sollte zum Nachschlagen von chemischen Fachbegriffen im Regal stehen und empfiehlt sich für alle, die die Begriffe ständig korrekt benutzen müssen. Der Verfasser, Dr. Otto-Albrecht Neumüller, war auch Autor des renommierten Römpp-Chemielexikons.



Darüber hinaus ist das Werk auch als CD-Rom erhältlich. Alle der im Rahmen der „PC-Bibliothek“-Serie erschienenen CD-Rom-Nachschlagewerke bei Brockhaus, Duden, Meyer und Langenscheidt lassen

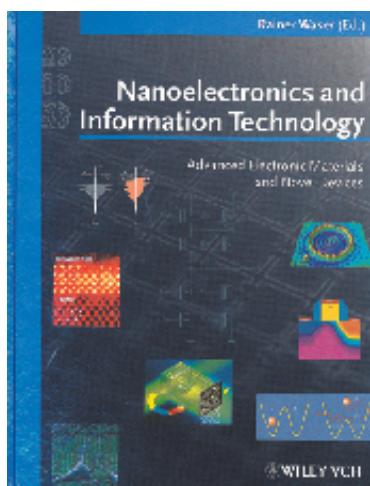
sich mit dieser Software befragen und bearbeiten. Man kann die Bücher anwählen, um in ihnen zu suchen, zu blättern oder Einträge zu ergänzen/modifizieren. Darüberhinaus kann ein eigenes Benutzerbuch erstellt werden. Für technische und inhaltliche Fragen stehen eine telefonische Hotline und die Website (www.pc-bibliothek.de) zur Verfügung. Somit stellt die CD-Rom eine Erweiterung des gleichnamigen Buchs dar.

Christiane Soiné-Stark

Gelungene Verbindung zur Zukunft

Rainer Waser (Ed.): **Nanoelectronics and Information Technology**; 1001 Seiten, Gebunden; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003; ISBN 3-527-40363-9; 74,90 Euro.

Nahezu alle Forschungsthemen, die derzeit in Materialwissenschaften, Nanotechnik und Mikroelektronik von besonderem Interesse sind, werden in diesem Wälzer (an die drei Kilogramm!) dargestellt. Auch wenn die Hauptabschnitte formell die Computertechnik adressieren (nach *Fundamentals* und *Technology and Analysis* folgen *Logic Devices*, *Random Access Memories*, *Mass Storage Devices*, *Data Transmission and Interfaces*, *Sensor Arrays and Imaging Systems*, *Displays*): In den Unterabschnitten liegt die Aktualität, die Würze. Da findet man z. B. eine 16-seitige Einführung über die elektronischen Strukturen organischer Moleküle, leider



ohne in dem Kapitel selbst den Autor zu nennen. Der (in diesem Fall Peter Atkins) steht – zusammen mit den 75 anderen – am Ende des Buchs. Ein anderes Grundlagenkapitel betrifft die Neuronen. Natürlich wird auch die Elektronik berücksichtigt, etwa durch *Circuit and Chip Design*. Neueste Analysetechniken, DNA- und Quantencomputer, holographische Speicher, photonische Netze, neuroelektronische Interface, elektronische Nasen, Tastsensoren, Flüssigkristalle, OLED-Anzeigen sowie elektronisches Papier sind weitere Beispiele für aktuelle Themen.

Es macht wirklich Spaß, das Zusammenwirken all dieser Techniken durch die ansprechende Artikelzusammenstellung und attraktive, voll vierfarbige Illustrierung zu erkennen. Das ist wohl auch der Zweck des aus einer Sommerschule in Jülich entstandenen Buchs. Laut Waser soll es eine Verbindung schaffen zwischen Entwicklungen kurz vor der Produktionsreife und solchen, die auf lange Sicht hin ein großes Potential versprechen – und das gelingt. Studenten mag es auf der Suche nach interessanten Themen helfen, Experten finden Informationen aus aktuellen Entwicklungen benachbarter Forschungsbereiche.

Rolf Kickuth

Neue Broschüren und CDs

FISHER ELEMENTS – so heißt die neue Kundenzeitung von **Fisher Scientific**. In Ergänzung zu den Katalogen werden in hier neue Produkte und Verfahren vorgestellt. Unter anderem berichtet Prof. Dr. Ulf Stahl von der TU Berlin über Start-ups im Bereich der Biotechnologie. Das Magazin ist kostenlos zu beziehen unter Tel 02304 932845.



BIOENERGIE-KLEINANLAGEN Mit diesem Leitfaden liefert die **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)** eine umfassende Veröffentlichung zum Heizen mit Holz im kleinen Leistungsbereich. Das Handbuch klärt technische, organisatorische, wirtschaftliche und rechtliche Fragen. Dr. Hans Hartmann vom Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe Straubing verfasste federführend die 184 Seiten, die man kostenfrei anfordern kann (bioenergie-kleinanlagen@fnr.de).

DAS NATIONALE GENOMFORSCHUNGSNETZ In der neuen Broschüre des **Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)** berichten Wissenschaftler über den Stand ihrer Arbeiten.

Die Arzneimittelforschung zu Bluthochdruck oder die Entdeckung eines Krankheitsgens für die Darmerkrankung Morbus Crohn sind beispielsweise Themen. Das BMBF unterstützt die Humangenomforschung mit 180 Millionen Euro. Die Broschüre kann kostenlos beim BMBF unter books@bmbf.bund.de bestellt oder unter www.bmbf.de/pub/das_nationale_genomforschungsnetz.pdf herunter geladen werden.



FORSCHUNG - ENTWICKLUNG - BERATUNG

Einen raschen Überblick über das Leistungsangebot der **Universität Stuttgart** ermöglicht die Technologietransferbroschüre. Interessenten aus Industrie und Wirtschaft, Politik und Verwaltung oder aus anderen Forschungseinrichtungen finden darin geeignete Partner unter den mehr als 150 Uni-Instituten. Die auch in englischer Sprache verfügbare Broschüre kann kostenlos bei der Pressestelle der Uni Stuttgart bezogen werden: Fax 0711/121-2188, E-Mail presse@uni-stuttgart.de.

MIKROSYSTEMTECHNIK 2003 Die vom **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** herausgegebene CD-ROM bietet Orientierung für alle, die sich für Mikrosystemtechnik interessieren – vom Experten in Forschung, Entwicklung und Anwendung bis hin zum technisch interessierten Laien. Die CD-ROM wird im Auftrag des BMBF von der VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH (VDI/VDE-IT) bereit gestellt. Sie kann kostenlos im Internet bestellt werden (<http://www.mstonline.de/publikationen/cdrom>).



TERMINE

20.05.2003

Explosionsschutz

Seminar der Jumo GmbH in Ingolstadt
Tel. 0661 6003 396; www.jumo.net/seminare

20. -- 21.05.2003

PC-basierte Messdatenerfassung

Praxisseminar des Otti Technik-Kolleg in Passau
Tel. 0941 29688 20; www.otti.de

26.05.2003

Die neuen Gefahrguttransportvorschriften

Fortbildungsseminar des Umweltinstituts
Offenbach in Offenbach
Tel. 069 810679; www.umweltinstitut.de

02. -- 05.06.2003

Brandschutzbeauftragter

Ausbildungslehrgang des Umweltinstituts
Offenbach in Offenbach
Tel. 069 810679; www.umweltinstitut.de

17. -- 18.06.2003

Lagerung gefährlicher Stoffe und Güter

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

23. -- 27.06.2003

Grundkurs im Strahlenschutz

Seminar des Wissenstransfer
Universitätsbundes in Tübingen
Tel. 07071 2976439;
www.uni-tuebingen.de/wit

30.06. -- 02.07.2003

Nanotrends – Markets an Applications

Europäischer Nanotechnologie-Kongress,
veranstaltet von IIR in Köln
Tel. 06196 585326; www.iir.de

01. -- 02.07.2003

Effektive Arbeitsvorbereitung für kleinere und mittlere Unternehmen

Seminar des Otti Technik-Kolleg in Regensburg
Tel. 0941 29688 20; www.otti.de

07. -- 11.07.2003

Chemikalienverbotsverordnung

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

Spezialist im Aufbereitungslabor

Seit 80 Jahren ist Fritsch in Aufbereitungslabors von Industrie und Forschung vertreten. Neu sind unter anderem der Laser-Partikel-Sizer „analysette 22“ NanoTec, das erste Laser-Messgerät für Partikelgrößenverteilungen und Partikelformerkennung in einem Verfahren. Das Standardmodell „analysette 22“ Compact kommt neu überarbeitet auf den Markt und zeigt, was kleine Budgets in der Partikelmesstechnik bewirken können.



Eine noch bestehende technologische Lücke bei Siebmaschinen hat Fritsche jetzt geschlossen mit dem Angebot einer neuen, hochwertigen Siebverspannung, dem Siebspanndeckel zur „analysette 3“. Fritsche präsentiert auf der Achema eine Kleinstmengen-Mühle, die selbst für forensische Aufgaben noch eine geeignete Rückgewinnung zulässt. Die Scheiben-Schwingmühle „pulverisette 9“ ist weltweit die einzige Scheibenschwingmühle mit Frequenzumformer-Steuerung. Dadurch kann die Schwingfrequenz des Motors der Beladung (Mahlgarnitur und Mahlgut) optimal angepasst werden und die Mahlung erfolgt in kürzester Zeit.

Jahrzehntelange Erfahrung in der Produktion von Schneidmühlen ist in die Schneidmühle „pulverisette 15“ investiert worden, deren Mahlgutzuführung und Mahlgut-Rückgewinnung damit erheblich

verbessert werden konnten. Die robuste und einfach zu handhabende Schlagkreuzmühle „pulverisette 16“ ist ein echtes Arbeitspferd in jedem Feststofflabor, gerade auch bei klebrigen oder feuchten Proben. Die Firma Fritsch empfiehlt eine Probemahlung in ihrem anwendungstechnischen Labor.

Fritsch GmbH
 Industriestr. 8 D-55743 Idar-Oberstein
 Tel 0 67 84 70 46 Fax 0 67 84 70 11
www.fritsch.de

Koaleszenzmembran-Filter-Kombination

Die neuen Edelstahlfiltergehäuse von der cmc Instruments GmbH wurden zum Schutz von empfindlichen Analysenmessgeräten entwickelt, um unerwünschte Flüssigkeitströpfchen und Feststoffpartikel aus dem Probegas zuverlässig zu entfernen. Der Koaleszenzmembran-Filter wird direkt vor dem Analysatoreingang bzw. vor die jeweilige Sensorik eingebaut. Aus dem zu analysierenden Prozessgasstrom wird zunächst ein Teil als „Fast-Loop“ durch das eingebaute Koaleszenz-Filterelement aus Borosilikatglas geleitet. Hierbei werden bereits ein Großteil von Kleinstpartikeln und Kondensatströpfchen kontinuierlich abgeschieden. Das nunmehr vorgereinigte Probegas strömt anschließend zur 2. Filterstufe, der Membranfilterkammer. Das vorgereinigte Probegas wird in einen Tangentialstrom (Fast-Loop) und den eigentlichen Messgasstrom aufgeteilt. Während die Gasprobe die Filtermembran passiert und dem Analysator zugeführt wird, streicht der Tangentialanteil an der Filtermembran vorbei und transportiert hierdurch an der Membranunterseite abgeschiedene submikrongroße Tröpfchen ab. Auch kleinste Staubpartikel werden aufgrund der Tröpfchenbewegung weggesaugt. Durch diese Selbstreinigungswirkung

werden lange Membranstandzeiten ermöglicht. Die äußerst inerte hydrophobe Membran wird für die meisten Anwendungen – mit Ausnahme von Fluorwasserstoffsäure – empfohlen und aufgrund ihrer äußerst geringen Absorption auch für Analysatoren im ppb-Spurenbereich eingesetzt. Die mikroskopisch kleinen Poren der Membran gestatten Gasmolekülen zu passieren, ohne die Gaszusammensetzung zu verändern. Aerosoltröpfchen dagegen können aufgrund ihrer Größe die Membrane nicht durchdringen. Das Membranmaterial wird in zwei Durchflussversionen als Standardmembrane (bis 0,6 l/min) bzw. als High-flowmembrane (bis 10 l/min) geliefert. Die Edelstahlgehäuse haben 4 Anschlussgewinde (1/4“ NPT) und sind für Betriebsdrücke von bis zu 70 bar und eine max. Temperatur von 100 °C ausgelegt. Für bereits vorgefiltertes Probegas gibt es die Membranfilterkammer ohne Koaleszenz-Vorfilterstufe, die jedem Analysator vorgeschaltet werden kann.

CMC Instruments GmbH
 Hauptstr. 388 D-65760 Eschborn
 Tel 06173 320078 Fax 06173 65050
www.cmc-instruments.de





Taupunkt-Transmitter für hochreine Gase

Michell Instruments hat einen robusten, automatischen Hygrometer entwickelt, der explizit für das Messen von Spurenfeuchte in hochreinen Gasen bestimmt ist.

Der Pura Gas-Taupunkt-Transmitter offeriert eine hohe Genauigkeit, Langzeitstabilität und Wiederholbarkeit zu einem günstigen Preis. Das Gerät unterstützt das Online-Messen von Taupunkt-Temperaturen bis minus 120 Grad Celsius (entspricht etwa 1ppb).

Grundlegend für das Betreiben einer modernen Feuchte-Kalibrier-einrichtung ist der Einsatz eines Taupunktspiegel-Hygrometers. Der Opti-Cal Feuchtegenerator, dessen Kalibrierung auf internationale Feuchtestandards rückführbar ist, besitzt ein integriertes Referenzgerät und wird als kompakte, tragbare Einheit gefertigt. Die Testkammer kann sowohl in der Temperatur, wie auch in der Feuchtigkeit über einen weiten Bereich variiert werden. Die Sicherheit der Kalibrierung steigt mit der Anzahl der generierten Vergleichswerte für den Prüfling.

Die Angebotspalette der industriellen spiegelgekühlten Hygrometer aus der Reihe Optidew, wurde durch ein Modell mit zwei-

reihigem Digital-Display erweitert. Der Feuchte-Transmitter ist ideal für Anwendungen, die eine präzise Taupunkt- oder eine relative Feuchtemessung bedingen. Das Optidew Vision ist als Laborinstrument ausgeführt.

Einer der größten Erfolge im Jahr 2002 war die Einführung der kostengünstigen und einfach zu bedienenden Easidew-Reihe. Der Easidew Portabel zum Beispiel ist ein robustes, funktionales Instrument mit integriertem Stichproben-System. Für diejenigen, für die Schnelligkeit das Non plus Ultra darstellt, hat Michell eine Trockenkammer implementiert, wodurch das Ansprechverhalten des Easidew um 85 Prozent beschleunigt wird.

Michell Instruments GmbH
 Industriestr. 27 D-61381 Friedrichsdorf
 Tel 06172 59170 Fax 06172 591799
www.michell.de

Energiekosten und Ausfallzeiten sparen

Für viele industrielle Prozesse ist trockene und saubere Druckluft unabdingbar. Die Michell Instruments GmbH empfiehlt für die Regelung und den direkten Prozesseinsatz den neuen Optidew, der neue Standards hinsichtlich Präzision und Wiederholgenauigkeit bei der Feuchtemessung setzt. Er kombiniert die bewährten Michell Taupunkt-Messtechnologien mit den neuesten spiegelgekühlten Taupunkt-Messmethoden und ermöglicht so eine hochpräzise Feuchtemessung auch für Druckluftanwendungen.

Die Flexibilität des Optidew, hinsichtlich seines breiten Messbereiches von -50 bis $+90$ °C_{tp} über einen Temperaturbereich von -40 bis $+90$ Grad Celsius, äquivalent eines Feuchtebereiches von zwei Prozent bis 95 Prozent RH, bei einer Temperatur ab 90 Grad Celsius, sucht zur Zeit seines Gleichen. Bei der Messung der direkten Taupunkt-Temperatur,

mittels des hochwertigen Platinwiderstand-Thermometers, zeigt der Optidew höchste Präzision mit absoluter Drift-Freiheit und Langzeitstabilität. So wird auch eine höhere Genauigkeit und Mess-Stabilität als bei herkömmliche RH-Messungen geboten, besonders bei geringer relativer Feuchte.

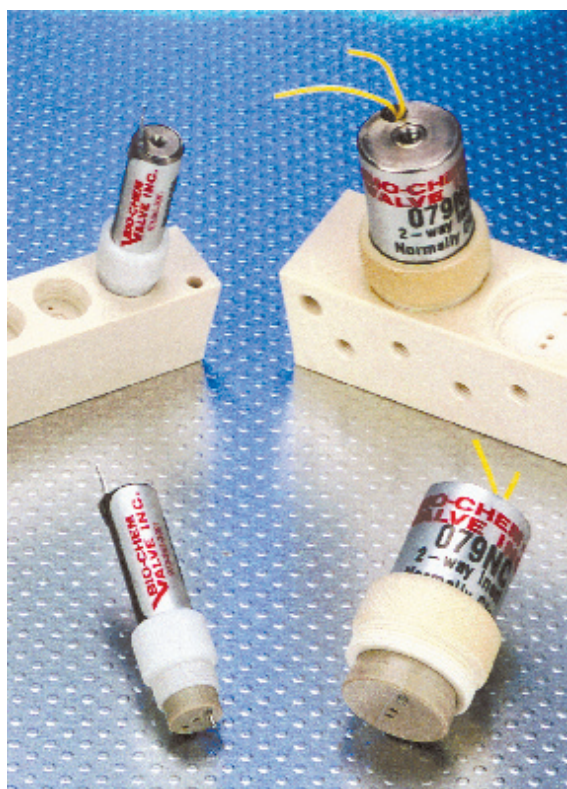
Es werden zwei vier bis 20 Milliampere Ausgänge zur Verfügung gestellt, die mittels einer entsprechenden Instrumenten-Interface-Software für die Taupunkt/Temperatur- oder relativen Feuchte/Temperatur-Messung konfiguriert werden können. Die RS232-Schnittstelle ermöglicht den Anschluss einer kundenspezifischen Datenerfassung und spezieller Konfigurationssoftware und ist Windows-kompatibel. Das neue DCC-System (Dynamic Contamination Correction) beseitigt automatisch jede mögliche Partikelverschmutzung auf der Spiegeloberfläche. Weltweit setzen Druckluftgeräte-Hersteller wie Domnick Hunter oder Atlas Copco Air Products und viele andere Druckluft-Nutzer die Hygrometer von Michell Instruments für die Qualitätssicherung ein und sparen so Energiekosten und minimieren Prozess-Ausfallzeiten.

Michell Instruments GmbH
 Industriestr. 27 D-61381 Friedrichsdorf
 Tel 06172 59170 Fax 06172 591799
www.michell.de



Magnetventile und -pumpen

Bio-Chem Valve hat auf die Forderungen der Industrie nach kleineren, zuverlässigeren Komponenten für Fluid-Handling-Lösungen reagiert und ein neues Sortiment in-erter Magnetpumpen und -ventile eingeführt, die in einem Verteilersystem montiert werden können. Die Komponenten werden über einen Kragen mit Gewinde im Verteilersystem eingeschraubt. Durch ihre Stellfläche von nur 13 Millimeter können Pumpen und Ventile dadurch effizient und platzsparend aufgestellt werden.



Der fest montierte, aber drehbare Kragen beruht auf einer Konstruktion, die seit 20 Jahren eingesetzt wird. Der Kragen wird in der Öffnung des Verteilers mit der Hand angezogen, um eine gleichmäßige Last auf dem Sicherungsring für Drücke bis zu 6,89 Bar zu gewährleisten. Wenn die Pumpe oder das Ventil näher am Einfüllbereich der Flüssigkeit positioniert wird, hat die Einschraubkonstruktion den zusätzlichen funktionellen Vorteil, dass das Innenvolumen minimiert

wird. Mit mehreren Verteilergrößen lassen sich Durchflüsse von zehn Mikroliter bis zu zwei Liter pro Minute realisieren. Um eine optimale Kompatibilität mit den jeweiligen Flüssigkeiten zu erzielen, können Ventile und Pumpen aus PEEK, PPS, Ultem, Acryl, Chemraz, EPDM, Viton oder Teflon-Materialien hergestellt werden. Andere Materialien, kundenspezifische Varianten und eigenständige Systeme sind ebenfalls erhältlich.

Bio-Chem Valve Inc.
Boonton, New York 07005, USA
Tel +1 973 263 3001
Fax +1 973 263 2880
www.bio-chemvalve.com

Proben prüfen – präzise und parallel

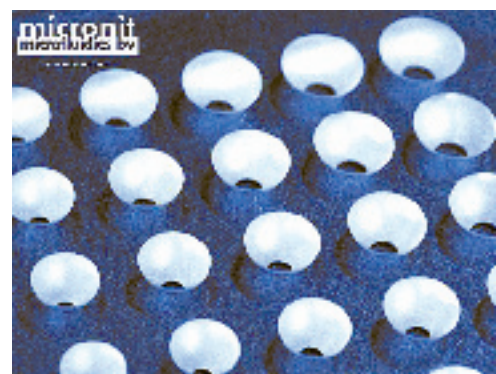
Durch einen neu entwickelten Herstellungsprozess ist es Micronit Microfluidics gelungen, Mikro-Titer-Platten so präzise herzustellen, dass die Reaktionskammern besonders hohe Genauigkeiten auch hinsichtlich der Flachheit aufweisen. Es sind auch von der bisher bekannten runden Form abweichende Geometrien der Kammern möglich, so zum Beispiel rechteckige oder quadratische Formen. Durch die besonderen Eigenschaften hinsichtlich Transparenz, chemisch inertem Verhalten und Flachheit ergeben sich Vorteile bei optischen Untersuchungen wie zum Beispiel Screenings mittels Fluoreszenzanalyse oder bei Untersuchungen mit optischer Mikroskopie.

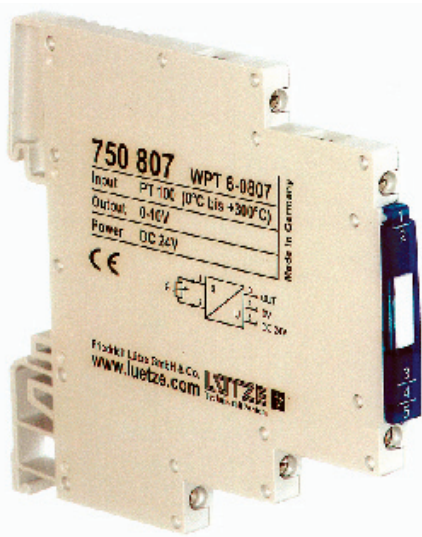
Die Titerplatten werden standardmäßig mit 96, 384 oder 1536 Kammern hergestellt. Die Größen der Platten und die Abstände der Kammern richten sich nach dem SBS-Standard. Es können auch mehrere Platten zu Arrays zusammengestellt werden. Die Form und die Tiefe der Kammern kann sehr genau den Anforderungen

der Applikation, wie zum Beispiel niedrige Verdampfungsrate oder spezifische Reaktionsvolumina angepasst werden.

Die vorgestellten Mikro-Titer-Platten bestehen nur aus einem einzigen Material, nämlich ausschließlich aus Quarz- oder Glas. Durch spezielle Bondingtechniken werden weitere Materialien wie Klebstoffe oder ähnliches, die das Reaktionsverhalten beeinflussen könnten, vermieden. Die untere Glasplatte kann auch aus Mikroskopieglass als Objektträger gefertigt werden. Die optischen, thermischen und inerten Eigenschaften der verwendeten Materialien erlauben das Reinigen mit aggressiven Chemikalien ebenso wie die Erwärmung auf Temperaturen bis zu 1000 Grad Celsius. Der Herstellungsprozess erlaubt außerdem, diese Mikro-Titer-Platten auch in großen Stückzahlen mit den entsprechenden Skalierungseffekten so wirtschaftlich herzustellen, dass sie in die Preiskategorie der Einmalprodukte vorstoßen. Für besondere Anwendungen, zum Beispiel in der DNA-Analyse, können einzelne Heiz- oder Kühlelemente, Elektroden oder auch Kanäle zwischen und in die Kammern eingebracht werden, um die erforderlichen Reaktionen gezielt steuern und beeinflussen zu können.

Micronit Microfluidics bv
Hengelosestraat 705
NL-7521 PA Enschede
Tel +31 53 4836584
Fax +31 53 4337415
www.micronit.com





PT100-Wandler im schlanken Gehäuse

Temperaturänderungen führen bei leitenden Materialien zu Änderungen des elektrischen Widerstandes. Dieser Effekt wird in der industriellen Messtechnik genutzt, um Temperaturen zu messen. Eine Möglichkeit sind PT100-Fühler. Sie erfassen relativ große Temperaturbereiche und sind genau. Die PT100-Fühler erfordern jedoch besondere Eingangsbeschaltungen, die nicht in allen Steuerungen in ausreichender Menge zur Verfügung stehen und zudem auch teuer sind als normierte Analogeingänge. Hier helfen Wandlerbausteine weiter, die die Signale in normierte Strom- oder Spannungssignale umsetzen.

Lütze, Weinstadt, bietet Messwertwandler für PT100-Fühler jetzt auch in einem schlanken, nur noch 6,2 Millimeter breiten Gehäuse an. Dieses Gehäuse, bekannt aus der Microcompact-Baureihe, bietet bei minimalem Platzbedarf eine hohe Funktionalität. Der darin integrierte Wandler ist einkanalig und setzt ein PT100-Signal in normierte Stromsignale von vier bis 20 Milliampere um. Eine Kalibrierung ist nicht erforderlich. Die Wandler arbeiten mit einer Genauigkeit von 0,2 Prozent. Eine integrierte Überwachungsschaltung garantiert im Gegensatz zu einem reinen analogen Aufbau eine hohe Lang-

zeitstabilität. Der Messbereich kann vom Anwender frei gewählt werden, standardmäßig sind -50 bis +100° Celsius voreingestellt. Das integrierte Versorgungskonzept arbeitet nahezu verlustfrei und erzeugt somit keine unnötige Verlustwärme.

Die PT100-Wandler sind für die Hutschienenmontage ausgelegt und lassen sich lückenlos aneinandereihen. Die Versorgungsspannung beträgt AC/DC 24 Volt, bei zulässigen Umgebungstemperaturen zwischen null und 60 Grad Celsius.

Friedrich Lütze GmbH + Co.
71366 Weinstadt
Tel 07151 6053 377
Fax 07151 6053 6377
www.luetze.de

Analysenfilter mit Schauglas

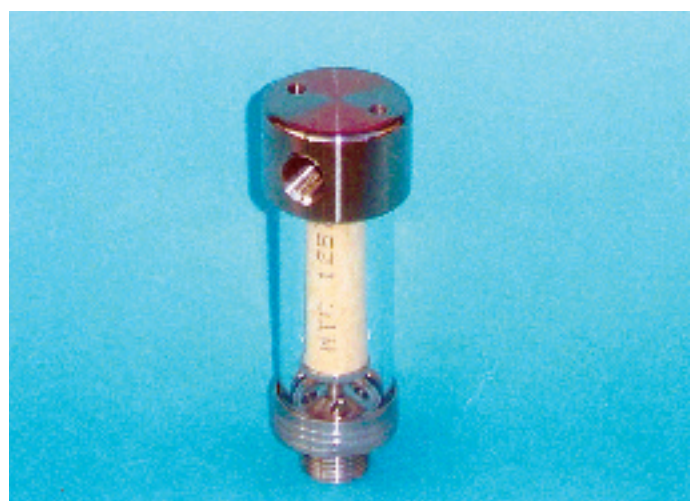
Bei der Analyse von Prozessgasen hat der Betreiber oft das Problem, dass die Gasprobe mit störenden Kleinstpartikeln versehen ist, so dass entsprechend vorfiltriert werden muss, um so empfindliche Sensoren nicht zu verunreinigen. Lange Sensorstandzeiten lassen sich nur mit einem sauberen Messgas erzielen, wobei von den Messgeräteherstellern kleinste Totvolumina gefordert werden, um schnellste Ansprechzeiten realisieren zu können.

Die neuen Filtergehäuse von der CMC Instruments GmbH werden für anspruchsvolle Aufgaben bei der Filtration von Gasen und Flüssigkeiten eingesetzt. Der Filtertopf aus stabilem Duranglas erlaubt zu jeder Zeit den Verschmutzungsgrad des Filterelementes zu beurteilen. Das Schauglas ist resistent gegen die meisten Chemikalien und garantiert hervorragende Festigkeitseigenschaften mit geringer Wärmeausdehnung. Das Filterelement kann ohne Werkzeug mit nur wenigen Handgriffen schnell gewechselt werden. Als einlagige

Ausführung zur Abscheidung von Stäuben aus trockenen Gasen oder als zweilagiges Koaleszenzfilter-Element, um hoch effizient unerwünschte Aerosoltröpfchen zurück zu halten, haben sich die Analysenfilter bei den unterschiedlichsten Anwendungen bewährt.

Neben den chemisch hervorragenden Eigenschaften der Einwegfilterelemente aus Borosilikatglas gegenüber Laugen, Säuren, Alkoholen und chlorierten Lösungsmitteln sind auch regenerierbare Micra-Mesh-Mehrwegfiltereinsätze aus hochwertigem Edelstahlfeinstgewebe lieferbar. Hier können die Verunreinigungen durch Spülen, chemische Behandlung oder mit Ultraschall entfernt werden, wodurch sie ideal für Filtrationsaufgaben mit hohem Feststoffgehalt geeignet sind. Die Analysenfiltergehäuse werden mit Innengewindeanschlüssen von ein Viertel Zoll NPT geliefert, wobei die Ablassöffnung wahlweise als ein Achtel Zoll NPT oder als G ein Halb Zoll Gewindeanschluss bestellt werden kann. Abhängig von dem zu filtrierenden Medium werden Viton oder PTFE als Dichtwerkstoffe verwendet. Die Niederdruckgehäuse sind für eine maximale Betriebstemperatur von 100 Grad Celsius und einen Druck von sieben Bar ausgelegt.

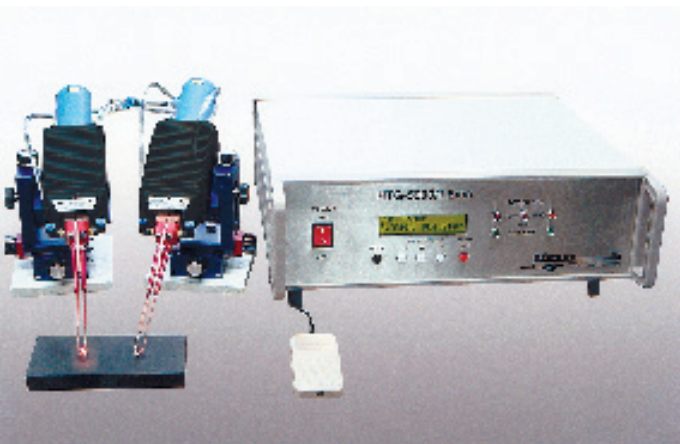
CMC Instruments GmbH
Hauptstr. 388 D-65760 Eschborn
Tel 06173 320078 Fax 06173 65050
www.cmc-instruments.de



Hochfrequenz-Generator

Die Firma Linn High Therm stellt den Hochfrequenz-Generator 5 kW/1,3 MHz mit zwei wechselseitig betreibbaren Ausgangsüberträgern und Induktionsspulen vor.

Die Hauptanwendung liegt beim Löten und Erwärmen kleiner filigraner Werkstücke bis zur minimalsten Abmessung von einem Zehntel Millimeter.



Die hohe Frequenz und die damit verbundene kleine Eindringtiefe im Werkstoff macht es zum Beispiel möglich unter effektiver Energieausnutzung dünne Drähte im Durchlauf zu glühen, Schmuckteile und Brillengestelle zu löten, Kleinteile zu härten oder größere Teile punktgenau zu erwärmen. Eine wichtige Anwendung ist das Aushärten von Klebestellen (auch lackiert): Glas/Metall, Metall/Metall und Metall/Kunststoff. Die kleinen Abmessungen und das geringe Gewicht der Köpfe erlauben problemlose Integration in Produktionslinien und Roboteranbindung. Die Einheit mit der Induktionsspule lässt sich in drei Achsen frei justieren. Erwärmungsvorgänge lassen sich in drei Leistungsstufen vorprogrammieren. Temperaturregelung ist auch über Pyrometer oder Thermoelement möglich.

Linn High Therm GmbH
Heinrich-Hertz-Platz 1
D-92275 Eschenfelden
Tel 09665 91400 Fax 09665 1720
www.linn.de

Variable pH-Messung

Der neue Vario von WTW hat keine Tasten, sondern einen Touchscreen. Sämtliche Funktionen lassen sich damit abrufen und einstellen – mit einer Hand. Ein kurzer Fingertipp aufs Display genügt – und das Gerät schaltet sich ein. Das Eintauchen in die Messlösung startet die Messung automatisch. Der stabile Messwert ist im großen Display inklusive Temperatur leicht ablesbar. Wird der Vario nicht zur pH-Wert-Messung eingesetzt, kann er als Uhr oder Labortimer Verwendung finden. Leicht, handlich, findet er in jedem Laborkittel Platz, ohne zu tropfen oder hässliche Flecken zu hinterlassen.

Das Messgerät arbeitet 1500 Stunden kontinuierlich. Ist dies nicht genug, wird die handelsübliche Mignon-Batterie einfach ausgewechselt und der Vario ist wieder lange einsatzfähig. Der im Zubehör enthaltene Adapter macht das Gerät kompatibel zu den handelsüblichen Präzisionselektroden. Arbeitet der Vario dann wie ein Handgerät, lässt sich das Display mit einem Fingertipp drehen. Als Handgerät verfügt der Vario über die für Präzisions-



messketten nötige Auflösung und Genauigkeit. GLP-Funktionen wie Kalibrieralarm und 50 GLP-konforme Speicherplätze sind ebenfalls vorhanden.

WTW Wissenschaftlich-Technische
Werkstätten GmbH & Co. KG
Dr.-Karl-Slevogt-Str. 1 D-82362 Weilheim
Tel 0881 1830 Fax 0881 183420
www.wtw.com

www.clb.de

PCR-„Lösungen“

Mit dem Launch der neuen RT-PCR Kits der cMaster-Familie und den Hot Maste-Kits, einer neuartigen Hot Start Technologie, stellt die Firma Eppendorf nun einen kompletten PCR-Reagenzien-Warenkorb vor. Ob Routine-, Long Range-, Proof Reading-, Hot Start- oder RT-PCR, für jede der Hauptapplikationen gibt es ein Premiumprodukt mit einzigartigen Features.

Doch nicht allein die PCR-Systeme selbst machen den jungen Warenkorb so attraktiv: Praktisch jede System-Komponente (Puffer, Kontrollen) ist einzeln und zum Beispiel „Magnesium-frei“ erhältlich. Dies ermöglicht dem Kunden bei Sonderanforderungen gezielt

und kostengünstig die nötige Einzelkomponente zu ordern.

Eppendorf AG
D-22331 Hamburg
Tel 040 538010 Fax 040 53801556
www.eppendorf.com



Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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



BIMSSTEINGRANULATE UND -MEHLE

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



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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



DEUTERIUMLAMPEN

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



DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

DOSIERPUMPEN

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN

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



KALIBRATIONSSTANDARD

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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN

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



LABOREINRICHTUNGEN

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

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

Wesemann GmbH & Co.
Postfach 1461, D-28848 Syke
Tel. 04242 549-0, Fax 04242 549-39
http://www.wesemann.com

LABORHILFSMITTEL

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



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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



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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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

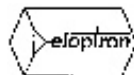


HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

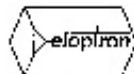
WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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

TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN



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

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



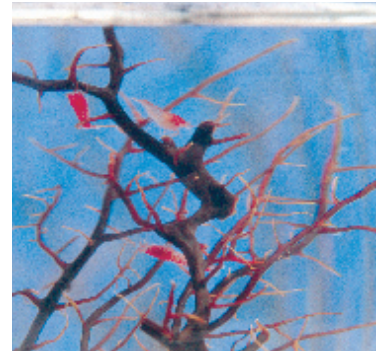
Ges. f. Labortechnik mbH
Postfach 1152
D-30927 Burgwedel
Tel. 05139 9958-0
Fax 05139 9958-21
info@GFL.de
www.GFL.de

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

Ecosphere: Verschenken Sie eine kleine Welt!



Eine solche Ecosphere gibt es auch als Geschenk für ein neues CLB-Abo! (siehe Rückseite)



Zu Hause, im Büro, im Klassenzimmer, im Wartezimmer: Immer eine Attraktion und ein Anschauungsbeispiel für den Stoffkreislauf des Lebens ist eine Ecosphere. Es gibt sie in verschiedenen Formen und Größen (siehe auch Umschlagseite 2) – jetzt auch über die CLB. Bitte senden Sie einfach diese Seite ausgefüllt als Kopie oder Fax an uns:

CLB-Leserservice
Bammentaler Straße 6 - 8
69251 Gaiberg

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Lieferbedingungen:

Jede Ecosphere ist ein Einzelstück und wird mit Sorgfalt hergestellt. Dennoch gewährt der Hersteller Rückgabemöglichkeiten über die Garantie hinaus. Die Lieferzeit beträgt nach Eingang der Bestellung ca. 14 Tage.

Frachtschäden und fehlerhafte Menge: Ansprüche müssen innerhalb von 2 Tagen nach Erhalt beim Hersteller geltend gemacht werden.

Ersatz: Kleine und mittlere Kugeln und Eier werden bis zu einer Dauer von 6 Monaten nach Kauf mit Ausnahme der Frachtkosten kostenlos ersetzt. Für alle anderen Kugeln gilt eine entsprechende Vereinbarung über den Zeitraum eines Jahres.

Rückgabe und Kaufpreisvergütung: Für alle Rücksendungen benötigt der Kunde die Autorisation des Herstellers und eine Rückgabe-Nummer. Es werden 15 % des Kaufpreises und Frachtkosten für zurückgesandte Ecospheres berechnet.

Hiermit bestelle ich folgende Ecospheres (Preise incl. MWSt., zuzüglich Versand*):

Modell	Größe	Menge	Einzelpreis in Euro	Gesamtpreis in Euro
Kleine Kugel	10 cm Durchmesser		85	
Kleines Ei	13 cm Höhe		99	
Mittlere Kugel	13 cm Durchmesser		249	
Großes Ei	19 cm Höhe		249	
Große Kugel	16 cm Durchmesser		299	
Extra große Kugel	23 cm Durchmesser		499	

*Die Versandkosten variieren nach Produkt und Lieferadresse (Inland/Ausland). Für die Produkte „Kleine Kugel / Kleines Ei“ betragen sie im Inland 10 Euro.

Preis aller bestellten Ecospheres (in Euro, incl. MWSt.):

Ort und Datum

Unterschrift

Lieferadresse: Vorname & Name

Straße

PLZ & Ort

Telefon oder e-Mail

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für nur 87 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil.

Top-Angebot: Jetzt gibt es für jedes neue Abonnement eine kleine Ecosphere (Bild hier; siehe auch Umschlagseiten 2 und 3). Sie zahlen dafür nur 10 Euro Versandkosten!

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 87 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.
- JA, ich möchte zusätzlich zu dem Abo für nur 10 Euro Versandkosten (incl. MWSt.) eine 10-cm-Ecosphere-Kugel.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

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



CLB
vermittelt
Wissen
konzentriert
Monat für Monat
aus Analytik, Biochemie
und anderen Bereichen moderner Chemie.

**...diese kleine Welt für jedes neue Abo!
(zzgl. 10 Euro Versandkosten)**

