

# CLB

*Chemie in Labor und Biotechnik*

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Dentallegierungen
- Portrait „ISIS“
- Histon-Code

- Analyse von Elektronikschrott
- Raman-Mikro-Spektroskopie
- Chemische Elemente im Alltag

## Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

### *Scheiden tut weh, oder mit Freuden in die Zukunft.*

Wir wissen ja alle, dass der Weg das Ziel ist. So wie ich, Mitbegründer der InCom, das Ziel im Weg fand, wird auch mein Nachfolger in der Ausrichtung der InCom, Rolf Kickuth, sein Ziel im Weg finden.



Werner Günther

Rolf Kickuth hat einen schwierigen Weg vor sich: Der status quo in der Instrumentellen Analytik zeugt von Firmenkonzentrationen, von Verlagerungen – Firmensitzverlegungen, und Einsparungen durch alle Klientel. Heute steht die alte Maxime: „Analytik ist teuer!!!“ wieder ganz oben auf den Observierungsposten, gemeint sind die Streichungslisten, in Vorständen und Aufsichtsräten.

Ja, das ist richtig, Analytik ist teuer, aber noch teurer ist, keine Analytik zu haben. Der geneigte Leser möge doch einmal die Rückrufaktionen der Automobilindustrie, die Rückholaktionen der Pharmaindustrie und auch die „Regalausträumaktionen“ der Lebensmittelindustrie beobachten. ISO 9000 ff funktioniert nur dann, wenn endlich Produkteigenschaften definiert, gefordert und als Qualitätsmerkmal eingeführt werden. Nicht: Qualität ist die Gleichmäßigkeit in der Produktion. Nicht: Güte lässt sich nicht definieren. Hier liegt das Potential der Instrumentellen Analytik. Hier tut sich ihre Zukunft auf.

Vorreiter sollen Zeitschriften im Verbund mit Weiterbildungs- oder vielleicht sogar Ausbildungsmaßnahmen werden. Schnellster und Erster in dieser Reihe ist nun der CLB-InCom-Verbund. Informieren und lernen aus der CLB. Zusammentreffen und diskutieren mit Fachkollegen während der InCom – hier dann auch besonders die Besuche von Zertifizierungskursen und Firmenseminaren. Nur hier ist es bisher möglich mit „ISO 9000-festen“ Zertifikaten eine Tagung zu verlassen.

Die Zertifizierungskurse haben seit Start während der InCom an Bedeutung zugenommen. Der Absolvent schließt mit einem Zertifikat, das für seine Personalakten ausgestellt wird. Er weist seine jährlich darzustellende Weiterbildung nach und wird für seine Firma oder sein Institut als Wissensträger immer wertvoller. Die Vergangenheit zeigte ja überdeutlich auf, dass Erfahrungen aus Betrieben verschwanden (man nannte es Freisetzen von Humanpotential). Erfahrungen, die Jungakademikern natürlich nicht mitgegeben sind.

Gerade in der heutigen Zeit, in der durch „Ausdünnung“ (modern: leaning) von Personal – und hier besonders im Laborbereich – Einsparungen vorgenommen wurden, muss der in der Instrumentellen Analytik Ar-

beitende jede Möglichkeit nutzen, sich weiterzubilden. Dies ist nunmehr perfekt durch die Kombination CLB und InCom möglich.

Die dringendste zu lösende Aufgabe der Analytiker ist, den Kampf gegen die Ignoranz zu gewinnen, dass Analytik nur teuer ist. Nein, Analytik ist lebensverlängernd und lebensverschönernd.

Ende des vorletzten Jahrhunderts und zu Beginn des letzten Jahrhunderts „explodierte“ die Chemie auf allen Gebieten. Es wurde produziert und produziert, was ja notwendig war, aber nicht alles menschengerecht (umweltgerecht) durch entsprechende Analytik abgesichert. Konnte auch nicht, denn die Analytik war in ihren Möglichkeiten eingeschränkt. Auch seinerzeit schon durch die Maxime: „Analytik ist teuer!!! Der Analytiker ist ein Hilfswissenschaftler (Dünnbrettbohrer).“ Wer wollte also in diesem Bereich arbeiten? Es existiert der Ausspruch eines ansonsten durchaus ernst zu nehmenden Chemikers: „Wenn der Mitarbeiter zu Nichts taugt, kommt er in die Analytik!“

Zum Glück hat sich einiges geändert: Die Umwelt ist sauberer geworden, die Lebensmittel sind verträglicher geworden, die Medikamente werden optimiert – um nur einige wenige Vorteile der Chemie zu nennen. Hierdurch ergibt sich: Wir Menschen leben besser, länger und vielfach sogar zufriedener. Wodurch denn nun genau? Ja, durch die Möglichkeiten der Analytik in allen naturwissenschaftlichen, aber auch geisteswissenschaftlichen Bereichen. Selbst die Ökonomie ist der Analytik verhaftet.

Werden die Möglichkeiten der Analytik auch richtig genutzt? Nein! Bisher leider nicht. Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker verfassen Gesetzesvorlagen, Umsetzungsrichtlinien, Ausführungsverordnungen in einer Art und Weise, die es einem Nichtfachmann nicht mehr gestattet, überhaupt – auch nur noch in Ansätzen – zu verstehen, worum es eigentlich geht. Gerade der Nichtfachmann ist es, der sich sachkundig machen muss, etwa ein Politiker (zumeist von Beruf Jurist). Dieser muss es auch noch gerne tun, sonst tut er es gar nicht.

Das Musterbeispiel ist die TA-Luft. Wie kann ein Politiker das Gebilde deuten? Auf einem Standort-Meeting in der Bezirksregierung Düsseldorf wurde dies dezidiert angesprochen und regelrecht verdammt.

Der Autor, als Analytiker mit Leib und Seele, konnte nur zustimmen. Es ist eine nicht mehr nachzuvollziehende Ungeheuerlichkeit, Nichtfachleuten diese abstrusen Formulierungs- und Darlegungskünste zu präsentieren. Es ginge durchaus auch für Laien verständlich. Genau hier setzte die InCom an. Die CLB tat es lange vorher schon. Beide müssen verstärkt die Grenzen zwischen undeutlichen, stets neudefinierten Begriffen niederreißen und auch den Nichtanalytikern aus Politik und Jus verständliche Entscheidungsgrundlagen liefern.

**Zur Titelseite:**  
InCom-Nachfolger von Werner Günther (re.) ist Rolf Kickuth.



Entscheidungsgrundlage ist in der Regel der Analytische Wert. Dieser Wert kann richtig oder falsch sein. Heute zählt dies vielfach nicht mehr. Heutzutage muss dieser Wert „amtlich anerkannt“ sein, und zwar von Leuten, die die Grundlagen der analytischen Werte-Ermittlung nicht verstehen.

Also, eine ungeheure Aufgabe für InCom und CLB, im Verbund für Klarheit und Aufklärung zu sorgen. Dies hört sich einfach an, erfordert aber die Zusammenarbeit von Vortragenden und Autoren – von Printmedium und Symposium. Der Autor ist sich sicher, dass seinem Nachfolger dies gelingen wird. Der zum Teil neue wissenschaftliche Beirat der CLB wird sicher tatkräftige Hilfe leisten.

Nur die Instrumentelle Analytik kann das aufdecken, was im Verborgenen liegt. Nur sie kann Neues entdecken und helfen, Verständnis zu wecken. Es darf nicht heißen: „Im Salat ist Chemie!“ Vitamin C ist Chemie. Wer möchte darauf verzichten? Es sollte heißen: „Dank der Chemie, der Instrumentellen Analytik wissen wir endlich, wieviel Vitamin C im Salat ist.“ Dank der Instrumentellen Analytik wissen wir glücklicherweise auch, wie viele mg oder ng Quecksilber (als Ionen, nicht als Sulfid) im Fisch sind. Wir wissen dadurch, wieviel wir maximal davon essen dürfen. So kann man leben!! Kämpfen wir doch von Seiten der Analytik endlich gegen diejenigen an, die so tun, als ob das Vorhandensein des Quecksilbers Verschulden der Instrumentellen Analytik sei. Nicht die Chemie ist Schuld – Schuld tragen die, die es verursacht haben. Die wunderbare Analytik hat sie entdeckt.

Aber was passiert nun an unseren Hochschulen? Lehrstühle für Instrumentelle Analytik gibt es kaum. Sicherlich nicht, weil die Hochschulen nicht wollen. Was passiert in den Fachgremien? Nun, hier passiert tatsächlich etwas. Statt der Bevölkerung zu erläutern, wie sicher die analytischen Werte, die Aussagen sind, diskutiert man die sicher ermittelten Werte als „Unsicherheit“. Muss man von Analytikerseite der Bevölkerung oktroyieren, dass die Analysenwerte unsicher sind? Warum musste der Begriff der statistischen Sicherheit in Unsicherheit umgemünzt werden?

Lernen und Erfahren von Praktikern gilt für die Print Publication der CLB genau wie Oral Presentation der InCom (die Zweisprachigkeit wird sich vehement durchsetzen). Durch das ständige „Miteinander“ sollte es wieder möglich sein, den Begriff der Richtigkeit analytischer Werte in den Vordergrund zu rücken und nicht auf dem wohl abwegigen Begriff der Vergleichbarkeit zu beharren.

Der Analytiker wird immer mehr verdammt, Standardreferenzmaterialien zu verwenden. Dies ist das wohl beste Geschäft für die Hersteller. Oft hilft aber auch nur noch die „Rückführbarkeit“. Dadurch werden die analytischen Werte zwar nicht unbedingt richtig, aber immerhin im schlimmsten Fall „vergleichbar“ falsch und handhabbar.

Wo ist diese Thematik diskutierbar? Natürlich ausschließlich auf Symposien, die durch Vor- und Nacharbeit diese Problematik verdeutlichen und einem breiten Publikum zugänglich machen. Die CLB hat stets versucht, auch den tangierenden Berufsgruppen Einblick zu verschaffen. Die InCom hat von Beginn an diese Berufsgruppen integriert und in Sondersymposien informiert. Sonderausgaben in den Printmedien entsprechen den Sondersymposien der InCom. Hier wurde geschrieben und gedruckt, da wird vorgetragen und diskutiert – wiederum eine perfekte Ergänzung.

Die so vielgeschmähten Firmenvorträge sind auf der InCom als Firmenseminare ausgewiesen und weisen von vorneherein darauf hin, dass Firmen über ihre Produkte reden. Das sollen sie auch,

denn wie sonst kann sich der Anwender informieren? Hier hat er sogar die Möglichkeit, mit Kollegen über Anwendung und Technik zu diskutieren und Informationen von kritischen Praktikern zu erhalten. Ein immenser Vorteil für die CLB tut sich hier auf.

Ein nicht unbeträchtlicher Vorteil der CLB-InCom-Symbiose sind die Einkaufsnachweise. Zum einen die kurzen Hinweise im Printmedium auf Produkte, zum anderen die Praxiskurse, die zu bestimmten Zeiten während der InCom durchgeführt werden. Ebenfalls kurz, bündig und prägnant. Als elegantes Informationsmedium kann der Hersteller das Printmedium als Vorankündigung für das Symposium mit seinen praktischen Darstellungsmöglichkeiten nutzen. Als unerschöpfliches Informationsmedium kann wiederum der Besucher, Hörer und Leser den Tagungsband, der online im Internet ausliegt, nutzen. Durch die nur über Passwort einzugebenden Abstracts oder Abhandlungen, die jederzeit von den betreffenden Autoren komplettiert oder umgeschrieben werden können, liegt hier Quelle möglichem neuen Informations- und Wissenstransfers vor.

Eine der wichtigsten Möglichkeiten externer Weiterbildung läßt sich nunmehr im Konglomerat CLB-InCom lösen. Es ist der **Zertifizierungskurs**. Durch vorbereitende Publikation in der CLB lassen sich Anwender auf einen Tageskurs vorbereiten, der während der InCom durch unabhängige Wissenschaftler, Ingenieure oder Firmen durchgeführt wird. Diese Kurse enden mit einem Zertifikat, das für die Personalakten wertvoll, für den Absolventen wichtig und für die ISO 9000 ff, GLP oder was auch immer notwendig ist.

Es ist deutlich zu erkennen, dass ein Zusammenschluss Printmedium und Symposium für alle Beteiligten von Vorteil für alle Besucher, Hörer und Anwender nützlich ist. So gesehen verabschiede ich mich sehr gerne, sehe ich doch, dass der wissenschaftliche Beirat zukunftsorientiert, weiterbildungswillig, progressiv und nachhaltig wirken wird.

Ich denke auch, Rolf Kickuth ist die Persönlichkeit, die hierfür eintreten wird. Ich sehe die enorme Arbeit, die auf alle zukommt; die Schwierigkeiten, die sich auftun werden. Meine Hoffnung ist, mich in den nächsten fünfzehn Jahren auch weiterhin informieren zu können. Mir ist klar: Nur die Fluktuation sichert den Weiterbestand, und ich weiß: Einen Fluss kann man niemals zweimal besteigen. Alles fließt – alles geschieht auf dem Wege des Streites. Es gibt kein Scheiden – es wird ein Weiterkämpfen für richtige Analytik sein – hoffentlich mit weniger Juristen und dafür mit mehr Analytikern.

Als Letztes ein vielleicht ungewöhnliches Schlusswort. Ich möchte mich bei all denen bedanken, die mit mir eine wunderbare Zeit bei Wein, Bier und auch all den anderen Dingen, die man essen und trinken kann, verbracht haben, sich für die Instrumentelle Analytik eingesetzt, diskutiert und gekämpft haben. Hier sind die Verlage gemeint, die stets als Freunde und Mitkämpfer für richtige Analytik auch zur InCom kamen, und zwar von Anfang an. Vom Hoppenstedt-Bonnier-Verlag Rainer Jupe, Robert Horn, Dr. Hans-Jürgen Hundrieser und nicht zu vergessen, Bärbel Meisinger; vom Vogel-Verlag Dieter Kneucker und Ludwig Springauf. Ich wünsche, dass als mein Nachfolger bei der InCom Rolf Kickuth ebenso als Diskussionspartner aufgenommen werden wird, zum Teil nun von den Nachfolgern der obig genannten,

Ihr



# INHALT

## Aufsätze

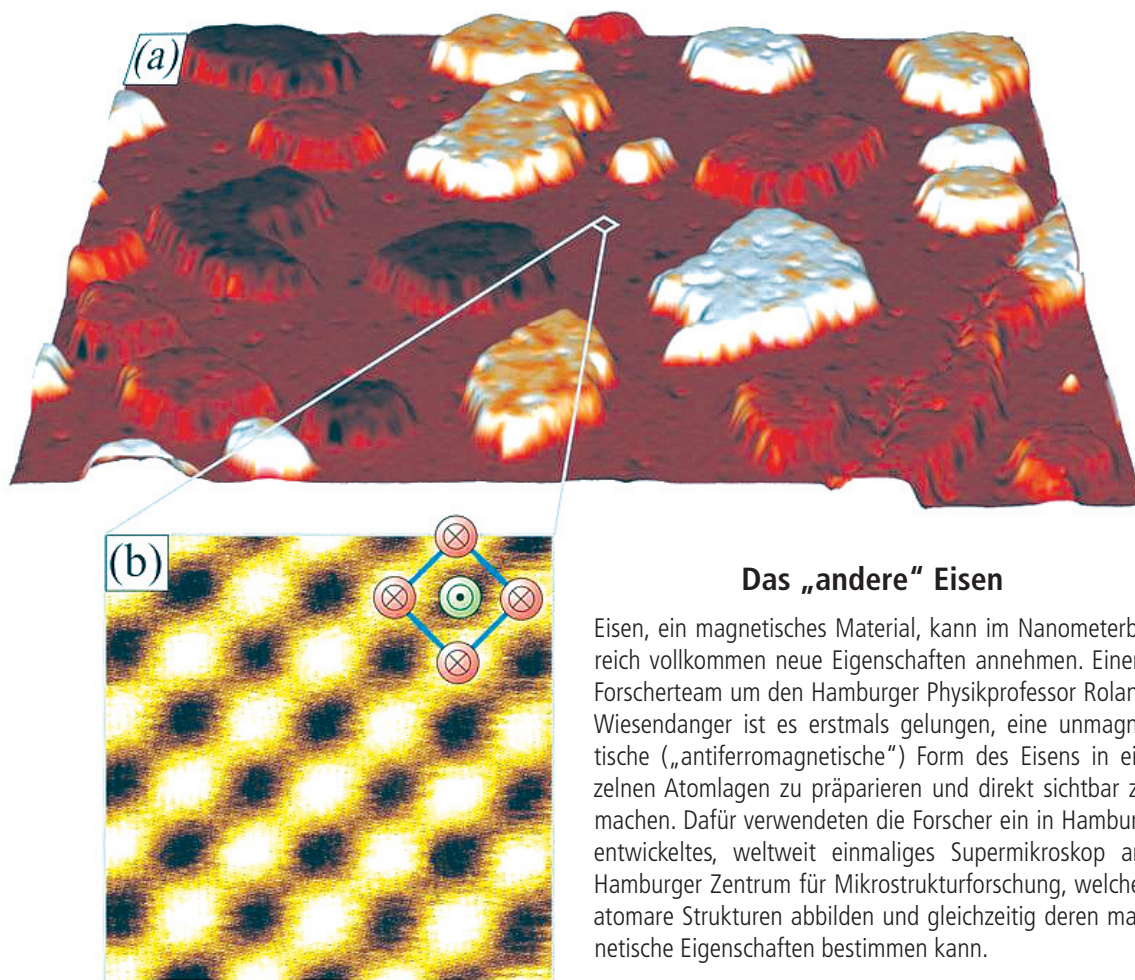
Die Korrosionsstabilität edelmetallfreier Dentallegierungen Nachhaltige Verbesserungen bei den Nickel-Basis-Legierungen _____	58
ISIS in Straßburg: Vom Labor in die industrielle Anwendung Supramolekulare Chemie als Flaggschiff _____	62
Der Histon-Code Auf die Verpackung kommt es an _____	66
Elektro- und Elektronikschrott systematisch analysieren Die Bestimmung gefährlicher Substanzen nach WEEE und RoHS _____	69
Raman-Mikro-Spektroskopie Heute eine analytische Routinemethode _____	74
Chemische Elemente im Alltag, Teil 1: Natrium und Kalium Asche für die Schönheit _____	78

## Rubriken

Editorial _____	51
Impressum _____	53
F & E im Bild _____	53
Unternehmen _____	54
Personalien _____	56
Förderungen / Preise _____	57
<b>Umschau</b>	
Aktive Wärmefluss-Thermographie Unsichtbare Fehlstellen sichtbar machen _____	80
Ultrakurze Nanometerstrahlung Noch näher am Röntgenlaser _____	81
Umfeld Wissenschaft _____	82
Literatur _____	84
Neue Produkte _____	85
Bezugsquellenverzeichnis _____	89

## CLB-Memory

Pollenmonitor im Freien und Bakterienklassifizierung in Reinräumen Biophotonik zur Identifizierung von Bioaerosolen _____	M17
Fragliche Schlussfolgerungen aus Analyse-Daten Düngung messen mit Spektral-Sensoren _____	M20
Nützliche Ratgeber 31 – 34 Informationen für und über Schulen und Schüler _____	M21
Chemie begeistert Mädchen wie Jungen Projekt LeLa – Lernort Labor _____	M22
Wieviel Wasser fließt den Rhein hinunter? _____	M23
Aus der Bildungslandschaft _____	M23
Ernährung und Chemie Mehrere richtige Antworten sind möglich _____	M24



Zwischen magnetischen Eiseninseln mit einer Höhe von zwei Atomlagen wird die „antiferromagnetische“ Struktur der ersten Atomlage mittels eines spinsensitiven Rastertunnelmikroskops sichtbar. (Abb.: Universität Hamburg, SPM-Gruppe Prof. Dr. R. Wiesendanger).

### Das „andere“ Eisen

Eisen, ein magnetisches Material, kann im Nanometerbereich vollkommen neue Eigenschaften annehmen. Einem Forscherteam um den Hamburger Physikprofessor Roland Wiesendanger ist es erstmals gelungen, eine unmagnetische („antiferromagnetische“) Form des Eisens in einzelnen Atomlagen zu präparieren und direkt sichtbar zu machen. Dafür verwendeten die Forscher ein in Hamburg entwickeltes, weltweit einmaliges Supermikroskop am Hamburger Zentrum für Mikrostrukturforschung, welches atomare Strukturen abbilden und gleichzeitig deren magnetische Eigenschaften bestimmen kann.

## Impressum

**CLB**  
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,  
E-Mail: bulmahn@clb.de),  
Dr. Christiane Soiné-Stark  
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

**Ständige Mitarbeiter:**  
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg;  
Werner Günther, Düsseldorf; Prof.  
Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;  
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Hans  
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,  
Bad Soden; Dr. Röbbbe Wünschiers, Köln.

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder  
des VDC sowie des VBTA erhalten die  
CLB zu Sonderkonditionen.

**Anzeigenpreisliste:**  
Nr. 43 vom 12.8.2004.

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder  
Störung durch höhere Gewalt besteht kein  
Anspruch auf Lieferung.

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

ISSN 0943-6677

vbta

## NACHRICHTEN &amp; NOTIZEN

**Ocimum Biosolutions**, ein führender Anbieter von Laborinformations-Managementsystemen (LIMS), Bioinformatiklösungen und Auftragsforschung mit Hauptsitz in Hyderabad, Indien, hat eine Absichtserklärung für den Erwerb von Kernaktiva des „Genomic Diagnosis“ Microarray-Geschäfts der MWG Biotech AG unterzeichnet. Die ehemaligen Beschäftigten des Geschäftsbereichs „Genomic Diagnosis“ der MWG Biotech AG sind nicht Bestandteil der Transaktion.

**Bayer Technology Services GmbH (BTS)** stärkt ihre Kompetenz im Bereich der hochempfindlichen Detektionsverfahren für Life Sciences und hat das Geschäft und die Assets der Zeptosens AG, Witterswil, Schweiz übernommen. Die Zeptosens AG wurde 1998 als Spin-off der Firma Novartis gegründet. Kerngeschäft des Unternehmens sind die Entwicklung, Produktion und Vertrieb eines hochsensitiven Biochip-Systems basierend auf Fluoreszenzdetektion an der Oberfläche eines planaren optischen Wellenleiters.

**Genome express**, Spezialist in der DNA-Analyse, wird eine Serie von speziellen Bakterien-Analysen für bioMérieux durchführen. bioMérieux, ein führendes Unternehmen bei der in vitro Diagnostik in Medizin und Industrie, wählte Genome express auch wegen seiner geeigneten Analyse-Plattform und seiner hohen Durchlaufkapazitäten aus.

**Die Analytik Jena AG** hat für ihr Instrumentengeschäft einen weiteren Großauftrag aus China erhalten. Dieser beinhaltet die Ausstattung von Laboren der Chinesischen Environmental Protection Agency (EPA) mit mehr als 30 Atom-Absorptions-Spektrometern (AAS) der neusten Generation. Die Gesellschaft ist seit vier Jahren erfolgreich in China tätig. Mit einer eigenen Repräsentanz sowie einer Tochtergesellschaft in Shanghai, werden von Peking bzw. Shanghai aus sämtliche Geschäftsaktivitäten in China und Hongkong für Analytik Jena betreut.

**Ardana plc**, das in Edinburgh ansässige Biotechnologieunternehmen und ein Portfoliounternehmen der DVC Deutsche Venture Capital, ist seit dem 4. März erfolgreich an der Londoner Stock Exchange (LSE) notiert. Die Aktie wurde zu einem Kurs von 128 Pence unter dem Ticker Symbol ARA.L ausgegeben. Das Emissionsvolumen des Unternehmens betrug £ 21 Mio. Zu den weiteren Investoren gehören u.a. 3i Group, TVM, ABN Amro und Merlin Bioscience.

**DegussaHeadwaters**, ein Joint Venture zwischen der Degussa AG, Düsseldorf, und der amerikanischen Headwaters, Inc., South Jordan, Utah, hat in Hanau-Wolfgang seine Pilotanlage zur Direktsynthese von Wasserstoffperoxid (DSHP) erfolgreich in die Pilotanlage zur Herstellung von Propylenoxid (PO) nach dem Degussa/Uhde-Verfahren integriert. DegussaHeadwaters will den neuen DSHP-Prozess bis Ende 2006 entwickelt haben, so dass die Technologie ab 2007 kommerziell verfügbar ist.

## Lanxess forciert Wachstumstempo in China

## Marktführerschaft angestrebt

**Die Lanxess AG erhöht ihre Präsenz in dem sich rasant entwickelnden chinesischen Chemiemarkt durch mehrere Joint Ventures im Bereich der Reifen-, Lederchemikalien- und Hydrazinhydratproduktion.**

Ein neues Unternehmen namens Anhui Tong Feng Shengda Chemical Co. Ltd. wird als erster westlicher Anbieter die Produktion eines Alterungsschutzmittels für Kautschuk starten. Produktionspartner sind der etablierte Chemikalienhersteller Xinda und der Finanzinvestor TongFeng. „Wir eröffnen uns mit diesem Joint Venture den Zugang zu dem am stärksten wachsenden Reifenmarkt weltweit“, stellte der für das Asiengeschäft zuständige Lanxess-Vorstand Dr. Martin Wienkenhöver auf einer internationalen Pressekonferenz in Shanghai fest. Das High-Tech-Produkt wird voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2006 in einer

Anlage des Industrieparks Tongling in der chinesischen Provinz Anhui produziert werden.

Zweiter Wachstumstreiber ist die geplante Verdoppelung der Lederchemikalienproduktion. Dafür wurden in Rekordzeit von 15 Monaten zwei neue Produktionsanlagen im nordwestlich von Shanghai gelegenen Industriepark Wuxi gebaut.

Mit der Hydrazinhydratanlage, deren Grundstein am 1. März in Weifang in der Provinz Shandong gelegt wurde, werden für Lanxess die Weichen auf dem Weg zum Marktführer in China gestellt. Das wichtige Zwischenprodukt Hydrazinhydrat wird vor allem in der Agro-, Pharma- und Kunststoffindustrie eingesetzt. Ende 2005 soll die Anlage, die zu den größten der Welt zählt, unter Volllast produzieren. Experten rechnen damit, dass China in den nächsten Jahren zum größten Chemie-Markt der Welt aufsteigen wird.

## Codexis fusioniert mit Jülich Fine Chemicals

**Codexis, Inc., ein amerikanisches Privatunternehmen der Weißen Biotechnologie, hat das deutsche Unternehmen Jülich Fine Chemicals GmbH (JFC) übernommen.**

JFC ist führender Anbieter von Spezialenzymen für die organische Synthese und chiraler Bausteine für pharmazeutische und chemische Unternehmen. JFC wird weiterhin als unabhängige, hundertprozentige Tochtergesellschaft der Codexis, Inc. operieren. Codexis beschäftigt sich mit der Entwicklung von kundenorientierten und proprietären Lösungen für die weltweit führenden pharmazeutischen Unternehmen. Genutzt wird dabei das MolecularBreeding, eine Technik zur zielgerichteten molekularen Evolution. Dr. Thomas Daubmann, Geschäftsführer der JFC, wird auch dem Führungsteam von Codexis angehören.

## Erste kommerzielle Terahertz-Spektrometer

**Kommerzielle Terahertz-Spektrometer gibt es jetzt von der britischen Firma Teraview aus Cambridge.**

Das Unternehmen wurde im April 2001 gegründet. 34 Mitarbeiter entwickeln dort jetzt Terahertz-Spektrometer für Anwendungen in Pharmazie, Medizin, Materialwissenschaften und Lebensmitteltechnik. Für bildgebende Anwendungen in der Sicherheitstechnik hat man eine strategische Partnerschaft mit Smiths Detection geschlossen. Die neueste Entwicklung des britischen Unternehmens vereint die Möglichkeiten, reflektive Spektroskopie wie auch transmissive Spektroskopie durchzuführen. Nach Firmenangaben sind bereits mehrere Terahertz-Spektrometer an Unternehmen der pharmazeutischen Industrie verkauft worden.

## Fortum Oil investiert eine halbe Milliarde Euro in Ö Raffinerie

# Sauberere Treibstoffe – erhöhte Dieselproduktion

**D**ie Ölgesellschaft Fortum Oil (zukünftig Neste Oil) steckt eine halbe Milliarde Euro in die Modernisierung ihrer Ö Raffinerie Porvoo. Grund dafür ist die verstärkte Nachfrage nach schwefelfreiem Diesel in Europa.

Das Vorhaben bedeutet einen strategischen Schritt hin zu noch saubereren und wettbewerbsfähigeren Treibstoffen und gleichzeitig die Verarbeitung preisgünstigerer Rohöle.

Die Rohstoffe und ihre Preise sind für Fortum Oil von zentraler Bedeutung. Das Unternehmen verarbeitet sowohl Brent-Öl aus der Nordsee als auch Rohöl aus Russland. Man hat vor, in Zukunft mehr russisches Öl als Rohstoff einzusetzen.

Eine der wichtigsten Komponenten der neuen Produktionslinie ist die Wasserstoffanlage, denn Wasserstoff wird zum Entschwefeln bei der Dieselproduktion benötigt. Vom Umweltschutz her betrachtet kommt der Nutzen sauberer Brennstoffe bei deren Einsatz



Die Fortum-Raffinerie in Porvoo hat eine Gesamtkapazität von rund elf Millionen Tonnen im Jahr. (Foto: Fortum Oil Oy)

zum Tragen. Schwefelfreier Dieseldieselkraftstoff ermöglicht die Anwendung neuester Motortechnik in Kraftfahrzeugen und damit die Reduzierung der schädlichen Treibhausgasemissionen.

Die aus zwei Einheiten bestehende neue Produktionslinie der Raffinerie Porvoo umfasst eine Fläche von fünf Hektar und soll im Herbst 2006 in Betrieb genommen werden.

Infolge der Investition erhöht sich die Dieselproduktion von Fortum Oil in Porvoo um etwa eine Million Tonnen im Jahr; die Gesamtkapazität bleibt jedoch unverändert auf elf Millionen Tonnen. Zusammen verfügten die Raffinerien Porvoo und Naantali des Unternehmens im Jahr 2004 über eine Kapazität von 14 Millionen Tonnen.

## Eröffnung eines Reinraums der Albatros Technologies GmbH & Co. KG

# Für jährlich mehrere 100 Millionen Biosensoren

**D**ie Albatros Technologies GmbH & Co. KG in Münster hat den ersten Reinraum zur Produktion von Biosensoren im Diabetes-Umfeld in Nordrhein-Westfalen in Betrieb genommen. Darin sollen jährlich mehrere 100 Millionen Biosensoren produziert und in ein neuartiges Glukosemesssystem des Mutterunternehmens Pelikan Technologies Inc. integriert werden.

Ein Diabetiker wird einfach seinen Finger an das Messgerät legen und warten, bis automatisch das Blut aus dem Finger entnommen, zum Biosensor gebracht und innerhalb kürzester Zeit das Glukose-

Ergebnis angezeigt wird. Das neue System wird 2007 auf dem Markt verfügbar sein. Größter Wert wird auf Partikelarmut in der Produktion gelegt. Die Mitarbeiter tragen spezielle Reinraumkleidung, der Zutritt erfolgt über eine Schleuse.

Albatros verfügt nun in Deutschland als erstes mittleres Unternehmen im Diagnostik-Bereich über einen Reinraum der 10000er Klasse.

Das Unternehmen wurde 1995 als Spin-off des Instituts für Chemo- und Biosensorik in Münster gegründet, und ist seit 2004 ein 100prozentiges Tochterunternehmen des US-amerikanischen Blutzuckermessgeräteentwicklers

Pelikan Technologies Inc.. Fachleute gehen davon aus, dass die Zahl der Diabetes-Erkrankten im Jahre 2010 20 Millionen übersteigen wird.

Das sich daraus ergebende Marktvolumen für Eigen-Diagnose-Geräte und sonstigem Medizinbedarf wird bereits in diesem Jahr auf rund fünf Milliarden Dollar weltweit geschätzt.

Forschung im Reinraum bei Albatros Technologies



**DGG** Harro Schmeling (50), Professor für Geophysik an der Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, ist neuer Präsident der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG) e.V. Er tritt die Nachfolge von Professor Dr. Gerhard Jentzsch (Jena) an, der die vergangenen zwei Jahre die DGG führte. Jentzsch wird dem Vorstand für zwei weitere Jahre als Vizepräsident angehören.

**DIAL CORPORATION** Bradley A. Casper wird ab April neuer Präsident und Chief Executive Officer des Unternehmens. Er tritt die Nachfolge von Herb Baum an, der in den Ruhestand geht.

**FRESENIUS AG** Rainer Hohmann, Vorstandsmitglied der Fresenius AG, scheidet Ende März aus dem Unternehmen aus. Sein Nachfolger wird Andreas Gaddum (49). Er übernimmt im Vorstand die Zuständigkeit für den Unternehmensbereich Fresenius ProServe.

**HELLMA GMBH & Co. KG** Lutz Mayer wurde zum weiteren Geschäftsführer der Hellma GmbH & Co. KG in Müllheim ernannt. Gemeinsam mit Lothar Mayer leitet er das mittelständische Unternehmen in Südbaden. Die Traditionsfirma Hellma, 1922 gegründet, ist damit in dritter Generation unter familiärer Leitung.

**HIRSCHMANN** Laborgeräte GmbH & Co. KG Dr. H.-J. Bigus, seit 1996 Direktor für Forschung und Entwicklung, hat mit Wirkung zum 1. Januar 2005 Prokura erhalten.

**VDBIOL** Auf dem 25. Biologentag im Oktober 2004 wurde Prof. Dr. Reinhard Paulsen, Professor für Zell- und Neurobiologie der Universität Karlsruhe, zum Präsidenten des Verbandes deutscher Biologen gewählt. Nach 4 Jahren schied der bisherige Präsident Prof. Dr. Hans-Jörg Jacobsen (Hannover) aus.



Klemm



Mayer/Mayer



Bigus



Paulsen

## EHRUNGEN

Am 31. Januar 2005 wurden in Berlin die **BioFuture-Preise** vergeben. Einer der Preisträger ist der Göttinger Wissenschaftler **Dr. Holger Stark**, der am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie arbeitet und das Preisgeld von 1,55 Millionen Euro zum Aufbau einer Nachwuchsgruppe am MPI verwenden will. Dr. Stark wurde für die dreidimensionale Strukturbestimmung biologischer Makromoleküle mit Hilfe der Kryoelektronenmikroskopie und komplexer Bildverarbeitungsverfahren ausgezeichnet.

Erstmals wurde einem Deutschen der „**Anselme Payen Award**“ verliehen. Der seit 1962 von der Abteilung Cellulose und erneuerbare Materialien der Amerikanischen Chemie-Gesellschaft vergebene Preis wurde am 15. März in San Diego an **Prof. Dr. Dieter Klemm** von der Universität Jena vergeben. Klemm ist Professor für Organische Chemie und Experte auf dem Gebiet der Cellulose-Chemie und der Polysaccharide. Die mit 3000 US-Dollar dotierte Auszeichnung würdigt seine Leistungen in der Entwicklung neuer Cellulose-basierter Materialien.

**Carsten Rudolph** (32), Habilitant am Institut für Pharmazie der Freien Universität Berlin, hat im Februar den mit 1,5 Millionen Euro dotierten **BioFuture-Preis**, den höchst dotierten deutschen Preis für Nachwuchsforscher, erhalten. Damit kann er fünf Jahre lang an einem Projekt zur gentherapeutischen Behandlung der seltenen angeborenen Lungenkrankheit „humaner Surfactant Protein-B Mangel“ zu arbeiten. Kinder, die mit dieser Erbkrankheit geboren werden, haben in der Regel nur eine Lebenserwartung von maximal einem Jahr. Es handelt sich bei dem hSP-B-Defekt um eine Krankheit mit sehr gutem Modellcharakter, um die Möglichkeit einer sicheren Gentherapie zu testen.

Mit dem **Heisenberg-Stipendium** der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurde im Dezember 2004 **PD Dr. Antje Ostareck-Lederer** (40) ausgezeichnet. Die Wissenschaftlerin forscht und lehrt seit 2003 am Fachbereich Biochemie/Biotechnologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und erhielt das Stipendium für ihre Arbeiten zur Regulation der Proteinsynthese.

**Dr. Klaus Blaum** vom Institut für Physik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und von der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt erhielt am 8. März in Rostock den renommierten **Mattauch-Herzog Förderpreis** in Höhe von 12 500 Euro. Die Deutsche Gesellschaft für Massenspektrometrie zeichnet damit die Arbeiten des 33jährigen Wissenschaftlers zu Massenmessungen an Kernen aus.

Mit dem **Jochen-Block-Preis 2005** der Fachsektion Katalyse der Dechema Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. wird in diesem Jahr **Dr. Günther Rupprechter** vom Fritz-Haber-Institut, Berlin, ausgezeichnet. Der Preis wurde anlässlich des Jahrestreffens Deutscher Katalytiker am 16. März 2005 in Weimar vergeben. Prämiert werden damit seine Forschungsarbeiten zu Struktur-Aktivitätskorrelationen in der heterogenen Katalyse.

Für seine Arbeit an metallhaltigen Enzymproteinen und die Entwicklung der Molybdän-Co-faktor-Synthese erhielt der Biologe **Dr. Günter Schwarz** von der TU Braunschweig am 16. März in Mainz den mit 10 300 Euro dotierten **Novartis-Preis** für therapierelevante Pharmakologische Forschung 2004. Mit dem Preis werden alle zwei Jahre Forschungsergebnisse gewürdigt, die pharmakologische und klinische Forschung verbinden.



## Preis für neuartige Kunststoffe

Die Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe - Technische Vereinigung e. V. (AVK-TV) schreibt, wie in jedem Jahr, den Innovationspreis in den Kategorien Anwendung, Umwelt und Hochschularbeit aus. Ziel ist die Förderung neuer industrieller Problemlösungen durch Composites und technische Duroplaste, die Darstellung der Leistungen der Branche im Umweltschutz, sowie die Förderung der Hochschularbeit im Bereich der Verbundwerkstoffe und der duroplastischen Formteile. Schließlich soll durch diesen Preis die Motivation von Spezialisten auf diesen Gebieten gefördert werden. Die Preisverleihung erfolgt anlässlich der 8. Internationalen AVK-TV Tagung am 27./28.9.2005 in Baden-Baden. Bewerbungen können bis zum **31. Mai 2005** eingereicht werden. Nähere Informationen und Ausschreibungsunterlagen unter [www.avk-tv.de](http://www.avk-tv.de).

## Energie- und Umweltpreis

Das Wuppertal Institut und die Energieagentur NRW suchen Erfinder aus Deutschland mit innovativen Ideen, Konzepten, Dienstleistungen oder Projekten im Energie- und Umweltbereich. Der mit 15 000 Euro dotierte Preis soll dazu beitragen, dass durch Produkte im Dreiklang von Ökonomie, Ökologie und Sozialverträglichkeit zukunftsfähige Arbeitsplätze entstehen. Ein Innovationsbeirat, dem erfahrene Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik angehören, will den Bewerbern bei der Umsetzung ihrer Ideen helfen. Die Preisverleihung ist für November 2005 in der Historischen Stadthalle in Wuppertal vorgesehen. Die Bewerbungsfrist läuft vom **7. März bis zum 31. Mai 2005**. Die Bewerbungsunterlagen und weitere Informationen sind unter [www.wupperinst.org/umweltpreis](http://www.wupperinst.org/umweltpreis) oder unter [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de) zu finden.

## Schüler entwickeln Software

Mit dem bundesweit ausgeschriebenen Jugendsoftwarepreis 2005 belohnt die Klaus Tschira Stiftung Schüler, denen es gelingt, Erkenntnisse und Experimente aus den Naturwissenschaften, der Mathematik oder Informatik mit Computerprogrammen spannend und anschaulich zu präsentieren. Schüler aller Alterstufen können sich bewerben. Einsendeschluss ist der **12. September 2005**. Mitmachen können Einzelpersonen, Schülergruppen und Klassen aus Deutschland, Österreich oder der Schweiz. Das Thema der Arbeiten kann von den Schülern frei gewählt werden, muss aber aus der Physik, Chemie, Biologie, Informatik oder Mathematik stammen. Das Programm kann als interaktives Multimediaprogramm oder als Experimentiersoftware gestaltet sein. Nähere Informationen gibt es unter [www.jugendsoftwarepreis.de](http://www.jugendsoftwarepreis.de).

## Neue Entwicklungen in der Zahnmedizin

Der mit insgesamt 6000 Euro dotierte DGZMK/Colgate Forschungspreis wird von Colgate Oral Pharmaceuticals und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) ausgeschrieben. Es werden wissenschaftliche Arbeiten von Nachwuchswissenschaftlern aus dem gesamten zahnmedizinischen Bereich ausgezeichnet. Die Arbeiten sind bis zum **15. Juni 2005** einzureichen. Die Teilung des Preises ist möglich. Die Verleihung erfolgt im Rahmen der Eröffnungsfestlichkeiten der Jahrestagung der DGZMK am 26. Oktober 2005 in Berlin. Die Arbeiten sind unter dem Stichwort: „Colgate/DGZMK Forschungspreis“ bei folgender Adresse einzureichen: Colgate-Palmolive GmbH, „Colgate/DGZMK Forschungspreis“, Lübecker Strasse 128, 22089 Hamburg. Informationen unter [www.dgzmk.de](http://www.dgzmk.de).

## Kommunikationspreis in den Life Sciences

Die European Molecular Biology Organization (EMBO) erwartet Beiträge für den 4. Kommunikationspreis. Teilnehmen können europäische Wissenschaftler, die neben ihrer Forschung besondere Anstrengungen unternommen haben, ihre Wissenschaft der Öffentlichkeit zu vermitteln. Die Gewinner des mit 5000 Euro dotierten Preises werden auch gleichzeitig für den European Commission's Descartes Prize for Science Communication nominiert. Einsendeschluss ist der **31. Mai 2005**. Weitere Informationen und das Anmeldeformular sind unter [www.embo.org/projects](http://www.embo.org/projects) zu finden.

## Intensivtraining für Geschäftsründer

Wissenschaftler mit Unternehmergeist, die ihre Geschäftsidee umsetzen wollen, können sich bis zum **31. Mai** um ein einwöchiges Intensivtraining bewerben. Hierzu laden der Lehrstuhl für Gründungs- und Innovationsmanagement der Christian-Albrechts-Universität in Kiel und die Innovationsstiftung Schleswig-Holstein ein. Die Bewerber mit den zehn besten technologieorientierten Gründungsideen werden für die Entrepreneurs' Innovation Summer School (EISS) in Schleswig vom 12. bis 17. September ausgewählt. Das Projekt wird von der ISH finanziert und ist für die ausgewählten Teilnehmer kostenfrei. Auch im Anschluss an die Summer School werden die Teilnehmer weiter betreut. Die Bewerbungsunterlagen und weitere Informationen über die EISS gibt es unter [www.eiss.uni-kiel.de](http://www.eiss.uni-kiel.de) oder bei Petra Dickel, Tel 0431 4698.

# Nachhaltige Verbesserungen bei den Nickel-Basis-Legierungen

Dagmar Kunzmann, Helke Döring, Elke Rahm und Rudolf Holze

Zur Beurteilung der Korrosionsstabilität von Nichte- edelmetalllegierungen, die in der Zahnheilkunde für verschiedene Zwecke verwendet werden, wurden elektrochemische Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse mit den Resultaten oberflächenanalytischer Untersuchungen vor allem der Elementverteilung an der Oberfläche kombiniert wurden. Zwischen dem Verhalten der Kobalt- und der Nickelbasis-Legierungen konnten signifikante Unterschiede bei dem für die Beurteilung herangezogenen Durchbruchpotential gefunden werden. Sie sind allerdings bedeutend geringer als die anderenorts berichteten Unterschiede; offenkundig konnte die Korrosionsstabilität der Nickel-Basis-Legierungen nachhaltig gesteigert werden.

## Einleitung

Neben hochgoldhaltigen Legierungen für Kronen und Inlays, die aus Kostengründen teilweise durch Palladiumbasis-Legierungen und andere edelmetallreduzierte Legierungen verdrängt wurden, finden edelmetallfreie Legierungen bei der Herstellung von Zahnersatz (zum Beispiel als Tragekonstruktion bei Prothesen oder Teilprothesen oder für

die Kronenherstellung in Aufbrenntechnik) breite Verwendung. Eine Vielzahl von Legierungen in stark unterschiedlicher Zusammensetzung wird angeboten. Günstige Verarbeitungseigenschaften, vorteilhafte mechanische Daten und attraktive Oberflächenbeschaffenheiten werden als Vorteile herausgestellt. Bei einigen Legierungen wird das Fehlen biologisch problematischer Metalle wie Nickel oder Beryllium hervorgehoben. Eingehende und vergleichende Untersuchungen der Korrosionsstabilität der in Deutschland verwendeten Legierungen fehlen weitgehend.

Da vereinzelt klinische Mißerfolge berichtet werden erscheint eine vergleichende Charakterisierung der Korrosionsbeständigkeit mit möglichst einfachen experimentellen Methoden, die potentiell eine breit angelegte Untersuchung mit vertretbarem Aufwand ermöglichen, wünschenswert. Da die Korrosion dieser Werkstoffe, wie grundsätzlich jede Korrosion metallischer Stoffe, ein elektrochemischer Prozess ist, sind dabei elektrochemische Untersuchungsverfahren von naheliegender Interesse. Als besonders aussagestark und dennoch mit überschaubarem apparativem Aufwand behaftet hat sich die zyklische Voltammetrie empfohlen, die bereits anderenorts bei in vitro Untersuchungen von Palladium-Basis-Legierungen und von Amalgamen [1,2] verwendet wurde.

Wir haben aus der Vielzahl der angebotenen Legierungen Nickel-Basis- und Kobalt-Basis-Legierungen typischer Zusammensetzung (Tabelle 1) ausgewählt, die nach zahnärztlicher Erfahrung derzeit verwendet werden.

## Experimente

Aus den Legierungen wurden unter Beachtung der Herstellerangaben zu Gusstemperatur, Gussverfahren, Einbettungsmasse Gusskörper hergestellt. Neben zwei zylindrischen Körpern (Masse 40 mm lang, 5 mm Durchmesser) für die elektrochemischen Untersuchungen wurde ein scheibenförmiger Körper (30 mm Durchmesser, 3 mm Dicke) für die elektronenstrahlmikroskopischen Untersuchungen hergestellt. Die Dimensionen dieser Scheibe erlaubten die Untersuchung der Elementverteilung an der Oberfläche an Orten mit unterschiedlicher

### Die Autoren

**Dagmar Kunzmann** studierte nach einer Ausbildung als Zahn- technikerin Chemie an der Technischen Universität Chemnitz. Nach der Diplomarbeit in Polymerchemie wechselte sie zur Technischen Universität München in den Arbeitskreis Prof. Nuyken.

**Helke Döring** studierte ebenfalls Chemie an der Technischen Universität Chemnitz; nach Abschluß ihrer Diplomarbeit in Technischer Chemie führt sie derzeit Untersuchungen für ihr Doktorarbeit in China durch.

**Elke Rahm** ist Technikerin und seit vielen Jahren Experte für mikroanalytische Oberflächenuntersuchungen an Metalllegierungen.

**Rudolf Holze** studierte Chemie an der Universität Bonn. Nach Diplom- und Doktorarbeit zu Komponenten für Batterien und Brennstoffzellen habilitierte er sich 1989 an der Universität Oldenburg über spektroskopische Methoden in der Elektrochemie. Seit seiner Berufung an die Technische Universität Chemnitz 1993 ist er dort Professor für Physikalische Chemie/Elektrochemie.



Erstarrungs- und Abkühlungscharakteristik: Am Rand erfolgt die Erstarrung naturgemäß schneller und potenziell weiter entfernt von der thermodynamischen Gleichgewichtsverteilung der Elemente in der Legierung als in der Mitte.

Die Zylinder für die elektrochemischen Untersuchungen wurden vom Gussbaum abgetrennt und von Hand unter möglichst weitgehender Beachtung der Herstellerangaben poliert. Die Härte der Legierungen erlaubte nur in wenigen Fällen die Herstellung eines Gewindeloches zur Halterung der Probe in der elektrochemischen Zelle, in der Mehrzahl der Proben wurde ein Kupferdraht als Halter und elektrische Verbindung angebracht und sorgfältig abgedeckt; beim Löten wurde auf eine möglichst geringe thermische Belastung der Probekörper geachtet. Die elektrochemischen Messungen wurden in einer Dreielektrodenanordnung mit einer gesättigten Kalomelbezugselektrode und einer Platingegenelektrode mit luftgesättigtem Fusayama-Kunstspeichel bei 37 °C mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 1 mV·s<sup>-1</sup> durchgeführt. Ein Eigenbaupotenzioostat und ein Rechner mit Wandlertkarte und selbst entwickelter Software wurden verwendet.

Die Untersuchung der Elementverteilung an der Oberfläche der scheibenförmigen Proben wurde nach deren Politur mit einem Cameca SX 100 durchgeführt.

## Resultate und Diskussion

Die tatsächliche durch Mittelung über eine ausreichend große Zahl von Messpunkten auf der Probenoberfläche mit der Elektronenstrahlmikrosonde bestimmte Zusammensetzung an der Oberfläche von Gusskörpern zeigte nur wenig auffällige Abweichungen von den Herstellerangaben. Die lokale Verteilung der verschiedenen metallischen Bestandteile an der Gussoberfläche wurde mit der gleichen Technik studiert. Bei Wirobond C zeigte sich eine sehr lokalisierte Cer-Abscheidung, dieses Element war nach Herstellerangaben nicht zu erwarten. Remanium 2000 zeigte erhebliche Schwankungen des lokalen Kobaltgehaltes (42 .. 68 At%, siehe Abbildung 1). Dabei war an kobaltarmen Stellen eine überdurchschnittliche Molybdän- und Wolframkonzentration festzustellen. Diese beispielhaft genannten Besonderheiten in der Oberflächenkonzentration der Metallbestandteile können auf das Korrosionsverhalten bedeutenden Einfluß haben.

Tabelle 1: Zusammensetzung der untersuchten Legierungen.

Hersteller: Austenal: 3, 4, 13; Dentaurum: 2, 8, 9; Bego: 1, 6, 7, 14; Krupp Medizintechnik (jetzt Austenal): 5, 11, 12; Schütz-Dental: 10

Aus den erhaltenen Voltammogrammen wurde das Durchbruchspotenzial durch Extrapolation des anodischen Stromanstiegs beim Erreichen des aktiven Bereiches der Metallauflösung ermittelt, außerdem wurden auffällige Strompeaks bei Elektrodenpotenzialen unterhalb des Durchbruchspotenzials identifiziert und mit der Oberflächenszusammensetzung der Legierungen in Bezug gesetzt. Bei der Legie-



		Massenprozent %					
<b>Nickel-Basis-Legierungen</b>							
		Ni	Cr	Mo	Si	W	Ce
1	Wiron 99	65	22,5	9,5	1	-	-
	gemessen	64,6	21,6	9,5	1,25	-	-
2	Remanium CS	61	26	11	1,5	-	-
	gemessen	57,1	23,8	12,6	2,1	-	0,13
						Ga	Fe
3	N/P <sup>2</sup>	66,2	13,5	7	0,8	7,5	5
	gemessen	65,5	12,9	7,2	0,7	7,6	5,2
						Co	Nb
4	N/P <sup>3</sup>	64	22	9	-	4	1
	gemessen	61,6	20,8	9,1	0,1	3,3	-
5	Supranium	61	21,5	9	2	4	-
	gemessen	62	22,2	9,1	1,3	3,1	-
6	Bellabond N	59,6	24	9,8	-	-	-
	gemessen	59,8	23,5	9,8	-	1,5	-
<b>Kobalt-Basis-Legierungen</b>							
		Co	Cr	Mo	Si	W	Ce
7	Wirobond C	61	26	6	1	5	-
	gemessen	61,6	24,2	5,0	0,6	4,8	0,2
8	Remanium CD	65	28	4,5	1,6	-	-
	gemessen	65,6	27,2	4,3	1,5	-	-
9	Remanium 2000	61	25	7	1,5	5	-
	gemessen	61,8	22,8	8,2	1,1	4,5	0,1
10	Microlit C	61	30	5,0	0,5	-	-
	gemessen	61	29,5	5,5	0,6	-	-
11	Bondi-Loy	66,5	27	5	1,5	-	-
	gemessen	68,8	24,3	5,5	0,8	-	-
						Ti	Mn
12	Dentitan	69,5	24	4,5	-	2	-
	gemessen	68,9	24,5	5	0,6	1	-
13	VI-Comp	61,1	32	5,5	<2	-	<2
	gemessen	61,7	32,3	5,4	1	-	-
						Mn	Fe
14	Wirobond LFC	33	30	5	1	1,5	29
	gemessen	33	30,5	5,2	1,1	0,4	29,6

Wiron 99 wurde im ersten Potenzialdurchlauf ein derartiger Strompeak (Abbildung 2) beobachtet, er geht auf mit der Mikrosonde gefundene lokale Eisenanreicherungen zurück. Sie werden offenbar selektiv rasch aufgelöst, im zehnten Durchlauf sind sie nicht mehr nachweisbar. Die lokalisierte Cer-Abscheidung bei Wirobond C verursachte dagegen trotz des unedlen Charakters dieses Elements keinen beobachtbaren zusätzlichen Stromfluss.

Das im Interesse der Beständigkeit wichtige Passivierungsverhalten konnte in unterschiedlicher Form beobachtet werden. Neben Legierungen (zum Beispiel WIRON 99), die bereits im ersten Potenzialdurchlauf nur sehr kleine Ströme zeigten, wurde bei anderen Legierungen eine rasche Passivierung nach anfänglich hohen Strömen beobachtet. Als typisches Beispiel zeigt Abbildung 3 das Verhalten von N/P<sup>2</sup>.

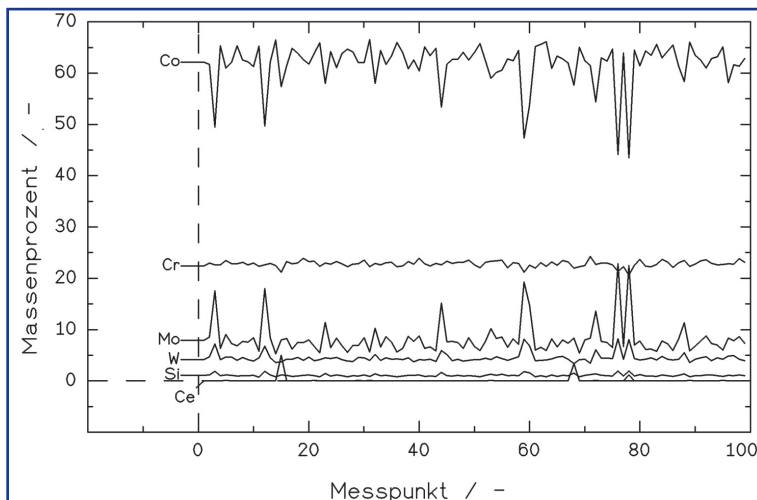
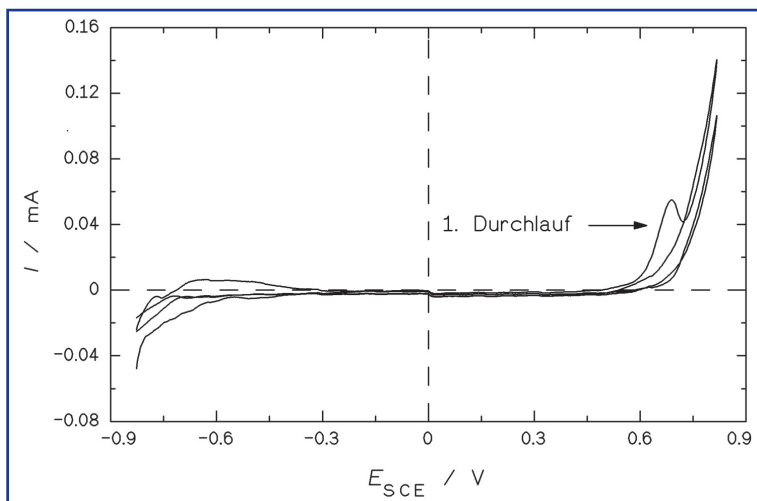


Abbildung 1: Elementverteilung (Linienscan) von Remanium 2000.

Abbildung 2: Zyklisches Voltammogramm von WIRON 99 in Kunstspeichel, luftgesättigt, 1 mV·s<sup>-1</sup>.



Nickel-Basis-Legierungen	
Wiron 99	0,72
Remanium CS	0,69
N/P <sup>2</sup>	0,55
N/P <sup>3</sup>	0,58
Supranium	0,78
Bellabond N	0,7
Kobalt-Basis-Legierungen	
Wirobond C	0,64
Remanium CD	0,72
Remanium 2000	0,73
Microlit C	0,7
Bondi-Loy	0,7
Dentitan	nicht bestimmbar
VI-Comp	0,7
Wirobond LFC	0,3

Tabelle 2: Durchbruchspotenziale  $E_{D,vs.SCE}$  /V.

Die ermittelten Durchbruchspotenziale  $E_D$  liegen (mit einer begründeten Ausnahme) mit  $E_{D,SCE} = 0,55 \dots 0,8$  V bei den in früheren Untersuchungen für bereits länger erfolgreich eingesetzte Cobalt-Chrom-Legierungen gefundenen Werten [3,4]. Sie liegen sehr deutlich oberhalb älterer Werte für Nickel-Chrom-Legierungen, dies hängt möglicherweise mit dem zwischenzeitlich stark erhöhten Chromgehalt zusammen. Nickel und Kobalt haben dabei keinen merklich verschiedenen Einfluss. Auffallend ist der niedrige Wert von  $E_{D,SCE} = 0,3$  V für das wegen vorteilhafter thermischer Ausdehnungseigenschaften hoch eisenhaltige Wirobond LFC.

### Fazit

Insgesamt liegen die Werte zwar um ca. 0.4 V unterhalb der für Palladium-Basis-Legierungen [3, 4] ermittelten Werte, die rasche Ausbildung von Passivschichten läßt jedoch eine ausreichende Korrosionsstabilität erwarten. Zwischen den Produkten werden keine signifikanten Unterschiede beobachtet, die im Einzelfall den Einsatz einschränken könnten.

### Danksagung

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen, zahlreiche Diskussionen sowie die Herstellung einiger Güsse danken wir Dr. Moustafa Darwish, Bonn. Die Legierungsproben und weitere Hilfsstoffe wurden von den Herstellern kostenlos zur Verfügung gestellt.

## Literatur

- (1) B. Westerhoff, M. Darwish und R. Holze, J. Appl. Electrochem. 22 (1992) 1142.
- (2) B. Westerhoff, M. Darwish und R. Holze, J. Oral. Rehabil. 22 (1995) 121.
- (3) C. Mülders, M. Darwish und R. Holze, J. Oral. Rehabil. 23 (1996) 825.
- (4) M. Darwish, C. Mülders und R. Holze, Dtsch. Zahnärztl. Z. 51 (1996) 101.

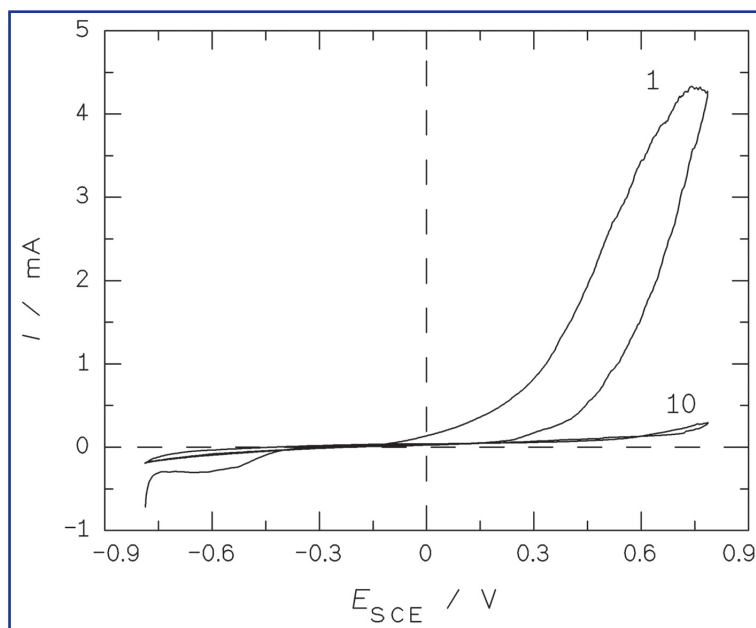
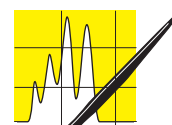


Abbildung 3: Zyklisches Voltammogramm von N/P<sup>2</sup> in Kunstspeichel, luftgesättigt, 1 mV·s<sup>-1</sup>.



AUFsätze

## Was man immer wieder nachschlägt...

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

# Supramolekulare Chemie als Flaggschiff

*Hans-Dietrich Martin*

ISIS – das ist die altägyptische Göttin des Lebens, aber auch die wohlklingende Abkürzung für das „Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires“ an der Universität Louis Pasteur in Straßburg. Direktor dieses interdisziplinär ausgerichteten Forschungsinstituts ist Professor Jean-Marie Lehn, der für seine bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiet der supramolekularen Chemie 1987 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Interdisziplinär am ISIS ist nicht nur die Grundlagenforschung im Grenzgebiet zwischen Chemie, Physik und Biologie, sondern auch die Wechselwirkung der Hochschule mit mehreren Arbeitsgruppen von Industrieunternehmen. So sind am ISIS die Firmen Broker, Care X, AC Immune und ein Team der BASF vertreten, das sich mit neuartigen funktionalen Nanostrukturen von Polymeren beschäftigt. Für CLB sprach Hans-Dietrich Martin mit Dr. Volker Schädler, Leiter dieser Arbeitsgruppe aus der Polymerforschung der BASF.

Schädler (Abbildung 1) erläutert die Aufgaben: „Die BASF hat seit fast zwei Jahren hier in Straßburg am ISIS-Institut (Abbildung 2) ein kleines Forschungslabor, in dem wir jenseits der konventionellen Forschung im Unternehmen spezielle neue Themen anpacken. Vor allem können wir uns hier neue, viel versprechende Technologien etwas genauer anschauen, die noch starken Hochschulcharakter haben und natürlich für eine Anwendung noch nicht ausgereift sind. Die supramolekulare Chemie der Arbeitsgruppe von Jean-Marie Lehn zum Beispiel hat unserer Einschätzung nach viel Potenzial, wenn sie nur mit den „richtigen“ Molekülen kombiniert wird. Aber auch die anderen Arbeitsgruppen an unserem Institut arbeiten an Technologien, die unserer Meinung nach in der Zukunft nutzbar gemacht werden können. Die BASF als ein Unternehmen mit einer starken Polymerforschung muss daran interessiert sein, rechtzeitig solche Trends aufzunehmen. Diese Zusammenarbeit mit dem Institut könnte, so hoffen wir, echte Technologiesprünge ermöglichen. Das „Straßburger Modell“ ist hinsichtlich Industrie-Hochschulkooperationen etwas

ganz besonderes, denn hier kann ein Unternehmen sein eigenes Labor an einem akademischen Institut betreiben, das heißt wir können nicht nur zielgerichtet unsere eigene Forschung voranbringen, sondern auch über den Zaun schauen und neuen Technologien auf mögliche Anwendungen hin prüfen.

Um konkret zu werden: Die BASF ist ein wichtiger Produzent von Schaumstoffen, die unter anderem als Wärmedämmmaterial eingesetzt werden. Bei diesen Materialien sind wir schon seit langem auf der Suche nach einer Methode, mit der man auf industriell realisierbare Weise Poren im Nanometerbereich erzeugen kann. Solche nanoporösen Schäume hätten gegenüber normalen Schaumstoffen den großen Vorteil, dass die thermische Leitfähigkeit nur etwa halb so groß ist. Das heißt, man könnte bei gleicher Isolationswirkung mit etwa der Hälfte an Material, also mit halb so dicken Schichten arbeiten, zum Beispiel bei der Altbau-sanierung oder auch bei Kühlaggregaten und so weiter. Die Herausforderung ist es, einen Prozess zu finden, der wirtschaftlich und ökologisch tragbar ist.

Diese nanoporösen Schaumstoffe sind ein Schwerpunkt unserer Arbeiten. Das zweite Thema, an dem wir hier arbeiten, sind superhydrophile Polymerdispersionen: Das sind Komplexe bestehend aus zwei oder mehreren Polymeren. Hier nutzen wir die supramolekulare Wechselwirkung zwischen komplementären Polymerketten, um letztendlich stabile und brauchbare Kolloide herzustellen. Solche Kolloide als Darreichungsform für hochmolekulare wasserlösliche Polymere hätten den großen Vorteil gegenüber konventionellen Polymerlösungen oder ölhaltigen Dispersionen, dass sie niederviskos und ökologisch unbedenklich sind.“

Abbildung 1: Über den Dächern von Straßburg. Dr. Volker Schädler auf der Dachterrasse des ISIS-Instituts.



## Der Autor

Hans-Dietrich Martin schreibt jetzt im 51. Jahr für die CLB (siehe CLB 09-2004, Seiten 340-346). Vom Chemotechniker über den Maschinenbau-Ingenieur und Redakteur lief sein beruflicher Werdegang bis hin zum Leiter des Referats Fachpresse der Bayer AG. Jetzt im „Un“-Ruhestand“ arbeitet er als PR-Berater und Wissenschaftsjournalist.

## Supramolekulare Wechselwirkung senkt die Viskosität

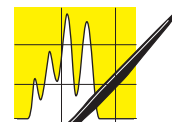
Bei den wässrigen Polymersystemen untersucht die Arbeitsgruppe von Schädlér die Selbstorganisation von polaren Monomerbausteinen, um gezielt hochmolekulare hydrophile Polymere lösemittelfrei und in hoher Konzentration in wässrigem Medium zu entwickeln. Er beschreibt die Vorgehensweise: „Zu einer geladenen, in Wasser gelösten Polymerkette wird zum Beispiel eine definierte Menge entgegengesetzt geladener Makromoleküle zugesetzt, so dass ein stabiler, kompakter Polyelektrolytkomplex entsteht. Auf diese Weise gelingt es uns schon bei der Polymerisation, „Gnocchi statt Spaghetti“, also kugelförmige statt fadenförmige Moleküle oder Molekülaggregate herzustellen. Die kompakten Kugeln verhaken deutlich weniger als lineare Polymerketten und fließen daher besser in wässrigem Medium. Die Schwierigkeit besteht darin, die Wechselwirkung zwischen den komplementären Makromolekülen genau zu designen. Neben den geladenen Systemen gelingt das auch sehr gut mit Wasserstoffbrücken. Dieses Konzept ist somit analog zu den reversiblen Wasserstoffbrückenbindungen in der Chemie von Jean-Marie Lehn. Während Lehn durch Wasserstoffbrücken zum Beispiel Flüssigkristalle aus selbstorganisierenden Molekülen erzeugt, versuchen wir, funktionale Kolloide aus selbstorganisierenden Polymeren herzustellen.“

Sehen Sie schon rein praktische Möglichkeiten der Anwendung? Schädlér nickt bestätigend: „Wir wollen hier zunächst einmal die Grundlagen erarbeiten, aber das Ziel ist, diese Grundlagen für das Unternehmen wirklich nutzbar zu machen und damit interessante Produkte zu entwickeln. Ein konkretes Beispiel wäre beispielsweise ein neues umweltfreundlicheres Flockungsmittel für die Wasserbehandlung oder ein Verdicker für Farben. Wir denken aber auch an Anwendungen bei Kosmetika.“

Die entscheidend wichtige Grundlage seiner Arbeiten ist für Schädlér: „...die supramolekulare Wechselwirkung zwischen Makromolekülen in Richtung Funktionalität zu nutzen, das sind die wichtigen Im-

pulse der Lehn'schen Arbeiten. Während es ja in der klassischen Chemie um die kovalenten intramolekularen Bindungen geht, also innerhalb eines Moleküls, interessiert sich der „supramolekulare Chemiker“ für intermolekulare Bindungen, also Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Molekülen. Mit Hilfe dieser „sekundären“ Wechselwirkungen können die unterschiedlichsten Aggregate gebildet werden, wie uns es die Natur wunderbar vormacht: Die DNA Doppelhelix basiert ja unter anderem auf einer Wasserstoffbrückenbindung zwischen den bestimmten Basenpaaren des DNA-Strangs. Die Übertragung von Erbinformationen ist somit ein Musterbeispiel für gelungene supramolekulare Chemie.

Dieses Prinzip ist vielseitig anwendbar, man kann damit zum Beispiel Temperatur-schaltbare (thermotrope) Flüssigkristalle formen, da die Stärke von Wasserstoffbrückenbindungen stark temperaturabhängig ist. Ebenso kann man reversible Polymere entwickeln, die nicht aus kovalent verknüpften Monomeren bestehen, sondern sich aus Bausteinen zusammensetzen, die über sekundäre, schaltbare Wechselwirkungen miteinander verbunden sind: Aus einem Monomer A, das einen Protonenakzeptor, beispielsweise eine Anordnung von mehreren tertiären Amino- oder Ketogruppen trägt, und einem Monomer B, das einen Protonen-Donor der entsprechenden Stärke hat (zum Beispiel mehrere Hydroxylgruppen) kann man Wasserstoffbrücken-basierende Polymerketten aufbauen. Diesem Bauprinzip folgend können nicht nur lineare Ketten, sondern auch verzweigte Strukturen erzeugt werden, oder beispielsweise scheibchenartige Aggregate (Diskoten) oder zylindrische Strukturen, bestehend aus Wasserstoffverbunden Einheiten. Die auf diese Weise hergestellten komplizierten Strukturen sind zwar der Natur abgeschaut, jedoch immer noch viel primitiver als beispielsweise Proteine. Diese zeigen, bedingt durch eine wohldefinierte Struktur (Faltungen, Helices), eine einzigartige Funktionalität, die letztlich von der intermolekularen Wechselwirkung herrührt. Das Lernen von der Natur, um ähnlich komplexe funktionale Strukturen erzeugen zu können, ist mit Sicherheit ein wichtiger Teil der Vision dieses Instituts. Entscheidend ist dabei, interdisziplinär an der Grenzfläche zwischen Biologie, Chemie und Physik zu arbeiten und ständig über den eigenen Tellerrand zu schauen.“



AUFsätze

Abbildung 2: Der Neubau des Instituts auf dem Campus von Straßburg.



## Nanoporöse Schaumstoffe

Das andere Forschungsthema von Schädlér's Arbeitsgruppe sind nanoporöse Schaumstoffe (Abbildung 3). Welche Porengrößen sind da gewünscht? Er erläutert: „Nanoschäume sollten Poren im Bereich zwischen 20 und 150 nm haben, um eine optimale Wärmedämmung zu erreichen. Diese Porengröße liegt im Bereich „der Mittleren Freien Weglänge“ von Luftmolekülen (Stickstoff und Sauerstoff). Das muss ich wohl etwas erläutern: Die Wärmeleitfähigkeit von Gasen wird be-

stimmt durch das Aneinanderstoßen der Moleküle. Je öfter sie aufeinanderprallen, desto stärker wird die Wärmeübertragung. Man kann natürlich einfach das Gas „verdünnen“, also ein Vakuum anlegen: Dabei wird auch die mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle größer, also die Stosswahrscheinlichkeit kleiner – aus diesem Grund ist ein gutes Vakuum der beste Wärmeisoliator (vergleiche Doppelglasfenster). Die auf der Vakuum-Technik basierenden „Vakuum-Isolationspaneele“ zur Wärmedämmung sind jedoch recht empfindlich und nicht so vielseitig einsetzbar wie herkömmliche Dämmstoffe. Daher sucht man einen einfacheren Weg, den Beitrag des Zellgases in Schaumstoffen zur Wärmedämmung zu verringern. Dies gelingt, indem man die Zellgas-Moleküle in Poren bringt, die etwa so klein sind wie die mittlere freie Weglänge des Gases, also etwa 100 nm für Stickstoff bei Normalbedingungen. Dieser Knudsen-Effekt wird bereits bei den Silika-Aerogelen genutzt, analoge polymere Schaumstoffe zur Wärmeisolation gibt es jedoch bis dato keine. Wichtig ist, dass zur Gesamtleitfähigkeit eines Schaumstoffs natürlich auch noch das Gerüstmaterial erheblich beiträgt. Um diesen Beitrag zu minimieren, muss die Dichte des resultierenden Schaumstoffes so niedrig wie möglich sein, also idealerweise zwischen 30 und 80 g pro Liter.“

Normale, handelsübliche Schaumstoffe haben Porengrößen um 100  $\mu\text{m}$ , also etwa das Tausendfache der Nanoschäume. Schädler beschreibt: „Sie werden durch eine Schäumtechnik hergestellt, wobei ein Treibmittel zur Blasenbildung eingesetzt wird (zum Beispiel  $\text{CO}_2$  oder niedrig siedende Kohlenwasserstoffe; FCKWs werden aufgrund der Schädigung der Ozonschicht immer weniger eingesetzt). Diese Materialien, Polyurethan- oder Polystyrol-Schäume, sind heute Stand der Technik und schon sehr weit ausgereift. Eine der großen Herausforderungen ist, einen Schaum zu erzeugen, der eine nanoporöse Struktur bei geringer Dichte hat, mechanisch stabil und natürlich ökologisch und sicherheitstechnisch völlig unbedenklich ist. Die neuen Materialien sollen durch einen Prozess herzustellen sein, der wirtschaftlich sinnvoll



Abbildung 3: Eine Laborprobe von nanoporösem Schaum.

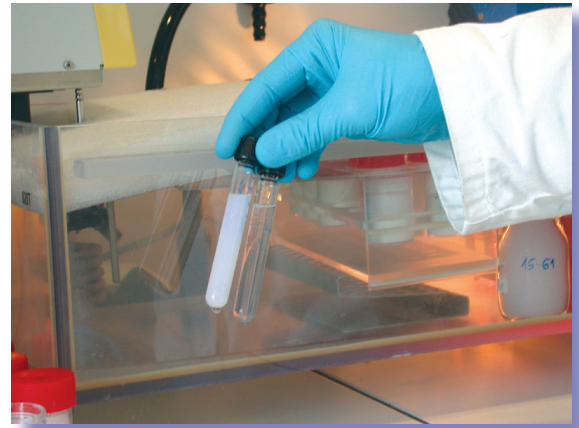


Abbildung 4: Mikroemulsionen, wie sie zur Templatpolymerisation verwendet werden.

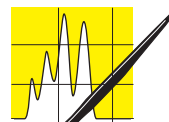
ist und sich idealerweise auch auf unterschiedliche Polymere übertragen lässt.

Welche Polymere das sein können, da haben wir uns noch nicht festgelegt. Angefangen haben wir mit aromatischen Harzen. Dabei verfolgen wir ein Grundkonzept: Wir haben Wechselwirkungen zwischen strukturgebenden Einheiten, das können zum Beispiel Tenside sein, die eine gewünschte Struktur ausbilden. Die Tenside erzeugen gemeinsam mit Wasser und einem leicht verdampfenden Kohlenwasserstoff eine Mikroemulsion, die man sich in unserem Fall wie einen Schwamm vorstellen kann. Dieser Schwamm hat Strukturen in der Längenskala, wie wir sie haben wollen, nämlich 30 bis 100 nm. Wir geben also wie durch eine Schablone eine nanoskalige Struktur vor, in der wir eine Polymerisation durchführen und dann am Ende der Polymerisation eine durch die Schablone vorgegebene Struktur wieder finden, das ist das Prinzip der Templatpolymerisation (Abbildung 4).

Das Ganze ist also kein Schaumprozess im üblichen Sinne. Es wird nicht geschäumt, denn eine Blasenbildung läuft im allgemeinen auf einer viel größeren Längenskala, nämlich im Mikrometer- bis Millimeterbereich ab. Unser Verfahren beruht auf dem Trocknen eines strukturierten Gels: Wir geben unsere Templatstruktur vor, härten diese aus und trocknen dann. Das Trocknen ist allerdings nicht ganz einfach, weil bei Poren im Nanometer-Maßstab extreme Kapillarkräfte auftreten. Eine kleine Pore neigt beim Trocknen zum Zusammenschrumpfen, also zum Kollabieren des Schaumstoffs. Daher muss man mit sehr starken Materialien arbeiten: bevorzugt Polymere mit einem hohen Vernetzungsgrad. Nur dann lässt sich ein sehr leichtes Material mit 100 nm großen Poren herstellen, die Wandstärken liegen so um die 10 bis 20 nm. Das sind ziemlich dünne Wände, da liegen gerade mal ein paar Polymerketten übereinander.

Unsere Schäume haben eine offenporige Struktur (Abbildung 5). Das kommt daher, dass wir eine Struktur vorgeben, die offenzellig ist. Das ist das Schöne an dem Verfahren, dass man die Schaumporen durch die Wechselwirkung kleiner oder größer machen kann.





Und die alten Aerogele, die können das eben nicht so gut.“ Bisher galten die geschlossenporigen Schäume als die besseren Materialien für Wärmedämmung? Schädler verneint: „Das spielt im Nanobereich keine Rolle mehr. Auch die Aerogele als nanoporöse Stoffe sind alle offenporig.“ Und zu welchen Dämmwerten kommt man da? Schädler: „Wenn alles einmal funktioniert, müsste man zu 10 bis 15 mW/m<sup>2</sup>\*K kommen, also etwa bei der Hälfte von klassischen Dämmstoffen. Das derzeitige Hauptproblem ist, eine entsprechend niedrige Dichte zu erreichen, das heißt unsere „Zellwände“ sind noch zu dick. Unser Material ist außerdem noch nicht homogen, enthält also noch große „Löcher“. Welche Dichte streben Sie an? Welche haben Sie jetzt? Schädler: „Wir streben an 50 g/l, manche handelsüblichen Schäume haben 15 g/l, Styropor hat etwa 20 – 50 g/L. Also ein bisschen höher darf es bei uns auf jeden Fall sein. Die kommerziellen Aerogele haben 100 bis 150 g/l, und wir liegen jetzt bei 250 bis 300 g/l. Da müssen wir noch einiges tun.“

### Diskussion mit anderen Arbeitsgruppen

Wie ist der Erfahrungsaustausch mit den Wissenschaftlern, die hier an der Universität forschen? Hat es da am Anfang Berührungängste gegeben? Schädler: „Ich glaube, es war zuerst für viele ungewohnt, mit einem Industrieunternehmen relativ offen über dessen Forschungsthemen zu diskutieren. Wir sind jedoch davon überzeugt, dass nur dann ein konstruktiver Dialog zwischen den verschiedenen Disziplinen zustande kommt, wenn man ohne Misstrauen miteinander redet. Natürlich gibt es Dinge, über die wir nicht einfach plaudern können (spezielle Rezepturen oder Verfahren), aber ein Großteil unserer wissenschaftlichen Aktivitäten kann ohne Geheimniskrämerei diskutiert werden, weil sich nur so auch neue Anknüpfungspunkte für beide Seiten ergeben. So gibt es mittlerweile gute Kontakte mit den verschiedenen Forschungsgruppen innerhalb der Universität Straßburg und den Polymerinstituten, die auch teilweise auch auf dem Campus in Kronenburg sind.“

Wenn wir mal über Zukunftsmusik reden, welche Themen wollen Sie denn als nächstes angehen? Gibt es da schon konkrete Planungen? Schädler wehrt etwas ab: „Es ist natürlich schwierig, jetzt schon darüber zu reden, aber jedenfalls schaue ich mich auf dem ganzen Gebiet der Nanotechnologie um, also beispielsweise funktionale Nanopartikel, Kolloide als Informationsspeicher, Modifizierung von Oberflächen, da gibt es jede Menge spannende Themen. Dahin gehört auch die Plasmonenresonanz, ein Verfahren, mit dem man ungewöhnliche optische Effekte mit sehr dünnen Schichten erzeugen kann

### Bergsteigen und Seminare

Die abschließende Standardfrage: Worauf sind Sie besonders stolz? Schädler wird lebhaft: „Ich bin beson-

ders stolz auf meine Leute und auf die Art und Weise, wie das in der Gruppe läuft. Ich lege sehr viel Wert darauf, dass die Mitarbeiter interdisziplinär arbeiten und dass wir hier als Gruppe eine intensive Diskussionskultur haben. Und ich glaube, dadurch konnte man innerhalb relativ kurzer Zeit einiges bewegen und echte Fortschritte in unseren Projekten erzielen. Da bin ich stolz drauf“. Was sind das für Leute, die bei Ihnen arbeiten? Schädler: „Das sind alle Postdoktoranden, also Jungwissenschaftler, die gerade ihren Doktor in Chemie oder physikalischer Chemie gemacht haben. Es ist eine internationale Gruppe: Da ist Dr. Daniel Schmidt aus USA mit einem Abschluss aus der Cornell University (eine sehr gute Hochschule für Materialwissenschaften), Dr. Cedric du Fresne aus dem Arbeitskreis Prof. Unger in Mainz (mit einer Promotion an porösen Silica-Materialien). Dann Dr. Xinyuan Zhu aus Schanghai, der schon vorher auf dem Thema supramolekulare Polymerchemie gearbeitet hat. Ebenso auf dem Thema der supramolekularen Komplexe arbeitet Dr. Esteban Aramendia, ein Spanier, aus dem Arbeitskreis Prof. Asua in San Sebastian, wo sehr viel auf dem Gebiet der Polymerkolloide gearbeitet wird. Und was ich so toll finde: Die Leute kommen alle aus recht unterschiedlichen Disziplinen innerhalb der Materialwissenschaften und wir schaffen es, uns irgendwo in der Mitte zu treffen. Wir waren jetzt Ende Juni für eine Woche in den Alpen, im Karwendel, zum Wandern (eher Bergkraxeln) kombiniert mit einem Gruppenseminar. Wir hatten dort für fünf Tage eine Hütte, haben vormittags eine Tour gemacht, und nachmittags durfte jeder etwas im Seminar vortragen. Dazu hatten wir auch ein paar Kollegen aus anderen Arbeitskreisen am ISIS eingeladen. Es kamen auch noch zwei Wissenschaftler von der Universität Heidelberg mit, die auch ihren Spaß an den Bergen und der supramolekularen Chemie hatten.

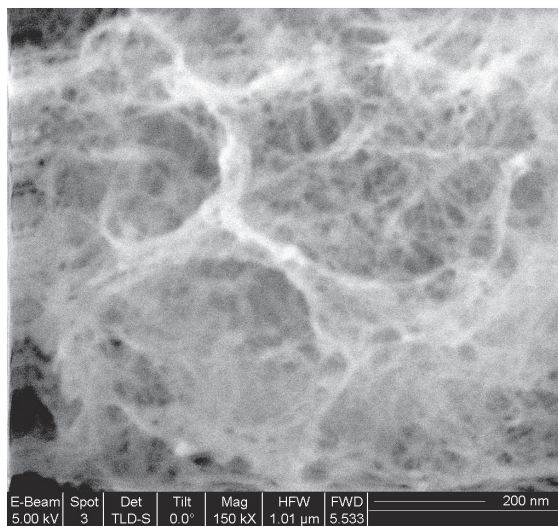


Abbildung 5: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines nanoporösen Schaums. (Bild 5: BASF/ISIS, Bilder 1 – 4: Pressedienst Chemie)

# Auf die Verpackung kommt es an

Mechthild Kässer

Die Aufklärung des menschlichen Erbguts, als Meilenstein gefeiert, lieferte eine Fülle von Daten und Einsichten. Die Zahl der Gene jedoch widersprach den langjährigen Vorstellungen. Statt der erwarteten 40000-50000 Gene fanden sich lediglich 25000 Gene, also nicht sehr viel mehr, als der Fadenwurm *C. elegans* (19000 Gene) vorweisen kann. Wie aber soll in so wenigen Genen die Information für alle Lebensäußerungen eines hochentwickelten Lebewesens verschlüsselt sein? Seit Jahrzehnten war man überzeugt, dass die Sequenz der vier verschiedenen Basen der DNS die ausschließliche Quelle vererbbarer Information ist. Sollte diese Ansicht falsch sein? Vor einigen Jahren mehrten sich die Anzeichen, dass es außer dem genetischen DNS-Code noch einen weiteren Code gibt, der auf der Steuerebene über den Genen liegt und die Möglichkeiten der Informationsspeicherung und -Abrufung des genetischen Codes beträchtlich erweitert. Er beruht auf Veränderungen der mit der DNS vergesellschafteten Eiweiße, der Histone, und erhielt daher den Namen „Histon-Code“.

Jede Zelle eines Lebewesens lagert in ihrem Zellkern die gesamte Erbinformation, nutzt aber nur einen Bruchteil davon. Wenn aus embryonalen Zellen Haut- oder Leberzellen heranwachsen, werden nacheinander bestimmte Gene aktiv, andere bleiben stumm, manche werden nie abgelesen. Dabei spult jeder Zelltyp sein eigenes Programm ab. Auch wenn er fertig entwickelt ist, hat er – um seine besonderen Aufgaben im Organismus erfüllen zu können – nur charakteristische Gene in Betrieb, die etwa zehn Prozent seines Genschatzes ausmachen, und gewinnt damit seine typischen Eigenschaften und Fähigkeiten. Die übrigen Gene sind abgeschaltet oder dauerhaft unzugänglich verpackt. Denn schließlich muss ausgeschlossen sein, dass etwa Knorpelzellen Verdauungssäfte absondern oder einer Fettzelle plötzlich Haare oder Hornschuppen wachsen. Das typische Muster aktiver Gene bewahrt eine Zelle recht zuverlässig und vererbt es – wie die Erbsubstanz selbst – bei der Zellteilung an die Tochterzellen weiter. Zu dem, was eine Zelle

ausmacht, reicht die Information in den Genen allein also nicht aus, die ist in allen Zellen gleich. Es braucht eine zusätzliche Steuerungsebene, die vorgibt, welche Gene jeweils ausgewählt und wann und wie sie an- oder abgeschaltet werden. Auf diese Fragen der Gensteuerung konzentriert sich seit der Genomaufklärung verstärkt das Interesse zahlreicher Molekularbiologen und Molekulargenetiker. „Epigenetik“ heißt ihr neues Fachgebiet.

## Gensteuerung

Es sind inzwischen mehrere unterschiedliche Mechanismen der Gensteuerung bekannt.

- Gene stellen ihre Arbeit ein, wenn das Cytosin in ihrer DNS methyliert wird.
- Spezielle RNS-Moleküle greifen an verschiedenen Stellen auf dem Weg vom Gen zum Eiweiß störend ein, andere Arten von RNS reagieren mit Chromatin und legen Gene oder ganze Chromosomen still.
- Transkriptionsfaktoren, Eiweiße, die sich hoch spezifisch an DNS anheften, sind in Zellen mit echtem Zellkern an der Steuerung der Transkription beteiligt.
- Bei Stammzellen nimmt die unmittelbare Umgebung Einfluss darauf, welches genetische Programm abläuft und welcher Zelltyp sich entwickelt.
- Molekülgruppen an Histoneiweißen bestimmen, ob Gene aktiv oder stumm sind (Histon-Code).

Beim Histon-Code stehen das Chromatin und die Wechselwirkungen zwischen seinen Bestandteilen, DNS-Strang und Histoneiweißen, und Nicht-Histon-Eiweißen im Mittelpunkt.

## Bau des Chromatins

Die Erbsubstanz Desoxyribonukleinsäure (DNS) liegt nicht als nackte Riesenmoleküle im Zellkern, sondern ist eingehüllt in basische Eiweiße, die Histone. Deren Aufgabe ist es, die DNS-Fäden, die ausgestreckt ein paar Meter Länge erreichen, in eine solche Form zu bringen, dass sie in dem winzigen Zellkern von einem hundertstel Millimeter Durchmesser Platz finden, und das nicht in einem chaotischen Knäuel, sondern wohl geordnet. Dazu bildet ein Oktett aus je zwei Vertretern vier verschiedener Histon-Arten eine Spule, um die sich 146 Basenpaare der DNS in zwei Windungen



### Die Autorin:

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

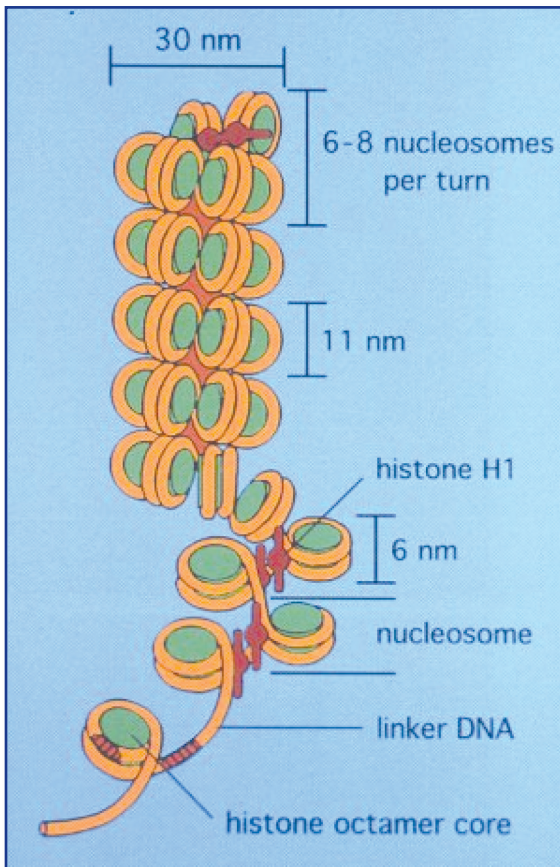


Abbildung 1: Modell der Chromatinfaser vom Nucleosom zur 30-nm-Faser, die pro Umdrehung 6-8 Nucleosome enthält und durch Wechselwirkungen mit dem Histone H1 (rot) im Inneren und möglicherweise auch mit den Histone-Fortsätzen stabilisiert wird. [1]

wickeln. Der so entstandene Grundbaustein aus Histonen und DNS heißt **Nucleosom**. Zwischen den Nucleosomen liegen Histone freie DNS-Abschnitte, so dass ein an eine Perlenkette erinnerndes Gebilde entsteht. Es verdreht und drillt sich weiter zu einer dickeren Faser auf, die wegen ihres Durchmessers „30-Nanometer-Faser“ genannt wird (Abbildung 1), und zu weiteren hoch geordneten, verdichteten Strukturen. In dieser Form wurde die Erbsubstanz entdeckt und wegen seiner Anfärbbarkeit als Chromatin bezeichnet.

Lange Zeit galten die Histone lediglich als Verpackung der DNS. Erst in den letzten Jahren ist klar geworden, dass sie dynamisch auch all jene Prozesse beeinflussen, die Zugang zur DNS benötigen, wie Transkription, Reparatur von DNS-Schäden oder Rekombination des genetischen Materials. Auch bei der Umordnung des Chromatins während der Zellteilung spielen sie eine zentrale Rolle.

Da es auf die Packungsdichte der Histone ankommt, ob ein Gen zugänglich ist und abgelesen werden kann oder nicht, ist sie maßgeblich an der Steuerung der Gene beteiligt. Sie ist auf den Chromosomen auch nicht überall gleich groß: Unter dem Mikroskop sind helle und dunkle Bereiche zu erkennen. Bereiche mit aktiven Genen erscheinen hell, da sie nur locker in

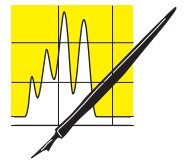
Histone gepackt sind, während die hochverdichteten, stummen Abschnitte dunkel hervortreten.

Die Frage ist nun: Wie kann die Zelle die Packungsdichte des Chromatins verändern?

### Peptid-Modifizierung

Bei genauerer Betrachtung der Nucleosomen fallen je vier Peptidketten auf, die wie Arme vom Chromatinpolymer abgehen und jeweils mit einer Aminogruppe enden (Abbildung 2). Sie machen etwa 25 % der Masse der einzelnen, sonst globulären Histone aus und stellen eine beträchtliche Oberfläche für mögliche Wechselwirkungen mit anderen Molekülen zur Verfügung. Schon in den 60er Jahren fiel Vincent Allfrey [2] bei der Untersuchung dieser Peptide auf, dass einige ihrer Aminosäuren Methyl-, Acetyl- und Phosphatyl-Gruppen tragen. Dabei fanden sich Acetylierungen vor allem in Bereichen mit aktiven Genen. Als Erklärung genügte den Wissenschaftlern zunächst die Vorstellung, dass Acetyl- und Phosphatyl-Gruppen die positive Ladung der Histone und damit die elektrostatische Anziehung zwischen Histoneiweiß und DNS bzw. zwischen den Histonen herabsetzen. Dadurch wird die Chromatinstruktur aufgelockert und der Zutritt zu den Genen frei. Gegenteilige Beobachtungen, dass Phosphorylierung auch das Chromatin verdichtet und dass Methylierungen wenig an den Ladungsverhältnissen ändern, aber offenbar sowohl an Gen-Ansätzen auch -Abschaltung beteiligt sind, deuteten darauf hin, dass die Zusammenhänge viel komplizierter sein müssen.

Aus zahlreichen Forschungsergebnissen wissen wir heute, dass die Molekülgruppen die Chromatinstruktur nicht nur über die Ladungsverteilung verändern, sondern vor allem eine Vielfalt bestimmter und sehr spezifischer Muster auf den Histone-Armen erzeugen, die sich als Erkennungsstellen für Reaktionspartner anbieten. Sie bilden so ein eigenes Informationssystem.



AUFSÄTZE

Abbildung 2: Nucleosomenmodell mit Histone-Fortsätzen, von oben gesehen: Die DNS-Helix (blau) windet sich um den Histonekern aus je zwei Histonen H2A, H2B, H3 und H4 (Histone-Oktamer), die je eine Peptidkette nach außen strecken.

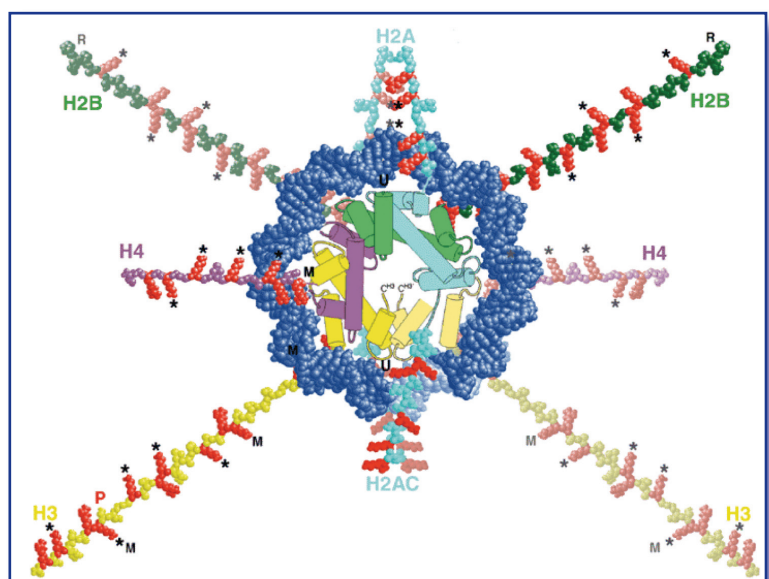
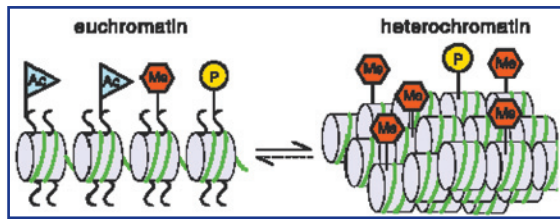


Abbildung 3: Je nach Markierungsgruppen (rote, gelbe und blaue Fahnen) ist das Chromatin locker und zugänglich gepackt und aktiv (Euchromatin) oder fest verschnürt und ohne Genaktivität (Heterochromatin). [4]



tem, den Histon-Code. Noch ist er nicht vollständig entziffert, aber nach und nach kommen die Wissenschaftler hinter seine Geheimnisse und verstehen, wie er zu lesen ist.

Die heutigen Erkenntnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Buchstaben der Histon-Sprache sind Molekülgruppen wie Acetyl-, Phosphoryl-, Methyl-, Ubiquinyl- und ADP-Ribosyl-Gruppen. Sie sitzen an den Histon-Fortsätzen vor allem an Lysin, Serin, Arginin und Histidin. Wie bei Worten ergeben sich je nach Art und Position der Buchstaben und vor allem ihrer Kombination unterschiedliche Bedeutungen.
- Geschrieben wird der Histon-Code von Enzymen. Zahlreiche Histon-Acetyltransferasen (HAT), Histon-Deacetylasen (HDAC), Kinasen und erst seit wenigen Jahren auch Histon-Methyltransferasen (HMT) sind identifiziert und beschrieben worden. Einige von ihnen waren schon länger bekannt, und man wusste, dass sie irgendwie Gene an- bzw. abschalten. Erstaunlich, wie spezifisch sie ihre Molekülgruppen nur auf ganz bestimmte Aminosäuren eines bestimmten Histon-Arms übertragen. Dabei kommt es vor, dass schon vorhandene Gruppen in der Nachbarschaft die Wirkung eines Enzyms vereiteln oder aber erst ermöglichen.
- Es gibt Markierungen mit vorübergehender Wirkung, viel benutzte „schnelle Schalter“, und Markierungen, die auf Dauer unangetastet bleiben. Ein Enzym, das Methylgruppen wieder entfernt, scheint es nicht zu geben. Um das Methylsiegel aufzubrechen, wird vielmehr der ganze Histon-Arm abgebaut.
- Proteine sind es auch, die den Code lesen. Erst die Markierungen an den Peptiden schaffen die passende Landschaft und Bindestellen für spezielle Eiweiße, die dann weitere Reaktionen einleiten z. B. Chromatinkondensation (Abbildung 3), Transkription eines Gens oder seine Blockierung, Apoptose.

Die Zelle verfügt mit den Enzymen des Histon-Codes über die Möglichkeit, ihr Genom zu steuern, ohne die Erbanlagen selbst anzutasten. Wie ein Marionettenspieler an den Fäden zieht, um seine Puppen tanzen zu lassen, kann sie zu bestimmten Zeiten die jeweils erforderlichen Gene in Gang setzen oder ruhen lassen und die Informationen aus dem Genom abrufen, die sie braucht, um ihre speziellen Aufgaben zu erfüllen und auf Umwelteinflüsse zu reagieren.

Zahlreiche Forschergruppen weltweit sind mit der Aufklärung des Histon-Codes befasst. Untersuchungen an Modellorganismen wie Hefearten oder der

Fruchtfliege [5] liefern wertvolle Ergebnisse über die Informationsübertragung durch Histone. Die beteiligten Enzyme sind während der Evolution in wichtigen Teilen erhalten.

## Anwendungen

Die Erkenntnisse rund um den Histon-Code interessieren nicht nur Grundlagenforscher. Für die Medizin bietet sich ein neuer Ansatz, Krankheiten wie Krebs zu heilen. Schon testen Pharmaunternehmen neu entwickelte Medikamente, die Histon-Markierungen ändern und z. B. Anti-Tumor-Gene wieder einschalten. Am Universitätsklinikum Homburg setzen Ärzte gentechnisch hergestelltes Histon H1 gegen Leukämie ein und haben bei zwei von sieben Patienten einen Rückgang der Krankheit erreicht. [6]

Die deutsch-amerikanische Firma „Epigenomics“ automatisiert die Bestimmung von DNS-Methylierungsmustern und plant, in einem größeren Konsortium das Methylierungs-Profil des gesamten menschlichen Genoms darzustellen. [7] Abweichungen könnten dann einen Hinweis auf Krankheitsursachen geben.

Fortschritte sind auch beim Klonen zu erwarten. Die geringe Erfolgsrate und die Missbildungen und Krankheiten der geklonten Tiere sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Histon-Markierungen der verwendeten Körperzellen nur unvollständig wieder entfernt wurden.

Kennt und beherrscht man erst die Enzyme, welche die Gene steuern, ließen sich beliebige Körperzellen in den pluripotenten Zustand zurück versetzen. Die Gewinnung körpereigener Stammzellen wäre gelöst, der Umweg über einen geklonten Embryo erübrigte sich.

## Literatur

- [1] Thoma F., Koller T. and Klug A. J. Cell Biol. 83 (1979) 403 <http://academy.d20.co.edu/kadets/lundberg/nucleosome.html>
- [2] Allfrey, V.G.: Structural modifications of histones and their possible role in the regulation of ribonucleic acid synthesis Proc Can Cancer Conf 6 (1966) 313-335
- [3] Wolffe A.P., Hayes J.J.: Chromatin disruption and modification Nucleic Acid Research 27 (1999) 711-720 <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d21/21c.htm>
- [4] Jenuwein T., Allis C.D.: Translating the Histone Code Science 293 (2001) 1074-1079
- [5] Ringrose L., Ehret H., Paro R.: Distinct Contributions of Histone H3 Lysine 9 and 27 Methylation to Locus-Specific Stability of Polycomb Complexes Molecular Cell 16 (2004) 641-653
- [6] Ärztezeitung 28.1.05 Protein lässt Krebszellen auslaufen
- [7] Pennisi E.: Behind the Scenes of Gen Expression Science 293 (2001) 1064-1067
- [8] Strahl B.D., Allis C.D.: The language of covalent histone modifications Nature 403 (2000) 41-45
- [9] Jenuwein T. et al: Regulation of chromatin structure by site-specific histone H3 methyltransferases Nature 406 (2000) 593-599

# Die Bestimmung gefährlicher Substanzen nach WEEE und RoHS



Uwe Oppermann, Marion Egelkraut-Holtus, Margit Geißler, Johannes Hesper

Die hier beschriebenen Systemkonfigurationen und Applikationsbeispiele geben einen aktuellen Überblick zum Stand der Technik bei der Bestimmung gefährlicher Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten sowie Elektroschrott nach den Verordnungen der WEEE und RoHS.

## Einleitung

Die Europäische Union hat in ihrem Amtsblatt vom 13. Februar 2003 offiziell die neuen Verordnungen über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE, **W**aste **E**lectrical and **E**lectronic **E**quipment) und über die Beschränkung der Verwendung gefährlicher Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS, **R**estriction of the use of certain **H**azardous **S**ubstances in electrical and electronic equipment) bekannt gegeben. Damit sind beide Verordnungen in der EU in Kraft getreten und wurden endgültig im Januar 2005 in nationales Recht umgesetzt.

Die Richtlinien sehen vor, dass Verbraucher elektrische und elektronische Altgeräte kostenfrei an die Hersteller zurückgeben können. Die Hersteller und Importeure finanzieren nach Ablauf einer Übergangsfrist die Behandlung, Verwertung und umweltgerechte Entsorgung der Altgeräte. Für Alt-Geräte, die bereits vor Inkrafttreten der Richtlinie in den Verkehr gebracht wurden, sollen alle Hersteller gemeinsam zuständig sein. Für Investitionsgüter können bilaterale Vereinbarungen getroffen werden. Die Mindestquote für die Sammlung beträgt vier Kilogramm je Einwohner und Jahr. Für die Wiederverwendung und das Recycling gelten Mindestquoten. Der Geltungsbereich umfasst Elektro-Hausgeräte, Unterhaltungselektronik, IT- und Telekommunikationsgeräte, Lampen und Leuchten, Elektrowerkzeuge, Spielzeug, Geräte der Elektromedizin, Überwachungs- und Kontrollinstrumente sowie Automaten.

Nach der RoHS werden ab 1. Juli 2006 Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, polybromierte Biphenyle (PBB) und polybromierte Diphenylether (PBDE) verboten. Die RoHS gilt allerdings nicht für alle in der WEEE aufgeführten zehn Gerätekategorien. Artikel 2 der RoHS besagt, dass die Gerätekategorien 8 (medizinische Geräte) und 9 (Überwachungs- und Kontrollinstrumente) zunächst von den Festlegungen der RoHS-Richtlinie, also auch vom Bleiverbot, ausgenommen sind. Das bedeutet, dass zusammen mit den in der Anlage der RoHS-Richtlinie zitierten Ausnahmeregelungen (Server, Speichersysteme, Netzinfrastrukturausrüstungen im Telekommunikationsbereich) doch eine erhebliche Bandbreite von Lücken besteht, in die auch viele Produkte für die Luftfahrt, Eisenbahn, KFZ- und Automatisierungstechnik fallen.

## Systemkonfigurationen zur Bestimmung gefährlicher Substanzen

Zur Durchsetzung der Stoffverbote bzw. Einschränkung oder Substitution gefährlicher Stoffe wie Quecksilber, Cadmium und Blei, ist die Elementanalytik das wichtigste Kontrollinstrument für die Überwachung von Grenzwerten. Hier sind präzise Analysensysteme gefragt, etwa Röntgenfluoreszenz, ICP- und Atomabsorptions-Spektrometer, die in der Lage sind, kleinste Konzentrationen gefährlicher Substanzen nachzuweisen, so beispielsweise Cadmium mit einem Atomabsorptions-Spektrometer in Flammenatomisierung bis 0,1 mg/l, oder bei Einsatz der digitalen Graphitrohrtechnik mit elektrothermischer Atomisierung sogar bis zu 0,1 µg/l.

Für die Bestimmung des sechswertigen Chroms eignet sich die UV-VIS-Spektrometrie und kann in der Routine mit einem UVmini-1240 schnell und einfach durchgeführt werden. Polybromierte Biphenyle sowie polybromierte Diphenylether werden mit FTIR-Spektrometern wie dem IR Prestige-21 oder GC/MS-Systemen (QP2010) analysiert.

## Energiedispersive Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie

Die Leistungsfähigkeit der Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie als schnelle Screening-Methode wird am Beispiel der Schwermetallanalytik nach der Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Substanzen in elektrischen und elektronischen Geräten (RoHS) mit einer Cadmium-Messreihe in Sicolen vorgestellt. Rote, orange

**Dipl.-Min. Uwe Oppermann:** Studium der Mineralogie (Schwerpunkt Geochemie) an der TU Braunschweig; 1985-1986 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mineralogie der Universität Hannover. Ab 1987 Produktmanager für Spektroskopie bei Shimadzu Deutschland GmbH (European Operations) in Duisburg.

**Dipl.-Chem. Marion Egelkraut-Holtus:** Studium der Chemie (Schwerpunkt Instrumentelle Analytik) an der UNI-GH-Duisburg. 1985-1989 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Instrumentelle Analytische Chemie der Mercator Universität Duisburg. Seit 1990 Produktspezialist für Spektroskopie bei Shimadzu Deutschland GmbH (European Operations) in Duisburg.

**Dipl.-Chem. Dr. Johannes Hesper:** Studium der Chemie an der Uni/GH Essen. 1999-2003 Dissertation am Institut für Troposphärenforschung in Leipzig. Seit 2004 Produktspezialist für Spektroskopie bei Shimadzu Deutschland GmbH (European Operations) in Duisburg

**Dr. Margit Geißler:** Studium der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum. Promotionsstudium an der Freien Universität Witten/Herdecke (1989-1993). Seit 1993 bei Shimadzu im Bereich GC und GC/MS tätig, heute als Produktmanagerin für GC und GC/MS.



Oppermann



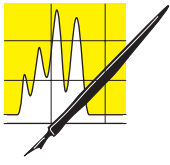
Egelkraut-Holtus



Hesper



Geißler



AUFSÄTZE



Abbildung 1: Probenraum des EDX-700HS

und auch grüne Polymere können Cadmium-Verbindungen als Pigmente oder als Stabilisator enthalten. Gerade bei „älteren“ Werkstoffen in der Elektro- und Elektronikindustrie werden Cadmium-Konzentrationen von mehreren Prozent erreicht. So wie das Element Cadmium bzw. die gefährlichen Substanzen nach RoHS können im Grunde alle Elemente von  ${}_{6}C/{}_{11}Na$  bis  ${}_{92}U$  quantitativ durch energiedispersive Röntgenfluoreszenz-Analyse wie der EDX-Serie von Shimadzu (EDX-700HS / -800HS / -900HS) bestimmt werden, häufig ohne Probenvorbereitung, schnell und zerstörungsfrei. Für die Untersuchung von Kunststoffbauteilen wie Gehäusen oder Kabelisierungen wird die Probe direkt im Probenraum positioniert (Abbildung 1).

Die zu untersuchende Probe wird von unten mit energiereicher Röntgenstrahlung bestrahlt. Trifft sie dabei auf ein Atom, wird ein Elektron aus den untersten Energieniveaus der K- und L- Schale energetisch so weit angehoben, dass es seine Position verlässt. Das dadurch entstehende „Loch“ füllt sofort ein Elektron aus einer höheren Schale auf. Dieser Vorgang setzt Energie frei. Sie wird Sekundärenergie oder auch Röntgenfluoreszenz-Energie genannt. Diese elementspezifische Fluoreszenzstrahlung entspricht im vorliegenden Beispiel der Energiedifferenz zwischen der K- und der L- Schale und wird als  $K\alpha$ -Strahlung bezeichnet. Durch Kenntnis der Energieverhältnisse der einzelnen Elemente kann somit zuverlässig eine unbekannte Probe qualitativ analysiert werden. Die ausgesandte Fluoreszenzstrahlung ist proportional zur Elementmenge und kann deshalb auch zur quantitativen Analyse benutzt werden. Insgesamt wird die von der Probe erzeugte Röntgenfluoreszenz vom Halbleiterdetektor aufgefangen und vom MCA (Multi Channel Analyser) weiterverarbeitet. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich bei der Probe um einen Feststoff oder eine Flüssigkeit handelt.

Prinzipiell sind zwei verschiedene Auswerteverfahren möglich. Bei der qualitativen Analyse berechnet das System alle Signale und ordnet sie den verschiedenen Elementen zu. Dabei reicht der Konzentrationsbereich von wenigen ppm bis zu 100 % ohne Änderung der Messparameter. Beim

zweiten Verfahren, der quantitativen Analyse berechnet das System über die Signalintensitäten bzw. über eine geeignete Kalibration die exakte Konzentration der zu bestimmenden Elemente.

Am Beispiel der Untersuchung von Cadmium in einem Polymer wird die Leistungsfähigkeit der EDX-Analytik aufgezeigt. Das giftige Schwermetall Cadmium besitzt die intensivste Fluoreszenzbande bei  $Cd([Kr] 4d^{10} 5s^2): K\alpha = 23,106 \text{ KeV}$ . Abbildung 2 stellt ein typisches Signalprofil der  $K\alpha$ -Linie des Cadmiums dar. Auf der X-Achse ist die charakteristische Energie in KeV (Kilo Elektronen-Volt) und auf der Y-Achse die Intensität des Signals in cps/ $\mu A$  (counts per second pro Mikro-Ampere) dargestellt.

Die ideale Probe für eine EDX-Messung ist flach, besitzt eine glatte Oberfläche, ist relativ dick ( $> 3 \text{ mm}$ ) und größer als der Strahldurchmesser (z.B. größer als  $10 \text{ mm}$ ). Durch die Verwendung von Kollimatoren kann der Strahldurchmesser von  $10 \text{ mm}$  bis auf  $0,3 \text{ mm}$  verringert werden, was die Analyse von kleinen Proben signifikant verbessert. Die Methode der energiedispersiven Röntgenfluoreszenz eignet sich im Gegensatz zur wellenlängendispersiven Röntgenfluoreszenz aber auch für die Analyse von dünnen, gewellten und kleinen Proben ( $< 3 \text{ mm}$ ). In diesen Fällen wird die Background-Intensität der Röntgenstrahlung (Rhodium-Anode) und die Fluoreszenzstrahlung der Probe verwendet, um Änderungen in der absoluten Intensität der Signale, die von der Dicke oder Form der Probe stammen, zu korrigieren. Diese interne Background-Korrektur lässt sich komfortabel über die EDX-Software zuschalten.

Für die Untersuchung wurden Sicolen-Proben mit zertifizierten Cadmium-Konzentrationen vom Institut für Reference Materials and Measurements (IRMM) aus Geel, Belgien, verwendet (Tabelle 1).

Abbildung 2: Peakprofil von Cadmium in Kunststoffproben

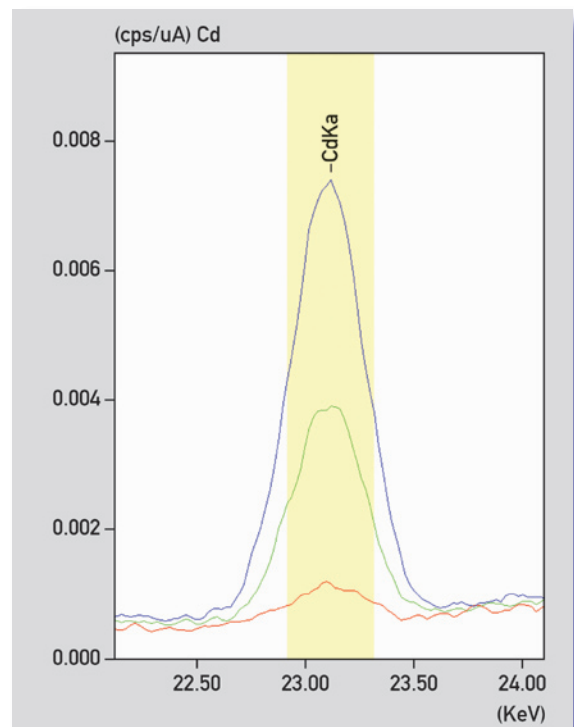


Tabelle 1: Zertifizierte Cd-Konzentrationen in Sicolen (IDMC: Isotope Dilution Mass Spectrometry, AAS: Atomic Absorption Spectrometry).

Probe	Cd-Konzentration [mg/kg]	Referenznummer	Analyseverfahren
1-Gelb	40,9 ± 1,2	Sicolen Yellow 09/16493	IDMS, AAS
2-Rot	197,9 ± 4,8	Sicolen Red 39/16495	IDMS, AAS
3-Bordeaux	407 ± 12	Sicolen Bordeaux 49/16496	IDMS, AAS

# CLB – Memory

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

März 2005

## Pollenmonitor im Freien und Bakterienklassifizierung in Reinräumen Biophotonik zur Identifizierung von Bioaerosolen

**A**erosole sind flüssige oder feste Teilchen, die in Luft verteilt sind, wie zum Beispiel allergieauslösende Pollen. Das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM entwickelt ein Mikroskop, das als Pollenmonitor autonom Analysen von Partikelproben im Freiland durchführt. Jenaer Wissenschaftler nutzen die Raman-Spektroskopie, um Bakterien in der Luft von Reinräumen zu klassifizieren.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF finanziert unter anderem die Forschungsvorhaben „Omnibuss“ (Online-Monitoring natürlicher, inhalativallergener Bioaerosole und sonstiger Staubkomponenten) und „OMIB“ („Online Monitoring und Identifizierung von Bioaeroso-

len“) im Förderthema Biophotonik. Die Biophotonik ist eine vergleichsweise junge Forschungsrichtung, die sich mit der Wechselwirkung von Licht (Photonen) und lebenden Organismen beziehungsweise organischem Material (Bio) befasst.

### Aktuellere Pollenwarnung

Pollenmesswerte werden heute durch manuelle Probenentnahme und anschließende visuelle Auswertung der Proben im Labor bestimmt. Für die Auswertung von Pollen setzt man Mikroskope ein, für die Sporenbestimmung Zellkulturen. Diese Verfahren sind zeit- und personalaufwändig und teilweise ungenau. Vollautomatische Pollenmessgeräte ermöglichen eine aktuellere, präzisere und kostengünstigere Erhebung von Messdaten.

Der Prototyp eines Pollenmonitors kann automatisch allergieauslösende Partikel erkennen und so bei der Pollenflugvorhersage helfen (Foto: Deutscher Wetterdienst).

### Was ist Biophotonik?

In einer ersten Definition kann die Biophotonik als die Wechselwirkung von Licht (Photonen) mit lebenden Organismen und organischem Material (Bio) beschrieben werden. Eine genauere Definition bezeichnet die Biophotonik als Summe jener optischen Technologien, die geeignet sind, eine Mikrostrukturierung struktureller, funktioneller, mechanischer, biologischer und chemischer Eigenschaften biologischer Materialien und Systeme vorzunehmen. Diese Technologien sollen zum gezielten Eingreifen in biologische Vorgänge auf sub- bis suprazellulärer Ebene eingesetzt werden können. Sie ermöglichen erstmals, die Funktionen und Abläufe innerhalb lebender Zellen zu beobachten. Ziel ist hierbei, Methoden zu entwickeln, die eine kontinuierliche Beobachtung der Zellfunktionen in vivo sowie kontrollierte Manipulation erlauben. Auch für die Biotechnologie, die Lebensmittelanalytik und die Agrarwissenschaften werden Fortschritte durch den Einsatz dieser neuen Techniken erwartet.



In dem Projekt sollen die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen gelegt werden, um einen möglichst wartungsarmen Partikelmonitor für den Freiland-einsatz zu verwirklichen. Die mikroskopische Einheit muss dazu durch spezielle Dämpfungs- und Stabilisierungsmaßnahmen gegen Erschütterungen beispielsweise bei Windeinfluss geschützt werden. Zusammen mit der Firma Breitfuss Messtechnik GmbH arbeitet das IPM daran, das automatisierte Gesamtsystem zu integrieren und in einem feldtauglichen Gehäuse unterzubringen.

Bei der mikroskopischen Einheit, die Fraunhofer IPM in Kooperation mit der Firma Helmut Hund GmbH entwickelt, werden Hellfeld-Durchlicht- und Fluoreszenz-Auflichtdarstellung genutzt.

### Fluoreszenzmikroskopie

Die Fähigkeit eines Körpers zu leuchten, wenn er von einer Lichtquelle angestrahlt wird, bezeichnet

man allgemein als Lumineszenz. Dabei werden zwei Fälle unterschieden: Bei der Phosphoreszenz hält das Leuchten des Körpers an, auch wenn er nicht mehr angestrahlt wird; bei der Fluoreszenz sind Leuchterscheinung und Anstrahlung streng gekoppelt; wird der Körper nicht mehr angestrahlt, so schwindet auch die Leuchterscheinung. Der Ausdruck Fluoreszenz stammt vom Flusspat (Fluorit), der diese Fluoreszenz zeigt. Sie gehorcht normalerweise der Stokesschen Regel: Ein gewisser Teil der eingestrahlenen Lichtenergie wird nicht als Licht zurückgestrahlt, sondern zum Beispiel als Wärme abgegeben. Daher wird das angeregte Licht normalerweise langwelliger (energieärmer) als das anregende Licht.

Manche Stoffe (beispielsweise Chlorophyll, Öle, optische Aufheller) fluoreszieren ohne jede Vorbehandlung. Man spricht dann von Eigen-, Auto- oder Primärfluoreszenz. In den meisten Fällen

jedoch – bei Zellen, Gewebe und Bakterien zum Beispiel – muss ein Präparat vorbehandelt werden, das heißt es wird mit Materialien angefärbt, die charakteristische Fluoreszenzfarben erzeugen. Solche Farbstoffe heißen Fluorochrome. Man erhält Sekundärfluoreszenz.

In der gebräuchlichen Hellfeldmikroskopie werden Präparate durch Lichtabsorption oder durch gebeugtes Licht dem menschlichen Auge differenziert dargestellt. Das Gesichtsfeld erscheint in der Durchlicht-Hellfeld-Betrachtung hell, die Objektstrukturen heben sich farblich beziehungsweise hell gegen dunkel von ihrer Umgebung ab. Im Fluoreszenzmikroskop dagegen erscheint der gesamte Bilduntergrund grundsätzlich dunkel, und nur die Stellen, an denen fluoreszierende Substanzen oder Strukturen vorliegen, leuchten. Grundsätzlich kann Fluoreszenz sowohl im Auflicht als auch im Durchlicht angewandt werden.

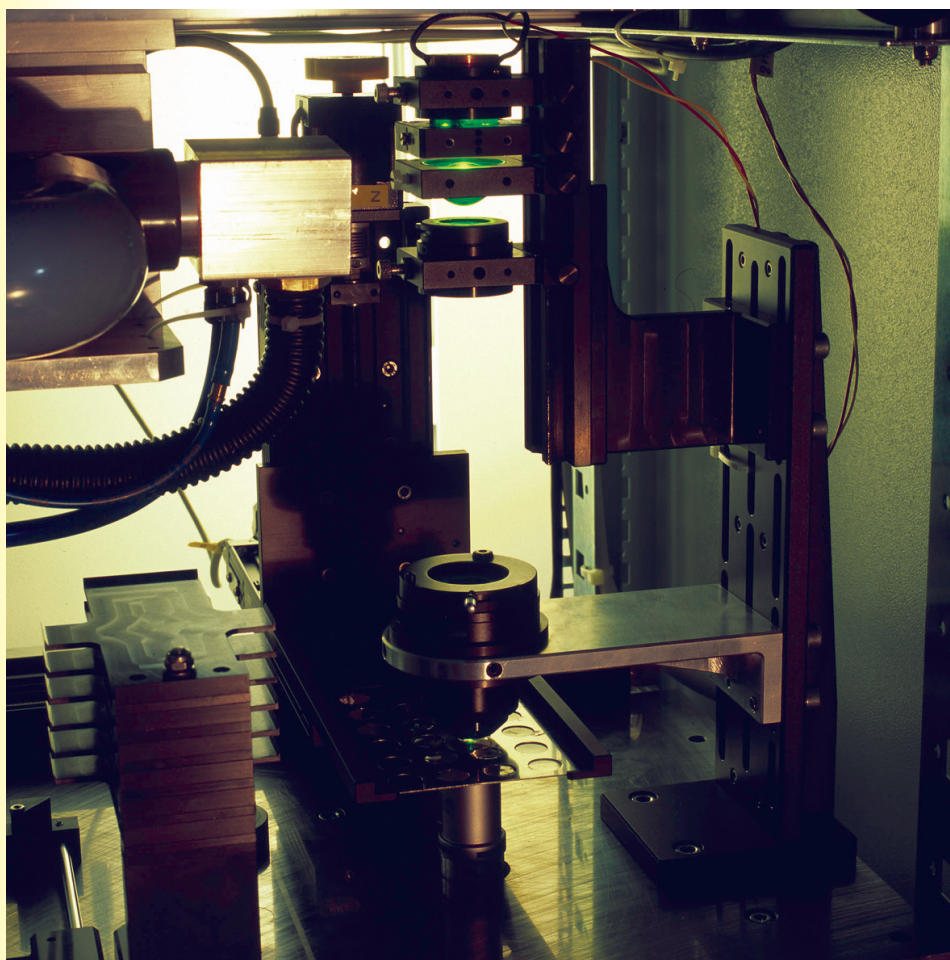
Die heute gebräuchlichen Fluoreszenz-Mikroskope arbeiten nach dem Auflicht-Prinzip. Dies bedeutet, dass das Präparat von oben durch das Objektiv beleuchtet wird. Im Vergleich zu einer Erregung im Durchlichtverfahren erhält man hierdurch eine höhere Fluoreszenzintensität. Zusätzlich ermöglicht diese Anordnung auch die Untersuchung lichtundurchlässiger Objekte, sowie die Kombination mit einem Durchlichtverfahren.

### Optische Einheit des Pollenmonitors

Im Sinne des Gesamtkonzepts des Pollenmonitors war eine besonders hohe Lebensdauer der Strahlquelle gefordert. Fraunhofer IPM setzt daher auf eine Beleuchtung mit LED, lichtemittierenden Dioden. Solche Quellen sind zudem besonders für diese Anwendung geeignet, da sie mit Niederspannung auskommen und nur eine geringe Wärmeentwicklung aufweisen.

Bei der Fluoreszenz-Auflicht-Darstellung bringt Fraunhofer IPM eine neuartige High-Power-LED zum Einsatz, die bei 380 Nanometer emittiert. In diesem Wellenlängen-

Optikaufbau des automatisierten Pollenmonitors (Foto und Skizze: Fraunhofer IPM).





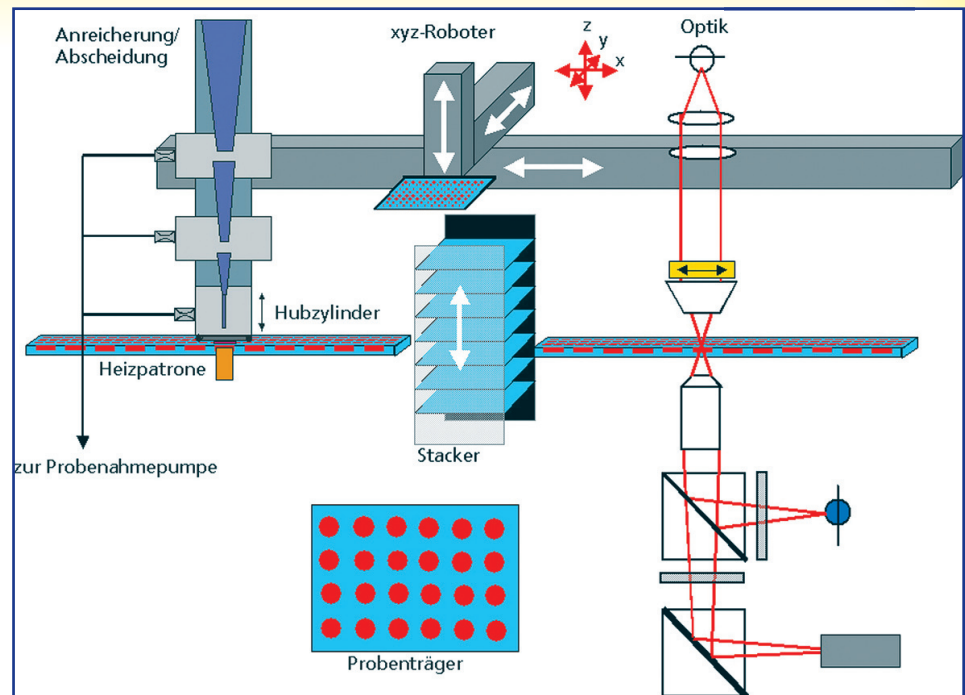
bereich wird die Eigenfluoreszenz der biologischen Partikel angeregt. In einem tomographischen Verfahren werden mit einer CCD-Kamera schrittweise 40 Fluoreszenzbilder erstellt. Aus diesen Bildern werden die Daten generiert, die bei der Partikelerkennung dazu dienen, die dreidimensionale Struktur zu rekonstruieren. Anhand der Information über den inneren Aufbau und die äußere Gestalt der Partikel kann schließlich eine Klassifikation vorgenommen werden.

Die Objektfeldgröße, die das Mikroskop aufnimmt, beträgt etwa 0,4 x 0,3 Millimeter bei einer 20fachen Vergrößerung und einer Apertur von 0,5. Um die gesamte Fläche einer Probe von knapp 30 Quadratmillimeter mit jeweils 40 Schichtbildern zu erfassen, braucht das System eine Stunde. Die Probenplatten sind jeweils in 24 Beprobungsflächen aufgeteilt. Da die Proben kontinuierlich genommen und ausgewertet werden und das System jeweils neun Platten vorhält, kann das Gerät neun Tage vollständig autonom und rund um die Uhr arbeiten.

### Bakterien im Reinraum

Schon einzelne Bakterienzellen können als Verunreinigung in Reinräumen in der Lebensmittel- oder Medikamentenproduktion oder in Operationssälen großen Schaden anrichten. Mit der Raman-Spektroskopie und Mustereerkennung kann man nun sehr schnell verschiedene Bakterienarten mit einer Trefferquoten von bis zu 93 Prozent unterscheiden.

In Reinräumen darf die Luft weder Staub noch Keime oder Pilzsporen enthalten. Dennoch können solche Verschmutzungen auftreten – sie gelangen durch Abrieb feinsten Metall- oder Kunststoffteilchen in die Luft oder Mitarbeiter tragen trotz spezieller Kleidung Haar- oder Hautpartikel in den Raum. „Bisher konnte man Bakterien meist nur nach einer Kultivierung auf Nährböden unterscheiden“, erläutert Prof. Dr. Jürgen Popp vom Institut für Physikalische Chemie der Universität Jena. In seiner Arbeits-



Funktionsweise des Gesamtsystems: Um ein kostengünstiges Endgerät realisieren zu können, hat IPM ein einfach strukturiertes Transportkonzept ausgearbeitet. Zeitgleich nimmt es Proben und liest andere aus. Ein Roboter entnimmt die Probeplatten einem Stack und führt sie einer Station zu, in der die Proben abgeschieden und präpariert werden. Nach der Präparation positioniert er die Probeplatte unter der optischen Analyseeinheit. Er übernimmt auch das Verfahren der Probe unter der mikroskopischen Einheit.

gruppe verwendet man dagegen die Raman-Spektroskopie. Sie beruht auf der Wechselwirkung von Licht und Materie: Bestrahlt man Moleküle mit Licht, so wird dieses in für das Molekül charakteristischer Weise gestreut. Man erhält so Informationen über die Schwingungen eines Moleküls. Die Streuungsmuster liefern eine Art Fingerabdruck, der eindeutig dem Molekül zuzuordnen ist. Da jede Bakterienoberfläche eine ganz spezielle Zusammensetzung von Molekülen hat, kann man mit Raman-Spektroskopie auch „Fingerabdrücke“ von Mikroben erhalten. Allerdings lassen sich die so erhaltenen Spektren nicht mit bloßem Auge auswerten.

Dazu haben Wissenschaftler vom Lehrstuhl für Mustereerkennung und Bildverarbeitung der Universität Freiburg eine computergestützte Rechenmethode, die normalerweise dazu verwendet wird, von Sicherheitskameras aufgezeichnete Fotos zu analysieren, an die speziellen Anforderungen der Spektreenauswertung angepasst. Mit ihrer Hilfe können nach den

Prinzipien der Mustereerkennung die einzelnen Spektren einer bestimmten Bakterienart zugewiesen werden. Langfristiges Ziel der Arbeiten ist der Aufbau einer Datenbank, in die Spektren möglichst vieler unter unterschiedlichen Bedingungen gewachsener Organismen eingehen. Dann werden Probennahme, Spektroskopievergang und Auswertung direkt vor Ort stattfinden können.

Ab kommenden Frühjahr wird die Berliner Schering AG die Methode in ihren Reinräumen testen. Das entsprechende Gerät haben die Firmen Kayser-Threde GmbH (München) und rapID Particle Systems GmbH, Berlin, gebaut und in enger Abstimmung mit den Wissenschaftlern in Jena und Freiburg weiterentwickelt.

### Lösungen zu Seite S26 (CLB 02/2005):

1 E; 2 D; 3 A; 4 C; 5 D; 6 B; 7 A; 8 B; 9 E; 10 B; 11 B, C; 12 E; 13 A; 14 A; 15 A, B, C, D; 16 A, B, C; 17 A.

(Alle Lösungen zu Seite M23 finden Sie in CLB 04/2005 sowie auf [www.clb.de](http://www.clb.de))

## Fragliche Schlussfolgerungen aus Analyse-Daten

# Düngung messen mit Spektral-Sensoren

Margit Fink, FAL

**S**tickstoff in richtiger Menge zum richtigen Zeitpunkt zu düngen ist ein wesentlicher Schlüssel erfolgreicher Pflanzenproduktion. In der Vergangenheit wurden hierzu zahlreiche Entscheidungssysteme und Modelle angeboten, seit Neuerem auch Spektral-Sensoren. Diese angeblich Stickstoff-(sensitiven)-Sensoren messen am Traktor angebracht vor dem Düngerstreuer und steuern die Menge an ausgebrachtem Stickstoff-Dünger.

Das Messprinzip beruht auf der Tatsache, dass vitale Blätter den infraroten Anteil des Lichtspektrums besonders stark reflektieren. Ursache hierfür ist der nach seinem Entdecker benannte Wood-Effekt, der durch die besonders starke Reflektion des infraroten Anteils des Lichtspektrums an der Grenzschicht zwischen oberer (Palisadenparenchym) und unterer (Schwammparenchym) Gewebeschicht eines Blattes zustande

kommt und nur bei lebenden (turgeszente) Blättern auftritt. Zusätzlich bestimmen einige Sensoren auch die Intensität der Grünfärbung (Chlorophyllgehalt) der Blätter.

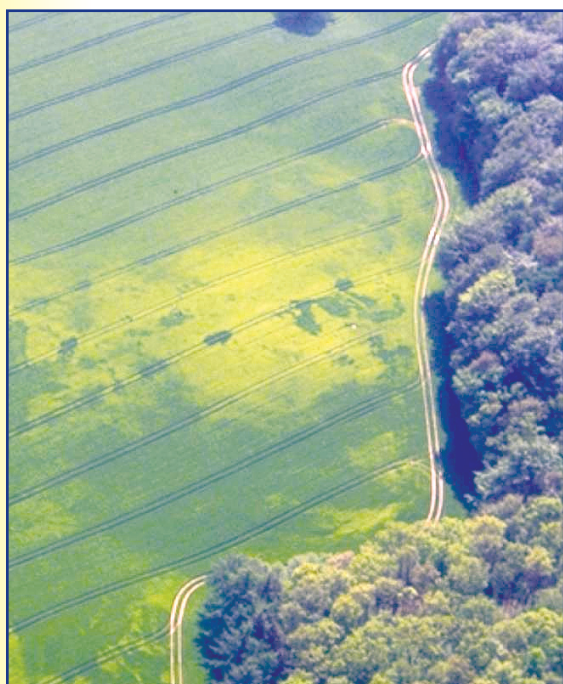
Das sehr einfache Modell unterstellt, dass Massenwachstum und Grünfärbung der Blätter ausschließlich vom Grad der Stickstoffversorgung abhängig sind. In Düngungsexperimenten kann das durchaus der Fall sein, unter Freilandbedingungen jedoch so gut wie nie, denn dort gibt es „1001“ Gründe warum Pflanzen schlechter wachsen und weniger grün als „normal“ sind. Die Sensoren detektieren („sehen“) also mehr oder weniger Blattmasse, die mehr oder weniger grün ist. Je weniger Masse und je weniger grün, umso mehr Stickstoff wird von der Auswertelektronik des Sensors vom Düngerstreuer angefordert und umgekehrt.

Am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig liegen fast 30 Jahre Erfahrungen mit verschiedensten Sensoren zur Spektralanalyse gestresster und unterschiedlich ernährter Pflanzenbestände vor. Die umfangreichen Daten zeigen, dass aus den Spektren selbst keine Kausalitäten für deren Veränderungen abgeleitet werden können. Als für die Praxis besonders problematisch bei der Auswertung und Interpretation der Daten von Spektralsensoren erweisen sich Verluste an Blattgrün in Beständen, die auf staunassen Böden stehen, oder in Beständen, die Mangel an anderen Nährstoffen als gerade Stickstoff leiden. Insbesondere sind der mittlerweile weit verbreitete Mangel an Schwefel, Magnesium und Spurennährstoffen, aber auch Krankheiten zu nennen. Schaut man in die „mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung

(MMK)“ für Nordostdeutschland, so findet man, dass in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zum Beispiel 41 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche grundwasserbeeinflusst („ganzhydromorph“), 19 Prozent staunass („teilhydromorph“) und die restlichen 40 Prozent nicht wasserbeeinflusst sind. Diese 40 Prozent sind nach Ergebnissen des Institutes dafür aber Schwefelmangelgefährdet. Das heißt, chlorotische Pflanzen können hier unabhängig von der Stickstoff-Versorgung auf allen Flächen auftreten.

Modellrechnungen der FAL-Forscher/innen zeigen, dass die von Sensoren erfassten, fälschlicherweise als durch Stickstoff-Mangel verursachten Wachstumsstörungen und Chlorosen (Verlust an Blattgrün) zu erhöht gedüngten Stickstoff-Mengen führen, die nicht in Ertrag umgesetzt werden. Das vermindert die Ausnutzung des Düngerstickstoffs erheblich und bedingt zusätzliche Umweltbelastungen. Das Foto zeigt als Beispiel einen Bestand mit Schwefel-Mangel (Flächen mit aufgehelltem Grün): Ohne Schwefel-Mangel und bei gleichmäßiger Ausbringung würde die Ausnutzung des Dünger-Stickstoffs auf diesem Feld 80 Prozent betragen, mit Schwefel-Mangel und gleichmäßiger Ausbringung nur noch 66 Prozent und bei Sensor-gestützter Ausbringung sogar nur noch 57 Prozent. In den chlorotischen Bereichen sinkt bei Ausbringung mit einem Sensor die Stickstoff-Ausnutzung sogar auf 22 Prozent im Vergleich zu 33 Prozent bei gleichmäßiger Ausbringung. Die FAL-Forscher/innen sind daher der Auffassung, dass nach derzeitigem Stand der Entwicklung Stickstoff-sensitive-Sensoren zu große methodische Defizite aufweisen, um sie als wirkungsvolle Hilfsmittel zur Verbesserung der Effizienz der Stickstoff-Düngung empfehlen zu können.

Luftaufnahme eines Weizenbestandes mit Chlorosen (Verlust an Blattgrün) durch Schwefel-Mangel (Foto: FAL-PB).



## Nützliche Ratgeber 31 – 34

## Informationen für und über Schulen und Schüler

## Unesco zeichnet aus: Energie und Klimaschutz für Schulen

„KlimaNet“ bietet Informationen für Lehrer, Schüler und Schulträger rund um Klimaschutz, Energieeinsparung und Erneuerbare Energien. Im Vordergrund stehen dabei praktische Handlungsmöglichkeiten in der Schule. Das Internetangebot enthält umfangreiche Hintergrundinformationen, Unterrichtsmaterialien sowie Aktionsvorschläge und Maßnahmenbeschreibungen. Ein virtueller

Schulrundgang zeigt Energiesparmöglichkeiten im Schulgebäude auf. Zudem sind Projekte und Erfahrungen aus vielen Schulen in Baden-Württemberg beschrieben ([www.klimanet.baden-wuerttemberg.de](http://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de)). Die Vereinten Nationen haben für die Jahre 2005 bis 2014 die Weltdekade „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ ausgerufen. Ziel ist es, allen Menschen Bildungschancen zu eröffnen, um

sich Wissen und Werte anzueignen sowie Verhaltensweisen und Lebensstile zu entwickeln, die für eine lebenswerte Zukunft und eine positive gesellschaftliche Veränderung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erforderlich sind. Für die Beteiligung an dieser Dekade wurde das ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg mit ihrem Internetangebot „KlimaNet“ jetzt ausgezeichnet.



## Bildung in China

Unter [www.internationale-kooperation.de](http://www.internationale-kooperation.de) finden sich jetzt neu Länderinformationen zu China: Fakten und Hintergrundwissen zur Forschungs- und Bildungslandschaft. Neben einem Überblick über die chinesischen Ministerien und Gremien gibt es Informationen über die Struktur der lokalen Forschungs- und Förderorganisationen sowie Links zu Ansprechpartnern und weiterführenden Adressen. China ist heute einer der aufstrebendsten Märkte der Welt. Dies wirkt sich auch auf die Forschungslandschaft aus. Seit 1999 werden im Zuge des Privatisierungsprozesses zunehmend staatliche Forschungseinrichtungen in selbständige Unternehmen umgewandelt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bietet mit der Initiative die Möglichkeit zu einer dynamischen Gestaltung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in Forschung und Bildung. Das Projekt wird gemeinsam gestaltet von der VDI Technologiezentrum GmbH und dem Internationalen Büro des BMBF. Inzwischen sind 28 Länder zu Themen aus Forschung und Bildung porträtiert.



## Lesen in Deutschland

Unter [www.lesen-in-Deutschland.de](http://www.lesen-in-Deutschland.de) können aktuelle Informationen rund ums Lesen abgerufen werden. Zielgruppe sind in erster Linie Kinder und Jugendliche, aber auch Eltern und Lehrpersonal. Das Angebot umfasst

- Lesetipps
- Hinweise zu aktuellen Veranstaltungen und Angeboten von Bibliotheken und anderen Akteuren zur „Förderung der Lesekultur“
- Empfehlungen vor allem für Eltern bei der Lektüreauswahl für ihre Kinder
- Forschungsergebnisse zum Thema Lesen
- Aktivitäten, die einzelne Bundesländer zur Förderung der Lesekultur durchführen.

Bund und Länder wollen gemeinsam mit diesem Informationssystem die Lesekultur von Kindern und Jugendlichen außerhalb der Schule fördern. Das Informationssystem wurde in Zusammenarbeit von Bund und Ländern aufgebaut. Das aus Mitteln des BMBF geförderte Angebot ist am Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) angesiedelt und kooperiert mit dem ebenfalls von Bund und Ländern gemeinsam getragenen Deutschen Bildungsserver.

## Chemie im Internet

Ziel von [www.chempage.de](http://www.chempage.de) ist es, Schülerinnen und Schülern Naturwissenschaften und speziell die Chemie näher zu bringen. Dazu wurden viele Inhalte aus dem Chemie- und Biologieunterricht in multimedialen Artikeln aufbereitet. Man findet Informationen zur Geschichte und Gegenwart der Chemie, Versuche als Videosequenzen, ein interaktives Periodensystem und ein Quiz zur Chemie.

Beim Verfassen der Artikel wurde auf die wissenschaftliche Richtigkeit sowie auf eine verständliche Formulierung geachtet, sodass es möglich ist, Themen aus dem Chemie-Unterricht nachzuarbeiten oder zu vertiefen. Der Grundstein für das Projekt wurde schon 2001 gelegt. Zunächst war die Idee, zeitaufwändige oder kostspielige Experimente aus dem Chemieunterricht per Kamera zu dokumentieren und im Internet zu Lehrzwecken zur Verfügung zu stellen. Jedoch wurde der Umfang seitdem ständig erweitert. Nach und nach kamen Optionen hinzu wie Lexikon, Sicherheitshinweise und Datentabellen. Auch ein Forum, um online seine Fragen zur Chemie zu stellen, fehlt nicht. Neu ist jetzt die Möglichkeit, im Chempage.de-Webshop Skripte und Folien online zu bestellen.

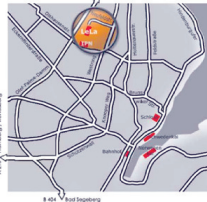




## Chemie begeistert Mädchen wie Jungen Projekt LeLa – Lernort Labor

Im Rahmen des Projektes „Lernort Labor“ (LeLa) haben Schülerlabore eine Sonderförderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) auf dem Kongress „Forschen statt Pauken“ erhalten. Insgesamt 19 Projekte hat das BMBF aus über 170 Bewerbungen ausgewählt und mit Beträgen zwischen 10 000 und 25 000 Euro gefördert.

Forschung zum Anfassen, Ausprobieren und Verstehen: Das bieten in Deutschland fast 200 Schülerlabore an Universitäten, Forschungseinrichtungen, Science Centern und Museen. Mit dem Ziel, Interesse von Kindern und Jugendlichen an Mathematik beziehungsweise naturwissenschaftlichen und technischen Fächern zu wecken, sind seit Ende der 1990er Jahre in Deutschland viele Schülerlabore entstanden. Mit authentischen Ambiente und praktischen Forschungsaufgaben verschaffen sie Kindern und Jugendlichen ganz neue Aha-Erlebnisse. Was Experten am meisten wundert: „Der Funke springt bei Jungen und Mädchen gleichermaßen über“, so Professor Manfred Euler, Projektleiter

In Schülerlaboren an Universitäten, Forschungseinrichtungen, Science Centern und Museen können Versuche stattfinden, die so in der Schule nicht möglich sind (Foto: Horst Brix).

Wer LeLa ist	Kontakt	Lernort Labor
<p>Projektleiter Prof. Dr. Manfred Euler</p> <p>Geschäftsführerin Dr. Dorothee Dähnhardt</p> <p>Projektsassistentin Edelgard Quast</p> <p>Internetkoordination Dr. Olaf Haupt</p> <p>Evaluation und Begleitforschung Dr. Dirk Hillebrandt</p> <p>Biologie/Chemie Dr. Katrin Schöpfs Silke Vorst</p> <p>Physik/Technik Dr. Katrin Engeln Christoph Pawek</p> <p>LeLa wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.</p> <p><small>Foto: Stefan Pöhl, Schwanebeck (Foto) Jürgen Hocke, Stefan Pöhl, Stefan Pöhl, Jürgen Hocke, Jürgen Hocke, Stefan Pöhl (Internet) von links nach rechts</small></p>	<p><b>Lernort Labor</b> - Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung (LeLa) im Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel</p> <p>Post: Olshausenstraße 62 24096 Kiel</p> <p>Besucher: Neufeldstraße, Gebäude 32 24118 Kiel</p> <p>Tel.: 0431 - 880 / 26 84 Fax: 0431 - 880 / 32 95 Email: office@lernort-labor.de http://www.lernort-labor.de</p> 	  <p><small>Bundesministerium für Bildung und Forschung IPN</small></p>

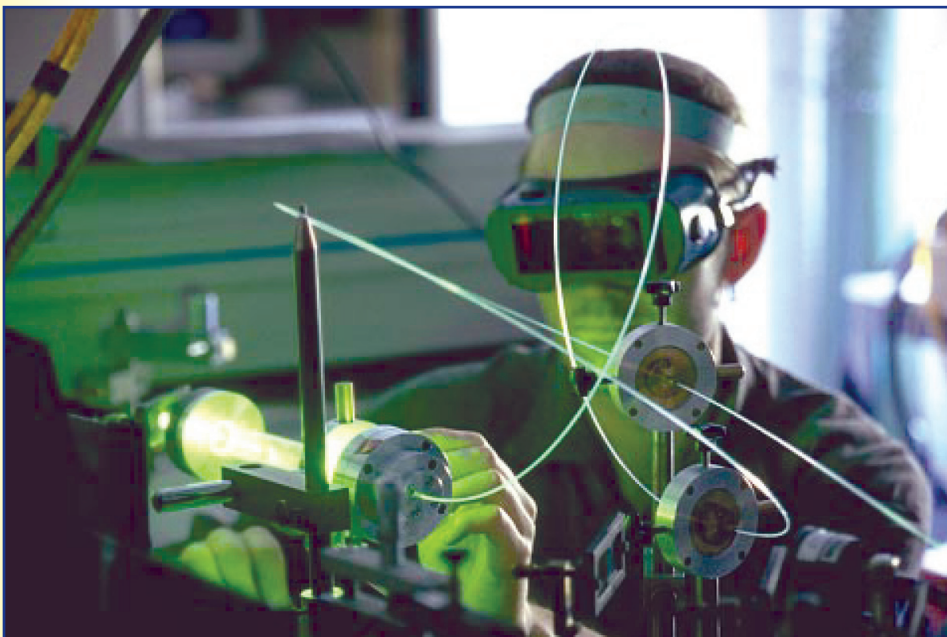
von „Lernort Labor“. Anders als zum Beispiel im Physikunterricht sind Mädchen im Labor genauso gebannt bei der Sache wie ihre Klassenkameraden. Um die junge Schülerlaborszene in Deutschland gezielt zu unterstützen und zu fördern, ist im August vergangenen Jahres am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel das Projekt „Lernort Labor“ gestartet.

So betreiben beispielsweise Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft an zurzeit 18 Standorten in Deutschland Experi-

mentallabore für junge Leute. „Ob Schülerinnen und Schüler Naturwissenschaften langweilig finden oder sich für sie begeistern, wird darüber entscheiden, wie unsere Zukunft aussieht“, sagt Professor Dr. Walter Kröll, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft. Daher engagiert sich die Helmholtz-Gemeinschaft seit mehreren Jahren für den flächendeckenden Aufbau von Schülerlaboren an ihren Zentren. Einen Überblick bieten die Helmholtz-Schülerlaborseiten unter [www.helmholtz.de/schuelerlabore](http://www.helmholtz.de/schuelerlabore).

Im Einzelnen fördert das BMBF folgende Helmholtz-Schülerlabore: Das Gläserne Labor am Max-Delbrück-Centrum (MDC) in Berlin bietet mit seinen „Lifescience-Powerpacks“ einen Intensivkurs zur Gentechnologie und Neurobiologie. Dazu gehören zum Beispiel eine Lehrerfortbildung zur Roten Gentechnik, Medienpakete für den Unterricht, Berufsinformationsveranstaltungen, Ferien-Labore oder spezielle Gentechnik- und Neurobiologie-Kurse in Schulen ([www.glaesernes-labor.de](http://www.glaesernes-labor.de) oder [www.life-science-schule.de](http://www.life-science-schule.de)).

In dem Projekt „Schnelle Blitze im Strömungskanal“ am DLR\_School\_Lab Göttingen lernen Schülerinnen und Schüler ein optisches Messverfahren kennen, bei



dem sie in Echtzeit die Geschwindigkeit einer Luft- beziehungsweise Wasserströmung messen können. Das Messverfahren wurde am Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Göttingen mit entwickelt ([www.schoollab.dlr.de/Schoollab/Goettingen](http://www.schoollab.dlr.de/Schoollab/Goettingen)).

Mit dem Experiment „Kreislaufphysiologie“ werden am DLR\_School\_Lab Köln-Porz die Auswirkungen von Beschleunigungsänderungen in der Raumfahrt veranschaulicht. Besonders das Herz-Kreislaufsystem wird durch Schwerelosigkeit oder bei Start- und Bremsvorgängen stark belastet. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Verlagerung der Körperflüssigkeiten durch äußere Kräfte. Hierbei können sie auch Blutdruck- und Herzfrequenzveränderungen messen und so die Anpassungsfähigkeit des menschlichen Organismus kennen lernen ([www.schoollab.dlr.de/Schoollab/Koeln\\_Porz](http://www.schoollab.dlr.de/Schoollab/Koeln_Porz)).

Für ein besonders originelles Schülerlabor-Konzept erhält das Forschungszentrum für Experimentelle Biomedizin der

Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) einen Sonderpreis. „Forsche@reporter“ heißt das neue Projekt. Es richtet sich an Schüler der Klassen 11 bis 13 und soll im Sommer 2005 an den Start gehen. Wer als Reporter für seine Schülerzeitung schreibt und gleichzeitig Spaß an Naturwissenschaften hat, kann dann im Rudolf-Virchow-Zentrum auf Recherchetour gehen. Bei ihrem ersten Besuch isolieren die Oberstufenschüler DNA aus ihren eigenen Mundschleimhautzellen und lernen mit Gelelektrophorese und PCR zwei grundlegende molekularbiologische Techniken kennen. Anschließend gehen sie als Reporter in den Laboren auf Entdeckungsreise.

In einem anderen Projekt des DFG-Forschungszentrums, in „Rudis Forschercamp“, dürfen Kinder zwischen acht und zwölf Jahren bereits seit April 2004 die Reagenzgläser schwingen. Das Projekt ist nominiert für die PR Report Awards 2005 in der Kategorie „Non Profit“. Mit diesem Preis zeichnet der PR Report, die Fachzeitschrift der deutschsprachigen PR-Wirtschaft die besten Projekte und Kampagnen eines Jahres aus.

## Wieviel Wasser fließt den Rhein hinunter?

**A**m 13. Juni 1876 schätzte man den Rhein-Durchfluss in Basel auf über 5500 Kubikmeter pro Sekunde. Das Mai-Hochwasser 1999 wurde auf knapp 5000 Kubikmeter pro Sekunde [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] berechnet. Die Normalmenge liegt bei etwa 1300  $\text{m}^3/\text{s}$ . Bei Hochwasserlagen am Pegel Mainz hat die Abflussmenge schon bis zu 7000  $\text{m}^3/\text{s}$  betragen: Beispielsweise 6950  $\text{m}^3/\text{s}$  am 29.03.1988, wie uns ein Leser mitteilte. Messen kann man diese Mengen an Überlaufwehren, mit Messflügeln oder durch Verdünnungsmessungen.

Eine Methode zur Bestimmung von Abflüssen ist die Messung mit Auffanggefäßen. Man bestimmt die benötigte Zeit bis zur Füllung. In kleinen Bächen, Flüssen und künst-

lichen Kanälen finden Messwehre Verwendung, die durch Verengung des Durchflußquerschnittes eine Wasserstandshebung erzeugen, die direkt am Wehr ablesbar ist. Das am häufigsten benutzte Verfahren beruht auf der Messung der Fließgeschwindigkeit mit einem hydrometrischen Flügel, der vom fließenden Wasser in Bewegung gesetzt wird. Bei den Verdünnungsmethoden wird dem fließenden Wasser an einer Impfstelle ein Markierungsstoff (Tracer) zugesetzt und dessen Verdünnung nach Durchlaufen der Messstrecke im Messquerschnitt bestimmt.

In der CLB 02/2005 muss im Artikel „Genauigkeit und Richtigkeit in Europa“ die Einheit für die Abflussmenge „Kubikmeter pro Sekunde“ heißen.

## Aus der Bildungslandschaft

- Das dreimonatige **Weiterbildungsstudium „Wissenschaftsmanagement“** wird von der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften (DHV Speyer) in Kooperation mit dem Zentrum für Wissenschaftsmanagement angeboten (Thomas Helfer: [helfer@zwm-speyer.de](mailto:helfer@zwm-speyer.de)).
- Zum Sommersemester 2005 startet der **Studiengang „Ecological Impact Assessment“** am Institut für Integrierte Naturwissenschaften (IfIN) der Universität in Koblenz. Das sechssemestrige Studium schließt mit dem Erwerb des Bachelor of Science (B.Sc.) ab. Es richtet sich an alle, die sich für eine naturwissenschaftliche Ausbildung auf umweltwissenschaftlichem Gebiet interessieren ([www.uni-koblenz.de/~ifin/](http://www.uni-koblenz.de/~ifin/)).
- Wissenschaftler mit Unternehmergeist, die ihre Geschäftsidee umsetzen wollen, können sich jetzt um ein einwöchiges Intensivtraining bewerben. Hierzu laden der Lehrstuhl für Gründungs- und Innovationsmanagement der Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel und die Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH) ein. Die Bewerber mit den zehn besten **technologieorientierten Gründungsideen** werden für die Entrepreneurs' Innovation Summer School (EISS) in Schleswig vom 12. bis 17. September ausgewählt ([www.eiss.uni-kiel.de](http://www.eiss.uni-kiel.de)).
- Zum Wintersemester 2005/2006 beginnt an der Fakultät für Biowissenschaften der Universität Heidelberg der **Bachelor-Studiengang „Biologie“**. Rechtzeitig zum Abschluss des ersten Jahrgangs wird die Fakultät den **Master-Studiengang „Biologie“** anbieten. Damit ist die Umstellung vom Diplom-Studiengang auf das gestufte Studiensystem vollzogen. Es werden keine Studienanfänger mehr für den Diplom-Studiengang in Heidelberg zugelassen.
- Der neue **Bachelor-Studiengang Wissenschaftsjournalismus** der Fachhochschule Darmstadt ist eine Kooperation des Studiengangs Online-Journalismus mit den Fachbereichen Mathematik und Naturwissenschaften sowie Chemie- und Biotechnologie. Das Konzept wurde klarer Sieger in einem Wettbewerb um die Einrichtung eines Studiengangs Wissenschaftsjournalismus, den die VolkswagenStiftung vor Jahresfrist ausgeschrieben hatte. Das Lehrangebot startet im Wintersemester 2005/06.
- Die Universität Duisburg-Essen richtet zum kommenden Wintersemester den neuen **Master-Studiengang „Transnational ecosystem-based Water Management (TWM)“** gemeinsam mit der niederländischen Radboud Universität in Nimwegen ein.
- Die Justus-Liebig-Universität Gießen führt 2005 erstmals eine Internationale Sommeruniversität (ISU) durch. Sie bietet Seminare zu rechts-, wirtschafts- und naturwissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Themengebiet **„New Technologies and Law: Biotechnology in Europe“**.

# Ernährung und Chemie

## Mehrere richtige Antworten sind möglich

**1** Kochsalz wird in Wasser gelöst. Was entsteht dabei?

- A** Ein Aerosol
- B** Eine Emulsion
- C** Eine echte Lösung
- D** Ein Suspension
- E** Ein Kolloid

**2** Welches Nahrungsmittel kann nicht pasteurisiert werden?

- A** Wein
- B** Eier
- C** Milch
- D** Orangensaft

**3** Welches Nahrungsmittel enthält im Normalzustand die größte Anzahl von Bakterien?

- A** Erdbeermarmelade
- B** Sterilisierte Milch
- C** Weißbrot
- D** Käse

**4** Zu welcher Substanzgruppe zählen Nicotinsäure und Nicotinsäureamid?

- A** Hormone
- B** Alkaloide
- C** Enzyme
- D** Vitamine
- E** Tenside

**5** Welche Schwefelverbindung wird zum „Aus Schwefeln“ von Weinfässern benutzt?

- A** Schwefeltrioxid
- B** Verdünnte Schwefelsäure
- C** Schwefelwasserstoff
- D** Schwefeldioxid
- E** Natriumthiosulfat

**6** Welche Verbindung wird auch als Bittermandelöl bezeichnet?

- A** Phenylmethanol
- B** Benzoesäure
- C** Phthalsäure
- D** Kumarin
- E** Benzaldehyd

**7** Welche Aussage zu Enzymen ist falsch?

- A** Die Stoffwechselaktivität von Enzymen wird häufig durch Spurenelemente unterstützt.

**B** Enzyme wirken als außerordentlich gute Katalysatoren.

**C** Enzyme spielen bei Stoffwechselfvorgängen eine wichtige Rolle.

**D** Enzyme sind überwiegend aus Eiweißen zusammengesetzt.

**E** Lipasen sind fettbildende Enzyme.

**8** Welche Aussage zur Struktur von Proteinen ist richtig?

**A** Die Primärstruktur der Proteine beruht auf Peptidbrücken zwischen den beteiligten Aminosäuren.

**B** Bei der Primärstruktur spielen im Wesentlichen Disulfidbrücken eine Rolle.

**C**  $\alpha$ -Helices bestehen immer aus zwei parallelen Polypeptidketten.

**D** Disulfidbrücken können sich nur zwischen Methioninresten ausbilden.

**E** Polypeptidketten sind immer verzweigte Ketten.

**9** Welche der folgenden Verfahren gehören nicht in die Biotechnologie?

**A** Erzleaching

**B** Herstellung von Zitronensäure aus Zitronen

**C** Herstellung von Joghurt

**D** Gewinnung von Öl aus Sonnenblumensaat.

**E** Reinigung von Abwasser im Vorklärbecken.

**10** Welche Enzyme haben Aufgaben beim Kohlenhydratabbau?

**A** Lactase

**B** Trypsin

**C** Lipase

**D** Maltase

**E** Chymotrypsinogen

**11** Welche Angaben zum Fettabbau im menschlichen Metabolismus treffen zu?

**A** Der erste Schritt ist die Abspaltung von Acetylresten.

**B** Fette werden zu Beginn ihres Abbaus zunächst in Glycerin und Fettsäuren gespalten.

**C** Das Glycerin wird zum weiteren Abbau zunächst mit Essigsäure verestert.

**D** Fettsäuren werden vor dem weiteren Abbau an Coenzym A gebunden.

**E** Zu den Endprodukten des Fettabbaus gehört unter anderem Kreatinin.

**12** In welcher Auswahlantwort sind nur wasserlösliche Vitamine angegeben?

**A** Retinol, thiamin, Riboflavin, Biotin

**B** Calciole, Phyllochinon, Tocopherol, L-Ascorbinsäure

**C** Biotin, Cobalamin, L-Ascorbinsäure, Thiamin

**D** Retinol, Calciole, Tocopherol, Phyllochinon

**E** Riboflavin, Phyllochinon, Thiamin, Biotin

**13** Welche Aussagen zur Biotechnologie der Bierherstellung treffen zu?

**A** Bei der alkoholischen Gärung bauen Hefen die Polysaccharide der Gerste ab.

**B** Im Sudvorgang setzt man der Maische Hopfen und Hefe zu.

**C** Beim Keimen der Gerste lösen Amylasen die  $\alpha$ -glycosidischen Bindungen der Stärke.

**D** Beim Gärvorgang wird unter anderem Maltose anaerob zu Ethanol vergoren.

**E** Unter Darre versteht man die Trocknung der Hopfenblüten.

**14** Bei welchem Vorgang handelt es sich um eine Gärung?

**A** Aerober Umbau von Milchsäure zu Lactose

**B** Anaerober Abbau von Milchsäure zu Milchsäure

**C** Umbau von Glucose zu Glycogen.

**D** Umwandlung von Glycogen in Glucose

**E** Enzymatische Spaltung stickstoffhaltiger Verbindungen unter Abspaltung von  $N_2$

Die Lösungen finden Sie in CLB 04/2005 sowie auf [www.clb.de](http://www.clb.de).

Die Cadmium-Standards sind für die in Abbildung 7 (Seite 73) dargestellte Kalibration verwendet worden und zeigen im Konzentrationsbereich von 40,9 mg/kg bis 407 mg/kg eine sehr gute Linearität. Alle Messungen wurden mit einem primären Molybdän-Filter (Standard), 10 mm-Kollimator und 300 Sekunden Messzeit durchgeführt. Zur Überprüfung der Kalibration wurde eine weitere zertifizierte Cd-Probe mit dieser Methode quantitativ erfasst. Sicolen Orange (Ref. Nr. 28/16494) mit  $75,9 \pm 2,1$  mg/kg Cadmium in Sicolen wurde auf gleiche Weise wie die Standards gemessen. Die quantitative Analyse ergibt eine Konzentration von 76,5 mg/kg (ppm) Cadmium. Damit liegt das Ergebnis innerhalb der zertifizierten Toleranz – ohne weitere Probenvorbereitung und bereits nach 300 Sekunden Messzeit.

Das zeigt, dass die energiedispersive Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie (EDX) eine schnelle und zerstörungsfreie Methode zur quantitativen Bestimmung von Schwermetallen in Polymeren darstellt. Die hier dargestellten experimentellen Ergebnisse des Elementes Cadmium stehen repräsentativ für weitere schwere Elemente wie Blei, Quecksilber, Chrom und Brom, in Abhängigkeit von der Systemkonfiguration sogar für die komplette Elementanalytik von  ${}^6\text{C}/{}_{11}\text{Na}$  bis  ${}_{92}\text{U}$ .

### Atomabsorptionsspektrometrie

Für die quantitative Bestimmung der Schwermetalle Blei, Cadmium, Quecksilber und Chrom in Probenmaterial nach WEEE und RoHS ist die Atomabsorptions-Spektrometrie hervorragend geeignet. Sie stellt eine relative Methode der Quantifizierung dar und basiert auf dem Zusammenhang der Elementkonzentration und der Absorption gemäß dem Lambert-Beerschen Gesetz. Prinzipiell wird für jedes zu bestimmende Element eine Kalibrationskurve im gewünschten Konzentrationsbereich erstellt, und alle unbekannt Proben mittels dieser Kalibrierfunktion ausgewertet. Grundvoraussetzung für richtige Ergebnisse ist hierbei, dass Kalibrierstandards und Proben in Bezug auf die Begleitelemente und Matrix gleiche Zusammensetzung aufweisen. Diese wichtige Voraussetzung ist in der Routineanalytik nicht in jedem Fall gegeben und kann zu Problemen führen, etwa dann, wenn neben der Elementabsorption auch Untergrundabsorption der Matrix zum Signal beiträgt.

Solche Störungen wie beispielsweise Molekülabsorption, Strahlungsstreuung an Partikeln und spektrale Interferenzen durch Absorptionslinien-Überlagerung können mit leistungsfähigen Untergrundkompensationstechniken beseitigt werden. Zur vollständigen Kompensation aller in der Atomabsorptions-Spektroskopie bekannten Interferenzen sowohl in der Flamme als auch in der elektrothermischen Atomisierung hat sich die Hochstrompulstechnik (High speed self reversal method) etabliert. Sie arbeitet gegenüber der weit verbreiteten Deuterium-Untergrundkompensation, die nur im Wellenlängenbereich bis etwa 420 nm eingesetzt werden kann, im gesamten Wellenlängenbereich von 185 bis 900 nm.

Alle Untersuchungen wurden mit einem Shimadzu Atomabsorptions-Spektrometer AA-6800 (Abbildung 3) durchgeführt, das standardmäßig mit Deuterium- und Hochstrompulstechnik ausgestattet ist. Für die elektrothermische

Element	Cd	Pb	Hg
Wellenlänge [nm]	228,8	283,3	253,7
Spaltbreite [nm]	0,7	0,7	0,5
Lampenstrom D <sub>2</sub> BGC [mA]	8	8	4
Lampenstrom SR BGC [mA]	8/100	8/300	-

Atomisierung wurde der hochempfindliche Graphitrohrföfen GFA-EX7i mit digitaler Steuerung eingesetzt (siehe auch Tabelle 2).

Die experimentellen Ergebnisse wurden aus Standardlösungen, verdünnten Messlösungen sowie aufgeschlossenem Referenzmaterial gewonnen. Im Gegensatz zur EDX-Screening-Methode, die keine Probenvorbereitung erfordert, müssen die Proben für die Schwermetallbestimmung mittels Atomabsorptions-Spektrometrie zunächst aufgeschlossen werden. Für die Probenvorbereitung von Polymeren sind verschiedene Aufschlussverfahren möglich, so zum Beispiel die trockene Veraschung oder auch ein Mikrowellen unterstützter Säureaufschluss mit Salpetersäure und Wasserstoffperoxid, gegebenenfalls unter Zugabe von Flusssäure.

Die Bestimmung der Elemente Cadmium, Blei und Chrom erfolgt im Konzentrationsbereich von 0,1 bis 5 mg/l mittels Flammenatomisierung, im Konzentrationsbereich von 0,1 bis 20 µg/l mit elektrothermischer Atomisierung. Für die Bestimmung des Quecksilbers im Konzentrationsbereich von 5 bis 100 µg/l ist die Graphitofentechnik gut geeignet oder auch die Kaltdampftechnik für Konzentrationen bis 1 µg/l im Routinebetrieb. Da die Cadmium-Linie bei 228,8 nm durch spektrale Interferenzen mit Arsen (228,812 nm) bzw. Eisen gestört wird, kann die Deuteriumtechnik hier zu einer Überkompensation führen, weshalb für die Untergrundkompensation in diesem Fall ausschließlich die Hochstrompulstechnik eingesetzt wurde. Damit stellt die Atomabsorptions-Spektrometrie ein geeignetes Routineverfahren für die zuverlässige Bestimmung von Cadmium, Blei, Quecksilber und Chrom dar.

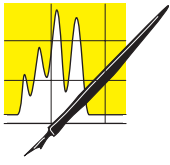
### Die Bestimmung von hexavalentem Chrom mit UV-VIS-Spektrometrie

Der Einsatz der Röntgenfluoreszenz- bzw. Atomabsorptions-Spektrometrie erlaubt nur die Bestimmung des Gesamt-Chromgehaltes der aufgeschlossenen Probe. Zur Quantifizierung des hexavalenten Chroms wird deshalb die photometrische Bestimmung mittels 1,5-Diphenylcarbazid

Tabelle 2: Instrumentelle Parameter für die Bestimmung der Elemente Blei, Cadmium und Quecksilber.

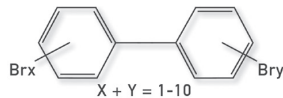
Abbildung 3: Vollautomatisches Atomabsorptions-Spektrometer Shimadzu AA-6800.



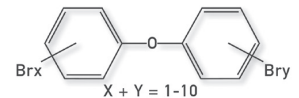


AUFSÄTZE

Tabelle 3:  
Liste der zu  
untersuchenden  
PBB und PBDE



PBBs				
Number of Bromine Atoms	Molecular Formula	Molecular Weight	Number of Isomers	
1	mono	C <sub>12</sub> H <sub>9</sub> Br	232	3
2	di	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Br <sub>2</sub>	310	12
3	tri	C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Br <sub>3</sub>	388	24
4	tetra	C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Br <sub>4</sub>	466	42
5	penta	C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Br <sub>5</sub>	544	46
6	hexa	C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>6</sub>	622	42
7	hepta	C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Br <sub>7</sub>	700	24
8	octa	C <sub>12</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>8</sub>	778	12
9	nona	C <sub>12</sub> HBr <sub>9</sub>	856	3
10	deca	C <sub>12</sub> Br <sub>10</sub>	934	1
1 - 10				209



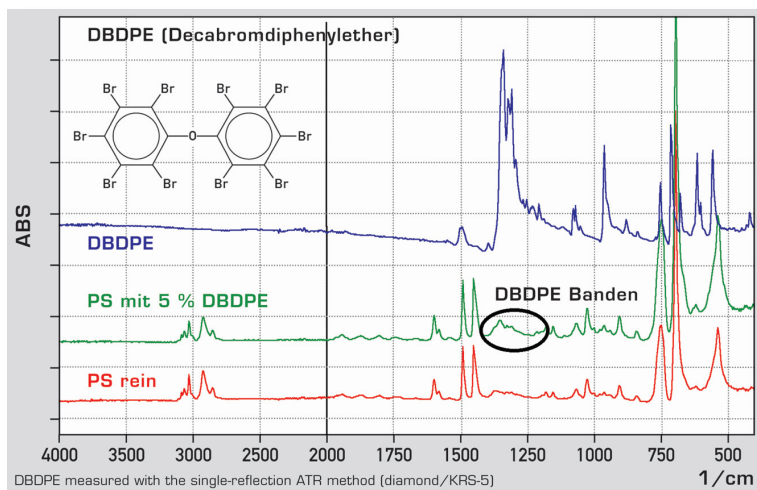
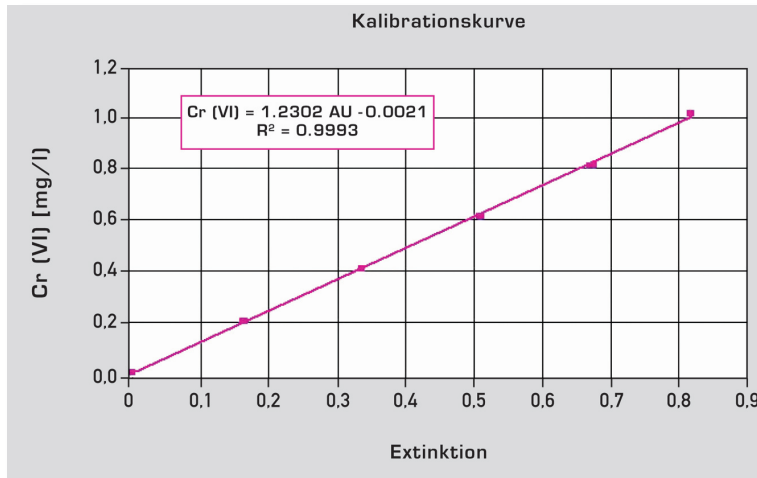
PBDEs				
Number of Bromine Atoms	Molecular Formula	Molecular Weight	Number of Isomers	
1	mono	C <sub>12</sub> H <sub>9</sub> BrO	248	3
2	di	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Br <sub>2</sub> O	326	12
3	tri	C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Br <sub>3</sub> O	404	24
4	tetra	C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Br <sub>4</sub> O	482	42
5	penta	C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Br <sub>5</sub> O	560	46
6	hexa	C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>6</sub> O	638	42
7	hepta	C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Br <sub>7</sub> O	716	24
8	octa	C <sub>12</sub> H <sub>2</sub> Br <sub>8</sub> O	794	12
9	nona	C <sub>12</sub> HBr <sub>9</sub> O	872	3
10	deca	C <sub>12</sub> Br <sub>10</sub> O	950	1
1 - 10				209

eingesetzt. Das Verfahren ist geeignet zur Bestimmung von Chrom (VI), das sich vorwiegend als Korrosionsschutzschicht auf metallischen Oberflächen von Elektrogeräten befindet, aber auch auf Kleinteile wie Schrauben, Unterlegscheiben und Federringe aufgebracht ist.

Das Probenmaterial wird über einen definierten Zeitraum im Reaktionsgefäß eluiert, ein Blindwert gemessen und anschließend die Extinktion bei 550 nm gemessen. Chrom (VI) oxidiert 1,5-Diphenylcarbazid zu 1,5-Diphenylcarbazon, welches mit Chrom einen rotviolett gefärbten Komplex bildet. Die Extinktion des Farbstoffes steht in linearer Beziehung zur Chrom(VI)-Konzentration (Abbildung 4).

Abbildung 4  
(oben): Chrom (VI)  
Kalibrationskurve

Abbildung 5  
(unten): Infra-  
rotspektren des  
Polystyrols mit  
und ohne Flamm-  
schutzmittel



Die Bestimmung von  
PBB und PBDE mit FTIR und GC/MS

Nach den RoHS-Richtlinien dürfen Flammenschutzmittel für elektrische und elektronische Bauelemente ab Juli 2006 in Neugeräten nicht mehr eingesetzt werden. Dies hat zur Folge, dass PBB und PBDE (siehe Tabelle 3) nicht mehr als Flammenschutzmittel in Polymeren verwendet werden oder einen Grenzwert von 1000 ppm nicht überschreiten dürfen. Betroffen sind die PBDE Pentabromdiphenylether (PentaBDE) und Octabromodiphenylether (OctaBDE). OctaBDE ist in den Polymeren ABS und PS genutzt worden. Aktuell wird hauptsächlich DecaBDE als Flammenschutzmittel in den Polymeren PS, PE, ABS und Polyester verwendet. Die FTIR-Analysentechnik ist ideal zur Identifikation von Polymeren und Flammenschutzmitteln geeignet. Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass sie eine zerstörungsfreie Messtechnik darstellt und zeitaufwendige nasschemische Aufschlüsse nicht erforderlich sind. So sind schnelle und einfache Analysen der Kunststoffe möglich, da die bromierten Biphenyle alle ein charakteristisches Infrarotspektrum aufweisen.

Im gezeigten Beispiel von Polystyrol (Abbildung 5) liegen drei Spektren von DBDPE, PS mit DBDPE und reinem PS vor. Deutlich gekennzeichnet ist der Bereich im Fingerprint, der die Identifikation des DBDPE im PS ermöglicht. Wichtig zur Identifikation ist der Fingerprint-Bereich (1500–1000 cm<sup>-1</sup>), in dem deutliche Unterschiede in den Spektren zu erkennen sind. Mit diesem Wissen ist eine Analysenmethode zur schnellen Identifizierung der bromierten Flammenschutzmittel und der Polymere entwickelt worden.

Dazu wird das FTIR-8400S in Kombination mit einer Einfach-Reflexionseinheit verwendet. In diesem Beispiel wurde eine Diamant-ATR Einheit mit KRS-5-Kristall als Einfach-Reflexionseinheit eingesetzt. Ein Diamant als Probenuntergrund ist empfehlenswert, da die Polymere in weicher als auch harter Form vorliegen können. Der Diamant erlaubt einen hohen Anpressdruck, so dass die Probe im engen Kontakt zum Kristall vorliegt und die Eindringung der Strahlung in die Probe optimal gewährleistet ist. Der Strahl tritt hierbei ungefähr 2 µm in die Probenoberfläche ein. Da die RoHS von homogenem Probenmaterial spricht, genügt diese Eindringtiefe, um die Probe letztendlich zu charakterisieren. Das bei dieser Messanordnung innerhalb kürzester Zeit (ca. 1 min) erhaltene Spektrum wird automatisch gemäß RoHS ausgewertet.



Zur Absicherung der Analysenergebnisse wird das Spektrum zunächst gegen eine Bibliothek mit Polymerspektren verglichen. Nach der Identifikation des Polymers wird mit einer Datenbank, die bereits 41 Polymere enthält, gearbeitet. Diese Datenbank enthält logische Verknüpfungen und die Distinction-Software prüft auf Plausibilität unter anderem durch die Betrachtung von Signalverhältnissen. Das Entscheidungskriterium umfasst Warnungen, die von der „Identifikation des Polymers nicht möglich“ bis hin zur Meldung „Anpressdruck des Zubehörs nicht ausreichend“ führt und letztlich zum Abschluss das Urteil „ok“ oder „nicht ok“ fällt. Da das Analysenergebnis wie in der Einführung erwähnt, in Kombination mit der Voranalyse des EDX-Systems zu sehen ist, kann diese Entscheidung der Methode als eindeutig angesehen werden. Das zeigt, dass die Infrarot-Spektroskopie eine schnelle, einfache alternative Lösung zum Vorsortieren der Polymere ist.

Für die Analyse von polybromierten Flammenschutzmitteln in Konzentrationen < 5 % bis in den ppm-Bereich wird die GC/MS eingesetzt. Sie erlaubt, auch kleine Gehalte sicher durch Vergleich mit Standardsubstanzen über ihre spezifischen Retentionszeiten und Massenspektren zu identifizieren und zu quantifizieren. Hierbei bieten sich zwei Möglichkeiten. Zum einen kann für ein Screening der Proben die Pyrolyse-GC/MS eingesetzt werden. Die Methode der Pyrolyse-GC/MS hat den Vorteil, dass die Proben direkt gemessen werden ohne vorher eine aufwendige Probenvorbereitung zu durchlaufen. Bei der Pyrolyse werden die Proben in einem Pyrolyseofen hohen Temperaturen ausgesetzt. Shimadzu bietet den Py-2020iD Pyrolysator mit der so genannten Double-Shot-Methode an. Dabei werden zunächst bei niedrigen Temperaturen (300 – 400 °C) die PBB und PBDE aus dem Polymer verdampft (Thermodesorption). In einem zweiten Schritt können die Polymere bei hohen Temperaturen zersetzt und identifiziert werden. Man erhält also nicht nur Informationen über die eingesetzten Flammenschutzmittel, sondern auch über die Zusammensetzung des Polymers.

Die PBB und PBDE werden nach der Verdampfung aus dem Polymer mit Gas-Chromatographie getrennt und im Massenspektrometer nachgewiesen. Abbildung 6 zeigt ein solches Pyrolyse-Chromatogramm. Die Massenspuren 720 und 882 entsprechen dabei den 9-fach bromierten isomeren PBDE (Peaks B, C, D), die Massenspuren 800 und 960 dem 10-fach bromierten PBDE (Peak E) (Abbildung 6).

Für eine quantitative Analyse der PBB und PBDE wird für die Proben zunächst im Labor eine Probenvorbereitung durchgeführt. Der erste Schritt ist hierbei die Extraktion der Proben. Für lösliche Polymere werden die Proben in dem entsprechenden Lösungsmittel gelöst und anschließend mit Flüssig/Flüssig- oder Soxhlet-Extraktion die polybromierten Substanzen extrahiert. Bei nicht-löslichen Polymeren wird direkt eine Soxhlet-Extraktion durchgeführt. Der Extrakt wird danach über Festphasenextraktion oder über GPC gereinigt. Die Probe ist dann für die anschließende GC/MS-Analyse mit Flüssiginjektion vorbereitet. Abbildung 7 zeigt den quantitativen Nachweis von PBDE in einer Polystyrolprobe. Mit FTIR konnten in dieser Probe keine PBDE nachgewiesen werden. Shimadzu bietet mit seinem GCMS-

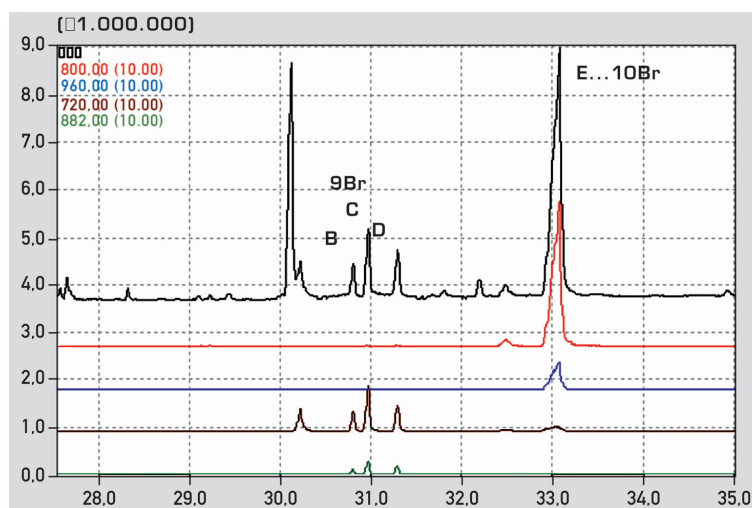
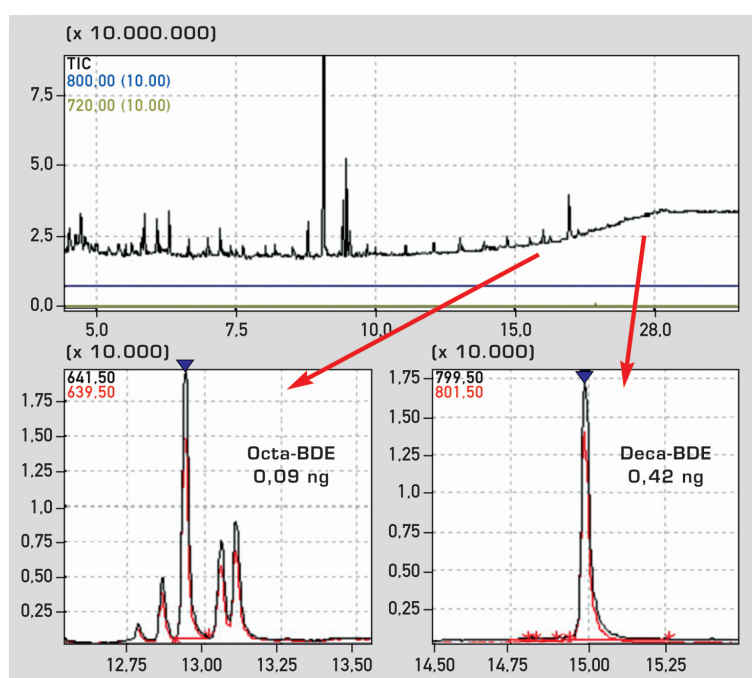


Abbildung 6: Nachweis von PBDE mit Pyrolyse GC/MS.

### Zusammenfassung

Die hier beschriebenen Systemkonfigurationen und Applikationsbeispiele geben einen aktuellen Überblick zum Stand der Technik bei der Bestimmung gefährlicher Substanzen in Elektro- und Elektronikgeräten sowie Elektroschrott nach den Verordnungen der WEEE und RoHS. Die Grenzwerte für Blei, Quecksilber, Chrom, polybromierte Biphenyle und polybromierte Diphenylether werden voraussichtlich bei 1000 mg/kg, für Cadmium bei 100 mg/kg festgelegt und entsprechen damit den Konzentrationen, die auch bereits in der Altautoverordnung (ELV) angewendet werden. Die aktuellen Konzentrationen der Einzelsubstanzen im homogenen Probenmaterial kann stark variieren und ist besonders nach Probenvorbereitung deutlich niedriger anzusetzen.

Abbildung 7: Quantitativer Nachweis von PBDE in einer Polystyrolprobe.



# Heute eine analytische Routinemethode

Bernd Bleisteiner, Ruth Geiger, HORIBA JobinYvon GmbH, Bensheim

Dispersive Raman-Mikroskopie, eine Methode aus der Grundlagenforschung, erfreut sich seit einigen Jahren in der angewandten Analytik rasant zunehmender Beliebtheit. Der Artikel befasst sich mit diesem Phänomen und beleuchtet die Hintergründe dafür. Einige Beispiele aus Bereichen der Kriminaltechnik, der Prozesssteuerung und den Materialwissenschaften zeigen die enormen analytischen Möglichkeiten, die diese Methode in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen bietet.

### Raman-Spektroskopie – der Effekt

Raman-Spektroskopie ist die komplementäre schwingungsspektroskopische Technik zur IR-Spektroskopie. Das heißt, wie die IR-Spektroskopie bietet die Raman-Spektroskopie charakteristische Informationen über chemische Verbindungen. Verglichen mit der IR-Spektroskopie zeichnet sie sich durch eine höhere räumliche Auflösung und in der Regel sehr schmalbandigen Spektren aus.

Der Raman-Effekt ist ein inelastischer Streuvorgang, bei dem durch die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie Schwingungszustände angeregt werden. Da jedes Molekül und jede Verbindung charakteristische Schwingungszustände hat, liefert der Raman-Effekt ein Spektrum mit einem signifikanten Bandenmuster spezifisch für die untersuchte Verbindung. Selbst kleinere Änderungen in der chemischen Struktur, wie beispielsweise der Austausch des Kations in Salzen von Komplexanionen ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  /  $\text{MgSO}_4$ ) oder im Falle von Methanol / Ethanol die weitere  $-\text{CH}_2-$  Gruppe sind Raman-spektroskopisch zu unterscheiden.

#### Die Autoren

**Dr. Bernd Bleisteiner**, Jahrgang 1967: Studium der Chemie an der Universität Erlangen, arbeitet seit 2002 in der Raman Division bei der HORIBA Jobin Yvon GmbH im Bereich Applikations- und Verkaufsberatung.

**Dr. Ruth Geiger**, Jahrgang 1960: Studium der Chemie an der Universität Erlangen, 1993-1999 Applikations- und Verkaufsberatung Raman-Spektroskopie für DILOR und Instruments SA; seit 1999 Verkaufsleitung der deutschen Ramanabteilung von Jobin Yvon und seit 2003 Geschäftsführerin Horiba Jobin Yvon GmbH.

Physikalische Phänomene wie beispielsweise Materialspannung nehmen Einfluss auf die Struktur von Verbindungen oder Kristallgittern und können ebenfalls mittels Raman-Spektroskopie bestimmt werden. Auf der anderen Seite entscheidet die Morphologie von Materialien über deren physikalischen Eigenschaften, die ebenfalls ermittelt werden können.

Dies lässt die Vielfältigkeit der Informationen erkennen, die dem Raman-Spektrum zu entnehmen sind. Im einzelnen sind das:

- Identifizierung von Reinstoffen und Mehrkomponentensystemen in allen Aggregatzuständen
- Unterscheidung von Isomeren und polymorphen Formen einer Verbindung
- Hohe Sensitivität für Mehrfachbindungssysteme
- Ermittlung von Werkstoffeigenschaften

All diese Informationen können qualitativ und quantitativ erhalten werden. Die Methode ist weitgehend zerstörungsfrei und Bedarf keiner oder nur wenig Probenvorbereitung.

Die beschriebenen Fakten sind seit vielen Jahren bekannt – trotzdem konnte sich die Raman-Spektroskopie erst in den letzten zehn Jahren als Routinemethode etablieren.

### Was macht heute den Unterschied ?

Noch vor 15 Jahren war die Raman-Spektroskopie eine Methode der Grundlagenforschung bedingt durch den immensen apparativen Aufwand, der nötig war, um ein Raman-Spektrum aufzunehmen. Als Anregungsquellen waren aufwendige und kostenintensive Laseranlagen notwendig. Viele Proben konnten wegen der damals notwendigen großen Laserleistung am Messort nicht spektroskopiert werden. So hielt man lange Zeit Polymere für nicht der Raman-Spektroskopie zugänglich, da sie entweder im Laserspot verbrannten oder zu schwach streuten, um detektiert zu werden. Heute ist die Charakterisierung von Polymeren eine Standardanwendung in der Raman-Spektroskopie. Besonders die Raman-Mikro-Spektroskopie ermöglicht die Untersuchung von Einschlüssen und Fehlstellen sowie konfokal tiefenauflösend die Untersuchung von Aushärtungsprozessen. Die Bedeutung der Auswahl der richtigen Anregungswellenlänge zeigt Abbildung 1.

In der Raman-Spektroskopie gilt zwar die allgemeine Regel, dass längere Anregungswellenlänge (785 nm oder 1064 nm) zur Vermeidung unerwünschter Fluoreszenzen führt, mit zunehmender Breite der Anwendungen werden jedoch mehr und mehr Beispiele bekannt, bei denen die Auswahl einer geeigneten durchaus auch kürzeren Wellenlänge zur Fluoreszenzvermeidung führt.

Dieses Phänomen lässt sich einfach verstehen. Während zur Anregung eines Raman-Spektrums eine beliebige Quelle monochromatisch kohärente Strahlung benötigt wird, kann Fluoreszenz nur mit einem signifikanten Energieeintrag angeregt werden. Dies lässt sich im Umkehrschluss zu ihrer Vermeidung ausnutzen.

Technische Neuerungen erlaubten die Entwicklung einfach zu handhabender kompakter Raman-Mikro-Spektrometer. Diese Geräte zeichnen sich durch größer Sensitivität aus und können mit kleinen luftgekühlten Lasern betrieben werden. Auf diese Weise haben sich in den letzten zehn Jahren ganze Gerätefamilien entwickelt, welche die unterschiedlichsten Applikationen abdecken.

Es gibt heute kompakte Raman-Mikro-Spektrometersysteme, die eine sehr hohe spektrale Auflösung für die Grundlagenforschung oder für die UV-Raman-Mikro-Spektroskopie bieten. Im Einsatz sind Geräte mit Inversmikroskopkopplung für biologische Anwendungen und im Bereich der Life Science Applikationen. Darüber hinaus existieren Spektrometer mit Faserkopplung, welche auch in der industriellen Prozesskontrolle eingesetzt werden können, aber auch voll automatisierte Systeme wie das LabRAM ARAMIS mit automatischem Laserwellenlängenwechsel und Software gesteuerter Kontrolle der spektralen und räumlichen Auflösung.

Die folgenden Beispiele aus der Kriminaltechnik, der industriellen Prozesssteuerung und den Materialwissenschaften zeigen, was für eine vielfältige Bereicherung diese Entwicklungen in der angewandten Analytik bieten.



**AUFsätze**

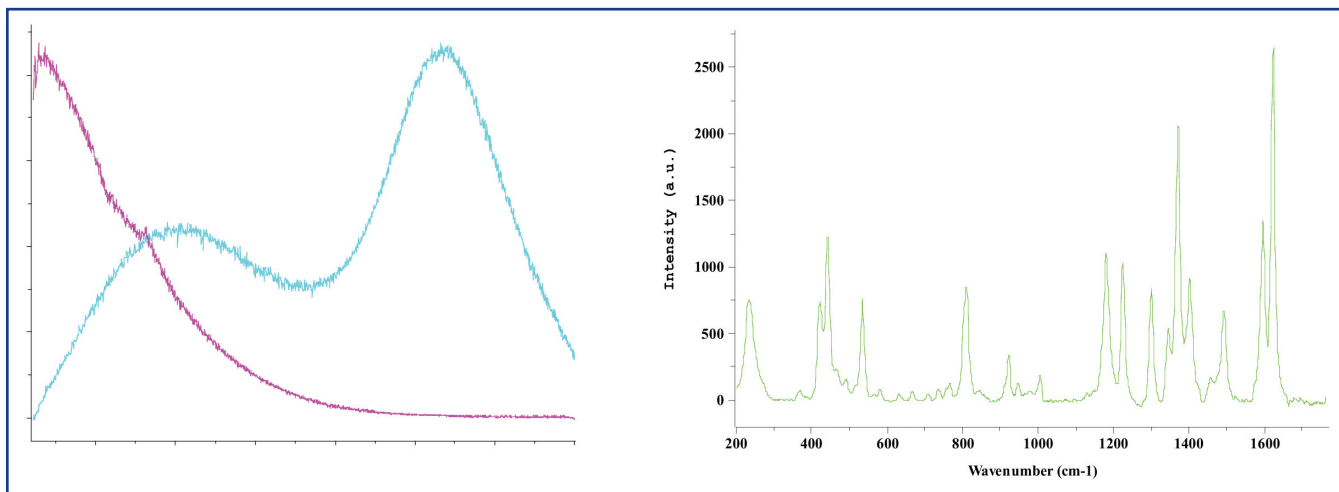
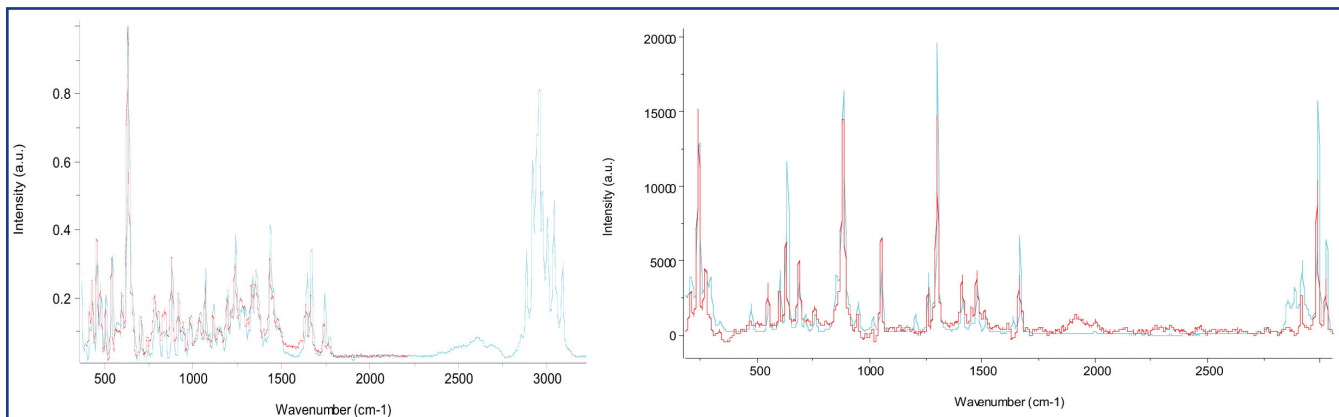


Abbildung 1: Unerwünschtes Fluoreszenzspektrum einer Probe bei Anregung mit 785 bzw. mit 633 nm – Ramanspektrum der selben Probe mit 514 nm Anregungswellenlänge.

Abbildung 2: Beweis (blau) und Referenzspektrum (rot) aus der Datenbank; li.: Heroin; re.: Pentaerythrioltetranitrat.



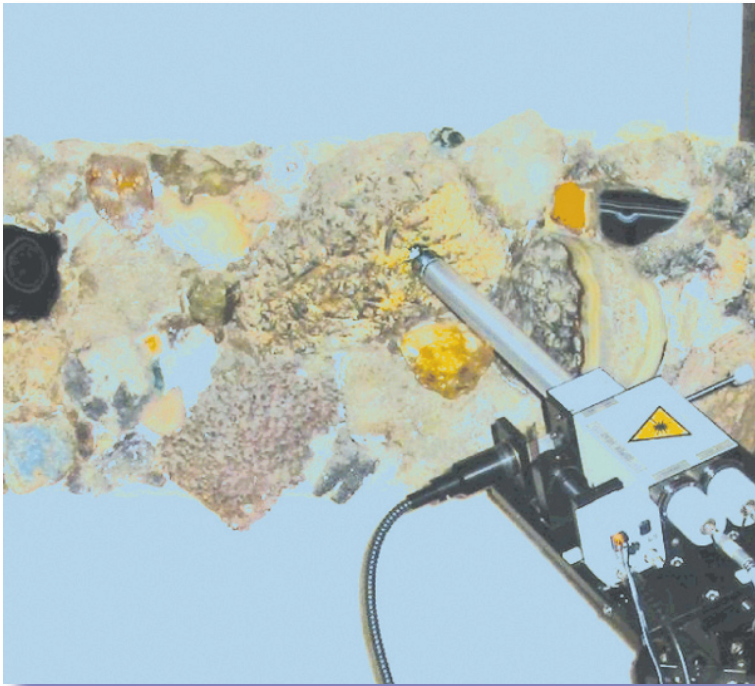
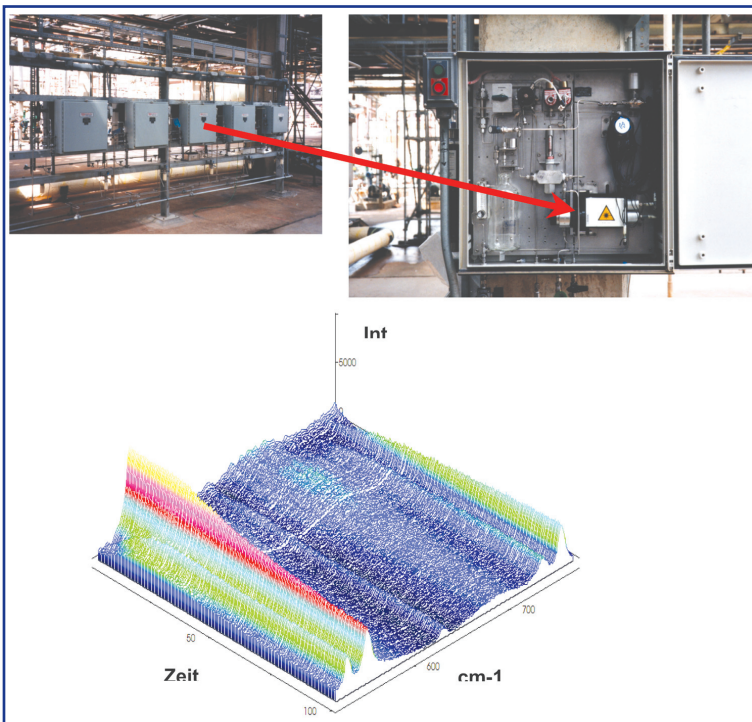


Abbildung 3: Der Laserspot fokussiert mit einer Ramansonde auf einen Aquamarin.

### Raman-Mikro-Spektroskopie in der Kriminaltechnik und verwandten Bereichen

Raman-Mikro-Spektroskopie bietet schwingungsspektroskopische Information mit einer räumlichen Auflösung von  $1\ \mu\text{m}$  und damit um zirka eine

Abbildung 4: on-line Installation (roter Pfeil: Raman-Messkopf) und Reaktionsprofil.



halbe bis eine Größenordnung kleiner als IR-Mikro-Spektroskopie. Durch die Möglichkeit auch noch kleinste Mengen hoch signifikant und identifizierend zu charakterisieren, eignet sich die Raman Spektroskopie ideal für den Einsatz in der Forensik. Unterstützend kommt die präparationslose und zerstörungsfreie Art der Untersuchung hinzu.

Der Durchbruch der Methode in der Kriminaltechnik war aber erst zu dem Zeitpunkt gegeben, als auch Ramandatenbanken mit ausreichender Anzahl von Spektren zur Verfügung standen. Dabei profitiert die Anwendung im forensischen Bereich von der hohen Signifikanz der Spektren. So können bei Fasern nicht nur die Materialien unterschieden werden, sondern auch mikroskopische, produkt-spezifische Besonderheiten (Morphologie, Art der Pigmentierung), die helfen die Identität zurück zu verfolgen.

Die nachfolgenden Spektren zeigen, dass selbst mit nur  $1\ \mu\text{m}$  großen Tatortspuren die Identität von Narkotika oder Sprengstoffen eindeutig zu beweisen und von anderen Verbindungen zu unterscheiden ist (Abbildung 2).

Ähnlich dem analytischen Einsatz in der Kriminaltechnik, ist der Einsatz der Raman-Mikro-Spektroskopie in Restauration und Kunsthistorik. Auch hier muss oft im Mikromaßstab gearbeitet werden.

Eine bedeutende Fragestellung ist die Identität und chemische Beschaffenheit von Farben und Lacken oder Edelsteinen auf historischen Gegenständen. Ein weiterer Aspekt bei der Anwendung der Raman-Spektroskopie in Kunsthistorik und Archäologie ist die Möglichkeit Raman-Mikro-Spektroskopie auch fasergekoppelt zu betreiben. Mit einer fasergekoppelten konfokalen Ramansonde können Gegenstände mit höchster räumlicher Auflösung untersucht werden, ohne sie von ihrem Ursprungsort zu entfernen. Diese Flexibilität erhöht das Einsatzpotential der Methode erheblich (Abbildung 3).

Die fasergekoppelte Raman-Spektroskopie eröffnet aber auch ganz andere Einsatzbereiche: in der industriellen Prozesssteuerung

### Raman-Spektroskopie in der industriellen Prozesssteuerung

Die Effizienzsteigerung in der Produktion in Zeiten wachsender Wirtschaftlichkeit macht es notwendig, mehr und mehr analytische Informationen auf der Echtzeitskala der laufenden Produktion zu gewinnen. Die typische Messzeit eines Raman-Spektrums liegt dabei im Bereich von einigen zehn Sekunden. Über dies ist besonders die hohe Sensitivität auf Mehrfachbindungssysteme sowie die hohe Signifikanz für morphologische Modifikationen und Isomere hervorzuheben.

Da Raman-Spektren stark strukturierte, gut separierte Bandenmuster aufweisen und kaum Obertöne

ne zeigen, können Reaktionen meist über einfache Bandenintegration verfolgt werden. Für die Kalibrierung und die Quantifizierung stehen heute viele Hard- und Softwarehilfsmittel bereit. Die Genauigkeit der Methode ist aus vielen Installationen bekannt.

Die genannten Vorteile in der Kombination mit den meist kurzen Messzeiten sowie in der Regel einfachen Datenauswertung begünstigt die Einbindung der Raman-Spektroskopie in die on-line Produktionssteuerung (Abbildung 4).

### Raman-Mikro-Spektroskopie in der Charakterisierung von Nanomaterialien und modernen Werkstoffen

Materialien auf nanotechnologischer Basis zeigen erstaunliche Eigenschaften. Aus ihnen entstehen neue Werkstoffe, die den klassischen Werkstoffen überlegen sind. Eines dieser zukunftssträchtigen Materialien sind einwandige Kohlenstoffnanotubes (Single Wall Carbon Nanotubes – SWCNTs). Diese zeichnen sich durch eine hohe thermische Leitfähigkeit, eine erstaunliche chemische und thermische Stabilität und eine außerordentliche mechanische Festigkeit. Die elektronischen Eigenschaften indes hängen entscheidend vom Durchmesser und der Chiralität der „Nanotubes“ ab. So können SWCNTs metallische Leitfähigkeit besitzen, oder auch Halbleitereigenschaften aufweisen.

Die physikalischen Eigenschaften von SWCNTs stehen dabei in unmittelbarer Korrelation zu ihrem Raman spektroskopischen Verhalten. Die Banden im Bereich von 100 – 300  $\text{cm}^{-1}$  (Radial Breathing Modes - RBM) geben Auskunft über den Durchmesser der SWCNTs. Die hohe spektrale Auflösung und

die große Sensitivität der modernen kompakten Spektrometer ermöglichen diese Untersuchungen ohne großen apparativen Aufwand.

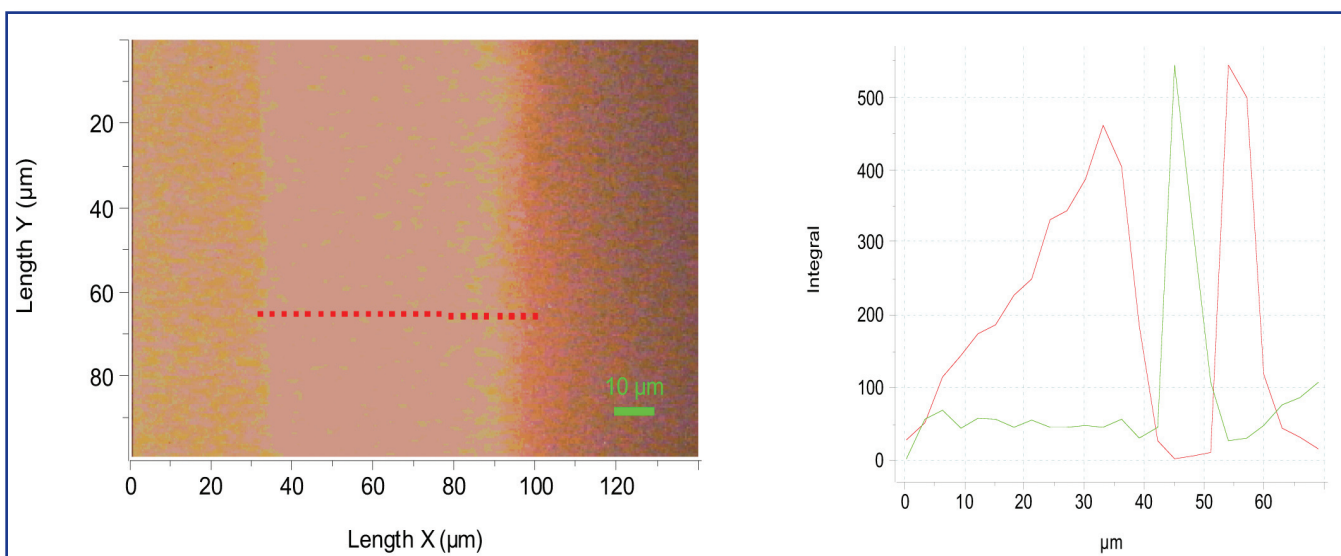
Vergleichbares gilt bei der Untersuchung von modernen Verbundfolien, die unter anderem bei Verpackungen in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Derartige Folien haben komplexe Funktionalitäten zu erfüllen. Sie müssen gasundurchlässig, geschmacksneutral und oftmals auch lichtundurchlässig sein. Dabei muss sicher gestellt sein, dass die Lebensmittel durch die Folien nicht beeinträchtigt werden. Sie besitzen oft einen mehrlagigen Aufbau, enthalten Pigmentschichten oder sind auf Aluträgern aufgebracht. Gegebenenfalls muss eine solche Folie noch andere Anforderungen erfüllen, zum Beispiel dauerhaft bedruckbar sein.

Raman-spektroskopische Informationen mit einer räumlichen Auflösung von 1  $\mu\text{m}$  ermöglicht laminierte Polymer/Pigmentstrukturen zu charakterisieren. Die moderne Software der kompakten Raman-Mikro-Spektrometer lässt eine schnelle und einfache Datenauswertung und -darstellung zu (Abbildung 5).

### Zusammenfassung

Beispiele aus den verschiedensten Anwendungsbereichen zeigen die Informationsbreite, die heute mit einfach zu bedienenden kompakten Raman-Mikro-Spektrometern im analytischen Alltag zur Verfügung stehen. Dabei reicht der Einsatz von der Identifizierung unbekannter Spezies über die Datenbanksuche bis zur Konzentrationsverfolgung in der chemischen Produktion. In den Materialwissenschaften lassen sich Eigenschaften von Werkstoffen untersuchen und verifizieren.

Abbildung 5: TV-Bild Querschnitt einer Verbundfolie mit einer Schichtenabfolge Polymer 1 / Polymer 2 + Pigment / Polymer 1 (li.). Das Ramanprofil (re.) zeigt den Schichtenaufbau der Verbundfolie. Dabei wird das Integral typischer Schwingungsbanden der unterschiedlichen Materialien als Funktion der ‚gescannten‘ Strecke dargestellt.



## Chemische Elemente im Alltag, Teil 1: Natrium und Kalium

# Asche für die Schönheit

Georg Schwedt

Der Anteil der Alkalimetalle Natrium und Kalium aus der ersten Hauptgruppe des Periodensystems an der Zusammensetzung der obersten Erdkruste (bis 16 km Tiefe) beträgt 2,63 bzw. 2,41 Prozent (in der Häufigkeit an 6. und 7. Stelle).

Kaliumcarbonat (Pottasche – s.u.) war neben dem Natriumcarbonat (Soda) bereits den Ägyptern in der Antike bekannt. Der Name *Pottasche* für ein aus Pflanzenasche ausgelaugtes alkalisches Salz stammt vom Gewinnungsvorgang, der *im Sieden der Lauge in eisernen Töpfen (Pott)* geschah. Auf diese Pflanzenasche geht auch der Name Kalium zurück – das arabische Wort für Asche lautet *al-quali*. Erst 1702 wurde von dem Chemiker Georg Ernst Stahl (1660-1734) die Vermutung ausgesprochen, dass Soda und Pottasche zwei verschiedene Stoffe seien. Eine erste analytische, noch heute übliche Unterscheidung der Elemente Natrium und Kalium wurde 1758 von Andrea Sigismund Marggraf (1709-1782 – gewann 1747 Zucker aus dem Saft der Runkelrübe) angegeben: die unterschiedlichen Flammenfärbungen – gelb für Natrium bzw. Soda und rot für Kalium bzw. Pottasche.

Natrium und Kalium erhalten ihren Glanz nur unter Luftabschluss. Da sie auch unter Wasser reagieren (siehe Text), bewahrt man sie meist in Paraffinöl auf – oder wie hier unter Argon. Kalium (linkes Ampullenpaar) und Natrium (rechtes Ampullenpaar) wurden direkt nach dem Schnitt von einem größeren Stück eingelagert (jeweils die rechte Ampulle der Paare) und dann geschmolzen (die linke Ampulle der Paare; Foto: RK; Präparation: Liebscher).



Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren beiden Stoffe nicht in ihre Bestandteile zerlegt, d.h. die Elemente noch nicht rein dargestellt worden. Die Alkalien, die Hydroxide oder Oxide der Alkalimetalle, wurden von vielen Chemikern bereits als Elemente angesehen. Dem englischen Naturforscher Humphry Davy (1778-1829) gelang es erst 1807, Kalium und Natrium durch Einwirken des elektrischen Stromes auf die Alkalien zu gewinnen. Der englische Name *potassium* für Kalium leitet sich nach Davy von der Pottasche ab. Er beschrieb bereits die wichtigsten Eigenschaften der Elemente: die Bildung der Oxide bzw. Hydroxide an der feuchten Luft, den Metallglanz (*wie Quecksilber*) und die Reaktion mit Wasser unter Entzündung des gebildeten Wasserstoffs bei Anwesenheit von Sauerstoff (*verbrannten ... mit Explosion und lebhafter Flamme*).

Wegen dieser Reaktionsfähigkeit kommen beide Elemente nur in Verbindungen vor, vorwiegend in Silicaten, Chloriden, Carbonaten, Nitraten und Sulfaten. Die Metalle haben nur technische Bedeutung, im Alltag werden jedoch zahlreiche Verbindungen verwendet. (Salze mit speziellen Elementen wie Phosphor, Schwefel, Fluor, Chlor, Brom und Iod u.a. in den Anionen werden später im Verlauf dieser Beitragsserie unter den jeweiligen Elementen vorgestellt.)

Als Lebensmittelzusatzstoffe sind zahlreiche Natrium- und Kaliumsalze vor allem organischer Säuren zugelassen – s. Tabelle auf S. 75.

### 440 Verbindungen mit Na und K in Kosmetika

In Kosmetika, die nach dem Lebensmittelrecht zu den Bedarfsgegenständen zählen, beträgt die Zahl der verwendeten Kaliumverbindungen vom Kollagen-derivat *Potassium Abietoyl Hydrolyzed Collagen* (Tensid, waschaktive Substanz) bis zum *Potassium Yeast Derivative* (yeast: Hefe; Stoff biologischen Ursprungs) 100 und für Natriumverbindungen vom *Sodium Acetat* (als pH-Regler/Puffersubstanz) bis *Sodium Xylene Sulfate* (Tensid) sogar 340. Die Inhaltsstoffe (*Ingredients*) und Funktionen in Kosmetika wurden im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 1996 veröffentlicht, wodurch zugleich eine europaeinheitliche Nomenklatur zur Angabe der Inhaltsstoffe auf den Packungen kosmetischer Mittel (INCI: International Nomenclature Cosmetic Ingredients) festgelegt wurde.

*Natriumcarbonat* finden wir als Alltagsprodukt, in Papiertüten verpackt, in den Regalen für Waschmittel als *Waschsoda* bezeichnet. Die technische Herstellung erfolgt nach dem Solvay-Verfahren (1861 von Ernest Solvay (1838-1922) entwickelt), auch Ammoniak-Soda-Verfahren wie folgt: In eine Lösung von Natriumchlorid werden Ammoniak und Kohlenstoffdioxid eingeleitet. Es fällt das relativ schwer lösliche Natriumhydrogencarbonat aus, das bei etwa 180 Grad Celsius in Natriumcarbonat umgewandelt wird. Eine weitere kostengünstige Möglichkeit zur Gewinnung von Soda ist das Carbonisieren von Natriumhydroxid (Einleiten von Kohlenstoffdioxid).

*Natriumhydroxid* (Ätznatron, kaustische Soda) ist in Alltagsprodukten wie den Rohrreinigern in hohen Konzentrationen mit z.T. über 30 Prozent enthalten. Die weiße, hygroskopische, stark ätzende Substanz wird durch Umsetzung von Natriumcarbonat mit gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) – durch „Kaustifizierung der Soda“ (griech. *kaustikós*: brennend, ätzend) – oder durch Chloralkalielektrolyse gewonnen. In Rohrreinigern (in Pulverform) hat sie als „Ätznatron“ die Aufgabe, Fette zu spalten und damit zu lösen.

*Natriumpercarbonat* ist ein Wasserstoffperoxid-Addukt, das als Natriumcarbonat-Peroxyhydrat mit der Zusammensetzung  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2$  zu bezeichnen ist. Es wird als Bleichmittel für Waschpulver und Fleckenmittel verwendet.

*Natriumhydrogencarbonat* (Natron) ist sowohl als Einzelprodukt in Tüten als auch in Backpulvern als Backtriebmittel enthalten.

*Kaliumcarbonat* (Pottasche) in kleinen Päckchen gehört ebenfalls zu den Backpulvern. Das weiße, geruchlose, laugig schmeckende Pulver wird neben dem Natriumhydrogencarbonat als spezielles Backtriebmittel insbesondere für die Herstellung von Honigkuchen verwendet. Pottasche wird als Backtriebmittel nur wirksam, wenn der Teig Säure enthält. Kohlenstoffdioxid entwickelt sich daraus nicht wie aus Natriumhydrogencarbonat schon beim Erhitzen.

*Kalidünger* werden in den unterschiedlichsten Formen in den Gartencentern angeboten – so z.B. in Universal-Düngestäbchen als NPK-Dünger – mit auch stickstoffhaltigen (N) Substanzen sowie Phosphaten (P). Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Salzminerale des Kaliums wie Carnallit  $\text{KMgCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , Sylvit  $\text{KCl}$  oder Kainit  $\text{KMgClSO}_4$  beim Abbau von Natriumchlorid aus Salzlagerstätten als bitter schmeckende Salze beiseite geräumt. Als Justus Liebig die Bedeutung des Kaliums als Makronährstoff für Pflanzen erkannt hatte, wurden Kaliumsalze als Düngemittel wirtschaftlich wichtig. 1861 entstand in Staßfurt bei Magdeburg die erste Kalifabrik. 1993 bildet sich durch die Fusion der Kali und Salz AG mit der Mitteldeutschen Kali AG die Kali und Salz GmbH als einziger deutscher Kaliproduzent mit Sitz in Kassel.

Zuviel Kochsalz in der Nahrung begünstigt den Bluthochdruck. Als Kochsalz-Ersatzstoffe sind Verbindungen des Kaliums mit Adipinsäure, Bernsteinsäure,

Funktion	Säure (Alkalisalz)
Konservierungsstoff	Sorbinsäure (K) Benzoessäure (Na, K) p-Hydroxybenzoessäure (Na) Propionsäure (Na, K)
Säuerungsmittel/ Säureregulator	Essigsäure (K, Na) Milchsäure (K) Citronensäure (Na, K) Weinsäure (Na, K) Apfelsäure (Na, K) Adipinsäure (Na, K) – auch Kochsalzersatz Gluconsäure (Na, K)
Antioxidationsmittel	Ascorbinsäure (Na) Isoascorbinsäure (Na)
Verdickungs- und Geliemittel	Alginsäure (Na, K) Carboxymethylcellulose (Na)
Emulgator	Speisefettsäuren (Na, K)
Geschmacksverstärker	Glutaminsäure (Na, K) Guanylsäure (Na, K) Inosinsäure (Na, K) 5'-Ribonucleosinsäure (Na) Glycin (Na)
Süßstoff	Cyclohexansulfamidsäure (Na) – Cyclamat Saccharin (Na, K) – 2-Sulfobenzoessäureamid

Kohlensäure, Milchsäure, Salzsäure, Weinsäure und Citronensäure, das Monokaliumphosphat sowie Kaliumguanylat und Kaliuminosinat (siehe auch Tabelle) für diätetische Lebensmittel zugelassen. Gegen Kaliummangel – nach starkem Schwitzen, Durchfall oder Erbrechen mit hohen Kaliumverlusten – sind Kalium-Brausetabletten (mit Kaliumcitrat, Kaliumhydrogencarbonat und wasserfreier Citronensäure) als freiverkäufliche Arzneimittel im Handel.

Soweit der erste Teil der neuen Serie, die unser langjähriger Mitherausgeber Prof. Georg Schwedt, TU Clausthal, in gewohnt unterhaltsamer Art schreiben wird. Als weitere Beiträge sind u.a. vorgesehen: Ca/Mg, B/Al, Si, P, N, S, die Halogene, Fe, Cu, Zn, Elemente in Gasen - gasförmige Elemente, Elemente in Spuren (Spurenelemente).



**Tabelle: Funktionen von Na- und K-Salze organischer Säuren als Lebensmittelzusatzstoffe..**

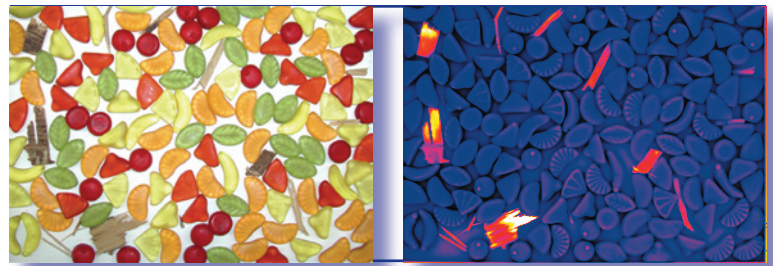
## Aktive Wärmefluss-Thermographie

# Unsichtbare Fehlstellen sichtbar machen

**D**ie Wärmefluss-Thermographie macht „unsichtbare“ Fehlstellen sichtbar. Durch die Analyse des Wärmeflusses beziehungsweise der Wärmeleitfähigkeit können auch unterhalb der Oberfläche liegende und daher äußerlich nicht sichtbare Fehlstellen in Werkstücken erkannt werden.

Die Wärmefluss-Thermographie ist eine relative neue Prüfmethode in der Qualitätssicherung. Bekannt geworden sind Thermographie-Systeme bislang vorwiegend im militärischen Bereich zum Auffinden von Personen oder Fahrzeugen, in der Medizin oder in der Baubranche zum Auffinden von Wärmeverlusten an Häusern oder Leitungen. Durch die Entwicklung leistungsfähiger Sensoren gewinnt die Technik auch in der Qualitätssicherung immer mehr an Bedeutung.

Alle Körper emittieren ein von ihrer Temperatur abhängiges Spek-



Fremdkörpererkennung in Weingummi. Im Thermographiebild (rechts) lassen sich die Fremdkörper (Holzsplitter) aufgrund der abweichenden Wärmekapazität wesentlich leichter detektieren.

trum elektromagnetischer Wellen: infrarote Strahlung. Mit den Sensoren einer Thermographie-Kamera kann Infrarotstrahlung sichtbar gemacht werden.

Bei der aktiven Wärmefluss-Thermographie wird die Oberfläche der Messobjekte durch einen kurzen Wärmeimpuls erwärmt. Danach „wandert“ die Wärme von der Oberfläche nach innen. Befinden sich Fehler mit geringerer Wärmeleitfähigkeit unter der Oberfläche, wird der Wärmetransport behindert. Die Oberfläche bleibt über diesen Bereichen länger warm und Thermographie-Kameras können Temperaturunterschiede sichtbar machen. Für diese Art der Untersuchung reicht in vielen Fällen schon eine Erwärmung von einigen Zehntel Grad Celsius (zum Beispiel durch Infrarotstrahler, UV-Licht oder Ultraschall).

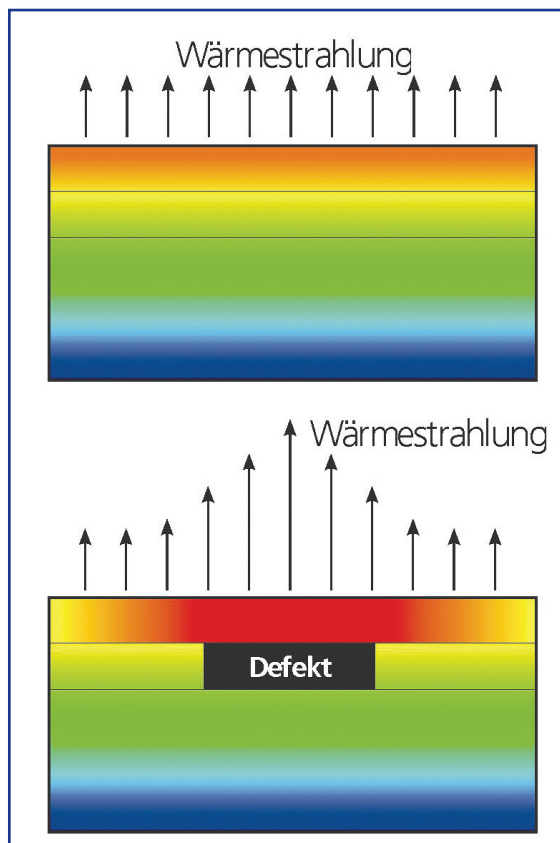
Die aktive Wärmefluss-Thermographie lässt sich in den unterschiedlichsten Industriezweigen einsetzen. Einige Schwerpunkte sind die berührungslose und zerstörungsfreie Detektion struktureller Schwächen wie Risse, Blasen und Lufteinschlüsse unter Lack sowie die Prüfung der Festigkeit von Schweiß-, Klebe- und Lötverbindungen. Ebenso gehören auch die Schichtdickenbestimmung an Lacken, Filmen und Furnieren zu den wesentlichen Aufgabenstellungen. Auch zur Prüfung von Nahrungsmitteln kann Thermographie genutzt werden, beispielsweise bei der Fremdkörpererkennung in Wein-

gummi. Hier unterscheiden sich das Produkt und die Fremdkörper (Holzsplitter) in ihrer Wärmekapazität voneinander, so dass sie nach dem Wärmeimpuls unterschiedliche Temperaturen aufweisen und so im Thermographiebild unterschieden werden können. Mittels Thermographie können auch sehr große und schnell bewegte Objekte untersucht werden. Hierdurch ist das Verfahren oft auch für eine 100-Prozent-Online-Kontrolle im industriellen Einsatz geeignet.

Die Wärmefluss-Thermographie erweitert das Anwendungsspektrum für die Materialprüfung. Allerdings ist die Vorhersage, ob ein bestimmtes Produkt für die Prüfung geeignet ist, schwierig, da sie von einer Vielzahl von Parametern abhängt. Deshalb müssen in jedem Einzelfall detaillierte Voruntersuchungen stattfinden.

Da die Wärmefluss-Thermographie als „industrielles“ zerstörungsfreies Prüfverfahren noch relativ jung ist, veranstaltet die Fraunhofer-Allianz Vision Seminare zu diesem Thema. Auf der Control 2005 in Sinsheim stellt das Fraunhofer WKI Braunschweig die aktive Infrarot-Thermographie vor. Sie wird mit Bildverarbeitungsmethoden automatisiert, so dass es ohne Personaleinsatz in den Produktionsprozess integriert werden kann. Das Ergebnis der Prüfung kann direkt in ein Entscheidungskriterium zur Aussonderung fehlerhafter Produkte umgesetzt werden.

Prinzip der aktiven Thermographie (Abbildungen: Fraunhofer WKI)





## Ultrakurze Nanometerstrahlung Noch näher am Röntgenlaser

**R**adiologen und Biologen haben den Traum von einer kompakten „Lichtquelle“ im Labor, die Röntgenstrahlen in einer Richtung wie Laserlicht aussendet. Forscher der Technischen Universität Wien, der Universitäten Würzburg und München und vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching stellen jetzt das erste kompakte Gerät vor, das einen laserartigen Röntgenstrahl für eine Wellenlänge von einem Nanometer erzeugt.

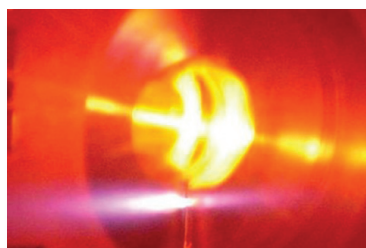
Mikroskope, die mit einer solchen Strahlenquelle ausgestattet werden, würden eine Bildauflösung für Biomoleküle in ihrer natürlichen Umgebung (in vivo) im Nanometerbereich zeigen. Für das Experiment in Wien unter Leitung von Ferenc Krausz fokussierte das Team eine Sequenz von intensiven ultrakurzen Blitzen von rotem Licht auf Heliumgas, um 700-Nanometer Laserlicht in 1-Nanometer Röntgenlicht umzuwandeln, das von den angeregten He-Atomen ausgestrahlt wird (siehe Abbildung). Das hochintensive Laserfeld bewirkt gigantische Oszillationen der negativ geladenen Elektronenwolke um den positiv geladenen Atomkern und verwandelt dadurch die Atome zu „Antennen“. Wegen der gigantischen Amplituden ihrer Schwingungen strahlen die Atome nicht nur mit der Wellenlänge des antreibenden Lasers (700 nm), sondern auch mit kürzeren Wellenlängen. Da die Antennen im Gleichtakt durch das Laserfeld angesteuert werden, wird der Zeittakt auch beim Abstrahlen der Wellen beibehalten. Die Schwingungen mit den kürzeren Wellenlängen sind zwar außerordentlich schwach, aber sie addieren sich, da sie alle im Takt schwingen. Damit entsteht eine Röntgenwelle von signifikanter Intensität, die in einem gerichteten Strahl parallel zum einfallenden Laserlicht ausgesandt wird.

Das Phänomen ist nicht neu. Es handelt sich dabei um eine Standard-Technik für die routinemäßige

Erzeugung laserähnlicher ultravioletter Strahlung für einen Wellenlängenbereich von 100 Nanometer bis unterhalb von 10 Nanometer. Es wird jedoch immer schwerer, die Grenzen dieser Technologie zu kürzeren Wellenlängen hin zu verschieben, da durch das starke Laserfeld mehr und mehr Elektronen aus den Atomen gerissen werden, die dann den Aufbau einer intensiven Welle aus schwachen „atomaren“ Wellen behindern.

Das Forscherteam hat diese Probleme gelöst, indem sie die Atome mit den weltweit kürzesten hochintensiven Laserpulsen bestrahlten. Die Pulsdauer betrug nur noch fünf millionstel einer milliardstel Sekunde (5 Femtosekunden). Diese Pulse treffen die Atome so abrupt, dass Elektronen vor dem Aussenden der Röntgenstrahlen nicht aus den Atomen gerissen werden können. Dank dieser extrem kurzen Wechselwirkungszeit schafften es die Forscher nicht nur, die Nanometerbarriere zu durchstoßen, ihre Röntgenstrahlenquelle dürfte auch erstmalig Röntgenpulse mit einer Pulsdauer von kürzer als 0,1 Femtosekunde (100 Attosekunden) realisieren. Der von der neuen Quelle gelieferte Röntgenstrahl ist gegenwärtig allerdings noch zu schwach für praktische Anwendungen.

Das violette Licht entsteht aus Heliumatomen, die durch intensives Laserlicht angeregt werden. Der Laserpuls breitet sich entlang der Achse des violetten Flügels (horizontal) durch das Heliumgas aus. Den gleichen Weg nimmt der nicht sichtbare Röntgenstrahl gebündelt in einem Durchmesser von nur einigen hundert Mikrometern (Bild: J. Seres, Technische Universität Wien).



### Proteine, Gene und Hormone

Am Beispiel des Archaeobakteriums *Nanoarchaeum equitans* entdeckten Wissenschaftler der TU Braunschweig und der Yale University, USA, einen bisher unbekanntem Weg für die Bildung von Transfer-RNAs. Einige wurden von zwei weit voneinander entfernt liegenden Genen gebildet und erst anschließend zu einem Ganzen zusammengefügt. So sollen bei der Suche nach weiteren Transfer-RNA Genen solche Puzzeffekte berücksichtigt werden.

**Der Golgi-Apparat** ist eine funktionelle Einheit der Zelle, die die Aufgabe einer Verteilerstelle im Zellstoffwechsel hat. Forschern des Max-Planck-Instituts für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden ist es gelungen, die molekularen Adressaten bei Transportvorgängen der Zelle ausfindig zu machen. Sie untersuchten Proteine der Golgin-Familie und konnten Subpopulationen der COPI-Vesikel isolieren, um deren Transportrichtung zu bestimmen. Die Arbeit trägt maßgeblich zum Verständnis gerichteter Transportvorgänge innerhalb der Zelle bei.

**Allergische Erkrankungen** wie Heuschnupfen, Asthma oder Neurodermitis nehmen weiter zu. Epidemiologische Studien deuten darauf hin, dass Allergien durch Schadstoffe in der Luft hervorgerufen werden, insbesondere durch Emissionen im Straßenverkehr. Wissenschaftler vom Lehrstuhl für Hydrogeologie, Hydrochemie und Umweltanalytik der TU München wiesen nach, dass natürliche Proteine durch Reaktion mit Stickoxiden und Ozon effizient nitriert werden. Dabei bilden sich Nitroproteine, die anstelle der natürlichen Aminosäure Tyrosin das chemisch modifizierte Derivat Nitrotyrosin enthalten. Immunologische Studien zeigen, dass nitrierte Proteine besonders starke Reaktionen des menschlichen Immunsystems hervorrufen. Durch das Einatmen von Nitroproteinen können demnach allergische Symptome ausgelöst werden.

**Stammzellen** lassen sich umprogrammieren. Durch Modifikation der Chromatinstruktur kann eine Erweiterung der Entwicklungsfähigkeiten von Gewebestammzellen erreicht werden. Forscher der Universität Würzburg und der RWTH Aachen beeinflussten mit besonderen Substanzen die Chromatinstruktur von neuronalen Stammzellen aus dem Gehirn, so dass sich aus ihnen Blutzellen entwickelten.

**Die benigne Prostata-Hyperplasie (BPH)**, also die gutartige Vergrößerung der Prostata betrifft bis zu achtzig Prozent der Männer in späteren Lebensabschnitten. Wissenschaftler der Philipps-Universität Marburg haben nachgewiesen, dass in der vergrößerten Prostata der AT1-Rezeptor sowohl vorhanden als auch funktionell ist. Angiotensin II, ein Gewebshormon, bindet an AT1 und könnte somit der Auslöser der Vergrößerung sein. Bereits bekannte AT1-Rezeptor-Antagonisten würden verhindern, dass Angiotensin an die Rezeptoren bindet. So kann das Hormon seine wachstumsfördernde Wirkung nicht entfalten.

### Trendbarometer Förderungen

- Eine „Simulationsmaschine“ zur **Untersuchung von Materialeigenschaften** „weicher“ Werkstoffe wie zum Beispiel makromolekulare Filme und Netzwerke, wollen Wissenschaftler der Theoretischen Chemie der RUB und dem MPI für Polymerforschung in Mainz im Projekt „Adaptive Multiscale Simulation: Connecting the Quantum to the Mesoscopic Level“ entwickeln. Sie werden durch die **Volkswagenstiftung** mit rund 400 000 Euro gefördert. Die Forscher wollen ihre Expertise vereinen, um die Kluft zu überbrücken, die bei der theoretischen Beschreibung von chemischen Strukturen und Materialien auf verschiedenen Größenskalen besteht.
- Nanotechnologische Verfahren bieten große Vorteile für Pharmazie, Implantatmedizin und bildgebende Diagnostik. Bis zu 30 Millionen Euro stellt das **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** als Fördermittel für Forschungsprojekte in der **Nanotechnik** bereit, um die Vorzüge von Nanotechnologien für Gesundheit und Lebenswissenschaften einer breiten Anwendung näher zu bringen. In seiner Broschüre „Leitinnovation NanoforLife“ fordert das BMBF Forscher aus Wirtschaft und Wissenschaft auf, Skizzen zu industriegeführten Projektverbänden bis zum 15. April 2005 einzureichen ([www.nanoforlife.de](http://www.nanoforlife.de)).
- Um die **Kooperation von Wissenschaftlern** bei innovativen Forschungsvorhaben zu fördern, richtet die **Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)** sechs neue Forschergruppen verschiedener Fachrichtungen (Medizin, Bodenkunde, Mathematik, Geologie) ein, denen in den nächsten drei Jahren rund 8,7 Millionen Euro zur Verfügung stehen, sowie die Aussicht auf Förderung für weitere drei Jahre.
- **Zentrale Fragen in der Herzforschung** sind ein Anliegen der **Deutschen Forschungsgemeinschaft**. Der SFB 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“ wird daher für weitere vier Jahre, von 2005 bis 2008, mit 5,1 Mio Euro gefördert ([www.uni-duesseldorf.de/MedFak/sfb612](http://www.uni-duesseldorf.de/MedFak/sfb612)). Darüber hinaus hat die DFG die Einrichtung und Förderung des Graduiertenkollegs „Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen“ ([www.grk1089.uni-duesseldorf.de](http://www.grk1089.uni-duesseldorf.de)) beschlossen. Es wird zunächst für eine Dauer von 4,5 Jahren mit 1,4 Mio Euro gefördert.
- Frauen sind in der Wissenschaft noch immer deutlich unterrepräsentiert. Das **Kompetenzzentrum Frauen in Wissenschaft und Forschung CEWS** an der Universität Bonn wurde von der **Europäischen Kommission** mit dem Aufbau der „**European Platform of Women Scientists**“ beauftragt. Dieses Projekt innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms hat ein Finanzvolumen von 2 Millionen Euro. Begleitet wird das CEWS in dieser Arbeit von einem Founding Board aus hochrangigen Wissenschaftlerinnen unterschiedlicher Fachrichtungen aus ganz Europa.

## Arbeitsgemeinschaft Ressortforschungseinrichtungen Bundesforschung neu formiert

**E**in neues Mitglied bereichert seit 9. Februar die deutsche Forschungslandschaft: die „Arbeitsgemeinschaft der Ressortforschungseinrichtungen“. Mehr als 30 Bundeseinrichtungen mit Forschungsaufgaben haben sich auf der Gründungsversammlung in Berlin zusammengeschlossen, um künftig mit einer Stimme sprechen zu können.

„Wir wollen die besonderen Belange und Stärken der Ressortforschung gegenüber der Politik, der Öffentlichkeit und den übrigen Forschungsorganisationen vertreten“, sagte der frisch gewählte Vorsitzende der Arbeitsgemeinschaft, Prof. Dr. Manfred Hennecke, Präsident der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

Alle teilnehmenden Einrichtungen sind in die Geschäftsbereiche einzelner Bundesministerien (Ressorts) eingebunden. Sie dienen als Ratgeber für politische Entscheidungen oder tragen dazu bei, die technische

Infrastruktur der Bundesrepublik zu verbessern. In dieser wichtigen Funktion greifen die Ressortforschungseinrichtungen aktuelle gesellschaftliche, wissenschaftliche und wirtschaftliche Probleme auf und erarbeiten Handlungsoptionen für staatliche Maßnahmen. Sie forschen neutral und unabhängig.

Neben einer verstärkten Außen-darstellung hat sich die Arbeitsgemeinschaft die Qualitätssicherung der wissenschaftlichen Arbeit auf die Fahnen geschrieben. Der Einführung regelmäßiger externer Evaluationen, die in den jüngsten Diskussionen um die Ressortforschung wiederholt eingefordert wurden, stehen die Einrichtungen positiv gegenüber.

Als Grundlage für den Zusammenschluss dient ein Positionspapier mit dem Titel „Forschen – prüfen – beraten“, das die Aufgaben und Besonderheiten der Ressortforschung beschreibt (abrufbar unter [www.bmvel-forschung.de](http://www.bmvel-forschung.de), Rubrik „Senat der Bundesforschungsanstalten“).

### GDCh und DPG fordern Studiengebühren

## Chance für besseres Lehrangebot

**„S**tudiengebühren zu erheben, ist die Chance für unsere Hochschulen, das Lehrangebot und die Forschungsbedingungen zu verbessern und sich im internationalen Wettbewerb besser zu positionieren.“

Dies verlaublich jetzt die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und die Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Da die deutschen Hochschulen gegenwärtig krass unterfinanziert seien, könnten nachhaltige Verbesserungen aber nur dann erreicht werden, wenn gleichzeitig der Umfang öffentlicher Förderung erhalten bleibe. Gleichzeitig warnen die beiden Fachgesellschaften, die zusammen rund 74 000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

vertreten, vor einer Blockade von Konkurrenz- und Leistungsmerkmalen im Wettbewerb der Hochschulen untereinander durch Einführung staatlich verordneter Einheitsgebühren und bürokratische Einflussnahme bei deren Verwendung.

Die beiden Fachgesellschaften weisen darauf hin, dass die Einführung von Studiengebühren strikt unter dem Aspekt der dringend notwendigen Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gesehen werden müsse. Dies mache es erforderlich, dass zum einen Deutschland seinen eingeschlagenen Weg zur Erhöhung der Absolventenzahlen in den Natur- und Technikwissenschaften entschlossen weiter fortsetze.

## Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis zum 20. Mal verliehen

# Willkommene Mittel für weitere fünf Jahre

**Ulrich Kasparick, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), hat anlässlich der Verleihung des Leibniz-Preises erneut gefordert, die Hochschulen und Forschungseinrichtungen unseres Landes mehr zu stärken. Insgesamt werden in diesem Jahr Preise in Höhe von 15,5 Millionen Euro vergeben.**

Der „Pakt für Forschung und Innovation“, der den großen Forschungsorganisationen ein jährliches finanzielles Wachstum von drei Prozent garantiert, und die „Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder“, die den Hochschulen in den kommenden sechs Jahren 1,9 Milliarden Euro zur Verfügung stellt, liegen unterschrittsreif auf dem Tisch, sagte Kasparick. Die Preisträger im Einzelnen:

**Prof. Dr. Jürgen Gauß** (Physikalische Chemie/Theoretische Chemie, Universität Mainz) bearbeitet die Theoretische Quantenchemie. Zunehmend werden experimentelle Untersuchungen mit quantenchemischen Rechnungen kombiniert, um experimentelle Daten zu erheben. Jürgen Gauß hat grundlegende methodische Beiträge geleistet und in leistungsfähige Computerprogramme umgesetzt, die inzwischen weltweit von vielen Arbeitsgruppen genutzt werden.

**Prof. Dr. Andreas Tünnermann** (Mikrosystemtechnik, Universität Jena, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena) hat die Grundlage für die Fertigung einfacher, kompakter und robuster Laser mit hoher Strahlqualität erarbeitet. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten für den Einsatz moderner Laserfasern, von der Grundlagenforschung über die Materialentwicklung bis hin zur Biophotonik.

**Prof. Dr. Peter B. Becker** (Zellbiologie/Biochemie, Universität München) beschäftigt sich mit der

Dynamik von Chromatin-Strukturen, also mit Verpackungszuständen der DNA. Er zeigte, dass die Histone auf dem DNA-Faden verschoben werden, wenn sie bei der Aktivierung bestimmter Genabschnitte „im Wege“ sind. Diese Forschungsergebnisse sind von großer Bedeutung für das Verständnis der Genaktivitäten bei der Entstehung von Krebs oder der embryonalen Entwicklung.

**Prof. Dr. Immanuel F. Bloch** (Experimentalphysik, Universität Mainz), einst Mitentwickler des „Münchener Atomlaser“, hat durch den Einsatz von Laserstrahlen ein Bose-Einstein-Kondensat so verändert, dass es in einen neuen Materiezustand überführt wurde, den Mott-Isolator-Zustand. Dieser Materiezustand hat grundlegend neue Eigenschaften, die unter anderem für die Entwicklung von Quantencomputern genutzt werden.

**Prof. Dr. Stefanie Dimmeler** (Molekulare Kardiologie, Universität Frankfurt/Main) arbeitet über die Biologie der Blutgefäße. Sie hat grundlegende Prozesse der Schädigung und Regeneration von Blutgefäßen untersucht und damit wesentlich zum Verständnis der Arteriosklerose beigetragen. Darüber hinaus bildeten ihre Arbeiten zu den Vorläuferzellen der Blutgefäße die Grundlage für erste klinische Studien zur Stammzelltherapie bei Infarktpatienten.

**Prof. Dr. Günther G. Hasinger** (Astrophysik, MPI für extraterrestrische Physik, Garching) hat maßgeblich dazu beigetragen, dass massive Schwarze Löcher in den Galaxiezentren weniger als Produkt der Entwicklung von Galaxien, sondern vielmehr als Keime für deren Ursprung verstanden werden. Aktuell befasst er sich mit der Entwicklung von Röntgenteleskopen, die als Satelliten unter anderem auch Fragen nach der Verteilung von Materie und der frühen Ent-

wicklung von Sternen und Galaxien beantworten sollen.

**Prof. Dr. Christian Jung** (Molekulare Pflanzenzüchtung, Universität Kiel) beschäftigt sich mit der Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und leistete wichtige wissenschaftliche Beiträge zur Versachlichung der Diskussion um die Grüne Gentechnik.

**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert** (Mechanische Verfahrenstechnik, Universität Erlangen-Nürnberg) untersucht das Verhalten von Partikeln im Submikron- und Nanometerbereich zur gezielten Herstellung von Produkteigenschaften.

**Prof. Dr. Axel Ockenfels** (Experimentelle Wirtschaftsforschung, Universität Köln) erforscht das Verhalten von Menschen bei ökonomischen Entscheidungen. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit sind Internet- und Auktionsmärkte.

**Prof. Dr. Barbara Stollberg-Rilinger** (Geschichte der frühen Neuzeit, Universität Münster) bearbeitet die politischen und kulturellen Bewegungen in Europa im 17. und 18. Jahrhundert.

Die Leibnizpreisträger 2005: Vordere Reihe (von links): Jan-Hendrik Olbertz, Kultusminister von Sachsen-Anhalt; DFG-Präsident Ernst-Ludwig Winnacker; Barbara Stollberg-Rilinger; Ulrich Kasparick, Staatssekretär im BMBF; mittlere Reihe: Peter Becker; Immanuel Bloch; Wolfgang Peukert; hintere Reihe: Christian Jung; Günther Hasinger; Andreas Tünnermann; Axel Ockenfels; Jürgen Gauß



## Eine verständliche Momentaufnahme der Molekularen Biotechnologie

Michael Wink (Herausgeber): *Molekulare Biotechnologie*; 834 Seiten; Wiley-VCH Verlag 2004; ISBN 3-527-30992-6; 69 Euro.

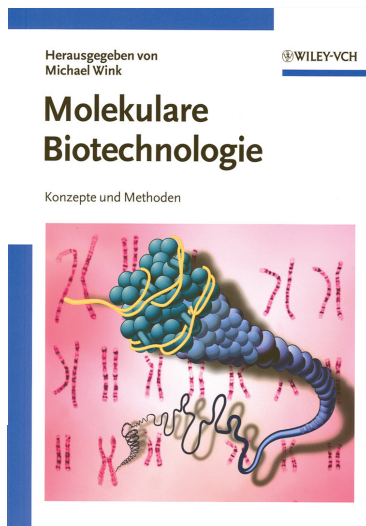
Teile der Fachgebiete Molekulare Genetik, Bioinformatik, Mikrobiologie, Zellbiologie, Biochemie und Bioverfahrenstechnik verknüpfen sich in der Molekularen Biotechnologie. Unter der Mitwirkung von 37 Co-Autoren ist das erste deutschsprachige Lehrbuch über die Molekulare Biotechnologie erschienen, ein rasant aufstrebendes Forschungsgebiet und ein junger Studiengang. Der Herausgeber dieses Buches, Professor Dr. Michael Wink aus Heidelberg, ist ein Pionier dieser neuen Studienrichtung.

Das umfangreiche Werk soll, notwendigerweise unvollständig, einen aktuellen Überblick über ein ständig sich wandelndes Feld geben. Es wendet sich sowohl an

Studierende verschiedener Disziplinen als auch an Diplomanden, Doktoranden und technisches Personal.

Nach einem umfangreichen Einführungskapitel über alle relevanten Vorgänge in der Zelle folgt in Teil 2 des Buches eine Vorstellung der wichtigsten Methoden in der molekularen Biotechnologie. Teil 3, Hauptteil des Buches, beschäftigt sich mit den zentralen Fragestellungen wie beispielsweise Genomforschung, funktionelle Genomik, Proteomik, Transkriptomik, Gentherapie oder molekulare Diagnostik und gibt auch Ausblicke auf Anwendungen und weitere Entwicklungen. Schließlich rundet Teil 4 das Thema mit der Besprechung von Rahmenbedingungen, Schwierigkeiten und Erfolgchancen der Biotechnologieindustrie ab.

Die vielschichtige Thematik der übersichtlich gegliederten Kapitel wird verständlich dargestellt, unterstützt durch zahlreiche Bilder, Graphiken und Tabellen. Der interessierte Leser findet stets auch weiterführende Literatur zu den Kapiteln, sowie ein Glossar und ein Register am Ende des Buches. Hier handelt es sich um empfehlenswertes Studienbuch und Nachschlagewerk, das zudem erschwinglich ist. CS



## Praktische Anleitungen für Experimente in der Protein-Nanotechnik

Tuan Vo-Dinh (Herausgeber): *Protein Nanotechnology, Protocols, Instrumentation and Applications*; 463 Seiten; Humana Press, New Jersey 2005; ISBN 1-58829-310-6; 115 US-Dollar.

Zwischen Nanotechnik, Materialwissenschaft und Molekularbiologie hat sich die Nanobiotechnik etabliert, die Lebensprozesse auf molekularer Ebene erhellt, und so in post-genomischer Zeit Einfluss auf Diagnostik, Therapie und Medikamenten-Entwicklung nimmt.

In diesem Buch für lernende, lehrende und praktizierende Nanobiotechniker berichten führende Experten über die neuesten Entwicklungen bei Instrumenten und Methoden, sowie auch über deren Anwendung in Genomik und Proteomik. Zahlreiche Techniken zur Untersuchung von Proteinfunktion und Proteinstruktur im Nanobereich werden vorgestellt, beispielsweise nanostrukturierte Systeme, Nanomaterialien, Kohlenstoff-Nanoröhren, Nanodrähte, optische Nanosensoren und Nanoelektroden.

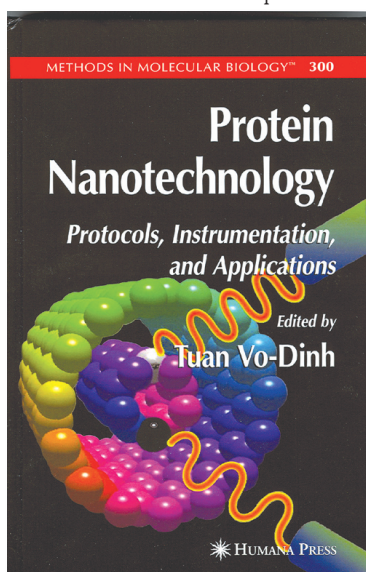
Einige Highlights des Buches betreffen das „in vivo tracking“

biochemischer Prozesse mittels fluoreszierender Detektoren und Nanosensoren, sowie die Erforschung biochemischer Prozesse und submikroskopischer Strukturen lebender Zellen in bisher unerreichter Auflösung mit der Nahfeld-Optik. Diskutiert wird auch die Entwicklung in der Nanocarrier-Methodik, die gezielte Freisetzung von Arzneimitteln an den Zielzellen, die mit spezifischen Antikörpern gefunden werden. Die Laborprotokolle sind im bewährten Format der „Methods in Molecular Biology“-Serie gehalten. Das beinhaltet eine Schritt-für-Schritt-Laboranleitung, die Erklärung der Reaktionsprinzipien der Technik, Auflistung der notwendigen Materialien und Reagenzien, und schließlich Tipps zur Vermeidung gängiger Fehler und Schwachstellen.

Die Verständlichkeit des Textes wird durch zahlreiche Fotos, Zeichnungen und Diagramme erhöht. Weiterführende Literatur, Referenzen und ein ausführlicher Index ergänzen das Werk.

Der Herausgeber Dr. Vo-Dinh, gebürtiger Vietnameser und naturalisierter Amerikaner, ist Autor zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen und einiger Bücher. Neben vielen fachbezogenen Auszeichnungen hält er über 20 Patente.

*Protein Nanotechnology* ist ein Buch, gleichermaßen empfehlenswert für den Praktiker im Labor wie auch für den Interessierten, der sich einen aktuellen Überblick verschaffen will. CS



## Mikroventil auch für aggressive Chemikalien

Bio-Chem Valve hat ein neues Magnet-Absperrventil auf den Markt gebracht. Das 9,65 mm Durchmesser große inerte Ventil ist für hochreine oder aggressive Chemikalien ausgelegt und besticht durch seine kompakte Größe und sein geringes Gewicht. Das Ventil, das in Europa über Omnifit Ltd bezogen werden kann, ist in drei Varianten (Anschlüsse an der Seite, Anschlüsse unten und Montage im Verteilersystem) erhältlich. Einsatzbereiche des Ventils sind zum Beispiel portable Liquid Handling Produkte, Maschinen für repetitive Probenentnahmen und Instrumente, bei denen mehrere Durchflusswege in einem kleinen Bereich gesteuert werden müssen.

Die neue kompakte Konstruktion benötigt weniger Platz als die meisten herkömmlichen Absperrventile. Für Entwickler analytischer und medizinischer Instrumente ergibt sich dadurch die Möglichkeit, Lösungen für kleinere Probenentnahmen und portable automatisierte Liquid Handling Produkte zu konzipieren. Bis zu vier im Verteilersystem montierte Ventile passen

auf eine Fläche von 4 cm. Dank des geringeren Gewichts (12 bis 18 g) lassen sich die Ventile auch an Roboterarmen in Maschinen für Probenentnahmen verwenden. Zwei Versionen haben ein rechteckiges Gehäuse mit 1/4-28 flachen Anschlüssen unten oder an der Seite. Die Verteiler-Version hat Schraubeinsätze; dadurch können die Ventile einfach montiert und ausgetauscht werden. Sie lässt sich mit einem vorhandenen Verteilersystem kombinieren. Alternativ kann Bio-Chem Valve effiziente vormontierte und platz sparende Module für ein spezifisches Durchflussschema nach Spezifikation des Kunden entwickeln. Dadurch entfallen komplizierte Schlauchsysteme und Befestigungselemente.

Merkmale des in Ruhestellung geschlossenen Durchgangsventils sind: 2-Pin-Anschlüsse, niedriger Stromverbrauch, niedriges Innenvolumen und langes Zyklusleben. Das Ventil ist aus PEEK oder PPS mit Teflon-benetzen Materialien hergestellt. Es können auch andere Materialien und kundenspezifische Modifizierungen geliefert werden.



Omnifit Ltd.  
Cambridge CB1 3HD, England  
Tel 0044 (0)1223 416642  
Fax 0044 (0) 1223 416787  
[www.omnifit.com](http://www.omnifit.com)

## Schnelle Reaktion bei Lebensmittel-Skandal

Als bekannt wurde, dass einige Lebensmittel illegale Sudan-Farbstoffe enthielten, reagierten die Campden and Chorleywood Food Research Association (CCFRA) und Applied Biosystems sofort.

Gemäß den Regularien der Food Standards Agency und mit Hilfe des API 4000 LC/MS/MS Systems wurden Methoden entwickelt, um schnellstens geringste Substanzmengen in verschiedenen Lebensmitteln nachzuweisen.

In sieben Minuten kann in einer Probe eine illegale Substanz bis zu einer Menge von 25 ppb entdeckt werden, gefolgt von einer zweiten Analyse zur Bestätigung des Ergeb-

nisses. Diese Methode ist sechsmal schneller und 40mal sensitiver als LC/UV Techniken, und gibt darüber hinaus keine falsch-positiven Ergebnisse.

Beim CCFRA können 120 Proben pro Tag analysiert werden. Weitere Details der Technik können unter [http://www.appliedbiosystems.eu.com/Sudan\\_Dyes\\_in\\_Chilli\\_Powder.pdf](http://www.appliedbiosystems.eu.com/Sudan_Dyes_in_Chilli_Powder.pdf) nachgelesen werden.

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



## Partikelform- und –größen-Analyse für ein breites Kornspektrum

Die patentierte Messanordnung des Camsizer, zwei Digitalkameras als adaptive Messeinheit, verbessert und optimiert die Partikelanalytik mittels digitaler Bildverarbeitung. Dadurch ist es möglich, ohne Messbereichsumstellungen

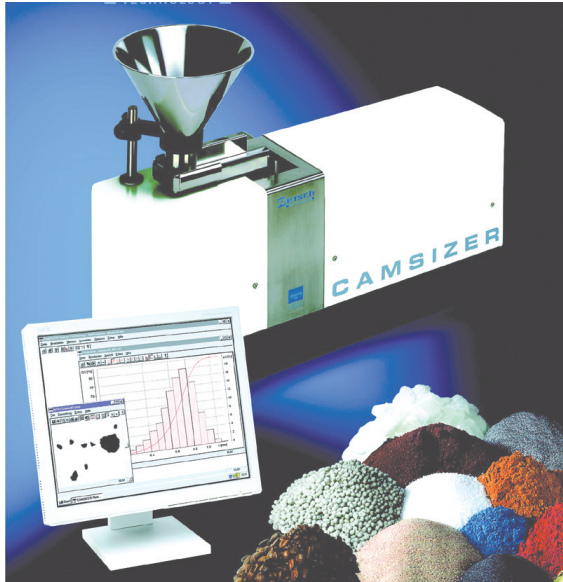
oder Justagearbeiten ein breites Kornspektrum von 30  $\mu\text{m}$  bis 30 mm genau zu vermessen. Die Probe wird über die Förderrinne dem Messfeld so zugeführt, dass alle Partikel in den Erfassungsbereich fallen.

Die neue LongLife-Lichtquelle des sorgt für eine hohe Lebensdauer der Beleuchtungseinheit. Die Intensität wird nach jeder Messung reduziert und die Lichtquelle in den Standby Modus versetzt. Wenn eine neue Messung beginnt, wird das Licht automatisch aktiviert.

Die optionale automatische Trichter-Höhenverstellung gewährleistet die gleichmäßige, korrekte Materialzuführung und spart manuelle Arbeitsschritte. Die Option hat sich besonders bei der Messung von unterschiedlichen Größenverteilungen und beim Einsatz des Camsizer in Verbindung mit dem AutoSampler bewährt.

Die weiterentwickelte Mess- und Auswertesoftware ermöglicht eine einfache und sichere Anpassung der Messergebnisse an die Ergebnisse von Siebanalysen.

Mit den neuen Produktvideos bietet Retsch Technology Interessenten auf der ganzen Welt die Möglichkeit, sich am Bildschirm von den Leistungsmerkmalen des Camsizer und des AutoSampler zu überzeugen. Das Video kann über [www.retsch-technology.de](http://www.retsch-technology.de) heruntergeladen oder als CD bei Retsch Technology angefordert werden.



Retsch Technology GmbH  
42781 Haan,  
Tel 02129 5561 155  
Fax 02129 5561 87  
[www.retsch-technology.de](http://www.retsch-technology.de)

## PSS Polytec Spektrometer Komponenten

Durch das modulare Konzept der Polytec Spektrometer steht dem Kunden eine breite Palette an OEM-Komponenten mit den Standard-Spektralbereichen zwischen 550 nm bis 2500 nm zur Verfügung.

Die Polytec Spektrometer zeichnen sich durch den Transmissionsgitteraufbau für höchste Empfindlichkeit und durch ein extrem niedriges Streulicht (Kontrastverhältnis  $> 1:50\,000$ ) aus.

Durch die gleichmäßige Auflösung am theoretischen Limit, die Langzeitstabilität sowie ein extrem kleines Dunkelsignal auch im Extended - InGaAs - Bereich, werden schnelle und genaue Messergebnisse erzielt.

Die komfortablen Schnittstellen der Spektrometer eignen sich zur Systemintegration sehr gut und werden somit kundenspezifischen Anforderungen gerecht.

Die Integration des Polytec Polychromators, des Herzstücks der Spektrometer, wird durch einfaches Aufsetzen der Elektronik auf

den Detektorkopf realisiert. Auf Wunsch werden diese Komponenten auch in einem 19" - Kassetten - Gehäuse geliefert. Eine einfache Software-anbindung durch MyInstruments Treiber ermöglicht die passende Schnittstelle.

Die Polytec Spektrometer Komponenten sind High-Tech-Produkte und lösen messtechnische Kundenaufgaben in vielen verschiedenen Märkten.



Polytec GMBH  
76337 Waldbronn  
Tel 07243 604 0  
Fax 07243 69944  
[www.polytec.de](http://www.polytec.de)

## Neues, erweitertes integriertes GPC-System

Polymer Laboratories hat eine neue Ausführung seines PL-GPC 50, ein integriertes GPC-System zur Polymer-Charakterisierung und -Analytik, vorgestellt. Die erweiterte PL-GPC 50-Plattform ermöglicht komplett integrierte Dreifachdetektion, mit Brechungsindex- (PL-RI), Viskosimeter- (PL-BV 400RT) und Lichtstreu-Detektoren (PL-LS). Zusätzliche Detektor-Optionen (UV und ELSD) und Kombinationen, gestützt durch integrierte Software-Kontrolle und -Verarbeitung, sind erhältlich. Die neuen PL-GPC 50 Funktionen verfügen über Netzwerk-Kontrolle zum bequemen und einfachen Anschluss der Polymer Laboratories Instrumentation

quer durch das Firmen-Netzwerk und gestatten damit unmittelbaren Zugang zur Fern-Überwachung, -Bedienung und -Datenerfassung.

PL hat auch einen neuen Autosampler, den PL-ASMT, für schnelle, arbeitssparende Probeninjektion vorgestellt.

Polymer Laboratories Ltd  
Church Stretton, Shropshire SY6 6AX  
Tel +44 1694 725230  
Fax +44 1694 725318  
[www.polymerlabs.com/gpc](http://www.polymerlabs.com/gpc)



## Rotor-Schnellmühle auch für schwieriges Material

In der neuen Rotor-Schnellmühle „pulverisette 14“ haben wir einige neue Funktionen einbringen können, die das Mahlen von schwierigen Materialien möglich macht. Das neue Zubehör mit der Bezeichnung Schlagrotor-Einsatz besteht aus einem 8-Rippen-Rotor, dem Schlagleisteneinsatz und einem 1 mm Trapezlochsieb. Für verschiedene Anwendungen sind auch andere Rotoren und Trapezlochsiebe erhältlich.

Durch die Anwendung eines Schlagleisteneinsatzes wird der Siebring geschont, das grobe mittelharte und spröde Mahlgut wird am Schlagleisteneinsatz vorzerkleinert und durch den größeren Abstand zwischen Siebring und Rotor schonender vermahlen.

Ein paar Beispiele aus dem Laboralltag verdeutlichen die neue Anwendungsmöglichkeit. Die ma-

ximale Aufgabegröße für die „pulverisette 14“ lag früher bei 8 – 10 mm. Jetzt können auch Proben bis zu 2 cm aufgegeben werden.

In der Vergangenheit war es nicht möglich, beispielsweise Rohlaktitz zu vermahlen. Das Mahlgut verschmolz und verklebte schon mit dem größten Siebring nach wenigen Gramm. Mit dem Schlagleisteneinsatz, einem 1 mm Trapezlochsieb und einem Rotor mit 12 Rippen kann nun 70 g Rohlaktitz < 15 mm in einem Arbeitsgang innerhalb einer Minute problemlos fein vermahlen werden. Der eingesetzte Siebring ist frei von Ablagerungen oder Verklebungen, so dass auch größere Mengen gemahlen werden können.

Zu erwarten sind auch günstigere Mahlverhalten von leicht fettigen oder Proben mit Restfeuchte, wie Samen oder Nüsse.

Fritsch GmbH  
55743 Idar-Oberstein  
Tel 06784 70 146  
Fax: 06784 70 11  
[www.fritsch.de](http://www.fritsch.de)



## Vielseitiger, leistungsfähiger Gas-Chromatograph für die Routineanalytik

Shimadzu, weltweit eines der führenden Unternehmen in der Instrumentellen Analytik, hat einen neuen Gas-Chromatographen vorgestellt, den GC-2014. Er basiert



auf dem Konzept des GC-2010, der sich, für die Schnelle GC entwickelt, durch hohe Produktivität und gute Reproduzierbarkeit auszeichnet.

Ob für die Analyse mit Gepackt- oder mit Kapillarsäulen, durch seine digitale Flusskontrolle bietet der GC-2014 ausgezeichnete Reproduzierbarkeit für Retentionszeit und Peakfläche. Die Auswahl an Detektoren reicht vom universell einsetzbaren FID und WLD bis zu speziellen Detektoren wie ECD, FTD (auch NPD genannt) und FPD. Außer verschiedenen Injektoren für die Analytik mit Kapillarsäulen, zum Beispiel für die Split-/Splitlos- und die direkte Injektion, sowie Injektoren für die Gepacktsäulenanalyse, steht ein Pyrolysatoren als Probenaufgabensystem zur Verfügung. Mit dieser Ausstattung ist der GC-2014 für jede Applikationsanforderung im Bereich der Gepackt- und Kapillarsäulenanalytik gerüstet.

Der GC-2014 benötigt eine nur geringe Standfläche. Trotzdem ist

ein großer Bildschirm integriert, der alle wichtigen Analysenparameter auf einen Blick zeigt sowie die Basislinie beziehungsweise das aktuelle Chromatogramm. Die Selbstdiagnosefunktionen des GC-2014 optimieren die Standzeit und die Wartungsintervalle und liefern die notwendige Dokumentation für die Systemvalidierung.

Die Steuerung des GC-2014 erfolgt ebenso wie die Datenauswertung über die GCsolution Software von Shimadzu. Sie ist Teil der LabSolutions-Familie für die Chromatographie, die bereits zahlreiche Funktionen für das GLP-gerechte Arbeiten zur Verfügung stellt. Darüber hinaus werden in Kombination mit der CLASS Agent Software von Shimadzu alle Bedingungen nach FDA 21 CFR Part 11 erfüllt.

Shimadzu Deutschland GmbH  
47269 Duisburg  
Tel 0203 7687231  
www.shimadzu.de

## Eine neue Generation von FT NIR-Spektrometern

Büchi Labortechnik ist führender Hersteller von Laborgeräten und Analysensystemen in der Chemie, der Pharmazie oder der Lebensmittelanalytik. Mit dem NIRFlex N-

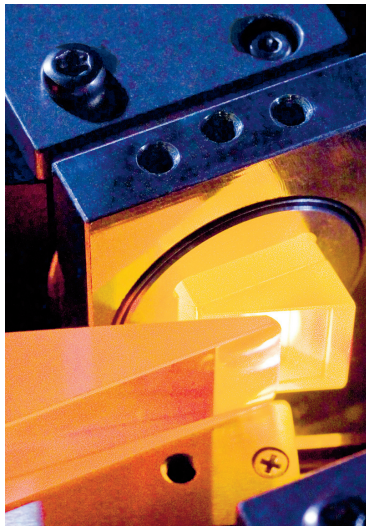


Abbildung:  
Herzstück  
Polarisations-  
Interferometer

500 für die FT NIR-Spektroskopie bietet Büchi die alternative Lösung für optimale Messergebnisse unter den unterschiedlichsten Einsatzbedingungen, von der Qualitätskontrolle über das Betriebslabor bis zur Prozessumgebung. Das neue Spektrometer ist modular aufgebaut und verwendet für jede Anwendung die optimierte Messanordnung. Herzstück ist das robuste, stabile Polarisations-Interferometer mit zwei optischen Kristallkeilen. Damit ist das Gerät weitgehend unempfindlich gegenüber störenden Einflüssen der Umgebung.

Das 2-Lampenmodulsystem garantiert unterbrechungsfreies Arbeiten, auch bei einem gelegentlichen Lampenwechsel. Mit den verschiedenen Messmodulen kann das NIRFlex N-500 un-

terschiedliche Probenarten und Aggregatzustände jeweils optimal vermessen, sei es direkt am Gerät oder über Lichtleiter im Gebinde. Eine Reihe erweiterbarer Vorkalibrationen sorgt für eine schnelle Implementierung und damit für hohe Rentabilität. Die neue NIRWare Software samt der erweiterten NIRCAl 5.0 Chemometrie Software gewährleistet zuverlässige und reproduzierbare Vorhersagen und erfüllt die Anforderungen gemäß FDA 21 CFR pt. 11 und anderer Regularien.

Büchi Labortechnik GmbH  
45127 Essen  
Tel 0201 747 49 21  
www.buechigmbh.de



## ANALYSEN

### Analytische Laboratorien

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

### Ilse Beetz

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

## ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

## BSB-BESTIMMUNG

### WTW, Weilheim

Tel. 0881 183-0 Fax 0881 62539

## CHEMIKALIEN



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

## GERBU

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

## DEUTERIUMLAMPEN



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

## DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

### GUMMI WÖHLEKE GmbH

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

## FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

## GEFRIERTROCKNER

### Zirbus technology

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

## GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



### Martin Christ GmbH

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



### Steris GmbH

Kalscheurer Str. 92  
D-50354 Hürth/Germany  
Tel. 02233 6999-0  
Fax 02233 6999-10

## HOHLKATHODENLAMPEN



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

## KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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  
www.koettermann.com, info@koettermann.de

### Wesemann GmbH & Co. KG

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

## LABORHILFSMITTEL



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

## LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

### GUMMI WÖHLEKE GmbH

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

## LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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

## LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



**HANNA Instruments  
Deutschland GmbH**  
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

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

## MIKROSKOPE



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

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

## OLYMPUS OPTICAL CO. (EUROPA) GMBH

Produktgruppe Mikroskope  
Wendenstr. 14-18  
D-20097 Hamburg  
Tel. 040 237730  
Fax 040 230817  
email: microscopy@olympus-europa.com

## OPTISCHE TAUCHSONDEN

## HELLMA GMBH & CO. KG

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

## PARTIKELANALYSE



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**

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

## REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

## SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



**HANNA  
instruments  
Deutschland GmbH**

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**

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

## VAKUUMKONZENTRATOREN

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

SCHARFE TERAHERTZ-ANALYTIK  
Das AA-Team unseres Comics  
– Dr. Andy Summacum und seine  
Assistentin Alice Wonderland  
– steht an der Front der Entwicklung  
modernster Analysetechnik. Die  
führt natürlich auch zu manchmal  
unerwartet neuen Einblicken.

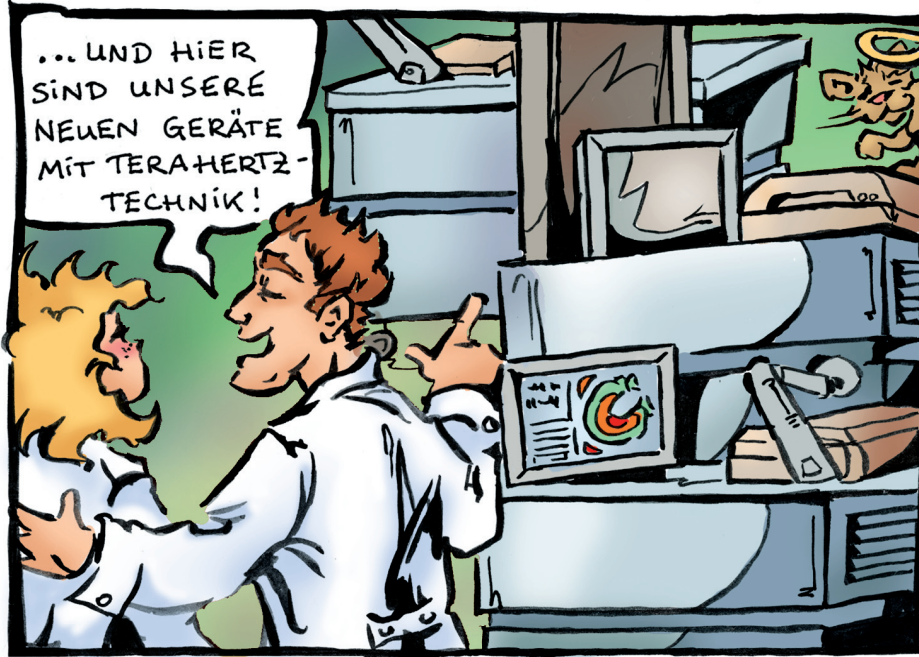
Ein Beispiel dafür ist die Terahertz-  
Spektroskopie; in der CLB berichtete  
vor einem Jahr (Ausgabe 02/2004)  
Dr. Erik Bründermann von der  
Ruhr-Universität Bochum über  
Grundlagen und Anwendungen  
dieser neuen Technik. Diese ist  
jetzt kommerziell verfügbar, wie  
die Firma TeraView Ltd. aus dem  
britischen Cambridge mitteilte  
(siehe Firmenmeldung auf Seite 54).

Als Terahertz-Strahlung bezeichnet  
man elektromagnetische Strahlung  
im Frequenzbereich von 0,3 Tera-  
hertz (THz) bis 30 THz (0,3 - 30 x  
10<sup>12</sup> Hz). Dies entspricht Wellenlän-  
gen von einem Millimeter bis zehn  
Mikrometern. Die Strahlung liegt  
also zwischen der Mikrowellen-  
strahlung und dem infraroten Licht.

Terahertz-Wellen durchdringen  
beispielsweise Pappe oder  
Textilien. Terahertz-Spektroskopie  
liefert durch die Interaktion der  
THz-Strahlung mit schwachen  
intermolekularen Wechselwirkungen  
bzw. langsamen Schwingungen,  
Rotationen und Torsionen von  
Molekülgruppen beispielsweise  
Informationen über den Wasserge-  
halt von Proben. Es ist etwa möglich,  
den Wassergehalt von Lebensmit-  
teln durch die Verpackung hindurch  
zu prüfen. Es sind auch neue  
medizinische, bildgebende Systeme  
in Erprobung, die aufgrund der  
intermolekularen Wechselwirkung  
der THz-Strahlung mit Proteinen  
zusätzliche Gewebeanalysen  
liefern. Und natürlich bedient sich  
auch die Sicherheitstechnik den  
neuen Möglichkeiten, den Leuten  
unter die Kleidung zu schauen,  
auf der Suche nach versteckten  
Waffen...

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

# FUTUREPHASELAB



... UND HIER SIND UNSERE NEUEN GERÄTE MIT TERAHERTZ-TECHNIK!



HIER UNSER SPEKTROMETER FÜR LEBENS-MITTEL UND MATERIAL-KONTROLLE ....



... UND DIESES GERÄT STELLT ORGANE IN EINEM NEUEN LICHT DAR..



AH, HERR DOKTOR SUMMACUM SIE ER-LÄUTERN DIE TERA-HERTZ-TECHNIK FRAU WONDER-LAND...



... DANN SOLLTEN SIE VOR DEM SICHERHEITS-SCANNER WARNEN, DER WAFFEN UNTER...



... KLEIDUNG AUFSPÜREN SOLL... UND NATÜRLICH AUCH INTIMSCHMUCK ZEIGT !

© 2005 Rolf Krickuth / Ans de Bruijn

# CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

**FAX-Hotline: 06223-9707-41**

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

**Sonderaktion bis zum Ende der InCom am 31.3.2005: Im ersten Jahr 15 % Rabatt auf den Normalpreis für ein Neuabonnement!**

**Dazu als Abogeschenk ein CLB-Buch (siehe Beschreibung rechts)!**

## Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

Widerrufsrecht: Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von 20 Tagen beim Agentur und Verlag Rubikon Rolf Kickuth, 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

Die beliebten Fragen aus dem CLB-Memory gibt es bald auch als Buch. Hier stehen Antworten und ausführliche Erläuterungen dazu. Die Themen werden zudem durch einen geschichtlichen Rückblick und Randinformationen in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet. Karikaturen von Ans de Bruin lockern die harte Arbeit beim Lösen der Fragen auf.

Ebenso bald als Buch verfügbar: Die beliebte Serie über Unix, Linux, Mac OSX und Open Source in Biologie und Chemie von CLB-Autor Dr. Röbbie Wünschiers.

Vorbestellerpreis je Buch: 19,60 Euro (gültig bis 15. April 2005; Normalpreis: 24,50 Euro). Sichern Sie sich diesen günstigen Preis einfach durch E-Mail an [service@clb.de](mailto:service@clb.de) oder per Fax.

**Ein CLB-Abo und die CLB-Bücher sind auch ideale Geschenke für den Nachwuchs in Ausbildung als Biologie- oder Chemielaborant/in bzw. als Teilnehmer/in eines naturwissenschaftlichen Bachelor-Studiengangs!**

