

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- Blei und seine Verbindungen
- Antimikrobielle Oberflächen
- Spezielle Meteoriten: Pallasite
- Dreidimensionale Zellkulturen
- Kartoffeln nur mit Amylopektin

Vor 50 Jahren, am 16. Mai 1960, brachte der amerikanische Physiker Theodore Harold Maiman den ersten Laser in Betrieb. Leider ging der Nobelpreis an ihm vorbei, den erhielten nämlich 1964 der Amerikaner Charles H. Townes und die Russen Nikolai G. Basow und Alexander M. Prochorow für eine Vorläuferentwicklung, den Maser. Über beides berichtete die CLB 1964 in einem dreiteiligen Aufsatz, von dem wir hier den Laserteil wiedergeben.

320 Maser und Laser II

Verstärkung durch erzwungene Emissionen im Lichtwellenbereich

Etwa 1959 war die Entwicklung des Maser im wesentlichen abgeschlossen. Die erzielten Erfolge ließen bald den Wunsch entstehen, die Eigenschaften des Quanten-Oszillators auch auf Gebiete anderer (kürzerer) Wellenlänge auszuweiten. Wieder waren es Townes — hier in Zusammenarbeit mit A. L. Schawlow (1958) — der eine theoretische Arbeit über die Grundlagen eines „Maser“ für das Lichtwellengebiet veröffentlichten, und Basow und Prochorow, die allgemeine theoretische Fragen des quantenmechanischen Oszillators behandelten (Basow, Dissertation 1956).

1959 wurde von Javon ein „Licht-Maser“ vorgeschlagen, dessen Arbeitssubstanz aus einem Helium-Neon-Gemisch besteht. Im Herbst 1960 arbeitete dieses Gerät. Im Sommer 1960 veröffentlichte Th. H. Maiman ein System, in dem wiederum ein Rubin-Einkristall die Arbeitssubstanz bildete.

Wir wollen in Folgenden die historische Wortbildung „Licht-Maser“ vermeiden und genau unterscheiden zwischen (Mikrowellen-) Maser und (optischem) LASER (Light-Amplification-by-Stimulated-Emission-of-Radiation).

Die Funktionsweise des Laser entspricht prinzipiell der des Maser: Man muß zwischen Energie-Niveaus (die jetzt einen der Lichtfrequenz entsprechenden Abstand besitzen müssen) Besetzungsumkehr erzeugen. Mit dem Pump-Mechanismus ist man jetzt aber nicht mehr an die spezielle Zentimeterwellentechnik gebunden. Wir werden verschiedene Methoden des sogenannten optischen Pumpens beim Laser kennenlernen.

Rubin-Laser und Helium-Neon-Laser sind die bekanntesten Vertreter jeweils einer ganzen Gruppe von Festkörper- bzw. Gas-Lasern. Daneben kennen wir noch eine dritte Laser-Art, den Halbleiter-Laser. Wir verfügen heute über Laser im gesamten Spektrum vom langwelligen Infrarot bis zum kurzwelligen Ultraviolett. Und es ist wohl nur noch eine Frage der Zeit, daß eine kleine verbliebene Lücke zwischen dem langwelligen Laser und dem kürzestwelligen Maser im Millimetergebiet geschlossen wird. Wird fortgesetzt.

Deutsche Industrie-Messe in Hannover 1965 321

Maser und Laser 373

E_1 . Das hat aber wegen seiner geringen Breite eine wesentlich längere Lebensdauer, so daß die primär nach E_0 angeregten Elektronen sich im Zustand E_1 ansammeln. Werden genug Elektronen aus dem Ausgangsniveau herausgepumpt, tritt Besetzungsumkehr zwischen Niveau E_1 und Niveau E_0 ein. Ist der Kristall in einen „optischen Resonator“ eingebaut, so bekommen wir (z. B. ausgelöst durch den spontanen Übergang eines Elektrons vom E_1 - in den E_0 -Zustand) die erzwungene Emission des gesamten in E_1 gespeicherten Besetzungsüberschusses: Wir sprechen vom Laser-Blitz bzw. Laser-Impuls.

Optischer Resonator

Als optischer Resonator dienen zwei parallelstehende Spiegel oder teildurchlässige Glasplatten, eine Anordnung, die den Spektroskopikern seit langem bekannt ist und nach den französischen Physikern P \acute{e} rot und Fabry benannt ist.

Beim Rubin-Laser wird der optische Resonator durch plan-paralleles Schleifen der Stirnflächen des Kristalls und durch Bedampfen mit einem Reflexionsbelag (einige % Durchlässigkeit, damit das Laser-Licht den Kristall überhaupt verlassen kann) realisiert. Gibt man den spiegelnden Flächen einen geeigneten Abstand (vgl. Abb. 5), so überlagern sich die zwischen den Spiegeln hin- und zurücklaufenden Wellen (wie beim Maser im Hohlraumresonator) zu einer stehenden Welle. Das ist die Voraussetzung für eine intensive Wechselwirkung zwischen der elektromagnetischen Strahlung und dem Medium, in dem die abrufbare Energie gespeichert ist.

Die Verwendung von planparallelen Platten und die dadurch erzeugte stehende Welle geben dem Laser-Licht die Eigenschaften, die den Laser zum vielbegehrten Hilfsmittel werden ließen. Durch die Spiegelflächen bekommt der Laser eine ausgezeichnete geometrische Achse: die Laser-Funktion ist nur senkrecht zu den Spiegeln wirksam. In Achsenrichtung emittierte Quanten laufen praktisch sofort seitlich aus dem System heraus (vgl. Abb. 5). Entsprechend besitzt das aus der Stirnfläche austretende Bündel einen Öffnungswinkel von weniger als 1 Bogen-

Abb. 5. Optischer Resonator: A Strahlenverlauf zwischen zwei parallelen Spiegeln, B Prinzipieller Aufbau eines Rubin-Laser, C Schematische Darstellung einer Rubin-Laser-Anordnung.

372 Maser und Laser

Mittels der sog. „Sulfomethylierung“, einer Umsetzung mit Formaldehyd und Natriumbisulfid, gelangt man zu wertvollen Emulgatoren, Netz- und Schaummitteln:

$$R-SO_2-NH_2 + HCHO + NaHSO_3 \rightarrow R-SO_2-NH-CH_2-SO_3Na + H_2O$$

(Erdöl u. Kohle, Erdgas, Petrochemie 18, 273 [1965].)

Maser und Laser

Prinzipien und Anwendungen III*

Von Dipl.-Phys. B.-A. Brandt, Physikal. Institut d. Univ. Marburg/Lahn

Festkörper-Laser

Im Rubin-Kristall bilden wiederum die Chrom-Ionen die Laser-fähigen Systeme. An dem Laser-Vorgang sind jedoch völlig andere Energie-Niveaus des Chrom-Atoms beteiligt als im Maser-Prozeß, wo es sich um Übergänge zwischen verschiedenen Orientierungen des paramagnetischen Spins im Kristallfeld handelte. Beim Rubin-Laser haben wir es mit verschiedenen Anregungsstufen des äußeren Hüllen-Elektrons zu tun. Das sehr vereinfachte Schema der am Laser-Prozeß beteiligten Niveaus ist in Abb. 4 wiedergegeben. Auffällig an diesem Schema ist das breite Niveau E_2 und das sehr viel schmalere Niveau E_1 . Das breite Niveau E_2 erleichtert die Suche nach einer „passen-den“ Pump-Welle. Es genügt nämlich, daß die Pumpfrequenz „irgendwo“ im Bereich des Anregungs-niveaus die Bedingung $h\nu_{pump} = E_2 - E_0$ erfüllt. Beim Rubin entspricht diesem Energieübergang eine Frequenz im grünen Teil des sichtbaren Spektrums, so daß gerade eine der grünen Linien der Xenon-Gas-Entladung paßt, die Elektronen des Chroms durch erzwungene Absorption in das Niveau E_2 anzuheben.

Die große Breite ΔE dieses Niveaus hat noch eine weitere Konsequenz: Großes ΔE bedeutet ungenaue Kenntnis der wirklichen Energie eines einzelnen Teilchens in dem jeweiligen Zustand; nach der Heisenbergschen Unschärferelation ($\Delta E \cdot \Delta t \approx h$) kann dieser Zustand nur für eine kurze Zeit Δt existieren. Im Rubin ergibt sich für die Elektronen im Niveau E_2 eine mittlere Lebensdauer von etwa 10^{-9} sec, nach der die Elektronen in den Grundzustand zurückzukehren versuchen. Die Rückkehr erfolgt jedoch über das Zwischen-Niveau

* Teil II diese Ztschr. 16, 317 [1965].

Maser und Laser 374

minute, d. h. der Rubin-Laser-Strahl läuft auf einem Weg von 100 m weniger als 2 cm auseinander. Noch wichtiger als diese dem Betrachter unmittelbar auffallende Erscheinung sind die wellenphysikalischen Eigenschaften des Laser-Lichtes.

Da die Wellenlänge dieses Lichts (etwa $0,5 \mu m$) stets klein gegen die Länge des Kristalls ist, wird die Resonanzbedingung (Länge des Resonators gleich einem ganzen Vielfachen der halben Licht-Wellenlänge) für sehr viele benachbart liegende Wellenlängen gleichzeitig erfüllt. Beträgt die Resonator-Länge z. B. 5 cm, so liegen etwa 100 solche Resonanztabellen im Wellenlängenbereich der natürlichen Linienbreite des Rubin-Übergangs zum Grundzustand.

Abb. 6 gibt ein schematisches Bild eines entsprechenden Frequenzspektrums. Durch Einbau bestimmter Selektionsmittel gelingt es, die Laser-Entladung auf wenige, ja sogar eine dieser sogenannten laserfähigen Resonanzlinien zu beschränken. Das bedeutet, die gesamte Strahlungsenergie wird in einem Frequenzbereich von etwa einem Hundertstel der natürlichen Linienbreite abgestrahlt. Hinzukommt als nächste besondere Eigenschaft des Laser, daß das abgestrahlte Licht wegen der (oben genannten) phasenstarrten Kopplung der einzelnen erzwungenen Emissionsprozesse das Musterbeispiel einer kohärenten Strahlung darstellt: die aus der stehenden Welle innerhalb des Resonators durch die Stirnfläche austretende Strahlung führt eine räumlich und zeitlich konstante stetige Wellenbewegung aus. Zwischen zwei Gas-Lasern (die im Dauerbetrieb arbeiten können) wurde eine im kHz-Bereich liegende Schwebungsfrequenz mit Hilfe eines Lautsprechers über mehrere Minuten hin als Ton äußerst konstanter Tonhöhe beobachtet. Die Erscheinung, daß die Amplitude (Lichtstromstärke) der austretenden Laserstrahlung charakteristischen Schwankungen unterliegt, hat theoretisch deutbare, aber schwierig zu verstehende Gründe, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Eine wesentliche Beschränkung für die Verwendung des Festkörper-Laser stellt der noch nicht erreichte Dauerbetrieb dar: Wenn die Laser-Entladung einsetzt, reicht die Pumpleistung nicht aus, den Laser-Betrieb aufrecht zu erhalten, die Entladung erlischt. Im Gegensatz zum Maser, wo wir es mit ausgesprochen kleinen Strahlungsleistungen zu tun hatten, ist beim Rubin-Laser im Mittel eine Laser-Leistung von etwa 1 Watt zu erreichen, was wegen des schlechten Wirkungsgrades des Pumpvorganges einer Pumpleistung der Xenon-Lampe von 1000 Watt entspricht. Während der Dauer des Laser-Impulses entspricht das allerdings einer mittleren Strahlungsleistung von 10^6 Watt. Durch besondere Maßnahmen gelingt es, einzelne Laser-Impulse mit einigen 100 MW Spitzenleistung mit einer Dauer von 10^{-9} sec zu erzeugen.

Abb. 6. Frequenzspektrum eines Rubin-Laser, schematisch.

Fortsetzung auf Umschlagseite 3

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

die Reaktionen auf unsere erste Ausgabe des neuen Jahres, die ja mit dem 60jährigen CLB-Jubiläum auch einige Layout-Anpassungen mitbrachte, waren durchwegs positiv, herzlichen Dank dafür. Einzelne Hinweise auf eine ungewöhnliche Druck-Konsequenz zeigten aber: Automatisierung kann auch zu automatischen Fehlern führen. Natürlich war das in der Ausgabe hinten abgedruckte Autoren- und Sachwortverzeichnis dasjenige des Jahres 2009, nicht das von 2010, so die Auszeichnung auf jeder Seite. So detailliert in die Zukunft blicken können wir ja nicht... Ein automatisches Datumsfeld war nicht richtig eingestellt gewesen.



Zweifellos sollen u.a. Übersichtsartikel der CLB aber zukunftsweisend sein. In dieser Ausgabe erfüllt diese Anforderung insbesondere der Artikel „Dreidimensionale Zellkulturen im Aufwind“ ab Seite 112. Aber auch die „Entwicklung und Anwendungen antimikrobieller Oberflächen“ ab Seite 96 sowie die vergleichende Information über fast nur Amylopektin-liefernde Kartoffeln für die industrielle Stärke-Produktion, einmal gentechnisch, einmal durch „Turbo-Züchtung“ gewonnen (ab Seite 128), lassen genügend Raum, die Gedanken in die Zukunft abschweifen zu lassen; unser Comic-Zeichner Raymond Blavatt aus dem sonnigen San Diego tut mit seiner Idee von antimakrobiellen Beschichtungen (Seite 101) seinen Teil dazu.

Die Zukunft gesichert hat sogar kürzlich ein Gerichtsurteil, nämlich die Zukunft physikalischer Spitzenforschung. Das deutsche Bundesverfassungsgericht verwarf jetzt die Verfassungsbeschwerde einer in Zürich lebenden Deutschen als unzulässig. Sie hatte zuvor mit einem Eilantrag vor dem Verwaltungsgericht Köln vergeblich gegen die Versuchsreihen mit dem Teilchenbeschleuniger LHC am CERN in Genf vorzugehen versucht. Die Frau habe über ihr generelles Misstrauen gegenüber physikalischen Gesetzen hinaus nicht darlegen können, warum die Vernichtung der Erde drohe, hieß es...

Nun, die Vernichtung droht, weil nicht nur schwarze Löcher, sondern dunkle Mächte in Lauerstellung sind, das Böse naht. Das könnte

zumindest eine Antwort sein, sollte man sich an Religionsführer wenden. Ganz so nah am Puls der Naturwissenschaft wie deutsche Gerichte ist man beim Klerus leider noch nicht, im Gegenteil: Papst Benedikt XVI. ermutigte bei einer öffentlichen Audienz am 15. September 2005 Exorzisten ausdrücklich zu ihrem Tun. Laut „Spiegel“ will er sogar 3000 neue Exorzisten einstellen, sieht sich eventuell in seiner engsten Umgebung vom Bösen umzingelt: Glaubt man dem 85-jährigen Chef-Exorzisten im Vatikan, P. Gabriele Amorth, wohnt der Teufel nämlich auch dort. Das sagte er zumindest Anfang März der italienischen Tageszeitung „La Repubblica“.

Wie sehr kann religiöser Wahn doch die Köpfe der Menschen verdrehen. Was ist mit Menschen, die in derart verschrobenen Gesellschaftsbereichen leben, an psychischen Störungen leiden und nicht wagen, zum Psychiater zu gehen? Wer weiß, was alles unter dem Deckmantel des Exorzismus geschieht; allein die Masse deckt da bestimmt Exzesse. Immerhin suchen im europäischen Heimatland des Exorzismus, Italien, nach Schätzungen der italienischen Vereinigung katholischer Psychologen jährlich 500 000 Menschen einen Exorzisten auf!

Ich empfehle: Suchen Sie besonders auch mit Ihren Kindern lieber ein Schülerlabor auf – von denen es immer mehr gibt, oder besuchen Sie einen Tag der offenen Tür eines Forschungsinstituts, oder lesen Sie für naturwissenschaftlich fundierte Weiterbildung die CLB :) wie es mit Gewinn für ihre schulische Ausbildung mittlerweile auch meine Kinder tun, was mich natürlich freut,

Ihr

INHALT

Aufsätze

Von selbst keimfrei und sauber Entwicklung und Anwendungen antimikrobieller Oberflächen _____	96
Die „himmlische Eisenzeit“ Geschichte und Eigenschaften von Pallasit-Meteoriten _____	102
Gewichtig, gerne genutzt, gefährlich Blei und seine Verbindungen – noch häufig im Alltag zu finden _____	104

Rubriken

Editorial _____	89
Impressum _____	91
F & E im Bild _____	91
Unternehmen _____	92
Personalia _____	94
Förderungen / Preise _____	95
Umschau	
Dreidimensionale Zellkulturen im Aufwind _____	112
Forschung und Technik _____	117
Der neueste Stand _____	120
Literatur _____	121
Umfeld Wissenschaft _____	122
Neue Produkte _____	125
Bezugsquellenverzeichnis _____	135
CLB-Geschichte _____	U1/U3



Zum Titelbild:
Das Bild zeigt – als Beispiel der Anwendungen von Blei – einen Setzkasten mit Winkelhaken und vier Satzzeilen Dazu der Artikel ab Seite 104 (Foto: Willi Heidelberg).

Erreichen & Erhalten

G8-Abiturienten schlechter in Mathematik Zumindest im Durchschnitt – Studie aus Sachsen _____	127
Gentechnik versus Turbozüchtung Amflora und Tilling-Kartoffel: nur die Stärke Amylopektin als Produkt _____	128
Management: An der Spitze sind Frauen rar Insgesamt steigt der Frauenanteil im Management jedoch weiter an_	132
Keine unerwünschten Wirkungen Gentechnisch veränderter Weizen untersucht _____	133
Elektrochemie (2) – Galvanische Elemente Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich _____	134

Bei „Denken“ Licht



C. elegans, ein mikroskopisch kleiner, durchsichtiger Fadenwurm, besitzt gerade mal 302 Nervenzellen, die durch Elektronenmikroskopie genau kartiert wurden. Obwohl der Wurm mit seinen circa 7000 Synapsen weniger „Verschaltungen“ aufweist, als ein einzelnes menschliches Pyramidal-Neuron, findet man doch große Ähnlichkeiten zum Säuger, wenn man das Zusammenwirken der Neuronen betrachtet. So finden sich im Fadenwurm Interaktionen in Nervenzellen zur Geruchswahrnehmung, die analog zu Schaltkreisen in der Säuger-Retina funktionieren. In bestimmte Nervenzellen dieses einen Millimeter langen Fadenwurms *C. elegans* wurden über gentechnische Methoden licht-aktivierbare Proteine aus Grünalgen „verpflanzt“. Durch Beleuchtung von außen kann die Aktivität der grün leuchtenden Nervenzellen beeinflusst werden. Einer der Pioniere dieser Optogenetik ist Prof. Alexander Gottschalk, jetzt neuer Inhaber der DFG-geförderten Heisenberg-Proessur in Frankfurt (Abb.: Uni Frankfurt).

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:
Prof. Dr. Dr. U. Fitzner, Ratingen
Prof. Dr. K. Kleinermanns, Düsseldorf,
Prof. Dr. J. Schram, Krefeld
Prof. Dr. Georg Schwedt, Bonn
Dr. Wolfgang Schulz, Stuttgart
Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich;
E-Mail: kickuth@clb.de),
Dr. Christiane Soigné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Raymond Blavatt (Grafik) San Diego (USA);
Dr. Maren Bulmahn, Bensheim;
Knut Burgdorf, Ried-Brig (CH);
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen;
Dr. Annette von Kieckebusch-Gück, Liestal (CH);
Prof. Dr. Röbbbe Wünschiers, Quedlinburg.

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

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

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

CLB erscheint monatlich.
© 2010 Agentur und Verlag Rubikon
Rolf Kickuth

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik
mit der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzel-
heft – außerhalb des Abonnements
– 13,00 Euro, im persönlichen Abonne-
ment jährlich 104,00 Euro zuzüglich Ver-
sandkosten; ermäßigter Preis für Schüler,
Studenten und Auszubildende (nur ge-
gen Vorlage der Bescheinigung) jährlich
79,45 Euro zuzüglich Versandkosten,
inkl. 7% MWSt. Ausland sowie Firmen-
bzw. Bibliothekenabonnements auf An-
frage. Bezug durch den Buchhandel und
den Verlag. Das Abonnement verlängert
sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls
nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjah-
res Kündigung erfolgt.

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder
des VBTA, des VCO sowie des VDC erhal-
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

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

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

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen
einzelnen Beiträge und Abbildungen sind
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwer-
tung außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustim-
mung des Verlags unzulässig und straf-
bar.

Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsexemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Leica Microsystems akquiriert Genetix und stärkt damit sein Portfolio für Life-Science-Technologien. Diese Akquisition bringt die Expertise von Genetix in der Entwicklung und Vermarktung von Bildgebungssystemen und Software für klinische und Forschungsanwendungen mit den Mikroskopen und anderen Life Science Instrumenten von Leica Microsystems zusammen.

Die BASF ist das angesehenste Chemie-Unternehmen der Welt. Zu diesem Ergebnis kommt eine Umfrage des US-Wirtschaftsmagazins Fortune. In Zusammenarbeit mit Hay Group stellt Fortune weltweit jedes Jahr rund 700 Unternehmen zur Wahl. Mehr als 4.000 Führungskräfte und Manager haben sich an der Umfrage beteiligt.

Die Air Liquide Deutschland GmbH baut eine neue Luftzerlegungsanlage in Gundelfingen. In der aufstrebenden Gemeinde zwischen Augsburg und Ulm wird damit für rund 60 Mio. Euro eine leistungsstarke Produktionsanlage für die Luftgase Stickstoff und Sauerstoff entstehen. Ab Mitte 2011 soll die neue Anlage täglich rund 700 Tonnen verflüssigter Gase produzieren.

Evonik Industries hat am 26. Februar das Katalysegeschäft der H.C. Starck GmbH, Goslar, erworben. Know-how und Technologie zur Herstellung und Anwendung der unter der Marke Amperkat® vermarkteten Katalysatoren sind damit an Evonik übergegangen. Das Unternehmen wird die Katalysatoren nach einer Übergangsphase zukünftig in Hanau produzieren.

Ehrfeld Mikrotechnik BTS (EMB), ein Bayer Technology Services Tochterunternehmen, und Lonza haben einen Lizenzvertrag zur weltweiten Herstellung und Vertrieb sowie einen Kooperations- und Entwicklungsvertrag für die Lonza Mikroreakorteknologie unterzeichnet. Im Rahmen dieses Abkommens wird EMB von Lonza eine Lizenz auf zwei wichtige Produkte erwerben: der Lonza Entwicklungsmikroreaktor (Prozessentwicklung) und Lonza Advanced Production Microreactors (Herstellung).

Die Helmut Hund GmbH, Mikroskopiehersteller, baut sein Geschäft weiter aus. Die Anzahl hochqualifizierter Fachhändler habe man im Vergleich zum letzten Quartal 2009 um ein Drittel steigern können, hieß es am Firmensitz in Wetzlar. Über 100 Händler vertreiben das Produktprogramm des Unternehmens.

Quantiam Technologies Inc., Edmonton, Kanada, erhält eine zwei Millionen Euro-Investition der BASF Venture Capital GmbH. Damit wird die Entwicklung katalytisch wirksamer Beschichtungen für Rohrsysteme in Steamcracker-Öfen gefördert.

Brenntag, Weltmarktführer in der Chemiesdistribution, teilte jetzt die Akquisition des französischen Chemiesdistributors Metausel, mit Sitz in Straßburg, mit. Metausel wurde 1934 gegründet und konzentriert sich auf die Distribution von Industriechemikalien in diverse Abnehmerbranchen wie Lacke und Baustoffe, Ernährung, Pharma, Wasseraufbereitung und Oberflächentechnik.

Merck kauft Millipore

Für das Vierfache des Jahresumsatzes der US-Firma

Die Merck KGaA, ein weltweit tätiges Pharma- und Chemieunternehmen mit Sitz in Darmstadt, und Millipore Corporation (NYSE: MIL), ein führendes Life-Science-Unternehmen mit Sitz in Billerica, Massachusetts, USA, haben am 28. Februar die Unterzeichnung eines Vertrags zur Übernahme aller ausstehenden Aktien von Millipore für 107 US-Dollar pro Aktie in bar durch Merck bekannt gegeben.

Dies entspricht einem Transaktionsvolumen inklusive Nettoverschuldung von rund 5,3 Milliarden Euro. Durch den Zusammenschluss entsteht ein Unternehmen der Life-Science-Industrie mit einem Umsatzvolumen von rund 2,1 Milliarden Euro.

„Diese Übernahme ist sowohl für Aktionäre als auch für Kunden und Mitarbeiter beider Unternehmen äußerst attraktiv“, sagte Dr. Karl-Ludwig Kley, Vorsitzender der Geschäftsleitung von Merck.

Das zu erkennen ist sicherlich nicht so einfach. Immerhin zahlt Merck das Vierfache des

Umsatzes für die US-Firma. Die Financial Times Deutschland (FTD) kommentierte am 1. März dazu: „Das entspricht ungefähr 1,2 Millionen Dollar je Mitarbeiter – womit man Merck erst mal die Daumen drücken muss, dass sich die Abwanderung in Grenzen halten wird.“

Merck beabsichtigt, den Unternehmenssitz von Millipore in Billerica beizubehalten und mit Mercks Chemie Hauptsitz in den USA zusammenzulegen. Merck geht davon aus, dass der Zusammenschluss innerhalb von drei Jahren nach Abschluss der Transaktion zu Kostensynergien in Höhe von jährlich rund 100 Millionen US-Dollar führen wird.

Um diese Angaben in Relation zu setzen noch einmal ein Zitat der FTD: „Der Kaufpreis entspricht dem 15-Fachen des 2010er Gewinns vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen (Ebitda) – und dem 24-Fachen des – bereinigten – Nettogewinns. Da sind die angestrebten Kostensynergien von 100 Millionen Dollar nach drei Jahren irgendwie ein schwacher Trost.“

Riesenaufwand für Unternehmen

REACH und GHS greifen beide Ende des Jahres

Die Umsetzung zweier EU-Verordnungen, die Ende des Jahres nahezu zeitgleich in Kraft treten, beansprucht Tausende von Umweltexperten und anderes Fachpersonal der deutschen Branche.

Bis spätestens 30. November 2010 müssen alle Hersteller oder Importeure von chemischen Stoffen, die eine jährliche Produktions- oder Einfuhrmenge von 1000 oder mehr Tonnen übersteigen, umfangreiche Datensätze an die zuständige Behörde (ECHA) in Helsinki übermitteln. Das verlangt die europäische Chemikalienverordnung REACH. Ohne eine erfolgreiche Registrierung droht ein Herstellungs- bzw.

Einfuhrstopp. Gleichzeitig endet im Dezember die Übergangsphase für die GHS-Verordnung (Global harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien). Sie ändert die Kriterien für die Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien in der EU. Dadurch sind umfangreiche Anpassungsmaßnahmen für Verpackung und Transport nötig, die in Deutschland von jedem der 1700 Unternehmen der chemischen Industrie vorzunehmen sind. Die Komplexität von REACH macht eine Zahl deutlich: Die Anleitungen der ECHA für Unternehmen zur Erstellung eines Registerdossiers umfassen 3000 Seiten.

BASF blickt optimistischer in die Zukunft Aber: Noch Überkapazitäten in fast allen Segmenten

Der Umsatz der BASF soll 2010 stärker wachsen als die weltweite Chemieproduktion, für die Vorstandschef Jürgen Hambrecht ein Plus von 5,3 Prozent (ohne Pharma) erwartet. Auf der Bilanzpressekonzferenz Ende Februar in Ludwigshafen machte er deutlich: Es geht langsam aufwärts.

Nach dem dramatischen Absturz im Spätjahr 2008 und dem weiteren Rückgang zu Beginn 2009 sank die Auslastung der Anlagen in großen Teilen des BASF-Geschäfts auf ein historisch einmalig niedriges Niveau. Im Jahresverlauf hat sich die Nachfrage jedoch belebt, insbesondere in Asien. Durch schnelle und entschlossene Maßnahmen zur Anpassung von Kapazitäten sowie zur Effizienzsteigerung gelang es, das Ergebnis von Quartal zu Quartal wesentlich zu verbessern. Hambrecht betonte auch, immerhin habe man keine Investition gestrichen, sondern nur verschoben. Hambrecht: „Wir kommen immer noch aus einem tiefen Mengental.“

Allerdings gebe es zur Zeit in allen Segmenten außer dem Agrobereich Überkapazitäten. Daher nehme man beispielsweise bei Styrenics (Schäume und Copolymer) weitere Kapazitäten vom Markt, ebenso bei Lacken oder Papierchemikalien; bei letzteren sogar 40 %.

Der Umsatz ging 2009 um 19 % auf 50,7 Milliarden Euro zurück. Mit Ausnahme von Performance Products und Agricultural Solutions waren alle Segmente von dem Rückgang betroffen. Das Ergebnis der Betriebstätigkeit (EBIT) vor Sondereinflüssen nahm um 29 % ab und erreichte 4,9 Milliarden Euro.

Insgesamt hat die BASF das Ziel eine Prämie auf die Kapitalkosten zu verdienen, wegen der Kosten für die Ciba-Integration nur knapp verfehlt, weshalb der Konzern die

Dividende erstmals seit 16 Jahren um 25 Cent auf 1,70 Euro kürzte.

Auch wenn – anders als in Asien – das Ertragsniveau in Europa laut Hambrecht erst wieder 2012 dasjenige von 2008 erreichen werde, freute er sich doch in anderer Hinsicht über diesen Teil der Welt: „Man muss den Industriestandort Deutschland stärken. Die Strukturen in Deutschland sind mit die besten, die es weltweit gibt.“ Ausdrücklich bedankte sich der BASF-Chef auch bei den Mitarbeitern, die alles getan hätten, um die schwierige Zeit durchzustehen. Die BASF wolle auch weiter in Ludwigshafen investieren.

Ein kleines Detail am Rande, das aber doch ein Licht auf hiesigen Verhältnisse wirft: Auf der Pres-

sekonzferenz äußerte Hambrecht noch die Hoffnung, die genveränderte Kartoffel Amflora (siehe dazu den Artikel ab Seite 128) werde nach einem 13-jährigen Prozess bald zugelassen: „Ich hoffe auf die Vernunft der neuen EU-Kommission.“ Fünf Tage später, am 2. März, lag die Genehmigung zum Anbau vor... RK



BASF-Chef Jürgen Hambrecht: „Wir kommen immer noch aus einem tiefen Mengental“ (Foto: Kickuth).

Spectaris schafft Verband ABL Für die Analysen-, Bio- und Labortechnik

Der Industrieverband Spectaris wertet die Branche der Analysen-, Bio- und Labortechnik deutlich auf. Der Vorstand hat für die Mitgliedsunternehmen aus dieser Branche ab sofort einen eigenen Fachverband Analysen-, Bio- und Labortechnik (ABL) geschaffen.

Bisher als Fachgruppe innerhalb des Fachverbandes Photonik + Präzisionstechnik geführt, soll durch den vierten Fachverband – neben Consumer Optics, Medizintechnik und Photonik + Präzisionstechnik – die Sichtbarkeit der Branche signifikant erhöht werden. „Das gilt innerhalb des Verbands, aber insbesondere auch in der gesamten Branche und gegenüber Politik, Wissenschaft und Verbändewelt“, unterstreicht der neue Vorsitzende des Fachverbandes Mathis Kuchejda, Geschäftsführer der Schmidt + Haensch GmbH + Co. KG.

Ausschlaggebend für die Entscheidung des Vorstandes war die

positive Entwicklung, die die Fachgruppe in den letzten Jahren unter dem Vorsitz von Dr. Gerhard Wobser erfahren hat. Zum einen wurde das Dienstleistungsangebot von Spectaris stetig ausgebaut. Neben den regelmäßig stattfindenden Sitzungen wurden im Bereich Marktforschung zahlreiche Marktberichte ins Leben gerufen. Im Bereich Umweltrecht wurde das Informations- und Seminarangebot deutlich erweitert.

Das seit 2008 stattfindende Laborforum, das jährlich neueste Markttrends aufzeigt, hat sich inzwischen als Branchenplattform etabliert. Mit einem Online-Newsletter und dem Jahrbuch Analysen-, Bio- und Labortechnik hat sich die Branche ein eigenes Gesicht gegeben. In Konsequenz konnte die Mitgliederzahl erheblich erhöht werden. Von rund 50 Mitgliedern ist die Zahl seit 2005 auf derzeit über 70 gewachsen. Geleitet wird der ABL von Birgit Ladwig.

BTS Der Chemieingenieur **Dr. Joachim Heck** wurde neuer Geschäftsführer der Ehrfeld Mikrotechnik BTS GmbH und folgt damit Dr. Olaf Stange, der zum gleichen Zeitpunkt die Leitung des neuen Südostasien-Regionalbüros von Bayer Technology Services (BTS) in Singapur übernimmt. Seit 2008 war Heck Bereichsleiter und Mitglied der Geschäftsführung bei Resources Technologies Management GmbH in Frankfurt.

DSMZ Prof. Dr. Jörg Overmann ist neuer wissenschaftlicher und administrativer Geschäftsführer der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen. Der 48jährige Biologe wird die DSMZ um eine neue Abteilung „Mikrobielle Ökologie und Diversitätsforschung“ erweitern.

IPI Der Dipl. Physiker **Dr. Andreas Pickuth** (54) folgt Wolfgang Hrosch in die Geschäftsführung bei der InProcess Instruments Gesellschaft für Prozessanalytik mbH, Bremen. Zwölf Jahre nach der Firmengründung zieht sich Wolfgang Hrosch aus der operativen Geschäftsführung zurück und steht dem Unternehmen als Gesellschafter weiterhin beratend zur Seite. Unverändert ist Bernd Laser als geschäftsführender Gesellschafter für den Bereich Produktion verantwortlich.

LEOPOLDINA Prof. Jörg Hacker (58) wurde der XXVI. Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina. Der Mikrobiologe und derzeitige Präsident des Robert Koch-Instituts übernahm das Amt von Prof. Dr. Volker ter Meulen, unter dessen Leitung die Akademie 2008 zur Nationalen Akademie der Wissenschaften ernannt wurde. Einen Schwerpunkt legt Jörg Hacker auf die wissenschaftliche Politikberatung.



EHRUNGEN

Die Europäische Organisation für Molekularbiologie EMBO und die Vereinigung der Europäischen Biochemischen Gesellschaften FEBS erklärten **Ingrid Grummt** vom Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg zur Gewinnerin des diesjährigen „**Women in Science Award**“. Ingrid Grummt hat in ihrer wissenschaftlichen Karriere entscheidende Beiträge auf dem Gebiet der Genregulation geliefert. Der „FEBS-EMBO Women in Science Award“ ist mit 10000 Euro dotiert; die Gewinnerinnen stehen als Modell für eine neue Generation von Frauen in der Wissenschaft.

Janina Kneipp, Junior-S-Professorin für Optische Spektroskopie/Prozessanalytik am Institut für Chemie der Humboldt-Universität und Arbeitsgruppenleiterin an der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, erhält den mit 2500 Euro dotierten **Bunsen-Kirchhoff-Preis 2010** für Analytische Spektroskopie vom Deutschen Arbeitskreis für Angewandte Spektroskopie. Gewürdigt wird ihre Forschung für empfindliche Raman-spektroskopische Methoden zur Untersuchung mikrostrukturierter Materialien und lebender Zellen. Darüber hinaus konnte Janina Kneipp zeigen, dass eine weitere Raman-Methode, die Hyper-Raman-Streuung in Kombination mit der oberflächenverstärkten Raman-Spektroskopie SERS erstmalig als potenzielles Werkzeug für die Analytik einsetzbar ist.

Prof. Dr. Burkhard Göke, Direktor der Med. und Poliklinik II (Campus Großhadern) und ärztlicher Direktor des Klinikums der Universität München, hat den mit 10000 Euro dotierten **Werner-Creutzfeldt-Preis 2010** der Deutschen Diabetes-Gesellschaft erhalten. Konkret geht es um Prof. Gökes Arbeiten über das Peptid-Hormon GLP-1 (Glucagon-like Peptid 1), das eine wesentliche Rolle im Zucker-Stoffwechsel spielt.

Den mit 100000 Dollar dotierten **Wolf-Preis für Physik 2010** teilen sich **Anton Zeilinger** (Österreich), **Alain Aspect** (Frankreich) und **John Clauser** (USA). Die drei Physiker werden für ihre konzeptionellen und experimentellen Beiträge zu den Grundlagen der Quantenphysik ausgezeichnet. Insbesondere die quantenphysikalische Verschränkung ist die Grundlage für viele moderne Quanteninformationstechnologien. **Prof. Axel Ullrich** erhält den ebenfalls mit 100000 Dollar dotierten **Wolf-Preis für Medizin 2010**. Der Direktor der Abteilung Molekularbiologie am Max-Planck-Institut für Biochemie in München wird für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Krebsforschung ausgezeichnet. Er legte die Grundlagen für die Entwicklung verschiedener Krebsmedikamente, beispielsweise Herceptin und Sunitinib. Der Wolf-Preis wird seit 1978 in sechs Disziplinen vergeben: Landwirtschaft, Chemie, Mathematik, Medizin, Physik und Kunst.

Der mit 22500 Euro dotierte **Deutsche Krebspreis** wird jährlich zu drei gleichen Teilen für Arbeiten im deutschsprachigen Raum verliehen. **Prof. Ivan Dikic** erhält den Preis im Bereich der Grundlagenforschung für seine Arbeiten zur Rolle von Ubiquitin bei der Entstehung von Krebs. Einen Teil des Preisgeldes (2000 Euro) will Dikic an eine Organisation in seinem Heimatland Kroatien spenden, die Ferienlager für Kinder nach und während einer Krebstherapie veranstaltet. Im Bereich translationale Medizin wurde **Prof. Klaus Pantel**, Direktor des Instituts für Tumorbiologie vom Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), geehrt. Prof. Pantel konnte nachweisen, dass schlafende Tumorzellen im Knochenmark für Rückfälle von Tumoren verantwortlich sind. **Prof. Dirk Schadendorf** von der Universität Duisburg-Essen (UDE) erhielt den Preis für seine Untersuchungen zum schwarzen Hautkrebs, dem Melanom, im Bereich „Klinischer Teil“.

Die Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz (ISB) GmbH hat den Kernchemiker **Prof. Frank Rösch** vom Institut für Kernchemie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit dem mit 10 000 Euro dotierten **Erfinderpreis 2010** ausgezeichnet. Rösch erhält den Preis für ein Verfahren zur einfachen und effektiven Herstellung von Gallium-68, das in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) eingesetzt wird. Damit können unter anderem neuroendokrine Tumoren wesentlich besser und früher als bisher erkannt werden.

Prof. Dr. Detlef Weigel vom Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen erhielt den mit 75 000 Euro dotierten Preis **Otto-Bayer-Preis 2010**. Der 48-jährige Biologe und Chemiker erhielt die Auszeichnung von der „Bayer Science and Education Foundation“ für seine Leistungen zum Verständnis der molekularbiologischen Grundlagen der Variabilität von Pflanzen. Seine Forschungsergebnisse haben ein praktisches Ziel: voraussagen zu können, wie Wild- und Ackerpflanzen auf die sich zurzeit schnell verändernde Umwelt reagieren werden.

Lebensmittelchemie

Anlässlich des Deutschen Lebensmittelchemiker-Tages vom 20.-21. September 2010 in Stuttgart-Hohenheim wird die Lebensmittelchemische Gesellschaft, Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, wieder den mit 5000 Euro dotierten „Bruno-Roßmann-Preis“ verleihen. Wissenschaftliche Arbeiten auf folgenden Gebieten werden ausgezeichnet:

- Schnellmethoden zum Nachweis gesundheitsschädlicher Stoffe auf und in Lebensmitteln,
- Methoden zur Untersuchung von Lebensmitteln mit einfachen Mitteln, sowie
- Verbesserung der Ernährung, Ausschaltung von Schadstoffen, bessere physiologische Ausnutzung.

Erläuterungen zu einzelnen Begriffen finden sich in der Ankündigung über die Stiftung des Bruno-Roßmann-Preises in Lebensmittelchemie 45, Heft Nr. 5 (1991). Bewerbungen und Vorschläge werden bis zum **15. April 2010** erbeten an den Vorsitzenden der Lebensmittelchemischen Gesellschaft, Fachgruppe in der GDCh, Postfach 90 04 40, 60444 Frankfurt.

GDCh-Ehrungen auf der ADUC

Auf der Tagung Deutscher Universitäts-Chemiedozenten (ADUC) am 9. März 2010 in Gießen wurde **Prof. Dr. Sebastian Schlücker** (37) von der Universität Osnabrück mit dem Carl-Duisberg-Gedächtnispreis 2010 geehrt. Den Preis erhielt er für seine wegweisenden Beiträge zur Bioanalytik und Nanodiagnostik mittels oberflächenverstärkter Raman-Streuung (SERS, surface-enhanced Raman scattering). Die SERS-Mikrospektroskopie könnte schon bald in der Medizin eine Rolle spielen.



Schlücker

Der zweite Auszuzeichnende an diesem Tag war CLB-Mitherausgeber **Prof. Dr. Georg Schwedt** (66), Bonn, Emeritus der TU Clausthal. Er wurde unter sieben Kandidaten für den Preis der GDCh für Journalisten und Schriftsteller ausgewählt. Der Chemiker und Lebensmittelchemiker Georg Schwedt kann den Preis als Ehrung für sein Lebenswerk auffassen, welches er kontinuierlich und unermüdlich durch Buchveröffentlichungen erweitert; auf nahezu allen Gebieten der Chemie und darüber hinaus, wie sein im vergangenen Jahr erschienen Buch „Goethe – Der Manager“ zeigt. Die Auszeichnung gilt dem „Öffentlichkeitsarbeiter“, dem Buchautor und Vortragenden, der die

Chemie einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht hat. Er ist ein gefragter Vortragender, wenn Schüler, Lehrer und andere Chemie-Interessierte von Hochschulen oder anderen Institutionen zu öffentlichen Experimentalvorträgen eingeladen werden. Zudem hat er das Clausthaler Schülerlabor SuperLab begründet und die Experimentierküche im Deutschen Museum Bonn angeregt.

Die ADUC (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Universitätsprofessoren für Chemie), eine Sektion in der



Schwedt, beim Experimentalvortrag

GDCh, hat ihre Jahrespreise an folgende Habilitanden verliehen: **Dr. Torsten Brezesinski** (30), Physikalisch-Chemisches Institut der Universität Gießen, **Dr. Nicolai Cramer** (32), Laboratorium für Organische Chemie der ETH Zürich, und **Dr. Martin Wilkening** (32), Institut für Physikalische Chemie der Leibniz Universität Hannover, für ihre originellen und bedeutenden Publikationen. Sie erhalten je 2500 Euro und eine Urkunde.

Innovationpreis Nordrhein-Westfalen

Das Innovationsministerium vergibt zum dritten Mal den mit 150 000 Euro dotierten Innovationspreis des Landes Nordrhein-Westfalen. Bis zum **15. April 2010** können Hochschulen, Forschungsinstitute und forschende Unternehmen Kandidatenvorschläge einreichen. Der Preis wird in drei Kategorien vergeben: Lebenswerk, Innovation und Nachwuchs. Weitere Informationen zum Preis finden Sie unter www.innovation.nrw.de/innovationspreis.

Österreich: das „weiße Programm“

Das Ziel des „Weißen Programms“ der Österreichischen Staatlichen Agentur für Forschung (ANR) ist die Unterstützung wissenschaftlicher Projekte, die sich im internationalen Wettbewerb bereits einen Namen gemacht haben und originelle Ziele verfolgen, die sich von der traditionellen Forschung abheben. Durch internationale Projektausschreibungen zielt die ANR auf eine Zusammenarbeit mit anderen Ländern in strategischen Bereichen ab und möchte auf diesem Wege europäische und internationale Exzellenzteams bilden. Dabei können alle Gebiete der Wissenschaft und Technologie gewählt werden. Die Priorität wird allerdings den Themen Physik, Chemie und Mathematik eingeräumt. Die Forschungsbeihilfe beläuft sich durchschnittlich auf 150 000 bis 400 000 Euro für drei Jahre. Die Bewerbungsfrist endet am **15. April 2010**. Die Ergebnisse werden im November 2010 bekannt gegeben und Projektbeginn ist der Januar 2011. Weitere Informationen finden Sie unter www.fwf.ac.at/de/internationales/foerderkategorien_bilaterale_abkommen.html.

Von selbst keimfrei und sauber

Entwicklung und Anwendungen antimikrobieller Oberflächen

Mechthild Kässer, Diekholzen

Bakterien sind fast allgegenwärtig, sie besiedeln natürliche und fast alle künstlichen Materialien. Für Bereiche, in denen die Kleinstlebewesen aus hygienischen Gründen unerwünscht sind, steht zu ihrer Bekämpfung eine breite Palette von Desinfektionsmitteln und Antibiotika bereit. Da aber Resistenzen gegen diese Stoffe neue Schwierigkeiten heraufbeschworen haben, sind insbesondere im Umfeld von Lebensmitteln und in der Medizin andere und verträglichere Verfahren gefragt. Hier leisten seit einigen Jahren neuartige Werkstoffe und Beschichtungen, die antimikrobiell ausgerüstet sind, gute Dienste. Antimikrobiell heißt, die Mikroorganismen werden in ihrer Lebensfähigkeit gehemmt bis abgetötet. Wohl am bekanntesten sind innen antibakteriell beschichtete Kühlschränke und bakterienfeindlich ausgerüstete Sportkleidung.

Von jeher und sein ganzes Leben lang muss der Mensch sich gegen Bakterien und andere Kleinstlebewesen behaupten. Dank seines Immunsystems kann er sich ihrer gut erwehren.

Dieses Abwehrsystem tut sich aber sehr schwer gegen Bakterien, die sich zu Biofilmen zusammengeschlossen haben. Besonders gefürchtet und lebensbedrohlich sind diese Filme auf Kathetern, künstlichen Herzklappen oder Implantaten allgemein, da sie gefährliche Infektionen verursachen. Auch die Lebensmittelindustrie muss ständig gegen unliebsame Keime auf Arbeitsflächen und -kleidern, auf Rohrrinnenflächen und anderen unzugänglichen Stellen oder in Tanks ankämpfen.

Lotuseffekt

Da bestehende Biofilme schwer zu bekämpfen sind, zielen Schutzmaßnahmen darauf, die Mikroorganismen bereits an der Besiedlung von Oberflächen zu hindern. Dazu werden die Materialien so abgewandelt, dass sie entweder Keimen keine Verankerungsmöglichkeit bieten oder dass sie sie bei Kontakt töten. Für den ersten Fall ließe sich der Lotuseffekt nutzen. Technisch wird

er zum Beispiel mit ultrahydrophoben Schichten bestimmter Oberflächenstruktur (mikrodomänen-strukturierte Oberflächen) erreicht. Sie gelten als antimikrobiell, obwohl Bakterien oder Schimmel auf ihnen eigentlich gute Verankerungspunkte vorfinden. Die Unwirtlichkeit beruht vielmehr auf der Eigenschaft, Wasser extrem stark abzuweisen und stets trocken zu sein, und ohne Wasser kein Leben. Flächen mit Lotuseffekt haben jedoch den Nachteil, für viele Anwendungen zu empfindlich zu sein; Kratzer und Abnutzung zerstören die feine Oberflächenlandschaft und beeinträchtigen die Wirksamkeit. Unter Wasser versagen sie ganz, da dort ihre Eigenschaft nicht zur Entfaltung kommt.

Abschuppende Lacke

Ein anderes Prinzip liegt antimikrobiellen Lacken für den Einsatz unter Wasser zugrunde. Diese Anstriche schuppen langsam aber beständig die äußerste ihrer Schichten ab und entledigen sich dabei auch ihrer lebenden Beläge. Grundlage solcher selbstreinigender Farben sind zum Beispiel Polyacrylsäurederivate. Die Lacke quellen in Wasser oberflächlich bis in eine Tiefe von etwa 20 bis 100 nm, Wasser greift an und spaltet die gequollene äußerste Lage ab. Dadurch verbrauchen sich die Lacke allmählich (Lebensdauer mehrere Jahre) und setzen ständig wasserlösliche Polyacrylsäure-Abkömmlinge frei. Zugleich gehen auch zugesetzte Biozide wie Tributylzinnhydrid TBT oder andere Organometallverbindungen in Lösung, die anerkannt umweltschädlich sind. 2003 wurden daher alle TBT-haltigen bewuchshemmenden Farben verboten und vom Markt genommen. Die heute verwendeten Nachfolger auf Cu-, Zn- und Si-Basis sind aber ebenfalls mindestens umstritten. [1]

Freisetzung von Bioziden

Während die bisher vorgestellten Oberflächen eher passiv die Besiedlung durch Bakterien betreiben, kämpft die weitaus größte Gruppe antimikrobieller Schichten aktiv gegen Mikroorganismen an. Diese Materialien sind mit keimtötenden Stoffen imprägniert, die langsam in die Umgebung abwandern und dort vorhandenen kleinsten Lebewesen, die sich ansiedeln könnten, tödliche Schäden zu-



Die Autorin:

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

fügen. Als Biozide verwendet werden vor allem Silberionen, Antibiotika und antibakterielle Peptide, quartäre Ammoniumverbindungen, Chlor, Jod und das Antiseptikum Triclosan. Besonders weit verbreitet sind Schichten mit Silberzusatz, die als Spezialbeschichtungen in Kühlschränken, auf keimreduzierenden OP-Textilien oder als antimikrobielle Oberflächen in Lebensmittelbetrieben eingeführt sind.

Silberionen greifen Bakterien, Algen, Hefen und Pilze auf dreierlei Art an:

- Sie heften sich an die äußere Zellwand und unterbinden dort die Sauerstoff-Versorgung.
- Im Zellinnern blockieren sie die Enzyme der Energiegewinnung.
- Sie stoppen die Zellteilung.

In allen drei Fällen sterben die Zellen schnell ab. [2]

Antimikrobielle Werkstoffe enthalten Silber in unterschiedlicher Form. Das Produkt Microsilver BG der Firma Biogate, Nürnberg etwa besteht aus 50 bis 200 nm großen hochporösen Teilchen aus metallischem Silber, die sich zu 5 bis 20 μm großen Gebilden zusammenlagern und in wässriger Umgebung Silberionen freisetzen. Der Zusatz lässt sich laut Hersteller leicht in unterschiedliche Materialien und Rezepturen einarbeiten und auch als Plasmabeschichtung aufbringen. Er schützt Kosmetika, Lacke, medizinische Implantate und Instrumente, Beschichtungen und Silikon sicher vor Keimen. Im Vergleich zu Antibiotika wirkt Silber breiter und unspezifischer, so dass Resistenzen eher nicht zu erwarten sind.

Etwas anders sieht die Silberquelle in dem neuen antimikrobiellen Kunststoff Luran S BX 13042 der BASF aus. Sie wird von Agion Technologies, Wakefield, Massachusetts USA geliefert und besteht aus winzigen Zeolith-Kristallen als Träger von Silberionen (Abbildung 1). In feuchter Umgebung, also nur bei Bedarf, werden Ag^+ -Ionen gegen andere positiv geladene Ionen, meist gegen Na^+ , ausgetauscht (Abbildung 2). Sie vernichten Kleinstlebewesen innerhalb von Minuten bis Stunden. Agion setzt die Technik zur antimikrobiellen Ausrüstung von Fasern, Kunststoffen oder Beschichtungen ein. Bei Schuhen und Textilien verhindern Silberionen, dass Bakterien unangenehme Gerüche produzieren; bei Telefonen, Tastaturen, Schreibmaterial, Wasserfiltern und Klimaanlage hemmen sie die Besiedlung, Übertragung und Weiterverbreitung von Keimen aller Art. Dass gerade Tastaturen und Mäuse im öffentlichen Bereich wie in Büros, Schulen oder Internet-Cafés mit erschreckend vielen Bakterien und Pilzen behaftet sein sollen, mit diesem Ergebnis erregten mehrere Studien, darunter auch eine des Fernseh-Verbrauchermagazins „Markt“ des WDR, in den letzten Jahren Aufsehen [3]. Für antibakterielle Kunststoffe gibt es interessante Einsatz-

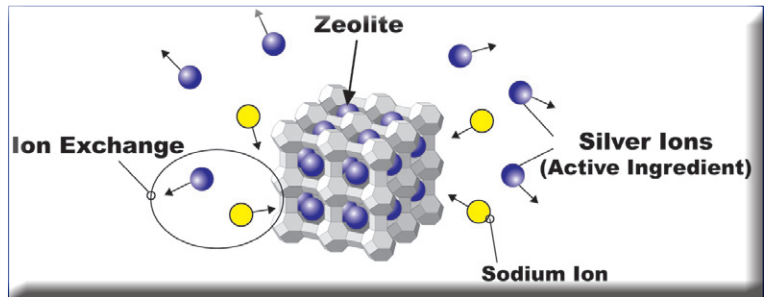
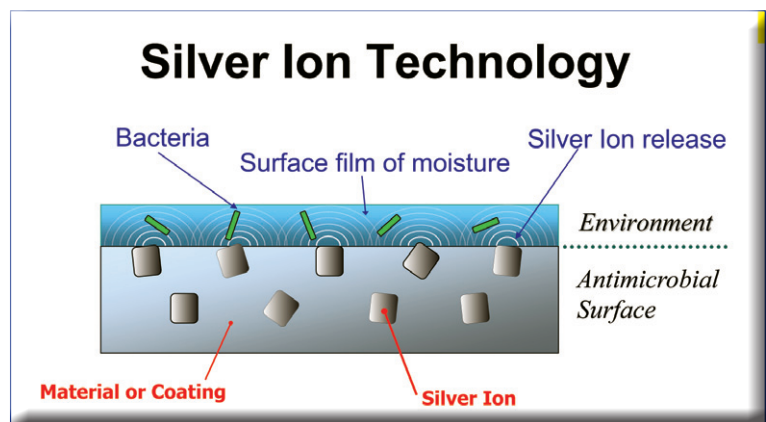


Abbildung 1: Ein Zeolithkristall, der in seinen Hohlräumen Silberionen birgt, gibt in Gegenwart von Feuchtigkeit Silber-Ionen im Austausch gegen Natrium-Ionen ab [3].

Abbildung 2: Zeolithkristalle (Quadrate) liegen statistisch verteilt in der Oberfläche von Fasern, Kunststoffen oder Beschichtungen. In feuchter Umgebung (blaue Schicht), in der Mikroorganismen gedeihen, werden Silber- durch andere positiv geladene Ionen ausgetauscht und hemmen das Mikrowachstum [3].



gebiete in öffentlich genutzten Sanitärbereichen für Handtrockner, Seifenspender oder ganze Nasszellen oder für Gegenstände, die steril bleiben sollten, wie Betten, Behandlungsstühle und Büroausstattung in Krankenhäusern.

Kontaktaktive Schichten

Diese Schichten wurden so entworfen und hergestellt, dass ihre Biozide nicht in den Nahbereich gelangen, sondern fest auf der Oberfläche verankert bleiben. Sie vernichten nur die Keime, die in unmittelbarem Kontakt zur Oberfläche kommen. Auf diese Weise wird vermieden, dass die Wirkstoffe die Umwelt belasten und dass sich ihre Wirkung langsam erschöpft.

Schichten dieser Art lassen sich neuerdings durch einfaches Aufpfropfen gewinnen. Wissenschaftler der ETH Lausanne beispielsweise entwickelten 2008 ein Verfahren, mit dem das Antibiotikum Vancomycin auf Implantate, Katheter und Stents aus Titan einfach durch Eintauchen aufgebracht werden kann [4]. Um Vancomycin mit Titan zu verbinden, bedurfte es jedoch eines Tricks. Die Forscher bauten ein Hybrid aus drei Bestandteilen. Darin wird der Wirkstoff über ein

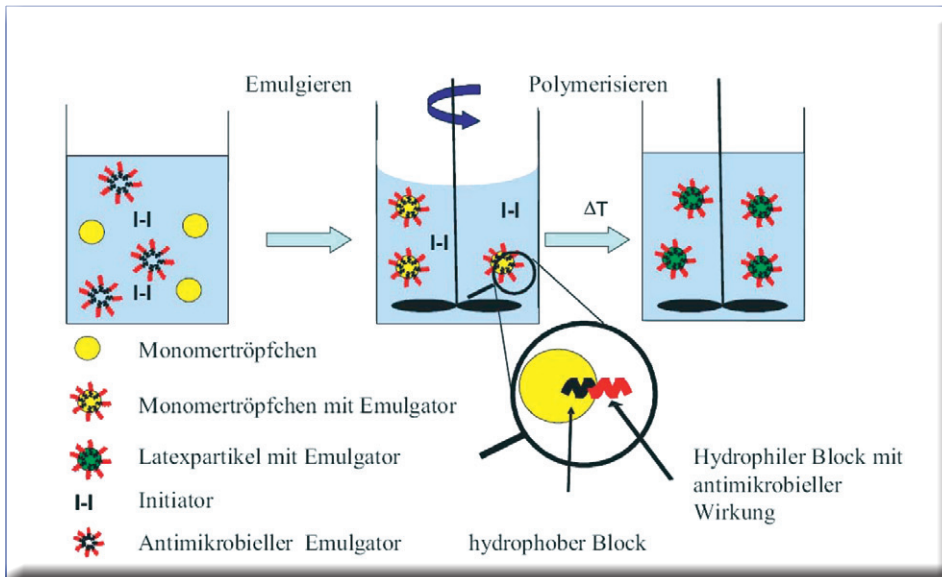
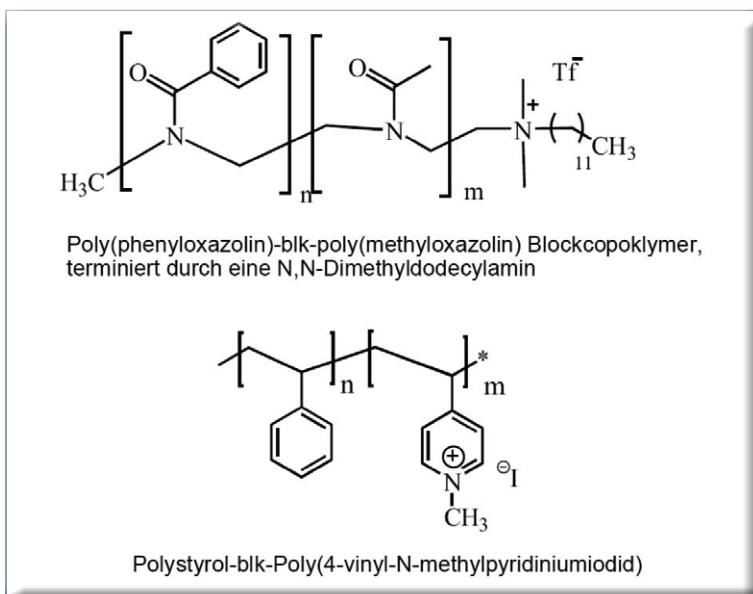


Abbildung 3: Herstellung einer antimikrobiellen Dispersion durch thermische Polymerisation mit einem antimikrobiellen Blockcopolymer als Emulgator [7].

Verbindungsmolekül an eine Verankerungseinheit gekoppelt, die große Affinität zum Metall besitzt. Als Anker wählten sie Anachelin, einen Eisentransporter aus Cyanobakterien, der für seine starke und selektive Bindung an Metalloxide bekannt ist. Auch auf Titan-Implantaten, die oberflächlich mit Titandioxid überzogen sind, haftet er ausgezeichnet. Als Verbindungsstück zwischen Anker und Antibiotikum bewährte sich Polyethylenglycol, ein chemisch inertes und ungiftiges Polymer. Das Dreigespann erfüllte die Erwartungen der Forscher. Es lässt sich aus der Lösung einfach auf Implantate aufziehen und wehrt das Testbakterium *Bacillus subtilis* wirksam ab.

Abbildung 4: Amphiphile antimikrobielle Blockcopolymere, die als Emulgatoren bei der Emulsionspolymerisation zum Einsatz kommen [7].



Auch Materialforscher der Universität Freiburg haben ein elegantes Verfahren entwickelt, um durch einfaches Beschichten aus wässriger Suspension möglichst ungiftig eine kontaktaktive antimikrobielle Oberfläche zu erzeugen [5]. Dazu mischten sie mehrere Komponenten in Wasser: die Monomere Styrol und Butylacrylat, einen antimikrobiellen Emulgator und den wasserlöslichen Polymerisations-Auslöser. In der Suspension ordnen sich die Emulgatoren spontan so an, dass ihr hydrophobes Ende zu einem wasserunlöslichen Monomertropfchen, das hydrophile Ende mit antimikrobieller Wirkung in das Lösungsmittel weist und Micellen entstehen. Durch thermische Polymerisation bildet sich eine weiße Latex-Dispersion mit wenigen hundert Nanometer großen Teilchen, die antimikrobiell wirkende Molekülgruppen, hier quartäre Aminogruppen, tragen (Abbildungen 3 und 4). Benetzt man Glas-Oberflächen mit der Dispersion, bildet sich ein zusammenhängender Film, der nun ebenfalls keimtötende Eigenschaften haben müsste. Tatsächlich zeigten Tests, dass mit solchen dünnen Schichten versehene Glasflächen kein Wachstum von aufgespritzten *Staphylococcus aureus*-Zellen zuließen.

Zu den kontaktaktiven Schichten gehören auch mit Titandioxid ausgestattete Flächen. Es wird hier nicht das normale weiße TiO_2 verarbeitet, das in Farben verwendet wird, sondern nanoskaliges TiO_2 in der Kristallform des Anatas (Abbildung 5). Wie alle Stoffe ändert Titandioxid seine Eigenschaften, wenn die Teilchengröße in den Nanometerbereich absinkt. Die Oberflächeneigenschaften dominieren dann die Volumeneigenschaften, die für „normale“ Stoffe typisch sind. Im Fall des Anatas gewinnen die nanokleinen Kristalle photokatalytische Aktivität das heißt bei Bestrahlung mit Licht wirken sie als Katalysator. Dieser bildet Hydroxylradikale, die wiederum Stoffe in der Luft oder im Wasser oxidieren. Auch Lipide der Phospholipidmembran von Mikroorganismen werden oxidativ angegriffen, so dass die Zellen von Viren, Sporen und Keimen aller Art schließlich absterben. Die oxidierten Substanzen werden von Wasser leicht abgespült. Dies erklärt, dass sich mit TiO_2 beschichtete Oberflächen selbst hygienisch rein halten.

Erste Patente zur Herstellung von Nano-Teilchen des Anatas wurden 1999 in Japan angemeldet. Durch ein Sol-Gel-Verfahren erhält man eine wässrige Emulsion, in der die Titandioxid-Partikel

in sehr niedrigen Konzentrationen eingebettet sind. Meist genügt ein hauchdünner TiO_2 -Film von wenigen hundert Nanometern, der zum Beispiel einfach mit Niederdrucktechnik aufgesprüht wird (Abbildung 6) und extrem hydrophil ist. Bestrahlen mit UV-Licht ist für die Leistung des Katalysators notwendig, der sich wie alle Katalysatoren selbst nicht verbraucht. Einsatzgebiete sind vielfältig: In Innenräumen bauen Flächen mit TiO_2 Luftschadstoffe und Gerüche ab, töten Keime, verbessern so die Raumluft und das Wohlbefinden der Menschen, die dort leben und arbeiten. Aufgesprüht auf Baustoffe wie Dachziegel, Betonsteine, Fassaden oder Glas, verhindert TiO_2 dauerhaft Verschmutzung, Moos- und Algenbewuchs (Abbildung 7). Die Firma Nadico,



Abbildung 5: Anatas, eine Kristallform des TiO_2 .

Biofilme

Aus dem Alltag kennen wir Biofilme als Plaques auf Zähnen oder als schmierige Schicht, die nasse Steine oder Holzbohlen rutschig macht. Auch wer seine verwelkten Schnittblumen entsorgt, kann auf der nassen Innenwand der Blumenvase einen weißlichen Belag entdecken, der sich schleimig-glibberig anfühlt und in den wenigen Tagen gewachsen ist, auch ein Biofilm.

Biofilmforscher berichten begeistert von der einzigartigen Gemeinschaft aus unterschiedlichen Bakterien, Algen und Pilzen, die in feuchter Umgebung aus Eiweißen und Zellulose ihre eigene "Stadt" baut und der bunt gemischten Bevölkerung mit zahlreichen Talenten Lebensraum und Schutz bietet. Sie verständigt sich über ausgesandte Signalmoleküle und tauscht untereinander Gene aus. Dadurch entsteht eine sehr anpassungs- und leistungsfähige Lebensform, die praktisch alle Stoffe als Nahrungsquelle zu verwerten lernt. Die Technik macht sich diese Fähigkeiten zunutze und setzt sie bei der biologischen Klärung von Abwässern und zur Beseitigung schwieriger Abfälle und Giftstoffe ein.

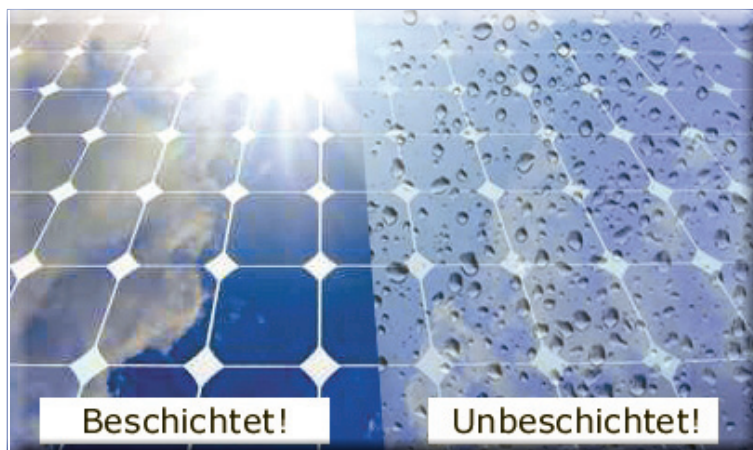
Meistens werden Biofilme als ausgesprochen lästig empfunden: Sie verringern als Aufwuchs auf Schiffsrümpfen die Reisegeschwindigkeit der Schiffe, in Kraftwerken wirken sie wie eine Isolierschicht auf den Wärmeaustauschern und senken den Wirkungsgrad, bei der Wasseraufbereitung besiedeln und verstopfen sie die Membranen, sie zerstören Metalle, Zement und Kunststoffe, auf denen sie sich festgesetzt haben, und sind nicht umzubringen. Die üblichen Desinfektionsmittel und Antibiotika dringen kaum zu den Schädlingen vor oder werden von ihnen abgewehrt. Auch das menschliche Immunsystem kommt nicht gegen sie an. Das macht die bakteriellen Gemeinschaften besonders in Krankenhäusern so gefährlich.

Birmingham in Großbritannien, die Titandioxidbeschichtungen anbietet, wirbt damit, dass eine beschichtete Fläche von nur 10 mal 10 Metern in der Lage sei, in 12 Lichtstunden die gleiche Luftmenge zu reinigen wie sieben große Laubbäume. Da das aktive TiO_2 in sehr kurzer Zeit selbst resistente Bakterienkulturen wie E. coli oder Staphylococcus aureus zersetzt, wird der Katalysator auch auf Oberflächen in Hygienebereichen, Krankenhäusern und in der Großgastronomie einge-



Abbildung 6: Der hauchdünne TiO_2 -Film kann einfach mit Niederdrucktechnik aufgesprüht werden [9].

Abbildung 7: Mit Nano-Titandioxid beschichtete Solarmodule reinigen sich selbst [9].



setzt, wo er nachweislich für Keimfreiheit sorgt. Seine Wirksamkeit hängt aber immer von der Bestrahlung mit UV-Licht ab, so dass sein Einsatz auf bestimmte Bereiche beschränkt bleibt.

Blick in die Zukunft

Die Entwicklung antimikrobieller Oberflächen ist noch in vollem Gang. Die Suche nach optimalen Lösungen wird neuerdings durch Bund und EU finanziell unterstützt. Erst um die Jahreswende 2008/09 wurde das Projekt „SmartSurf“ vorgestellt, dessen Ziel es ist, „zum Schutz von Mensch und Tier Kunststoffe derart zu modifizieren, dass Mikroorganismen sich nicht mehr anlagern und vermehren können“ [9]. Auch sollen sie toxikologisch und ökologisch unbedenklich sein. Beteiligt sind die Universität Bonn, die Fachhochschule Münster und sechs Wirtschaftsunternehmen, die, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, vor allem Lebensmittelqualität und -sicherheit verbessern wollen.

Ähnliche Ziele hat das von der EU geförderte Projekt „Biosurf“ („Development and implementation of a contact biocide polymer for its application as antimicrobial and anti-deposit surfaces in the food industry“). In Zusammenarbeit der Technischen Universität Graz, des ttz Bremerhaven und mehrerer mittelständiger Unternehmen sollen aminofunktionalisierte Polymere auf Basis eines bityklischen Kohlenwasserstoffs hergestellt und in Flächen sowie in Verpackungsmaterialien eingebettet werden. Die neuen Polymere sollen Kunststoffe und beschichteten Stahl in der Lebensmittelindustrie vor Besiedlung mit Mikroorganismen schützen; und zwar dank ihrer Polykationen, die sich durch hohe Ladungsdichte auszeichnen und mit den negativ geladenen Membranen von Bakterien reagieren und sie dabei zerstören. [10]

Moderne Lösungen vermeiden es, die Wirkstoffe wie beispielsweise Silber in die Umgebung zu entlassen. Solche Schichten der ersten Generation werden zunehmend kritisch gesehen. So

warnte erst im Oktober diesen Jahres Wolfgang Dubbert vom Umweltbundesamt in Dessau in einem Interview mit dem Deutschlandfunk vor der Verwendung von Nanosilber in Wandersocken und anderer Sportbekleidung. Solange die Langzeitwirkung von Nanopartikeln auf Mensch und Umwelt noch nicht erforscht sei, müsse vor Gesundheitsgefahren durch den Einsatz von Nanotechnologie gewarnt und Nanoprodukte gemieden werden. Auch wenn der direkte Hautkontakt keine Gefahr für den Menschen berge, würde Silber als endliche Ressource durch das Waschen verloren gehen und Kläranlagen verschmutzen.

Das Ziel der Entwickler ist es, antimikrobielle Oberflächen der Zukunft nur mit verträglichen Bioziden auszurüsten und diese fest und unverlierbar in der Oberfläche zu verankern. Durch geeignete Auswahl der Grundsubstanz sollen zusätzliche Eigenschaften erzeugt werden, so dass Keime zum Beispiel sowohl abgestoßen als auch bei Kontakt abgetötet werden. **CLB**

Literatur

- [1] Selbststerilisierende Oberflächen, J. Tiller, Nachrichten aus der Chemie 55 (2007) S. 499
- [2] <http://www.agion-tech.com>
- [3] <http://www.gesundheit.de/familie/arbeit-umwelt/computertastatur-keime/index.html>
- [4] J.-Y. Wach, S. Bonazzi, K. Gademann, Antimikrobielle Oberflächen durch Naturstoffhybride, Angewandte Chemie 120 (2008) S. 7232-7235
- [5] A. D. Fuchs, C. J. Waschinski, J. C. Tiller, Antimicrobial block copolymer emulsifier for contact-active polymer suspensions and surfaces, Polym. Prepr. 46 (2005) S. 1213
- [6] http://www.fmf.uni-freiburg.de/projekte/pg_bioinsp/antimikrobielle_beschichtungen
- [7] <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Anatas>
- [8] www.nadico.de
- [9] Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn / IDW
- [10] <http://idw-online.de/pages/de/news320646>



Die antiMAKRObielle Oberfläche von unseren neuen Jogging-Hosen funktioniert prima!

Ich hoffe nur, von der Imprägnierung überträgt sich nichts auf meine Haut...

Die „himmlische Eisenzeit“

Geschichte und Eigenschaften von Pallasit-Meteoriten

Peter Bützer, St. Gallen, Schweiz

Meteoriten sind Festkörper kosmischen Ursprungs, welche die Atmosphäre durchquert und den Erdboden erreicht haben (Eine gute Übersicht findet sich in CLB 04/2008 [1]).

Metall von Meteoriten, das Meteoriten-Eisen (meteoric iron) war der erste Rohstoff für die Eisenanwendungen des Menschen, und zwar an verschiedensten Orten auf der Erde, denn Eisen kommt elementar sonst kaum vor. Für diese Aussage gab der Amerikaner Thomas Arthur Rickard (1864 bis 1953) in seinem Artikel „The Use of Meteoric Iron“ verschiedene gute Hinweise [2]: Der Name für Eisen bei den Sumerern war *an-bar*, im alten Anatolien *ku-an has*; beides mit der Bedeutung „Feuer vom Himmel“. Ähnlich meint das hebräische Wort für Eisen *parzil*, assyrisch *parzillu* (von *barzu-ili*) „Metall von Gott“ oder „vom Himmel“.

Meteoriten sind selten und nur etwa 4,5 bis 6 Prozent aller Meteoriten sind Eisenmeteoriten - diese sind also sehr selten. Dieses hämmerbare Eisen scheint nur zeremoniell genutzt worden zu sein, denn es war viel wertvoller als Gold.

Wie wird diese kulturelle Besonderheit nachgewiesen? Teile von einem Dolch vom sumerischen Ur in Mesopotamien (im heutigen Irak) von 3100 v. Chr., enthalten 10,9 Prozent Nickel. Archäologische Funde, Eisenkörner aus der prädynastischen Zeit der Geschichte Ägyptens (5000 bis 3250 v. Chr.) bestehen aus 7,5 Prozent Nickel. Diese hohen Nickelanteile lassen sich chemisch nachweisen und sind charakteristisch, denn sie kommen in irdischem Eisenerz nicht vor! Solch exotische eisernen Gegenstände wurden lange vor der historisch definierten Eisenzeit I von 1200 bis 1000 v. Chr. geschaffen.

In Chile waren es die Indios, die mindestens zwei Meteoritenfunde in Imilac und Ilimae bis 1855 zur Herstellung von Sporen, Steigbügel, Speerspitzen und Messer verwerteten [3]; und das noch vor dem Nachweis, dass es sich um Meteoriten handelte. Solches Eisen von Meteoriten wurde auch in Afrika und Mit-

telamerika als Rohmaterial für kostbare Gebrauchsgegenstände eingesetzt.

Der früheste beschriebene Meteoriten-Fund in einer „heißen“ Wüste [4] ist in einem Tal südwestlich von Imilac auf 3050 m über Meer in der Atacama Wüste im nördlichen Chile im Jahre 1822 beschrieben. Die dort gefundenen Meteoriten heißen daher Imilac [5]. Dieser Meteoriten-Fundort wurde 1973 vom dänischen Meteoritenforscher Vagn F. Buchwald erstmals genauer untersucht [6]. Das Streufeld ist etwa 400 x 200 m groß [7]. Der Meteoritenschauer mit über 1000 Meteoriten hatte ein Gewicht von etwa 920 kg [8,9], das schwerste Einzelteil wog etwa 204 kg [10,11]. Ein Stück mit 198 kg Gewicht liegt im British Museum. 1987 wurden auf 3250 m über Meer, in einem neuen Bereich eines Dreiecks mit 900 m Kantenlänge wurden nochmals 3 Meteoriten mit einem Gewicht von 5,9 resp. 35 kg gefunden [12], alle sind Pallasite. Diese gehören zur Gruppe der Stein-Eisen-Meteorite. Benannt wurden sie 1772 nach dem deutschen Gelehrten Peter Simon Pallas (1741 bis 1811) der diese Art Meteoriten erstmals beschrieb. Man vermutet, dass sie sich in Asteroiden in der Grenzschicht zwischen dem Nickel-Eisen-Kern und dem silikatischen Mantel bilden. Die Pallasite bestehen aus Olivin-Kristallen (Silikatmineral), in denen netzwerkartig Nickel-Eisen-Teile eingebettet sind. Schon früh wurde erkannt, dass Eisenmeteoriten größtenteils aus Eisen-Nickel-Legierungen bestehen [13]. Nur große Stücke mit einem Gewicht über ein Kilogramm haben gleiche Teile von Metall-Legierung und Olivin, die kleinen Stücke, Metall-Skelette (metal skeletons) genannt, sind die stark verwitterten Eisen-Nickel-Überreste [14] (siehe Abbildung 1).

Evidenz vom Isotopenverhältnis $^{53}_{28}\text{Mn}/^{55}_{28}\text{Mn}$ ($^{53}_{28}\text{Mn}$: HWZ: $3,74 \cdot 10^6$ y) und anderen chronometrischen Daten geben Hinweise darauf, dass Pallasiten in den ersten 10 Millionen Jahren der Sonnen-System-Geschichte gebildet worden sind [14].

Folgerung

Der hohe Nickelgehalt, die anderen Metalle, Form und Verwitterungsspuren weisen die Echtheit des abgebildeten Meteoriten nach. Überraschend ist die Metallzusammensetzung in diesem kleinen Meteoriten nicht sehr homogen.

Das Metall-Skelett vom Pallasit ist ein Kamazit (Balkeneisen). Das ist ein meteoritisches Nickel-Eisen-Mineral mit einem Nickel-Anteil von 4 bis 7,5 Prozent (Fe:Ni = 90:5 bis 90:10) [17] mit Nebenbestandteilen von Kobalt (Co) oder Kohlenstoff (C).



Prof. Dr. Peter Bützer ist Dozent für Chemie an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen/Schweiz. Seine Interessen liegen in den Bereichen Chemie, Molekulare Dynamik, Systemdynamik und Risikomanagement. Daneben wirkte er auch als: Gruppenleiter im Hot-Labor des Paul Scherrer Instituts; Gruppenleiter in der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen; Delegierter der Schweiz für Radioaktive Abfälle bei der OECD und der IEA; Dozent für Risikomanagement und Sicherheitsökonomik an der Uni St.Gallen; Dozent an der ETH und der Uni St.Gallen bei Nachdiplomstudien; Chef ACSD des zivilen kantonalen Führungsstabes St.Gallen; Experte der Eidg. Kommission für ABC-Schutz.

Element	Messung 1*	Messung 2*	Messung 3*	Messung 4*	Bunsen [15]	Field [15]	Heldt [16] 1
Cr	0.226	0.333	0.234	0.206			
Mo	0.098	0.104	0.138	0.135			
Nb	0.170	0.194	0.181	0.137			
Ni	8.38	6.09	8.80	8.99	10.25	11.88	7.77
Co	0.708	1.03	0.905	0.854	0.70		1.23
Fe	90.07	91.80	89.36	89.28	88.01	87.80	77.48
Mn	0.098	0.105	0.191	0.196			0.55

* Messungen 1, 2, 3 und 4: Imilac-Meteorit (Abbildung 1).

Wer dieses extraterrestrische Material in den Händen hat, kann nachweisen, dass die Asteroiden aus denselben Elementen aufgebaut sind, wie die Erde. Ein Vergleich ist auch bezüglich unserer Erde interessant, denn unser Erdkern besteht ebenfalls aus einer Eisen-Nickel-Legierung. **CLB**

Literatur

- [1] Obendrauf V., Terrestrisch oder kosmisch? Chemie in Labor und Biotechnik, 59. Jg, Heft 04 (2008) S. 128-140
- [2] Rickard T.A., The Use of Meteoric Iron, The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, Vol. 71, No. 1/2 (1941), pp. 55-66
- [3] Pedersen H., Lindgren H., Canut de Bon C., Strewn-fields of Imilac and Vaca Muerta, Meteoritics, Vol. 24 (1989) p.314
- [4] Bevan A.W.R., Desert Meteorites: a History, p.325-326, in: McCall Gerald Joseph Home, Bowden A. J., Howarth Richard John, The history of meteoritics and key meteorite collections: fireballs, falls and finds, Geological Society, Special Publication 256, The Geological Society of London (2006)
- [5] The Meteoritical Society, International Society for Meteoritical and Planetary Science, <http://tin.er.usgs.gov/meteor/metbull.php?sea=imilac&sfor=names&ants=&falls=&styp e=contains&lrec=50&map=ge&browse=&country=All&sr t=name&categ=All&mblst=All&phot=&snew=0&pnt=n o&code=12025, 2009-11-19>
- [6] Buchwald, V. F., The Pallasite Imilac, Chile, Meteoritics, Vol. 8 (1973) p. 333 - 334
- [7] Killgore B.M., Imilac Strewfield, Chile Revisited, Lunar and Planetary Science XXVIII, p.1736 (1997) <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc97/pdf/1736.PDF>, 2009-11-19
- [8] The Meteoritical Society, International Society for Meteoritical and Planetary Science, <http://tin.er.usgs.gov/meteor/metbull.php?sea=imilac&sfor=names&ants=&falls=&styp e=contains&lrec=50&map=ge&browse=&country=All&sr t=name&categ=All&mblst=All&phot=&snew=0&pnt=n o&code=12025, 2009-11-19>
- [9] Haberer Siegfried, Haberer-Meteorite, <http://www.haberer-meteorite.de/deutsch/1024dpi/Rekorde/Rekorde.htm, 2009-11-19>
- [10] Allan T., Trans. Roy. Soc. Edinburgh (1831) 11, p.223, Fletcher L., Min. Mag., 8 (1889) p.243.
- [11] Gordon S.G., Meteorites in the Collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Proceedings of The Academy of Natural Sciences, Vol. LXXXV, 1933, The Academy of Natural Sciences, Philadelphia (1934) p.227
- [12] Pedersen, H., Garcia, F., New meteorite finds at Imilac, ESO Messenger (ISSN 0722-6691), March (1987) p. 1-3
- [13] Hartley W. N.; Ramage Hugh, A Spectrographic Analysis of Iron Meteorites, Siderolites, and Meteoric Stones, Astrophysical Journal, vol. 9 (1899) p.221
- [14] Weir D., IMILAC, Meteorite Studies, A Photographic Classification, http://www.meteoritestudies.com/protected_IMILAC.HTM, 2009-11-19
- [15] Osann G., Meteoriten von Taltal in Chile, in: Erdmann O.L., Werther G., fünf und neunzigster Band, Jahrgang 1865, Erstes Heft, Journal für praktische Chemie, XXII, Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig (1865) S.60
- [16] Heldt W., Ein Meteorit aus Chile, in: Erdmann O.L., Werther G., Vier und neunzigster Band, Jahrgang 1865, Drittes Heft, Journal für praktische Chemie, XXII, Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig (1865) S.168
- [17] Köberl Ch., Impakt: Gefahr aus dem All, Edition Va Bene, Wien-Klosterneuburg (1998) S. 183

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung, bestimmt mit Röntgenfluoreszenz-Messungen 1,2,3,4 an vier aufliegenden Flächen (Niton XL3t XRF Analyzer, 12.11.2009) und Vergleich mit alten Literaturwerten.



Abbildung 1: Imilac-Meteorit; Das abgebildete Fundstück ist aus der Walter Zeitschel Meteorite Collection (seit 1971). Imilac aus der Atacama Wüste in Chile, Fundjahr der Lokalität 1822. Meteorit: ferromagnetisch, Gewicht 2,81 g, Größe etwa Länge 1,8 cm, Breite 1,2 cm.

Gewichtig, gerne genutzt, gefährlich

Blei und seine Verbindungen – noch häufig im Alltag zu finden

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

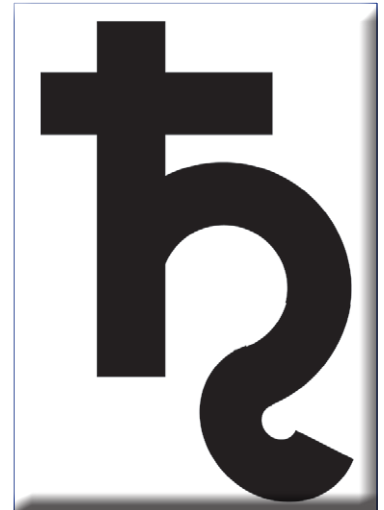
Blei zählt mit einem Vorkommen von nur 0,0018 % in der Erdkruste zu den selteneren Elementen, aber schon den Ägyptern fiel dieses weiche Metall durch seine reichen Erze und seine vielfach verwendbaren Eigenschaften auf. Den Römern sollen die bleihaltigen Trinkgefäße das Siechtum gebracht haben. Tausende von Bergarbeitern mussten in den Bleiminen sterben. Denn Blei ist als Metall und in vielen seiner Verbindungen sehr giftig. Auch wenn es aus den Kraftstoffen weitgehend verbannt ist, ist das Blei in Form seiner Legierungen und Verbindungen vielfach in Gebrauch, ob in Gewehrmunition, als Angler- oder Taucherblei, als Kompensation an den Fahrzeugfelgen, in Gardinen und Vorhängen, zum Abdecken von Dächern, als Weichlot, als Vorstreich- und Außenfarben sowie in den schweren Bleigläsern. Dabei ist das Metall giftig: an den Arbeitsplätzen hat es unter $0,1 \text{ mg/m}^3$ zu bleiben, damit keine Nerven-, Nieren und Herzkreislaufschäden eintreten.

Geschichte des Bleis

Blei zählt zu den ältesten Gebrauchsmetallen der Menschen. Schon aus der Bronzezeit 2500 bis 800 v. Chr. stammen Vasen-Funde, die aus Blei, Antimon und Arsen gefertigt sind [1].

Ebenso lange konnte man Erfahrungen über die Giftigkeit des Metalls und vieler seiner Verbindungen sammeln [2]. Die Griechen gewannen das Blei auf Zypern und Rhodos schon vor über 2500 Jahren. Von den Römern blieben noch viele Gegenstände sowie Wasserleitungen aus Blei und Blei-Zinn-Legierungen

Abbildung 1: Alchemistisches Symbol für Blei.



erhalten. Sie verwendeten das Blei auch für Vasen, Schleudergeschosse und Plomben.

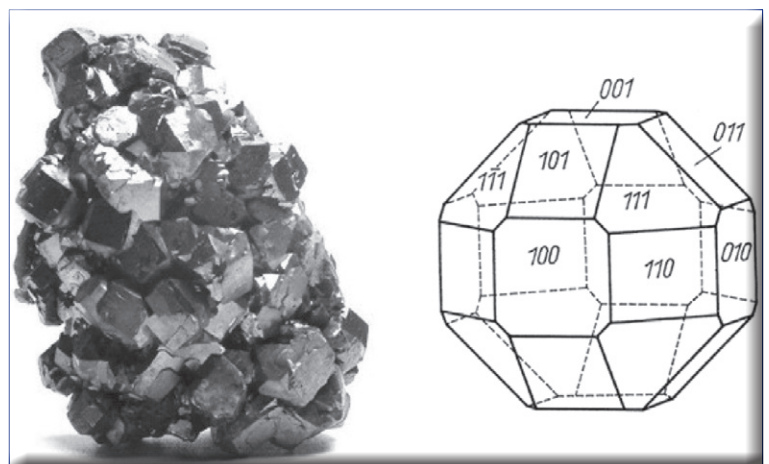
Aus den chronischen Blei-Vergiftungen mutmaßen Archäologen und Toxikologen, dass der Untergang des Römischen Reiches dadurch zumindest beschleunigt wurde.

Von dem lateinischen Namen des Bleis „Plumbum“ für Plomben stammt die chemische Abkürzung Pb.

Aus der Isotopen-Zusammensetzung identifizierten Archäologen, dass römische Bleisärge mit dem Bleimetall beschlagen wurden, das auch aus der nördlichen Eifel stammt [3].

Eiskernbohrungen in Grönland belegen den Anstieg des Bleis in der Atmosphäre seit dem fünften Jahrhundert v. Chr.

Abbildung 2: Bleiglanz, PbS_2 , als Kristall und Ideal-Tracht.



Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.



Die Bedeutung des Bleis stieg im Mittelalter durch die Bleiglasfenster und das Eindecken der Dächer mit Bleiplatten. Mit der Erfindung der Feuerwaffen galt Blei als das Material für Geschoss-Projektile.

Die „Goldmacher“ des Mittelalters benutzten die schweren, silbrig glänzenden Bleischmelzen, um daraus den Farbumschlag nach einem glänzenden Gold zu synthetisieren.

Der Name „Blei“ entstammt dem indogermanischen „bhlei“, was „schimmern, glänzen oder leuchten“ heißt. Der Bedeutung angemessen erhielt das Blei schon im Mittelalter ein eigenes Zeichen, das „gekreuzte h“ (Abbildung 1).

Die Herstellung von Bleiprodukten verläuft im Wesentlichen aus Metall-Rückläufen. In Deutschland bestehen nur noch die beiden Primärbleihütten „Binsfeldhammer“ in Stolberg bei Aachen und „Metaleurop“ in Nordenham bei Bremerhaven. Andere Hütten, wie beispielsweise in Braubach bei Koblenz, erzeugen Sekundärblei aus alten Bleiprodukten, wie Autobatterien.

Obwohl auch an verschiedenen Stellen in Deutschland Blei abgebaut und über Röstreduktionsverfahren mit Kohle aufgearbeitet wurde, sind die bedeutendsten Förderländer heute China (950 000 t/a), Australien (650 000 t/a) und USA (450 000 t/a). In Deutschland werden auch über 400 000 t/a an Hüttenweichblei mit einer Reinheit von 99,9 % auf den Markt gebracht. Weltweit bewegt sich der Bedarf bei jährlich einigen Millionen Tonnen.

Er lag 1974 bei 4,3 Mio. t, stieg bis 1980 auf 5,3 Mio. t und erreichte vor 20 Jahren fast 7 Mio. t. Im Jahr 2003 standen nur noch 3 Mio. t zur Verfügung. Der anziehende Bedarf in Asien ließ den Preis 2006 bis 2008 auf die dreifache Höhe anwachsen, ca. 3 €/kg. Derzeit sank er wieder bis März 2009 [4] auf ein Drittel ab und erreichte das Langzeit-Niveau von 800 – 1.000 €/t.

Tabelle 1: Blei-Erze.

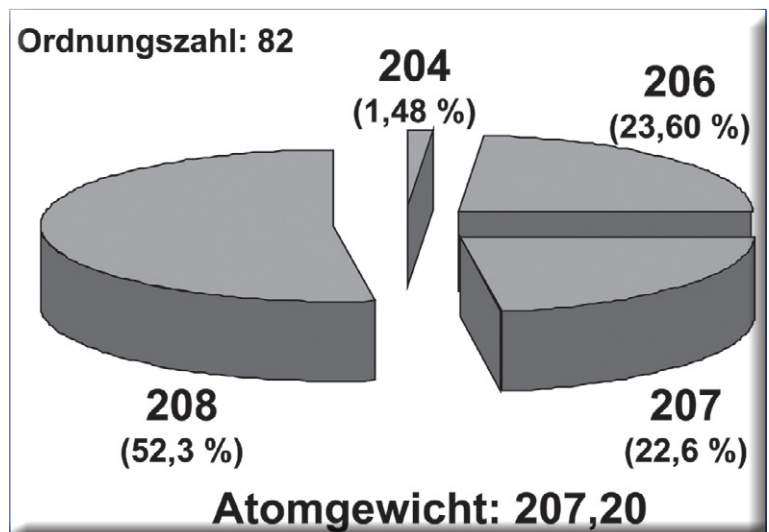
Hüttenname	Geolog. Name	Chemischer Name	Formel	M	Dichte	Mohs-Härte	Sonstiges
Bleiglanz	Galenit	Bleicarbonat	PbS	239,25	7,5	2,5	NaCl; Smp.= 1.114°C; L= 0,000086 (20°C)
Weißbleierz	Cerussit	Bleisulfid	PbCO ₃	267,2	6,6	3,5	CaCO ₃ , Aragonit; d: 315°C; L= 0,00011% (20°C)
Rotbleierz	Krokoit	Bleichromat(VI)	PbCrO ₄	323,18	6,12	3,0	monocl.; Smp.= 844°C; L= 0,0000058 (25°C)
Gelbbleierz	Wulfenit	Bleimolybdat(VI)	PbMoO ₄	367,13	6,92	3,0	verzerrt Scheelit, Smp.= 1.060°C
Grünbleierz	Pyromorphit	Pentableitriphosphat-chlorid	Pb ₅ (PO ₄) ₃ Cl	1.355,74	7,1	4,0	hex.; Apatit-Struktur: Ca ₅ (PO ₄) ₃ F
Bleiglas	Anglesit	Bleisulfat	PbSO ₄	303,25	6,2	3,0	rhomb.; klar; Smp.= 1.170°C; L= 0,00425% (25°C); 0,06 (50°C)
Vanadinbleierz	Vanadit	Pentableitriivanadat(V)-chlorid	Pb ₅ (VO ₄) ₃ Cl	1.416,27	7,1	3,0	hex.; Apatit-Struktur

Gediegen ist das Blei nur selten zu finden. Seine Hauptminerale sind Bleiglanz (Abbildung 2), Weiß-, Rot-, Gelb und Grünbleierz sowie Bleiglas und Vanadinbleierz. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften sind in Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt.

Eigenschaften des Bleis und seiner Verbindungen

Blei besteht aus vier stabilen Isotopen, die ihm das resultierende Atomgewicht von 207,2032 geben (Abbildung 3). In der Erdkruste ist es mit 0.0018 % relativ selten zu finden. Als stabiles Element mit der höchsten Ordnungszahl 82 und der Endstufe von drei natürlichen Zerfallsreihen ist es allerdings häufiger als Quecksilber, Silber und Gold zu finden.

Abbildung 3: Isotopen-Verteilung des Elements Blei.



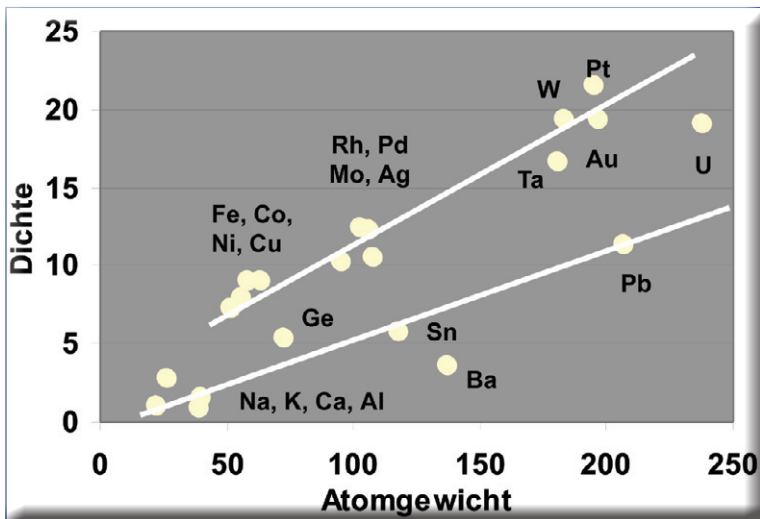


Abbildung 5: Dichten der Metalle mit kubischer Elementarzelle.

Abbildung 6: Abhängigkeit zwischen Gitterkonstanten und Schmelzpunkten.

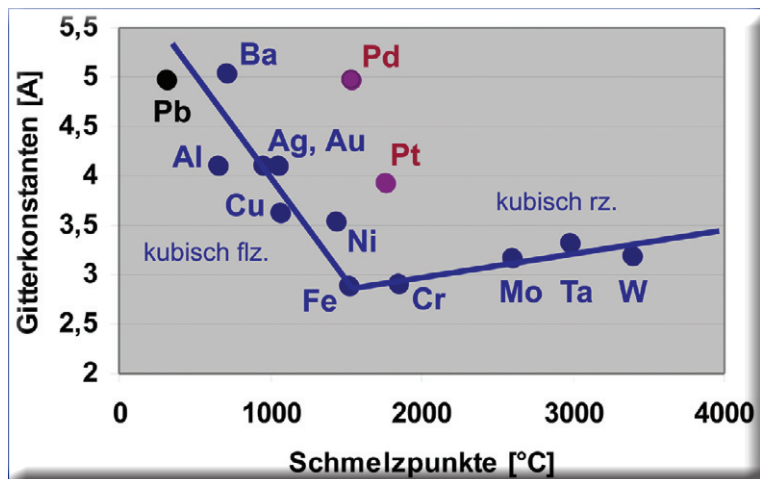
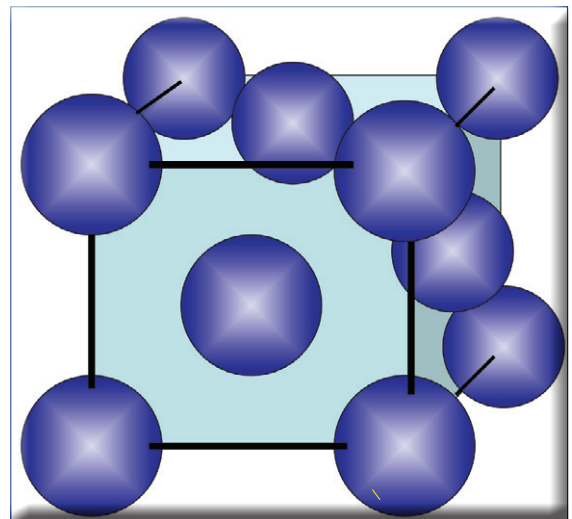


Tabelle 2: Blei(II)salze.

Salz	Formel	M	Smp. [°C]	D	L in H ₂ O [%]
Acetat	Pb(CH ₃ -COO) ₂	379,34	Z. 100	2,5	44,3
Bromid	PbBr ₂	367,01	373	6,66	0,84
Carbonat	PbCO ₃	267,20	Z. 315	6,6	0,0001
Chlorid	PbCl ₂	278,1	501	5,85	0,99
Chromat(VI)	PbCrO ₄	323,18	844	6,12	unlöslich
Fluorid	PbF ₂	245,19	855	8,24	0,06
Fluoridchlorid	PbFCl	261,64	601	7,05	0,04
Iodid	PbI ₂	461,00	402	6,16	0,06
Molybdat(VI)	PbMoO ₄	367,13	1070	6,92	unlöslich
Nitrat	Pb(NO ₃) ₂	331,20	Z. 470	4,53	32
Oxalat	Pb(OOC-COO)	295,21	Z. 300	5,28	0,0002
Orthophosphat	Pb ₃ (PO ₄) ₂	811,51	1014	7,3	unlöslich
Silikat	PbSiO ₃	283,27	766	6,49	unlöslich
Sulfat	PbSO ₄	303,25	1170	6,2	0,0040
Wolframat(VI)	PbWO ₄	455,04	1123	8,23	0,03

Abbildung 4:
Kubisch flächenzentrierte Elementarzelle des Bleis.

Mit einem Standardelektrodenpotential gegen Wasserstoff von nur -0,13 Volt, gilt Blei zwar als Unedelmetall, verhält sich jedoch relativ edel. Mit anderen Unedelmetallen, wie Eisen, Aluminium und Zink scheidet es sich aus Bleisalzlösungen metallisch ab.

Wie viele andere Metalle kristallisiert Blei in der dichtesten Kugelpackung, kubisch flächenzentriert (Abbildung 4). Die Dichte des Bleis beträgt 11,34 g/cm³.

Werden die Dichten der kubischen Metalle gegen ihr Atomgewicht grafisch aufgetragen, so lassen sich zwei Geraden erkennen. Sie unterscheiden nicht die kubisch raumzentrierten Elemente von den dichteren kubisch flächenzentrierten, sondern die Übergangselemente mit ihrer höheren Elektronendichte von den Hauptgruppenelementen, zu dem auch das Blei zählt (Abbildung 5).

Werden die Gitterkonstanten der kubischen Metalle, die Länge der Elementarzellen, grafisch mit den Schmelzpunkten verglichen, so zeigen die raumzentrierten Metalle eine vergleichbar geringe Elementarzellen-Abmessung mit deutlich höheren Schmelzpunkten mit flacher linearer Abhängigkeit. Die lineare Abhängigkeit zwischen Gitterkonstante und Schmelzpunkt ist bei den kubisch flächenzentrierten Metallen wesentlich größer (Abbildung 6).

An der Luft passiviert eine farblose Oxidschicht das Metall vor weiterer Oxidation, ein Effekt, den wir auch vom Zink und Aluminium her kennen. Diese Passivierung erfolgt auch mit Schwefelsäure, Fluorwasserstoffsäure und Salzsäure, weil sich die entsprechenden schwerlöslichen Salze bilden. Die Löslichkeiten der Bleiverbindungen, die zum Teil recht niedrig liegen, sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Relativ gute Löslichkeit zeigt sich gegenüber Salpetersäure, Essigsäure und Salzsäure-Chlor. Auch heiße konzentrierte Schwefelsäure löst das Blei in Form eines Disulfato-Komplexes auf:

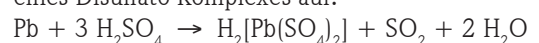




Abbildung 7: Bleimennige, $Pb_2[PbO_4]$ oder Pb_3O_4 .

Bleioxid entsteht beim Überleiten von Luft über geschmolzenes Blei als blättrig, kristalline Bleiglätte, PbO . Namensgebend war die glatte, glänzende Oberfläche. Sehr reines Blei(II)oxid entsteht bei der thermischen Zersetzung von Bleicarbonat oberhalb von $315^\circ C$. Bleioxid existiert in einer gelben rhombischen Modifikation und einer roten tetragonalen Modifikation mit einer Umwandlungstemperatur von $488^\circ C$. Die Umwandlungsgeschwindigkeit fällt jedoch so gering aus, dass die gelbe Hochtemperatur-Verbindung beim Abkühlen erhalten bleibt. Das rote Bleioxid kann jedoch über das Kochen von Bleihydroxid, $Pb(OH)_2$, in konzentrierter Lauge leicht synthetisiert werden.

In heißer Natronlauge löst sich Bleioxid als Natriumtetrahydroxoplumbat(II) auf:
 $PbO + 2 NaOH + H_2O \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4]$.

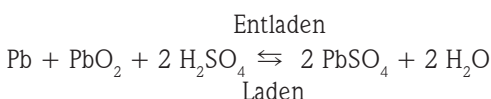
Durch anodische Oxidation oder starke Oxidationsmittel erhält man das Blei(IV)oxid, PbO_2 . Es wirkt stark oxidierend und verliert schon ab $40^\circ C$ Sauerstoff.

Aus Mischungen mit PbO entsteht die schon seit dem Altertum bekannte rote Mennige, Pb_3O_4 oder $2 PbO \times PbO_2$. Mennige entsteht auf einfachere Weise aus der Bleiglätte im Luftstrom bei etwa $500^\circ C$ (Abbildung 7).

Bei der Oxidation von rotem Blei(II)oxid unterhalb von $320^\circ C$ bildet sich ein Pb_2O_3 , das auch bei der Zersetzung von Bleidioxid entsteht.

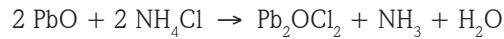
Aus den Dichten der anderen Oxide kann auch für Pb_2O_3 ein Wert interpoliert werden (Abbildung 8).

Aus dem Redox-Vorgang an Bleidioxid-Anode und Bleimetall-Kathode vollzieht sich der elektrochemische Prozess der Blei-Batterie in unseren PKWs: Bleidioxid oxidiert das Blei-Metall in 20%iger Schwefelsäure. Beim Laden des Akkus lässt sich die Rückreaktion durchführen:



Durch Erhitzen von Mennige oder Blei(II)oxid mit Ammoniumchlorid entsteht eine bekannte Malerfarbe, das „Kasseler Gelb“, das auch als Mineral in der Natur zu finden ist. Es sind basische Bleichloride der Zusammensetzung: $Pb_{n+1}O_nCl_2$.

Die Synthese lässt sich mit folgender Gleichung formal darstellen:



Bleichlorid fällt als schwerlöslicher Niederschlag aus Bleinitrat und Chlorid-Lösungen aus. Konzentrierte Salzsäure vermag einen Teil des Niederschlages als $H_2[PbCl_4]$ zu lösen. Durch Einleiten von Chlor entsteht das Hexachloroplumbat(IV), $H_2[PbCl_6]$, das als schwerlösliches Ammonium- oder Kaliumsalz isolierbar ist.

Die Dichten der Bleihalogenide zeigen in Relation zu ihren Molekulargewichten keine durchgehende Linearität. Bleibromid und Bleiodid folgen nicht dem geradlinigen Trend vom Metall zum Blei(II)chlorid (Abbildung 9).

Das Bleiacetat kannten schon die Alchimisten in Alexandria [5]. Es wurde besonders durch den süßen Geschmack auch zur Weinsüßung und in Speisen ver-

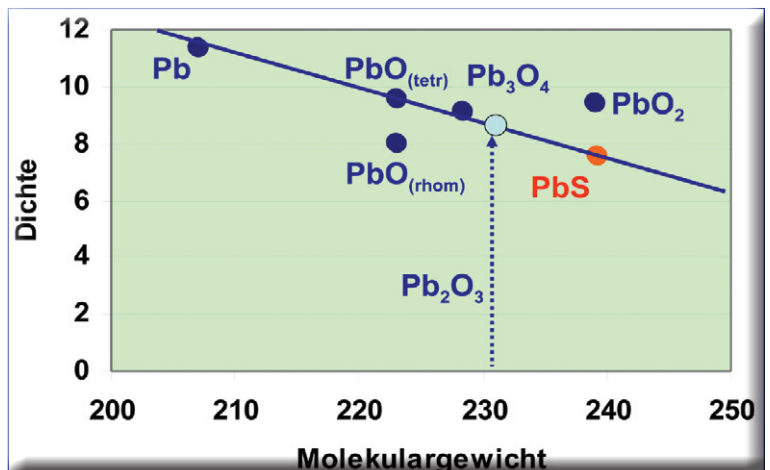
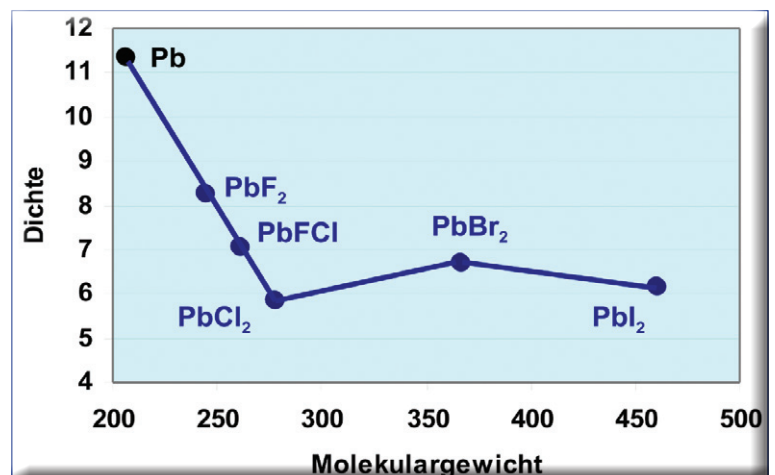


Abbildung 8: Dichten der Bleioxide in Relation zum Molekulargewichten

Abbildung 9: Dichte der Blei(II)-Halogenide in Relation zum Molekulargewicht.



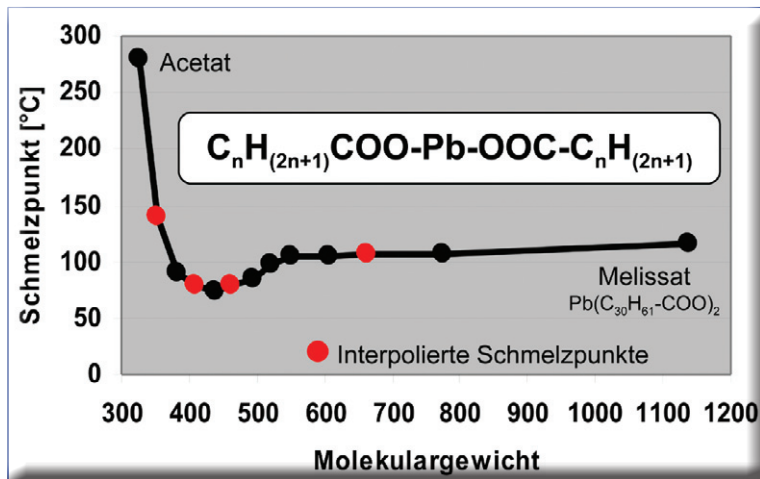


Abbildung 10: Harmonischer Kurvenverlauf der Schmelzpunkte mit dem Molekulargewicht der Bleisalze von gesättigten n-Alkylcarbonsäuren.

arbeitet. Die schleichende Giftwirkung dieses „Bleizuckers“ war allerdings auch schon sehr früh bekannt.

Bemerkenswert ist die leichte Brennbarkeit von organischen Materialien, wie Papier, Holz, Leder oder Kleidung, nachdem sie in eine Bleiacetatlösung getaucht und getrocknet wurden. Vermutlich spielt reduziertes pyrophores Blei dabei eine Rolle [5].

Interessant ist der Verlauf der Schmelzpunkte bei den Bleisalzen der langkettigeren n-Alkylcarbonsäuren: Sie fallen vom Acetat bis zum Caproat, $\text{Pb}(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-COO})_2$, mit 74°C relativ steil ab, um sich dann kurz oberhalb von 100°C einzupendeln (Abbildung 10).

Das Bleicaproat lässt sich als „Ionische Flüssigkeit“ auffassen, mit der eine Reihe von Umsetzungen zu diversen Bleiverbindungen möglich ist. Die Daten, einschließlich der geschätzten Werte, sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

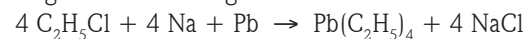
Zu den metallorganischen Verbindungen zählt das früher in Weltjahrestonnagen von 500 000 t hergestellte, sehr giftige Bleitetraethyl, $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. Um frü-

Name	Formel	M	Smp. [°C]
Acetat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	325,28	280
Propyonat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO})_2$	353,38	140
Butyrat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_2\text{H}_4\text{-COO})_2$	381,39	90
Valeriat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_3\text{H}_6\text{-COO})_2$	409,49	80
Caproat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_4\text{H}_8\text{-COO})_2$	437,50	74
Heptoat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_5\text{H}_{10}\text{-COO})_2$	465,55	80
Octoat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_{12}\text{-COO})_2$	493,60	84
Nonat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_7\text{H}_{14}\text{-COO})_2$	521,65	97
Caprat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_8\text{H}_{16}\text{-COO})_2$	549,71	104
Laurat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_{10}\text{H}_{20}\text{-COO})_2$	605,82	105
Myristat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_{12}\text{H}_{24}\text{-COO})_2$	661,93	106
Stearat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_{16}\text{H}_{32}\text{-COO})_2$	774,15	107
Melissat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{-C}_{29}\text{H}_{58}\text{-COO})_2$	1138,83	116

Tabelle 3: Bleisalze der n-Alkylcarbonsäuren.

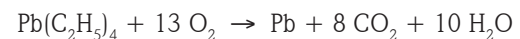
her eine Oktanzahl von über 94 in Superkraftstoffen zu erreichen, waren Bleitetraethyl-Zusätze von 8,5 g/l notwendig [6].

Die Herstellung erfolgt in Autoklaven bei 80°C über Chlorethan und Natrium(80)-Bleilegierungen nach der folgenden Gleichung:



Die sich im Motor bildenden Radikale, wie z.B. Ethylradikale, $\text{C}_2\text{H}_5\cdot$, fangen die Kraftstoff-Radikale ab und verhindern so eine vorzeitigen Explosion (= „Klopfen“) des Treibstoff-Gemisches.

Die Verbrennung des Bleitetraethyls lässt Blei und Bleioxid entstehen:



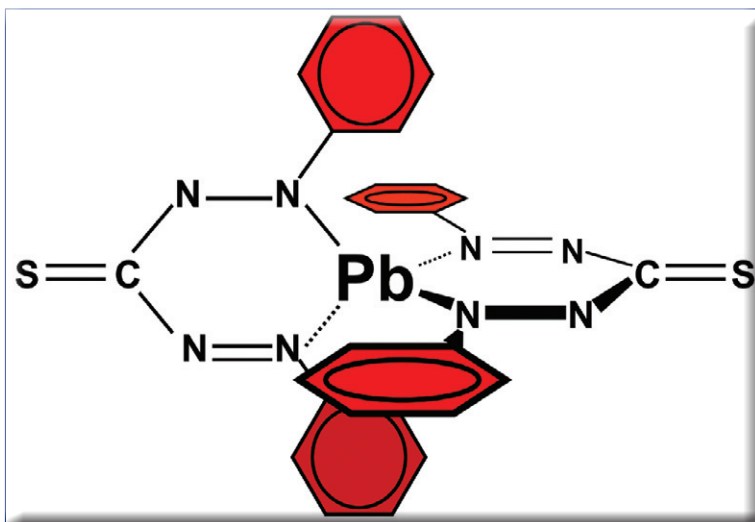
Damit sich diese Stoffe nicht im Motor ablagern, war dem Benzin 1,2-Dibromethan oder 1,2-Dichlorethan beigemischt.

Toxizität des Bleis

Blei ist giftig und umweltgefährlich. Die Risiko-Sätze aus dem Gefahrstoffrecht lauten: 20/22-33-50/53-61-62, was soviel heißt wie

- gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken
- Gefahr kumulativer Wirkung
- sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- kann das Kind im Mutterleib schädigen
- kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.

Abbildung 11: Kaminroter Blei(II)-dithizon-Komplex.



Blei wird langfristig im Knochengewebe gespeichert. Dort lagern ca. 90 % des im Körper befindlichen Bleis. Die biologische Halbwertszeit von Blei im Knochengewebe beträgt etwa zehn Jahre. Beruflich nicht exponierte Menschen im Alter von 50 Jahren wiesen nach Untersuchungen in den siebziger Jahren Bleiwerte von 80 bis 200 mg auf [7].

Für luftgetragene bleihaltige Stäube gelten für die Industrie strenge Langzeit-Grenzwerte. Leider sind sie nicht einheitlich: so liegen die Luft-Grenzwerte in Bulgarien und Russland bei 0,0007 mg/m³ in 24 Stunden, in Deutschland bei 0,004 mg/m³. Die EG fordert einen Jahres-Langzeitwert von 0,002 mg Blei/m³. Die Grenzwertliste (TRGS 900) aus dem Jahr 2000 schrieb für Blei und seinen anorganischen Verbindungen, außer Arsenat und Chromat(VI) einen 8-Stunden-Arbeitsschutz-Grenzwert von 0,1 mg/m³ vor. Er befindet sich derzeit in Überarbeitung.

Trinkwasser darf nur 0,004 mg Blei/l enthalten, und für Kulturböden setzt die Klärschlamm-Verordnung ein Limit von 100 mg Blei/kg luftgetrocknenen Boden.

Aus Kanada liegen Berichte vor, die von einer immensen Vergiftung der Seevögel durch Bleischrot und Anglerblei berichten. Allein dort verlieren Angler jährlich ca. 500 t an Bleigewichten, und Bleivergiftungen stehen auch an erster Stelle unter den Todesursachen von kanadischen Seevögeln.

Gewölleuntersuchungen zeigten, dass bis zu 75% der Gewölle Schrotkugeln enthielten.

An belasteten Gewässern in den USA wurden bis zu 100 Schrotkörner auf den Quadratmeter Gewässergrund nachgewiesen. Drei Millionen Vögel sollen allein in den USA jährlich den Bleivergiftungen zum Opfer fallen.

Blei-Analysen

Neben den physikalischen Analysenmethoden, wie Atomabsorption, Induced Coupled Plasma (ICP) und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie, die heute fast ausschließlich für Bleianalysen im Einsatz sind, haben sich jedoch stellenweise auch rein chemische quantitative Methoden erhalten.

Gravimetrisch kann Blei als Sulfid bestimmt werden, indem es aus nicht zu stark saurer Lösung niedergeschlagen wird. Auch als Chromat(VI) oder Iodid können quantitative Fällungen vorgenommen werden. Ebenfalls schwerlösliche Verbindungen sind das Bleichloridfluorid, PbClF, sowie das Sulfat, Molybdat und das Oxalat, wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist.

Die komplexometrische Titration mit Ethylendiamintetraacetat (EDTA) ist für quantitative Analysen ebenfalls noch im Einsatz. Auf diese Weise lassen sich auch Bleivergiftungen behandeln, indem das Blei im Körper komplexchemisch fest gebunden ist und somit seine Giftwirkung nicht mehr entfalten kann.

Für die Analyse von Bleispuren haben sich Sammler, wie Aluminium-, Eisen- und Manganhydroxid bzw. -oxidhydrate bewährt. Zur photometrischen

Bestimmung steht eine Reihe von Komplexbildnern zur Verfügung, von denen die farbigen Koordinationsverbindungen des Diethyldithiocarbamats, [(C₂H₅)₂N-CS-S]₂Pb und des Dithizons [C₆H₅-N=N-CS-NH-NH-C₆H₅]₂Pb (Abbildung 11) am bekanntesten sind [8].

Anwendungen

Wie andere Buntmetalle unterlag auch das Blei in den ersten Jahren des angefangenen Jahrhunderts erheblichen Preisschwankungen (Abbildung 12). Die weitgehende Ächtung und Substitution dieses Metalls führte jedoch wieder zu einem Einpendeln der Notierungen auf das frühere Niveau um 1.000 €/t (Mai 2009).

Der Metallpreis spiegelt die bleireichen Erzkvorkommen, die relativ leichte Metallaufarbeitung und den nachlassenden Bedarf wieder.

Der Buch- und Zeitungsdruck benötigte bis in die 80iger Jahre des letzten Jahrhunderts große Mengen an Bleilegerungen (Abbildung 13).



Abbildung 12: Preisentwicklung des Bleis.

Abbildung 13: Alter Lettern-Satz für den Buch- und Zeitungsdruck.





Abbildung 14: Verbleite Kraftstoffe.

Alleine in den USA waren noch 1970 jährlich 250 000 t Blei für die verbleiten Kraftstoffe im Einsatz [9]. Da die eingesetzten Bleitetramethyl- und -ethyl-Verbindungen noch zehnfach giftiger als die anorganischen Bleisalze sind, aber auch die Autoabgaskatalysator-Technik kein Blei verträgt, lief der Einsatz verbleiten Benzins weltweit gegen Ende des letzten Jahrhunderts auf fast Null (Abbildung 14).

Große Mengen an Blei gingen früher in die Bleikammern der Schwefelsäure-Herstellung. Auch die Radiochemie benötigt zur Abschirmung der radioaktiven Gamma-Strahlen große Mengen an Blei (Abbildung 15). Wasserrohrleitungen aus Blei wurden immer häufiger durch PVC-, Stahl- und Kupferrohre ausgetauscht, und auch die Weichlote werden mehr und mehr durch bleifreie Legierungen ersetzt.

Ganze Bleidächer, wie sie noch in Casanovas Memoiren bei der Flucht über die Bleidächer von Venedig zitiert werden, sind auch an öffentlichen Gebäuden und Kirchen selten geworden. Selbst die Metallkragen um die Schornsteine bestehen noch in seltenen Fällen aus dem weichen Blei (Abbildung 16).

Schließlich soll noch die beispielhafte Reihe der Bleisubstitutionen durch den Ersatz in Kompensati-



Abbildung 15: Blei-Abschirmung bei Arbeiten mit radioaktivem Material.

onsgewichten an Automobil-Radfelgen durch Stahl- und Zinkgewichte erwähnt werden, wie sie für PKWs seit 2008 vorgeschrieben sind. LKWs erhalten weiterhin Bleigewichte beim Auswuchten der Räder (Abbildung 17).

Die ca. 100 000 Gerätesporttaucher in Deutschland verwenden für ihre Bleigurte zumindest schon häufig kunststoffummantelte Gewichte oder Schrotsäckchen. In diesem Bereich lagern über 1000 t Blei in unserem Land. Wolfram (Dichte 19,3 statt 11,3) für diese Anwendungen einzusetzen, scheiterte bisher an den gestiegenen Metallpreisen.

Blei und seine Verbindungen finden noch in folgenden Tätigkeiten ihren Einsatz:

- Verhüttung und Raffination
- Dekorfarbenauftrag auf Emaille, Glas oder Keramik
- Weichlöten mit bleihaltigen Bleilegierungen
- Bleiguss (Formteile, Bleigewichte, Munition) und Herstellen von Bleiverbindungen
- Bleiglas-Herstellung (ca. 20% Blei)
- Streichen und Spritzen von Bleifarben
- Herstellen von Bleibatterien und Akkumulatoren
- Bleiverglasungen
- Bleihaltige Explosivstoffe.

Abbildung 16: Blei-Dächer oder Schornsteinkragen aus Blei.





Abbildung 17:
Auswuchtblei von
Autorädern, neue
und alte.

Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Blei und seinen Verbindungen

Bei all den Einsätzen bleihaltiger Materialien sowie deren Bearbeitung und Entsorgung besteht das Risiko einer Inkorporation von Blei. Die Technische Regel für Gefahrstoffe Nr. 505 (TRGS 505) vom Februar 2007 beschreibt die Schutzmaßnahmen bei verschiedenen industriellen und handwerklichen Arbeitstätigkeiten, wenn ein Einsatz des Bleis und seiner Verbindungen nicht durch Ersatz von weniger gefährlichen Stoffen oder Gemischen möglich ist.

Untersuchungen zeigten, dass zwischen dem Arbeitsgrenzwert von 0,1 mg Blei/m³ Luft und dem Biologischen Bleiwerten im Blut kein enger Zusammenhang besteht, da die Bleiaufnahme individuell sehr unterschiedlich geschieht.

Als technische Maßnahmen an der Staub- oder Dampfquelle werden Einhausungen, Absaugungen, Staubsauger, Zulufttechnik sowie Abfall- und Staubsammlung vorgeschlagen.

Zu den organisatorischen Maßnahmen zählt die Optimierung der Arbeitshygiene durch Reinigen der Böden, Maschinen und Wannen, durch Nasshalten des Fußbodens sowie durch Bereitstellung ausreichenden Reinigungsmaterials.

Für die persönlichen Schutzmaßnahmen der Beschäftigten schlägt die TRGS 505 folgendes vor:

- Tragen von belüftetem Helm und Maske,
- Atemschutzfilter überprüfen und ordnungsgemäß bereithalten,
- geeignete Arbeitshandschuhe und Schürze tragen,
- Zustand der Arbeitskleidung überprüfen,
- Möglichst keine persönlichen Gegenstände am Arbeitsplatz aufstellen.

Dabei ist der Hand-Mund-Kontakt zu vermeiden und für ausreichende Reinigung der Schuhe und Kleidung zu sorgen.

Der TRGS 505 ist auch ein entsprechendes Muster einer Betriebsanweisung nach Gefahrstoffverordnung zu entnehmen (Abbildung 18). **CLB**

Literatur

- [1] Heitzmann, U., „Die Kulturgeschichte des Bleis und seiner Verbindungen“, CLB 6, 241-245, (1997)
- [2] Heitzmann, U., „Blei von der Antike bis in die Neuzeit: Die schrittweise Erkennung der Giftigkeit“, CLB 8, 299-307, (2006)

- [3] www.wikipedia/wiki/Blei
- [4] <http://www.markt-daten.de/charts/rohstoffe/blei.htm>
- [5] Hoffmann, U. und W. Rüdorff, „Anorganische Chemie“, Vieweg-Verl. (1969) „Blei“
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/tetraethylblei> und <http://motorlexikon.de: „Antiklopfmittel“>
- [7] Merian, E. (Hrsg.), „Metalle in der Umwelt“, Verlag Chemie, Weinheim (1984)
- [8] Fries, J. und H. Getrost, „Organic Reagents for Trace Analysis“, Merck, Darmstadt (1977)
- [9] Housecroft, C. E. und A. G. Sharpe, „Inorganic Chemistry“, 3. Ed., Pearson Educ. Lt, (2008) 380

Abbildung 18: Muster-Betriebsanweisung für Blei und seinen anorganischen Verbindungen nach § 14 der Gefahrstoffverordnung (aus TRGS 505 „Blei“).

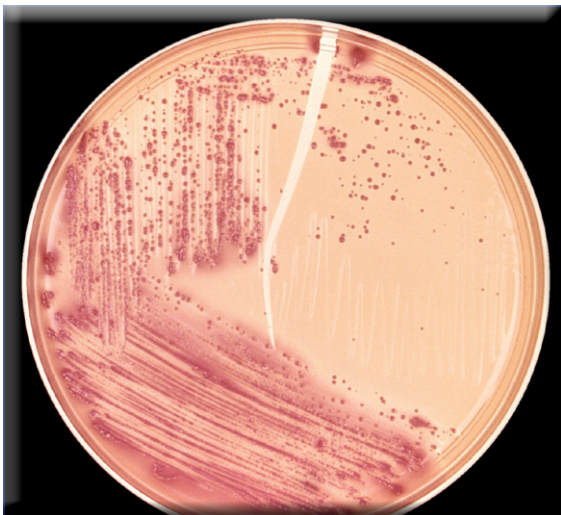
Muster-BETRIEBSANWEISUNG		TRGS 505 Seite - 18 -
Nummer: Datum: Bearbeiter/in: Verantwortlich: Arbeitsbereich: Arbeitsplatz/Tätigkeit:		
Gefahrstoffbezeichnung		
Blei und seine anorganischen Verbindungen		
Produkt: Bleihaltige Stäube Form: staubförmig Geruch: Ohne		
Gefahren für Mensch und Umwelt		
Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen. Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken. Gefahr kumulativer Wirkung (langer Verbleib im Körper).		
Schutzmassnahmen und Verhaltensregeln		
Unnötige Verstaubung unbedingt vermeiden, nur nass oder mit vorgesehenen Staubsaugern reinigen. Maskentragpflicht in allen gekennzeichneten Bereichen. Arbeitskleidung muss vor Verlassen des Werksgeländes abgelegt werden.		
Es besteht Rauchverbot.		
Essen, Trinken sowie das Aufbewahren von Nahrungsmitteln am Arbeitsplatz ist verboten. Vor Nahrungsaufnahme in den Pausenräumen ist verschmutzte Kleidung abzulegen. Hände gründlich waschen. Stark verschmutzte Arbeitskleidung wechseln.		
Verhalten im Gefahrfall (Notrufnummer ...)		
Bei Verstaubung Atemschutzmaske (mindestens P2) tragen. Beim Auftreten von Bleirauchen ist ein Kombinationsfilter (mindestens B1-P2) erforderlich.		
Erste Hilfe und Vorsorge		
Bei Unwohlsein oder Beschwerden Betriebsarzt aufsuchen.		
Sachgerechte Entsorgung		
Bleihaltige Rückstände verbleiben grundsätzlich im Produktionsprozess. Nicht vermeidbare bleihaltige Abfälle werden einer externen stofflichen Verwertung zugeführt. Bleihaltige Rückstände und Abfälle dürfen nur in den dafür vorgesehenen Behältern gesammelt werden.		

Dreidimensionale Zellkulturen im Aufwind

Noch herrscht allerdings eine Grundlagenorientierung vor

Die Abläufe chemischer und biochemischer Reaktionen werden auch von den geometrischen Bedingungen des Raums bestimmt, in dem sie stattfinden. Je nach dem Verhältnis von Oberfläche zu Volumen eines Reaktors ändern sich Mischungsprozesse, thermische Vorgänge, Einflüsse der Wände auf die Reaktionen etc. Nicht ohne Grund will man mit Mikroreaktionstechniken durch Numbering-up Probleme bei der Produktionssteigerung vermeiden, die bei einem Scale-up erst noch gelöst werden müssten. Daher ist es auch verständlich, dass dreidimensional aufgebaute Zellkulturen in ihren biochemischen Abläufen andere Eigenschaften haben können als die bislang vorwiegend zweidimensional angelegten Zellkulturen – andere Eigenschaften, die denen lebender Systeme noch näher kommen. Von daher gibt es etliche Entwicklungen hin zu dreidimensionalen Zellkulturen.

Die (Bakterien-)Welt ist bisher in Kultur eine Scheibe: hier eine Kultur von *Escherichia coli* auf MacConkey-Agar. Das ist ein Selektivnährboden zur Isolierung von gramnegativen Bakterien wie Salmonellen, Shigellen und coliformen Bakterien (Abb.: US-Department of Health and Human Services).



Geschichte der Zellkulturen

Seit den Anfängen der naturwissenschaftlichen Forschung gab es Bestrebungen, Zellen und Gewebe auch außerhalb eines Organismus am Leben zu erhalten, um sie so nähergehend untersuchen zu können. Dem deutschen Anatom Wilhelm Roux gelang es erstmals 1885, embryonale Hühnerzellen für mehrere Tage in einer Salzlösung am Leben zu erhalten und so das grundlegende Prinzip zu demonstrieren. Im Jahr 1913 zeigte der französische Chirurg und Nobelpreisträger Alexis Carrel, dass Zellen auch länger in Zellkultur wachsen können, solange man sie füttert und aseptisch hält.

In den Jahren 1951/1952 wurde erstmals eine unsterbliche menschliche Zelllinie aus einem Cervixkarzinom etabliert, welche später unter dem Namen HeLa bekannt wurde, nach dem Namen der Patientin, Henrietta Lacks. In den folgenden Jahrzehnten wurden insbesondere Nährmedien, Wachstumsfaktoren und Bedingungen weiterentwickelt und neue Zelllinien etabliert.

Die meisten Zellen besitzen eine eingeschränkte Lebensdauer, mit Ausnahme von einigen von Tumoren abstammenden Zellen. Nach einer bestimmten Anzahl von Verdopplungen gehen diese Zellen in die Seneszenz und teilen sich nicht mehr. Etablierte oder unsterbliche Zelllinien haben die Fähigkeit erlangt, sich unendlich zu teilen, entweder durch zufällige Mutation (in Tumorzellen), oder durch gezielte Veränderung (beispielsweise durch die künstliche Expression des Telomerase-Gens).

Man unterscheidet auch adhärenz (auf Oberflächen) wachsende Zellen, beispielsweise Fibroblasten, Endothelzellen,

Knorpelzellen, und Suspensionszellen, die frei im Nährmedium schwimmend wachsen, wie zum Beispiel Lymphozyten. Die Kulturbedingungen unterscheiden sich stark zwischen den einzelnen kultivierten Zelllinien. Die verschiedenen Zelltypen bevorzugen dabei unterschiedliche Nährmedien, die spezifisch zusammengestellt werden, beispielsweise der pH, der Anteil an Aminosäuren oder Nährstoffen. In der Regel wachsen Säugerzellen bei 37 Grad Celsius mit einer Atmosphäre von fünf Prozent Kohlendioxid in speziellen Inkubatoren. Je nach Teilungsrate und Dichte der Zellen werden die Zellverbände alle paar Tage gelöst und auf neue Gefäße verteilt (splitting).

Anwendungen

Zellkulturen finden besonders in Forschung und Entwicklung breite Anwendung. Der Stoffwechsel, die Teilung und viele weitere zelluläre Prozesse können so in der Grundlagenforschung untersucht werden. Weiterhin werden kultivierte Zellen als Testsysteme eingesetzt, beispielsweise bei der Untersuchung der Wirkung von Substanzen auf die Signaltransduktion und Toxizität der Zelle. Hierbei wird auch die Anzahl von Tierversuchen drastisch reduziert.

Für die Herstellung von etlichen biotechnischen Produkten haben Zellkulturen ebenfalls hohe Bedeutung. Beispielsweise werden monoklonale Antikörper für Forschung und therapeutische Anwendung in der Medizin mittels Zellkultur hergestellt. Obwohl einfache Proteine mit weniger Aufwand auch in Bakterien produziert werden können, müssen komplexere Proteine in der Zellkultur hergestellt werden, da nur hier die passenden Glykosylierungen der Proteine

erfolgt. Ein Beispiel hierfür ist Erythropoetin (EPO). Auch viele Impfstoffe werden in der Zellkultur hergestellt.

Zweidimensionalität als Ausnahme

Die Welt ist eine Scheibe – zumindest für Zellen auf dem Boden einer Petrischale. Außer in der obersten Zellschicht etwa auf der Haut oder im Darm leben Zellen im Organismus aber in einer dreidimensionalen und flexiblen Umgebung. Sie treten auf ihrer gesamten Oberfläche in Kontakt mit Nachbarzellen und der extrazellulären Matrix (ECM), die dem Körpergewebe Festigkeit und Elastizität verleiht.

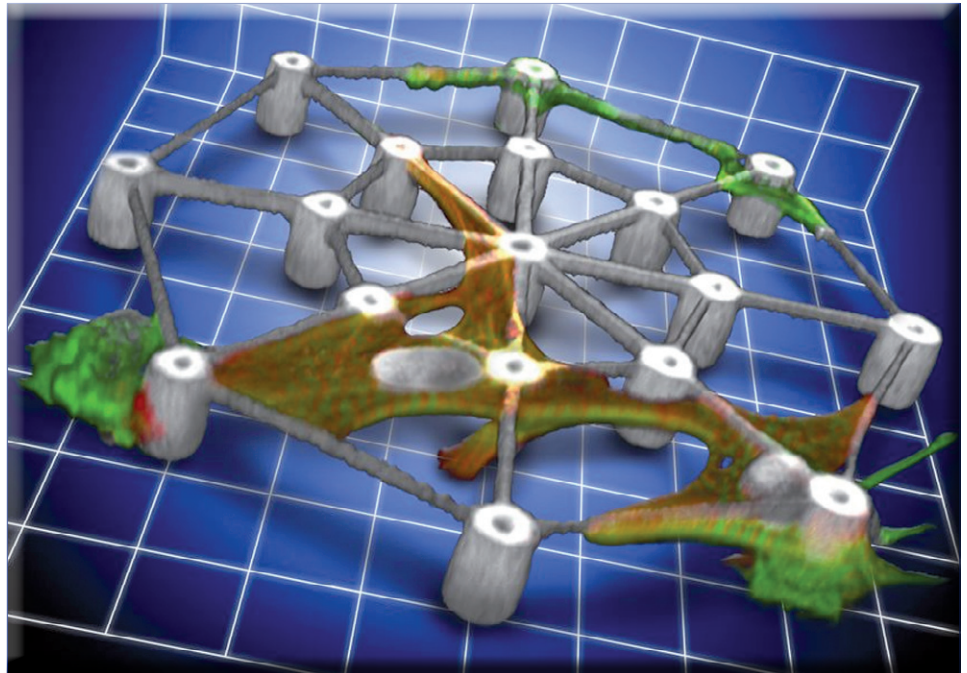
Die ECM füllt vor allem im Bindegewebe den Raum zwischen den Zellen aus. Sie ist ein Gemisch unterschiedlicher Komponenten, dessen Zusammensetzung je nach Gewebetyp variiert. Wichtige Bestandteile sind verschiedene Arten von Kollagen, das vor allem Festigkeit und Elastizität verleiht. Fibronektin, Laminin oder Vitronektin sind als Adhäsionsproteine für die Anhaftung von Zellen von Bedeutung. Moleküle wie Hyaluronsäure oder Chondroitinsulfat verleihen zum Beispiel Knorpel seine besonderen Eigenschaften.

Die Eigenschaften dieser zellulären Mikroumgebung beeinflussen die metabolischen Funktionen sowie das Wachstums- und Differenzierungsverhalten von Zellverbänden und damit die Entwicklung von Organen und ganzen Organismen in entscheidender Weise.

An den Fasern der ECM, die aus unterschiedlichen Molekülen bestehen, können Zellen fest anhaften oder sich wie in einem dreidimensionalen Klettergerüst fortbewegen. Zusammensetzung und Struktur der Matrix beeinflussen Verhalten und Entwicklung der Zellen, die wiederum die Matrix auf- oder umbauen und verformen.

Entwicklungsbeispiele

Dieses Wechselspiel untersucht Martin Bastmeyer vom DFG-Centrum für Funktionelle Nano-



Zellen (rot und grün gefärbt) haften an den nur etwa ein Tausendstel Millimeter dicken Balken der elastischen Mikrostruktur (Abb.: KIT / M. Rill).

strukturen (CFN) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Er und seine Mitarbeiter erzeugen künstlichen Strukturen aus elastischen, langen Elementen mit einem Durchmesser von weniger als einem Tausendstel Millimeter. Für ihre Herstellung nutzt die Arbeitsgruppe ein als direktes Laserschreiben (DLS) bezeichnetes Verfahren, das die Physiker Martin Wegener und Georg von Freymann am CFN entwickelt haben.

Das DLS ist ein fotolithografisches Verfahren zur Herstellung beliebiger dreidimensionaler Mikrostrukturen. Im Mikroskop wird Fotolack, der über einem computergesteuerten, piezogetriebenen Tisch in drei Ebenen bewegt wird, durch das Objektiv mit Femtosekunden-Impulsen eines stark fokussierten Laserstrahls belichtet. In dem eng umrissenen Bereich, in dem der Fotolack von dem Strahl getroffen wird, wird die Löslichkeit des Materials verändert. Je nach Art des Fotolacks werden im Entwicklungsbad die belichteten oder die unbelichteten Regionen ausgewaschen. Aufgrund der hohen optischen Auflösung können mit DLS Strukturierungen von 150 Nanometer in Objekten mit einer seitlichen Ausdehnung von maxi-

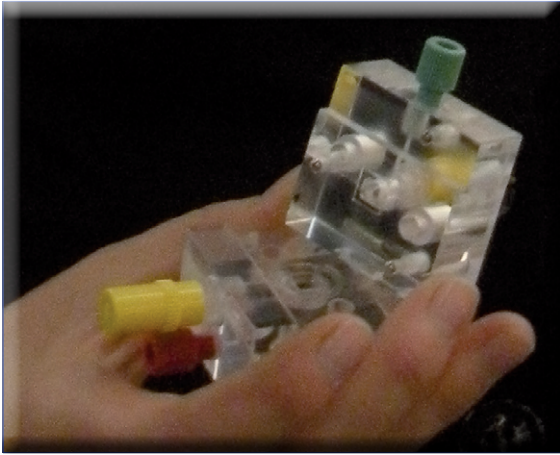
mal 0,3 mm und einer Höhe von 0,08 mm realisiert werden. Das DLS-System wird inzwischen über die Unternehmensausgründung Nanoscribe GmbH vertrieben.

Bei der CFN-Entwicklung einer 3D-Zellkulturmatrix bleiben die belichteten Bereiche stehen. Sie werden dann mit einem Protein beschichtet, an dem die Zellen anhaften können. Auf diesen Strukturen ausgesäte Herzzellen aus Hühnerembryonen beginnen nach wenigen Tagen, sich rhythmisch zusammenzuziehen und die elastischen, dünnen Balken zu verbiegen.

Starke Haftkraft

Vergleichende Messungen mit dem Rasterkraftmikroskop zeigen, dass sie dabei eine Zugkraft von 47 Nanonewton entwickeln. Das würde ausreichen, um eine Masse von etwa fünf Millionstel Gramm zu bewegen. Grob gerechnet könnte ein Würfel aus dicht gepackten Zellen mit einer Kantenlänge von fünf Zentimetern fast fünf Kilogramm anheben.

Die Berechnung beruht auf grob vereinfachenden Annahmen und kann deshalb nur einen ungefähren Näherungswert geben: Ein Würfel mit einer Kantenlänge von



Dieser Mikrobioreaktor der TU Ilmenau enthält eine 3D-Matrix für Zellkulturen (Foto: Kickuth).

fünf Zentimetern, der aus dicht gepackten, idealisierten würfelförmigen Zellen mit einer Kantenlänge von 50 Mikrometern besteht, enthält eine Milliarde Zellen. Eine Zelle entwickelt eine Kraft von 47 Milliardstel Newton. Der Zellwürfel bringt damit eine Kraft von 47 Newton auf. Auf eine Masse von 1 kg wirkt die Erdanziehung mit einer Kraft von 9,81 Newton. 47 Newton reichen demnach aus, um eine Masse von 4,79 kg anzuheben.

Weiterführende Experimente mit anderen Strukturen sollen klären, wie Zellen auf unterschiedliche mechanische Eigenschaften und räumliche Gegebenheiten ihrer Umgebung reagieren. Hierfür will man größere und komplexere Strukturen realisieren, in die Zellen wie in einen porösen Schwamm einwandern können. Die Ergebnisse könnten dabei helfen, Kulturbedingungen für die Gewebezüchtung und die Regenerative Medizin mit Stammzellen zu optimieren.

Stammzellen in 3D-Kulturen

Körperzellen, die noch nicht ausdifferenziert sind, die Stammzellen, wurden erstmals 1981 aus Blastozysten einer embryonalen Maus isoliert. Sie neigen *in vitro* dazu, spontan zu differenzieren. Dies kann durch Faktoren unterbunden werden, welche die Selbsterneuerung der Zellen fördern.

Mehrere solcher Stoffe wurden seit Ende der 1980er Jahre identifiziert. Die Forschung in diesem Feld konzentriert sich derzeit auf die Kultivierung und gezielte Ausdifferenzierung von sowohl embryonalen als auch adulten Stammzellen.

So konnten mit adulten Stammzellen gute Erfolge bei kardiovaskulären Erkrankungen erzielt und embryonale Stammzellen sogar zu funktionalen, schlagenden Herzmuskelzellen differenziert werden.

Die Kultivierung in drei Dimensionen ist gerade hier von Bedeutung, da die Differenzierung von Stammzellen in 2D-Einzelschichtkulturen nur sehr schwach ausgeprägt und zudem nicht vorhersagbar ist.

Zellkulturen im Mikroreaktor

An der TU Ilmenau hat man einen Mikrobioreaktor entworfen. Sein Herz ist eine dreidimensionale Matrix aus 169 Mikroaktivitäten. Mit dreidimensionalen Zellkulturen – beispielsweise Leberzellen – lassen sich anders als in 2D-Kulturen Diffusionsvorgänge des Organs besser nachbilden. Die Zellen können in dem 3D-Reaktor effektiv mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt werden, mit einer definierten Durchströmung. Zudem lässt sich der Reaktor parallelisieren. Zur Zeit befindet sich ein 96-Kanal-System im Aufbau, das für Mikrotiterplatten geeignet ist. Jeder Kanal kann dabei individuell beladen werden. In Ergänzung des Systems hat man in Ilmenau eine Mikropumpe und einen biokompatiblen pH-Sensor auf AlGaN/GaN-Basis entwickelt.

Dreidimensionale Zellkulturen verfügen insofern über ein besonderes Potenzial als Test- und Entwicklungssysteme für die medizinische und pharmazeutische Forschung.

Klassifikation von 3D-Kulturen

3D-Kultursysteme lassen sich grob in matrixgestützte und matrixfreie Systeme einteilen. Die Übergänge sind fließend. So kann auch in zu-

nächst matrixfreien Modellen wie den Tumorsphäroiden die Bildung einer EZM-ähnlichen Struktur induziert werden. Neben etablierten Verfahren sind vor allem Techniken interessant, die mikrostrukturierte 3D-Zellkulturen von definierter Form direkt in industriekompatiblen Laborplatten züchten. Als Matrices kommen verschiedene Materialien in Frage. Zu den am häufigsten verwendeten zählen Kollagenmatrices, Hydrogele, mikro- und nanoporöse Polymere und Nanofasern oder auch sich selbst organisierende Proteinfasern.

3D-Zellkulturmodelle

Leif Brand und Vera Grimm vom „Zukünftige Technologien Consulting“ (ZTC) der VDI Technologiezentrum GmbH haben in einer Übersicht den aktuellen Forschungsstand skizziert. Danach sind die bisher wichtigsten und am weitesten entwickelten dreidimensionalen Modelle:

3D-Tumormodelle

Multizelluläre Tumorsphäroide (MCTS) sind *in vitro* Kulturen aus Zelllinien oder tumorösen Primärzellen. Sie erfordern keine stützende Matrixstruktur und MCTS können innerhalb weniger Stunden realisiert werden. Sie kommen der *in vivo* Situation von Tumoren näher als 2D-Kulturen.

3D-Hautmodelle

Hautmodelle spielen in der Kosmetik, Pharmazie und Medizin eine bedeutende Rolle. Die Züchtung der mehrschichtigen humanen Epidermis dauert mehrere Wochen. Die Hautäquivalente werden vor allem bei der Wirksamkeits- und Verträglichkeitsprüfung von Substanzen, aber auch in der Tumorforschung und im „Tissue Engineering“ für autologe Transplantate eingesetzt.

3D-Darmmodelle

Darmmodelle aus humanen Darmfibroblasten und Epithelzellen finden bei Untersuchung von Mechanismen der Tumorentstehung sowie der Fremdstoff-

Tabelle 1: Zusammenfassender Überblick über dreidimensionale Zellkulturmodelle (Quelle: ZTC/VDI).

3D-Zellkulturen	Merkmale / Entwicklungen
Potenzielle Anwendungsmärkte	Vielversprechende Anwendungen liegen in der pharmazeutischen und chemischen Industrie, der Kosmetik- Industrie, der medizinischen Forschung und Diagnostik, der Testung von Substanzen und im Umweltmonitoring
Marktpotenzial / adressierter Markt	Schätzungen gehen von mehreren zehn Milliarden US-Dollar aus
Entwicklungsphase	Erste Produkte liegen vor (zum Beispiel Bereiche Haut, Knorpel und Leber, Zellkulturen für Forschungszwecke)
Forschungsbedarf / technische Hürden	Standards, Übertragbarkeit und Interpretierbarkeit der Ergebnisse auf die in vivo Situation, Vaskularisierung, Qualität des Zellmaterials, Stammzellenforschung, schnelle hochauflösende Detektionsverfahren, Adaption an automatisierte Laborabläufe, Biomarker, Datenanalysestrategien
Konkurrenztechnologien	3D-Kulturen stehen in Konkurrenz zu zweidimensionalen Zellkulturen, Tierversuchen und traditionellen medizinischen Verfahren
Relevante Technologietrends	Die Reduktion von Tierversuchen, eine schnellere Entwicklung von Medikamenten, die medizinische Analytik, Transplantation von autologem Gewebe, Regenerative Medizin und das Tissue Engineering sind relevante Trends

metabolisierenden Wirkungen des Magen-Darm-Traktes Verwendung. Letztere spielen bei der Bewertung von Lebensmitteln und Pharmaka sowie bei Untersuchungen von Verdauungs- und Transportvorgängen im Darmbereich eine wichtige Rolle.

3D-Lebermodelle

Lebermodelle aus primären Leberzellen werden als Sphäroide oder als dreidimensionale Strukturen in Kollagen-matrices realisiert. In „Biohybriden Leberzellreaktoren“ werden zusätzlich u. a. externe Medium-Zirkulationssysteme eingesetzt, die die Lebensdauer und Funktionszeit der Systeme erheblich ausweiten. Angewandt werden sie in Wirkstoff- und Biokompatibilitätstests, in der Tumorforschung und als extrakorporale Leberunterstützung bei akutem Leberversagen.

Deutschland gut positioniert

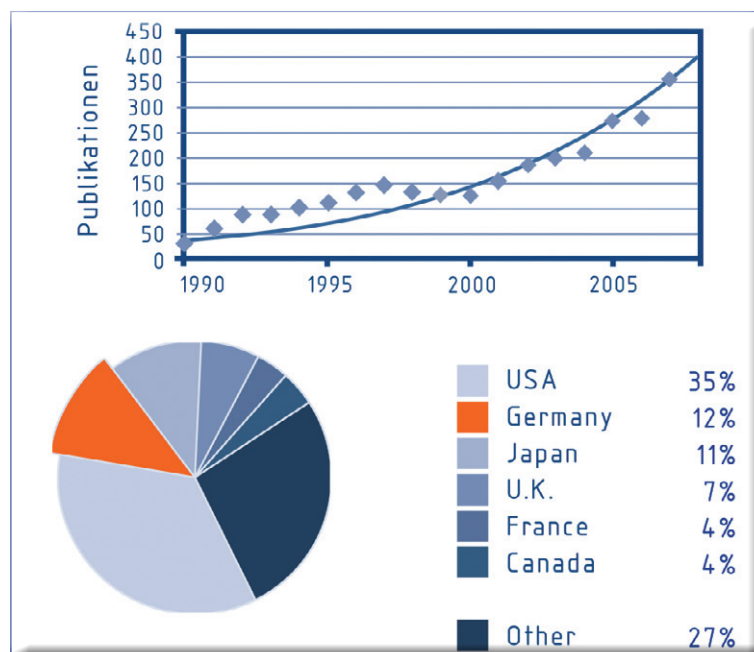
Nach Einschätzung der ZTC-Autoren Brand und Grimm sind Deutschlands Forschungseinrichtungen im internationalen Vergleich bei 3D-Zellkultursystemen gut positioniert. Wissenschaftliche Arbeitsgruppen an der TU Dresden, der Universität Leipzig oder die Fraunhofer-Institute IGB und IBMT seien international renommiert. Eine besonders gute Position nähmen die Bereiche Krebsforschung

und Hepatozytenkultivierung ein. Bei der Erforschung von 3D-Haut-, Knorpel- oder Knochen-Strukturen sei Deutschland hingegen vor allem aufgrund fehlender Kommerzialisierungsmöglichkeiten im Mittelfeld anzusiedeln.

Insgesamt sei die deutsche Forschung auf dem Gebiet der 3D-Zellkulturen grundlagenorientiert. Der

Transfer in kommerzielle Technologien sei nur schwach ausgeprägt. Die Gründe hierfür lägen vor allem in der mangelnden Standardisierung bei der Probenpräparation, den fehlenden automatisierten Prozessen sowie in der noch unzureichenden Aussagekraft hinsichtlich der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die in vivo Situation. RK

Bezüglich dreidimensionaler Zellkulturen ist ein kontinuierlicher Anstieg des Publikationsaufkommens mit einem vielversprechenden Anteil deutscher Veröffentlichungen von zwölf Prozent zu verzeichnen. Die Patentaktivität deutscher Akteure liegt dagegen mit acht Prozent auf dem dritten Platz mit großem Abstand zu den USA (41 Prozent) und Japan (25 Prozent; Quelle: ZTC/VDI).



- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SKL10-01: Einstieg in die berufliche Grundbildung Laborant/in EFZ
Datum: 11.5.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel | SKL10-15: Validierung von computergestützten Systemen
Datum: 22.11.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-02: Einführungskurs in die Gaschromatographie
Datum: 19./20.5.2010
Ort: Demolabor, Brechbühler AG, Schlieren | SKL10-16: Auswerten von Labordaten mit Grafiken
Datum: 9./10.9.2010
Ort: ZHAW, Winterthur |
| SKL10-03: Methodenentwicklung in der GC
Datum: 8./9.11.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel | SKL10-17: Chemierecherchen im freien Internet
Datum: 8.6.2010
Ort: Juventus Schule, Zürich |
| SKL10-04: Troubleshooting in der GC
Datum: 15./16.11.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel | SKL10-18: Chemierecherchen mit STN International
Datum: 16.9.2010
Ort: Juventus Schule, Zürich |
| SKL10-05: Grossvolumige Einspritztechniken in der GC
Datum: 23.11.2010
Ort: Juventus Schule, Zürich | SKL10-19: Grundlagen der Pharmakologie und Toxikologie
Datum: 1.6.2010
Ort: Juventus Schule, Zürich |
| SKL10-06: Einspritztechniken in der GC
Datum: 3./4.11.2010
Ort: Demolabor, Brechbühler AG, Schlieren | SKL10-20: Grundlagen der Molekularbiologie
Datum: 28.5.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-07: Einführungskurs in die HPLC
Datum: 24./25.8.2010
Ort: FHNW, Rosental, Basel | SKL10-21: Immunologie
Datum: 17.8.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-08: Methodenentwicklung in der HPLC
Datum: 26./27.8.2010
Ort: FHNW, Rosental, Basel | SKL10-22: Gentechnik
Datum: 17.9.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-09: Troubleshooting in der HPLC
Datum: 31.8./1.9.2010
Ort: FHNW, Rosental, Basel | SKL10-23: Zufrieden und erfolgreich im Beruf durch Selbstcoaching
Datum: 4.5.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-10: HPLC-MS in der Spurenanalytik
Datum: 13./14.10.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel | SKL10-24: Unnötigen Stress vermeiden
Datum: 17.5.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel |
| SKL10-11: IR Spektroskopie
Datum: 9./10.9.2010
Ort: Portmann Instruments AG, Biel-Benken | |
| SKL10-12: Interpretationstraining für IR-Spektren
Datum: 22.10.2010
Ort: Portmann Instruments AG, Biel-Benken | |
| SKL10-13: Spezielle Aspekte der Qualitätssicherung
Datum: 15.10.2010
Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel | |

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage:

www.sekulab.ch

Protein für Fettspeicherung identifiziert

Medikament gegen Übergewicht dennoch nicht in Sicht

Am Deutschen Institut für Ernährungsforschung (DIfE) hat man jetzt ein Eiweißmolekül identifiziert, das die Fettspeicherung fördert. Das Protein sorgt dafür, dass die von hoch spezialisierten Fettzellen aufgenommenen Lipide in Form großer Fetttropfen gespeichert werden können. Zudem wirkt es dem Fettabbau entgegen. Ein Medikament gegen Übergewicht ist zur Zeit aber nicht in Sicht.

Überschüssige Nahrungsenergie wird langfristig in Form von Körperfett gespeichert. Dies ist seit langem bekannt. Weitgehend unbekannt sind dagegen die molekularen Mechanismen, welche die Fettspeicherung regulieren. Um diese genauer zu untersuchen, nutzte das Team des DIfE um Annette Schürmann einerseits ein Zellkulturmodell und andererseits ein besonderes Mausmodell. Bei letzterem handelt es sich um Tiere, bei denen im Vergleich zu Kontrollmäusen die Forscher das Eiweißmolekül ARFRP1 spezifisch entfernten. Durch den Vergleich der physiologischen Daten der Mäuse, die in ihrem Fettgewebe kein ARFRP1-Protein produzieren, mit den Daten von Kontrolltieren konnten die Wissenschaftler Rückschlüsse auf die Funktion des Eiweißmoleküls ziehen. Ebenso lieferten zusätzliche Zellkulturexperimente ergänzende biochemische Daten.

Die Tiere ohne ARFRP1 speichern die Lipide kaum im Fettgewebe; die in den einzelnen Fettzellen eingelagerten Fetttropfen waren winzig. Zusätzliche biochemische Analysen zeigten darüber hinaus, dass ein fettabbauendes Enzym (hormone-sensitive lipase) stärker aktiviert wurde. Der Speicherdefekt des Fettgewebes hatte zur Folge, dass die Tiere bereits im Alter von nur sieben Tagen Lipide in anderen Geweben, z.B. der Leber, einlagerten – ein Vorgang, der zu

einer Insulinresistenz führen kann, einer Vorstufe des Typ-2-Diabetes.

Aufgrund der Daten gehen die Wissenschaftler davon aus, dass das identifizierte Protein gleichzeitig zwei Prozesse reguliert. Einerseits fördert es die Fusion kleiner Fettpartikel zu größeren Fetttropfen. Andererseits hemmt es den enzymatischen Fettabbau.

Man erwartet jedoch nicht, dass die Erkenntnisse in naher Zukunft dazu genutzt werden können, neue Medikamententherapien gegen krankhaftes Übergewicht zu entwickeln. Denn das identifizierte Protein spielt auch während der Embryonalentwicklung sowie in anderen Organen wie der Leber, den Nieren oder dem Gehirn eine wichtige Rolle. Würde man also beispielsweise versuchen, die Wirkung des Proteins ARFRP1 und damit auch die Fettspeicherung medikamentös zu unterdrücken, wären sicher zu starke Nebenwirkungen zu erwarten. Allerdings stellt die von der Arbeitsgruppe Schürmann entwickelte Maus ein neues Modell zur Untersuchung der Ursachen und Mechanismen der Insulinresistenz dar.

Braunes und weißes Fettgewebe

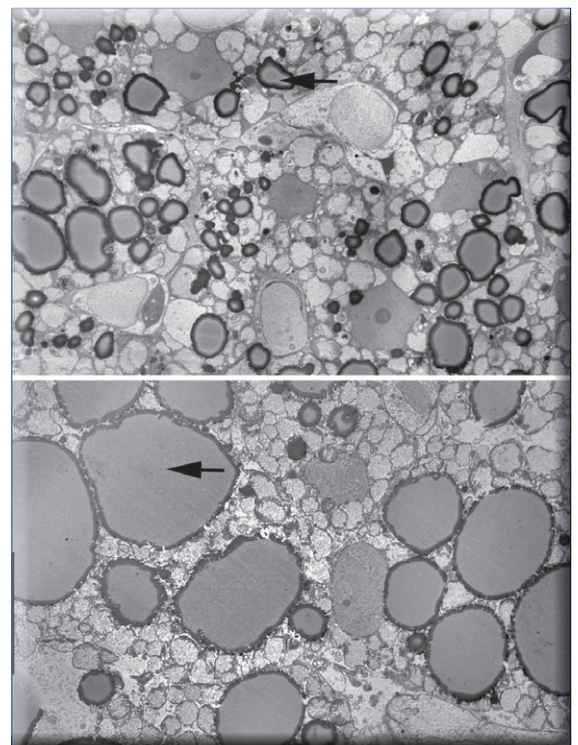
Das Fettgewebe spielt eine entscheidende Rolle bei der Regulation des Energiehaushalts des Körpers. Dabei muss man zwischen zwei Gewebetypen unterscheiden: Das „braune“ Fettgewebe trägt dazu bei, die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Das in ihm gespeicherte Fett wird direkt für die Wärmeproduktion verwendet, so dass hier größere Mengen an Energie verbraucht werden. Lange ging man davon aus, dass das braune Fettgewebe beim Menschen eher eine untergeordnete Rolle spielt und er nur im Säuglingsalter wenig davon besitzt. Neuere Studien belegen jedoch, dass auch der erwachsene Mensch über braunes Fettgewebe verfügt, wobei allerdings adipöse

Personen kein oder nur geringe Mengen dieses stoffwechselaktiven Gewebes aufweisen.

Das „weiße“ Fettgewebe erfüllt drei verschiedene Aufgaben: Es ist Speicher- und Depotfett; ein Mensch mit einer Fettreserve von 15 Kilogramm kann etwa 50 bis 60 Tage ohne Nahrung auskommen. Zudem bietet es ähnlich wie ein Airbag einen gewissen Schutz vor mechanischen Verletzungen. Schließlich dient es der Wärmedämmung, denn Fett ist ein schlechter Wärmeleiter.

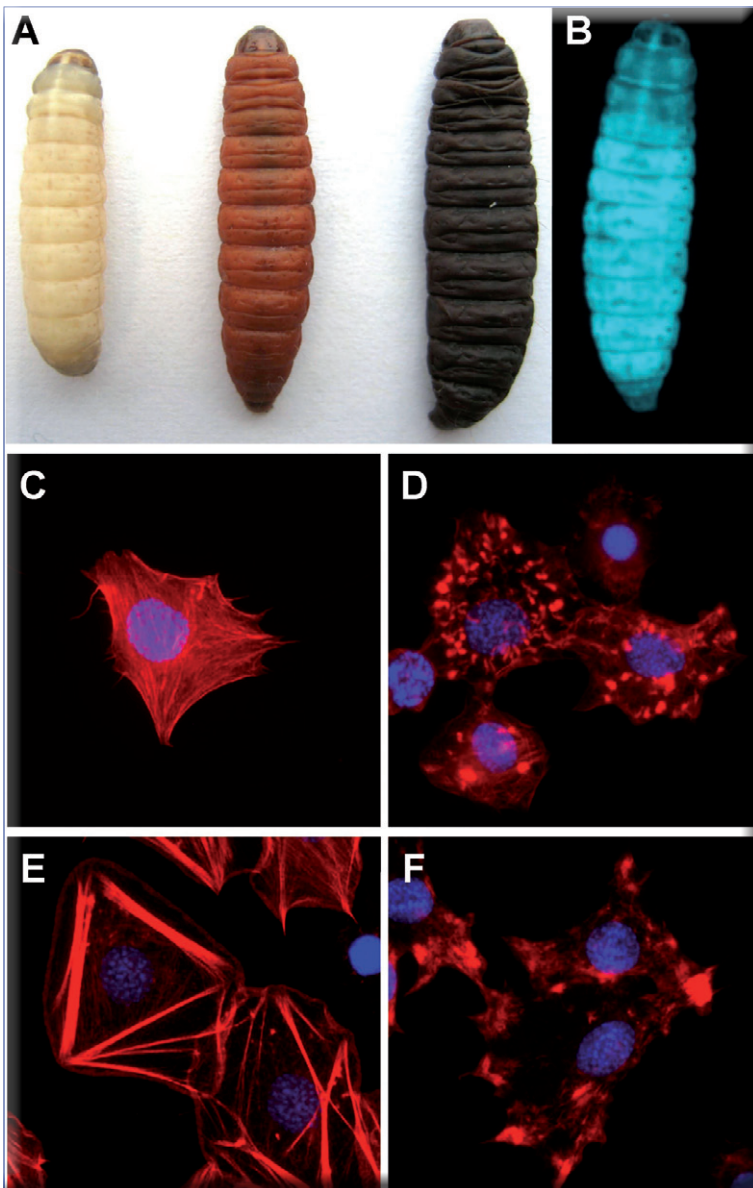
Die Fettzellen (Adipocyten) des weißen Fettgewebes sind vergleichsweise große Zellen. Die Zelle ist fast vollständig mit einem großen Fetttropfen ausgefüllt, wobei der Zellkern dicht an den Zellrand gedrückt ist. Stark vereinfacht, kann man sich die Fettzelle als einen dehnbaren Öltank vorstellen.

Elektronenmikroskopische Aufnahmen. Fetttropfen sind mit schwarzen Pfeilen markiert. Oben eine Fettzelle ohne Arfrp1, unten eine Kontrollfettzelle (Abb.: DIfE).



Wirkmechanismus insektizider Toxine entdeckt

Auch für humanpathogene Bakterien von Bedeutung



Galleria mellonella (Große Wachsmotte) infiziert mit *Photorhabdus luminescens*. (A) Larven der Großen Wachsmotte nach Infektion mit *P. luminescens*, Links, nicht-infiziert; Mitte, nach 24 Stunden; rechts, nach 48 Stunden. (B) Biolumineszenz von *P. luminescens*. Nach der Infektion der Insektenlarven beginnt *P. luminescens* zu leuchten. (C-F) Wirkung der *P. luminescens* Toxine auf isolierte primäre Blutzellen (Hämozyten) von *Galleria mellonella*. Kontrollzellen (C), mit TccC3 (D), TccC5 (E) und TccC3 + TccC5 (F) behandelt. Die beiden Toxine zerstören das Zytoskelett von Zielzellen (Abb.: Uni Freiburg).

In Freiburg hat man jetzt einen neuen Wirkmechanismus insektizider Toxine aus *Photorhabdus luminescens* entdeckt. Das ist ein Keim, der symbiotisch mit Nematoden lebt.

Die winzigen Würmer dringen durch natürliche Öffnungen in Insektenlarven ein, wo sie die

Wirkmechanismus für diese Toxine beschrieben worden.

Die Freiburger Forscher um Klaus Aktories und Gundula Schmidt untersuchten zusammen mit Forschern der Firma Dow AgroSciences (USA) und Hans Georg Mannherz (Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie in Dortmund) die

Bakterien gewissermaßen wieder „herauswürgen“. Bakterielle Toxine, die von den Licht-aussendenden Keimen produziert werden, töten die Insektenlarven (siehe Abbildung) und schaffen dadurch ein großes Nahrungsreservoir für die Vermehrung von Nematoden und Bakterien. Deshalb werden die Würmer mit ihren Bakterien als biogene Insektizide eingesetzt.

Photorhabdus luminescens produziert verschiedene Toxine, die große Toxin-Komplexe (Tc-Proteine) bilden. Der biologisch aktive Komplex besteht dabei aus den drei Komponenten TcA, TcB und TcC. Bis heute ist weder eine enzymatische Aktivität noch ein Wirkungs-

Wirkungen der Toxine auf Insekten- und Säugetierzellen. Dabei konnte gezeigt werden, dass die biologische Aktivität in den TcC-Komponenten TccC3 und TccC5 lokalisiert ist. Die beiden Toxinkomponenten sind Enzyme, die essentielle Abwehrfunktionen von Immunzellen wie zum Beispiel die Aufnahme und Abtötung von Bakterien hemmen. Die Toxine wirken dabei auf zwei unterschiedlichen Wegen auf die Zielzellen der Insektenlarven. TccC3 modifiziert direkt das Zytoskelettprotein Aktin an der Aminosäure Threonin-148 durch Anhängen von ADP-Ribose. Hierdurch wird ein Regulator des Aktins (Thymosin-beta4) verdrängt und es resultiert eine stark vermehrte Polymerisation des Zytoskelettproteins. Das zweite Toxin, TccC5, verändert Rho-Proteine, die Schalterproteine für die Regulation des Aktinzytoskeletts sind. Diese Regulatoren werden in der Zelle an- und wieder ausgeschaltet. TccC5 modifiziert den Schalter an der Aminosäure Glutamin-63 ebenfalls durch Anhängen von ADP-Ribose. Dadurch wird das Ausschalten blockiert. Das permanent aktive Rho-Protein fördert wiederum die Polymerisation von Aktin. Beide Toxine zusammen führen zu einer starken Aggregation und Clusterbildung des Aktinzytoskeletts, die mit der normalen zellulären Funktion oder Immunabwehr unvereinbar ist. Damit die Toxine TccC3 und TccC5 in die Insektenzellen gelangen können, wird TcA gebraucht, das Poren in Wirtszellen bildet durch die wahrscheinlich die Toxine ins Zellinnere geschleust werden.

Tc-Proteine wurden auch in humanpathogenen Bakterien wie zum Beispiel *Yersinia pseudotuberculosis* und *Yersinia pestis* identifiziert. Daher ist die Aufklärung des molekularen Mechanismus der prototypischen Tc-Proteine von großer Bedeutung für das Verständnis anderer Tc-Proteine aus Insektiziden und humanpathogenen Bakterien.

Abbaubare Knochenschrauben Aus Polymilchsäure und Hydroxylapatit

Bei Operationen verwendete Schrauben sind oft aus Titan. Häufig müssen Ärzte diese Metallteile nach einer Weile entfernen oder durch neue ersetzen. Ein neuartiges Biomaterial kann diesen Schritt vermeiden: Es fördert den Aufbau von Knochen und ist zugleich abbaubar.

Fußballer, Skifahrer, Tennisspieler – viele Sportler fürchten den Kreuzbandriss. Sind die Bänder im Knie lädiert, kommt der Patient meist um eine Operation nicht herum, denn nur so kann man die Stabilität des Gelenks wiederherstellen. Bei der OP ersetzt der Arzt das gerissene Band durch ein Sehnenstück aus dem Bein und fixiert es mit einer Interferenzschraube am Knochen. Das Problem: Die Schrauben sind aus Titan. Nach einer gewissen Zeit muss der Arzt erneut operieren und das Material entfernen.

Forscher am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen wollen Kreuzbandgeschädigten und anderen Knochenpatienten diesen Schritt ersparen. Deshalb haben sie eine Schraube entwickelt, die der Körper gut verträgt und die sich mit der Zeit abbaut. Man hat die Biomaterialien so verändert, dass sich daraus mit einem speziellen Spritzgussverfahren robuste bioaktive und resorbierbare Schrauben formen lassen. Je nach Zusammensetzung bauen sie sich innerhalb von 24 Monaten ab.

In der Medizintechnik nutzt man schon abbaubare Schrauben aus Polymilchsäure. Ihr Nachteil: Durch den Abbau können sie Löcher im Knochen hinterlassen. Daher haben die Forscher das Material verbessert: Sie entwickelten ein spritzgießfähiges Komposit aus Polymilchsäure und Hydroxylapatit, einer Keramik, die Hauptbestandteil des Knochenminerals ist. Dieses Komposit besitzt einen

höheren Hydroxylapatit-Anteil und fördert das Einwachsen des Knochens in das Implantat.

Die Ingenieure haben aus den Biomaterialien ein Granulat entwickelt, das man mit herkömmlichen Spritzgussverfahren präzise verarbeiten kann. So entfällt die bisher notwendige Nachbearbeitung, wie etwa das Fräsen. Man kann die komplexe Geometrie direkt abformen. Das Ergebnis ist eine robuste Schraube. Die Eigenschaften dieses Prototypen sind sehr nah an der des Knochens: Mehr als 130 Newton pro Quadratmillimeter entspricht deren Druckfestigkeit – ein echter Knochen hält zwischen 130 bis 180 aus. Das Spritzgussverfahren hat zudem einen positiven Nebeneffekt. Für gewöhnlich muss das Pulverspritzgussbauteil nach dem Abformen bei sehr hohen Temperaturen von bis zu 1400 Grad Celsius verdichtet werden. Die IFAM-Forscher benötigen hingegen für ihre Kompositmaterialien nur 140 Grad.

Chirurgen benutzen Interferenzschrauben zum Befestigen von Kreuzbändern im Knie. Von links: gefertigt aus Polymilchsäure, Hydroxylapatit und medizinischem Edelstahl (Foto: Fraunhofer IFAM).



Proteine, Gene und Hormone

- In einem Enzymkomplex, der eine wichtige Rolle bei der Qualitätskontrolle von Proteinen spielt, entdeckten Forscher des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch eine Schaltzentrale, die dafür sorgt, dass unterschiedliche, fehlerhaft produzierte Proteine identifiziert und entsorgt werden. Der **Enzymkomplex HRD-Ubiquitin-Ligase fungiert als eine Art Stempelmaschine**: Erkennt er ein Protein als schadhaft, versieht er das Protein mit einem molekularen Stempel, dem Protein Ubiquitin, und gibt es zur Entsorgung frei.

- **Neuprogrammierung von T-Helfer-Zellen**: Wissenschaftler konnten jetzt zeigen, dass Immunsignale, die bei einer Virusinfektion ausgelöst werden, bereits auf Parasitenabwehr geprägte Th2-Zellen in die auf Virusabwehr spezialisierte Form „umprogrammieren“ können. Und mehr noch: Die „neuen“ Zellen („Th2+1“-Zellen) behalten ihre ursprünglichen Eigenschaften teilweise bei, so dass sie sowohl für Parasiten- als auch für Virusabwehr geeignete Genregulatoren herstellen. Offenbar werden die Zellen also nicht einfach nur umgewandelt, sondern „lernen dazu“. Die so entstehende neue Mischform ist kein kurzer Übergangszustand, sondern auch noch Monate nach Abklingen der Virusinfektion im „Gedächtnis“ des Immunsystems nachweisbar.

- Als **biologischer Schädlingsbekämpfer ist die Nasonia-Wespe** noch nicht perfekt. Das könnte sich in Zukunft gentechnisch ändern lassen, denn jetzt ist das gesamte Genom von Nasonia in einem internationalen Forschungsprojekt entschlüsselt worden.

- Man hat nun am Mausmodell aufgedeckt, dass die **süchtig machende Wirkung der Benzodiazepine** von GABA(A)-Rezeptoren mit der Untereinheit alpha1 abhängig ist. Mäuse, deren Untereinheit alpha1 aufgrund einer Mutation keine Benzodiazepine an sich binden konnte, verloren weder die Kontrolle über ihr Belohnungssystem im Hirn, noch legten sie ein suchtgeprägtes Verhalten an den Tag. Weil die angstlösende Wirkung der Benzodiazepine hauptsächlich von einer anderen Untereinheit alpha2 des GABA(A)-Rezeptors vermittelt wird, ist die Entwicklung von angstlösenden, aber nicht süchtig machenden Wirkstoffen prinzipiell möglich.

- Eine internationale Initiative von Wissenschaftlern hat das **Genom von Brachypodium distachyon entschlüsselt**. Durch seine nahe Verwandtschaft zu den wichtigsten Nahrungs- und Futtergräsern ist die Pflanze wissenschaftlich von großem Wert.

- Das **Genom von Dinoroseobacter shibae** ist nun von einem interdisziplinären Forschungsverbund entschlüsselt worden. Das Bakterium Dinoroseobacter shibae lebt in Symbiose mit einzelligen Algen und bewegt sich gewissermaßen per Anhalter durchs Meer. Das Bakterium enthält die komplette Enzymausstattung zur Photosynthese, verschiedene Möglichkeiten zum Überleben in Abwesenheit von Sauerstoff, ein ausgefeiltes bakterielles Immunsystem zur Abwehr von Infektionen durch Phagen, fünf Plasmide und Gene für spezielle Signalstoffe.

Impfstoffe: Synthetisches Molekül als hochwirksames Adjuvant

**Zu CLB 11/2006, 424-425:
Adjuvantien für Impfstoffe
der jüngsten Generation
sowie CLB 06/2008, 227-232:
Bioabbaubare Polymer-
Mikrosphäre in Impfstoffen
verbessert die Immunantwort**

Forscher der Abteilung „Vakzinologie und Angewandte Mikrobiologie“ am Braunschweiger Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) haben jetzt eine neue Verbindung entdeckt, die Impfstoffe wesentlich verbessern könnte. Das künstlich hergestellte

Molekül heißt c-di-IMP und könnte in Zukunft noch mehr sein als ein potenter Wirkstoffverstärker. Die Wissenschaftler versprechen sich von c-di-IMP ganz neue Ansätze für neue Impfstrategien.

Dieses Molekül liefert nach Aussagen der Forscher eine starke Immunantwort und ist wesentlich wirksamer als bekannte Adjuvantien. Um die Wirkung zu erforschen, impften sie Mäuse mit einem harmlosen

Eiweiß, das als Fremdstoff auch eine Immunreaktion auslöst. Die Immunreaktion wie bei einer Impfung gegen ein Virus oder Bakterium ab. Dabei erhielten einige Tiere den Impfstoff mit Verstärker, andere ohne den Zusatz. Nach 42 Tagen untersuchte man die Immunantwort der Mäuse auf das fremde Eiweiß. Bei den Tieren, die den verstärkten Impfstoff erhielten, war eine starke Immunantwort zu sehen. Zusätzlich ließen sich wichtige Moleküle nachweisen, die den Erfolg der Impfung zeigten. Bislang konnten die Wissenschaftler die Wirkung nur in Mäusen nachweisen. Man will jedoch mit dem Molekül bereits vorhandene Impfungen wie gegen Influenza oder Hepatitis verbessern. Vielleicht ließen sich auch neue Impfstoffe entwickeln, die mit den bisherigen schwächeren Adjuvantien noch keine ausreichende Impfantwort erzeugen.

Reaktor Osiris überbrückt Mangel an medizinischen Radioisotopen

**Zu CLB 05/2009, 190-193:
Roundtable-Gespräch zur Ver-
sorgung mit Radiopharmaka**

In der medizinischen Diagnostik, zum Beispiel bei Szintigraphien, werden Radioisotope verwendet, die weltweit nur in drei Haupt-

reaktoren hergestellt werden. Da zwei von ihnen in den nächsten Monaten außer Betrieb sind, wird die Produktion des Dritten, des Forschungsreaktors Osiris angepasst. Dieser Forschungsreaktor vom CEA in Saclay (südlich von Paris) dient hauptsächlich der Erforschung von Materialien und Brennstoffen für aktuelle und zukünftige Kernkraftwerke.

Seit dem 18. Februar 2010 ist der Reaktor in Petten (Niederlande) für sechs Monate außer Betrieb. Hinzu kommt, dass der Reaktor NRU (Kanada) wegen Reparaturmaßnahmen seit Mai letzten Jahres abgeschaltet ist. Beide Reaktoren haben zusammen fast 70 % der bei Szintigraphien angewandten Radioisotope hergestellt. Der Reaktor Osiris deckt bislang nur 5 % der weltweiten Nachfrage nach Technetium 99m ab. Weltweit führt man etwa 70 000 Szintigraphien

täglich durch. Alle anderen Reaktoren sind bereits seit mehreren Jahrzehnten in Betrieb und somit überaltert, abgesehen von einem neuen „kleineren“ Reaktor in Australien. In Frankreich wird derzeit der Nachfolger von Osiris, der Reaktor Jules-Horowitz, mit einem Budget von 300 Millionen Euro in Cadarache (Süd-Frankreich) gebaut.

Da ein Mangel an Radioisotopen für Szintigraphien ab März in den europäischen Krankenhäusern absehbar ist, wurde das CEA von der Vereinigung der europäischen Hersteller nuklearmedizinischer Produkte (AIPES) um Unterstützung gebeten. In Abstimmung mit seinen Aufsichtsbehörden und seinen europäischen Partnern, insbesondere dem SCKO-CEN (Belgien), hat das CEA einen neuen Produktionsplan für den Reaktor Osiris für 2010 erstellt. So soll Osiris etwa 10% der weltweiten Nachfrage abdecken, und so die Zeit eines starken Mangels an Radioisotopen in Europa auf 3 bis 4 Wochen verkürzen.

Passive Terahertz-Sicherheitskamera für Kontrollen im Vorbeigehen

**Zu CLB 02/2004, 56-60:
Science und Fiktion
mit Terahertz-Licht**

Die momentan eingesetzten Millimeterwellen-Scanner („Nackt-Scanner“) sind zu unempfindlich, um die Eigenstrahlung des Menschen aufzunehmen und

daher auf eine Kontrastverstärkung durch künstliche Mikrowellen angewiesen. Allen aktiven Systemen ist gemeinsam, dass durch die künstliche Beleuchtung Körperdetails hervorgehoben werden. Dadurch entsteht der oft kritisierte Eindruck der Nacktheit im Bild. Die neuerdings praktizierte Verfremdung der Bilder am PC versucht dieses Dilemma zu umgehen, es bleibt allerdings die offene Frage nach dem Verbleib der Rohdaten. Jetzt gibt es eine

passiv arbeitende Terahertz-Kamera, entwickelt am Institut für Photonische Technologien in Jena. Sie erfasst lediglich ein Bild ohne Körperdetails analog dem Wärmebild einer Infrarotkamera. Durch die hohe Empfindlichkeit dieser Kamera können Personen in einem Abstand von einigen Metern abgebildet werden, während herkömmliche Geräte darauf angewiesen sind, die Kontrolle aus nächster Nähe z.B. in einer geschlossenen Kabine durchzuführen. Damit kann in Zukunft die Sicherheitskontrolle für die Untersuchten deutlich angenehmer – quasi im Vorbeigehen erledigt werden. Die IPHT-Kamera empfängt Licht mit einer Wellenlänge von etwa 0,9 mm. Dies entspricht einer Frequenz von 0,35 THz.

Einführung in die Chemie – vom Elementaren zu anspruchsvoller Learnware

Morris Hein, Scott Pattison, Susan Arena, Leo R. Best: *Introduction to General, Organic, and Biochemistry*; 1184 Seiten; Verlag John Wiley & Sons, 9. Aufl. 2008; ISBN 978-0-470-12925-8; 165,00 Euro.

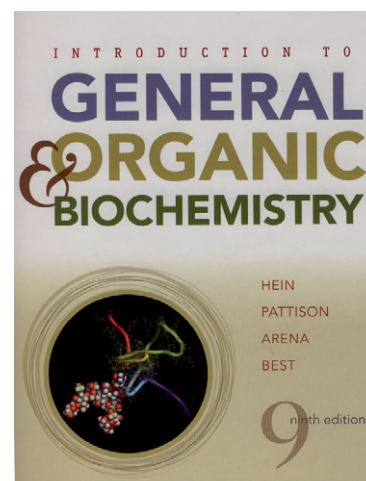
Das vorliegende Lehrbuch erschließt Studienanfänger unterschiedlicher Fachrichtungen die grossen Bereiche der Chemie: Allgemeine und Anorganische Chemie, Organische Chemie sowie Biochemie in einem mit einer Vielzahl an Fotografien und farbigen Abbildungen ausgestatteten Band. Die insgesamt 35 Kapitel umfassen nach einer Einführung in die Chemie (Kap.1 bis 4) den Atom-Aufbau, das Periodensystem der Elemente und Chemische Bindungen (Kap. 5, 10 und 11) sowie die Benennung anorganischer Verbindungen, die quantitative Zusammensetzung von Verbindungen und Chemische Gleichungen (Kap.6 bis 9). Es folgen Kapitel über den gasförmigen Zustand der Materie (12), die Eigenschaften von Flüssigkeiten (13), Lösungen (14), Säuren, Basen und Salze (15), Chemische Gleichgewichte (16), Oxidation/Reduktion (17) und Kernchemie (18).

An das einführende Kapitel zur Organischen Chemie (19), mit dem Schwerpunkt gesättigte Kohlenwasserstoffe, schließen sich Kapitel über ungesättigte Kohlenwasserstoffe (20), über Polymere (21), wichtige Klassen organischer Verbindungen (Kap.22 bis 25) und Stereoisomerie (26) an. Die grundlegenden Lehrinhalte zur Biochemie sind Gegenstand der Kapitel Kohlenhydrate (27), Lipide (28), Aminosäuren, Polypeptide und Protei-

ne (29), Enzyme (30) sowie Nucleinsäuren (31). Zur Biochemie gehören ferner die Kapitel Ernährung (32; einschl. Vitamine), Bioenergetik (33), Kohlenhydrat-Stoffwechsel (34; einschl. Hormone) und Stoffwechsel von Lipiden und Proteinen.

Die Kapitel enthalten eine außergewöhnlich große Anzahl an Fragen und Übungen unterschiedlicher Komplexität. Lösungswege und Berechnungen sind ausführlich beschrieben (problem-solving-approach). Antworten findet man in den Kapiteln selbst oder in Anhang VI und VII (62 Seiten). Die umfassende Bedeutung der Chemie wird durch Beispiele „Chemistry in Action“ veranschaulicht. Die wichtigsten Begriffe und Erkenntnisse sind nicht nur am Ende jedes Kapitels sondern auch blockweise für mehrere Kapitel (Putting It Together) sowie im Glossar (15 Seiten) zusammengestellt. Darüber hinaus eröffnet die Student Companion Site www.wiley.com/college/hein den Zugang zu „Interactive Learningware“ sowie zu „Online Quizzes“. Begrüßenswert wäre es, wenn diese Einführung in die Chemie und Biochemie (zudem Englisch als Fachsprache als „Student Version“ erhältlich wäre.

Dr. Dieter Holzner



Ein empfehlenswerter Zugang zur Organischen Chemie

Bernhard Schrader, Paul Rademacher: *Kurzes Lehrbuch der Organischen Chemie*, 386 Seiten; Verlag Walter de Gruyter Berlin, 3. Aufl. 2009; ISBN 978-3-11-020360-8; 36,95 Euro.

Diese vollständig überarbeitete, zweifarbig gestaltete Neuauflage (mit 77 Abbildungen und 43 Tabellen) dient Studierenden der Chemie (im Bachelor-Studiengang oder als Lehrfach) oder aus unterschiedlichen Fachrichtungen mit Chemie als Nebenfach zur Einführung in die Organische Chemie. Das erste der insgesamt sieben Kapitel „Grundlagen der Organischen Chemie“ enthält eingangs Abschnitte über den Atom-Aufbau, über Atom- und Molekül-Orbitale, Elektronen-Konfigurationen und Typen der chemischen Bindung, an die sich gut verständliche Ausführungen über in organischen Verbindungen vorliegende funktionelle Gruppen und die Arten der Isomerie anschließen. Des weiteren werden grundlegende Begriffe zur Thermodynamik, Reaktionskinetik und zu chemischen Gleichgewichten erläutert, bevor die wichtigsten Typen organisch-chemischer Reaktionen erläutert werden. In jedem Kapitel sind Merksätze, wichtige Erkenntnisse und Definitionen durch Markierungen hervorgehoben, ebenso wie die ausführlichen Zusammenfassungen am Ende der Kapitel.

Die umfangreichsten Kapitel beschreiben die „Systematische Organische Chemie“ (Kap.2) sowie ausgewählte Lehrinhalte aus der Biochemie (Kap. 6), insbesondere wichtige Naturstoffe und Stoffwechsel-Reaktionen. Strukturelle Besonderheiten der jeweiligen Verbindungen liegen den Kapiteln „Makromolekulare Organische Stoffe“ (Kap.3) und „Organische Farbstoffe“ (Kap. 5) zugrunde. In Kapitel 4 steht die Verwendung organischer Verbindungen als Lösemittel, Weichmacher und grenzflächenaktive Substanzen im Vordergrund. Den Abschluss bildet ein eigenes Kapitel zur „Analytik Organischer Verbindungen.“

Dieses Lehrbuch zeichnet sich zudem durch sein umfangreiches Sachregister, durch die übersichtliche Gestaltung von Tabellen, Formeln und Reaktionsgleichungen (so durch Hervorhebung elektrischer Ladungen) und in der Anwendung von IUPAC-Regeln und der Schreibweise zur Benennung organischer Verbindungen aus.

Dr. Dieter Holzner



Heidelberg im Glück: ATC-Helix und Octapharma 25 Mio. Euro Trainingszentrum am EMBL – 20 Mio. Euro am Technologiezentrum

Das Europäische Labor für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg verfügt jetzt über ein mehr als 25 Millionen Euro teures Konferenz- und Ausbildungsgebäude (Advanced Training Centre ATC). Die Schweizer Biotechnologie-Gruppe Octapharma verlegt ein Tochterunternehmen von München nach Heidelberg. Am neuen Standort im Technologiepark Heidelberg wird die Octapharma Biopharmaceuticals GmbH insgesamt 20 Millionen Euro in neue Gebäude investieren.

„Mit diesem neuen Konferenzzentrum hat Heidelberg ein zentrales europäisches Podium erhalten, auf dem sich internationale Wissenschaftler aller Disziplinen und Generationen treffen, um Ideen und Know-how auszutauschen,“ sagte die

deutsche Bundesforschungsministerin Annette Schavan am 9. März anlässlich der Einweihung am EMBL. Konferenzen in dem 17000 Quadratmeter großen Gebäude sollen jährlich bis zu 6000 Wissenschaftler anlocken. Die Bundesrepublik Deutschland beteiligte sich mit 14 Millionen Euro an den Baukosten, zehn Millionen kamen von der Stiftung des SAP-Mitgründers Klaus Tschira, und eine Million stellte Baden-Württemberg zur Verfügung, ergänzt durch den Beitrag der EMBL Mitgliedstaaten. Die Struktur des Gebäudeinneren ist einer DNA-Doppelhelix nachempfunden. Die Stockwerke und Büros des runden Baus sind über zwei Aufgänge verbunden, die sich nach oben winden.

Das ATC, so EMBL-Generaldirektor Iain Mattaj, erlaube die Entwicklung neuer Aktivitäten in der Weiterbildung von internationalen Spitzenwissenschaftlern. Es bietet Raum für ein Auditorium von 450 Zuhörern und in seinen gläsernen Spiralen Ausstellungsflächen für umfangreiche Präsentationen. Es soll das europäische Äquivalent zum „Cold Spring Harbour Laboratory“ in New York werden und Europa attraktiver für die klügsten Köpfe der Welt machen. Die ebenfalls vorhandenen Büroflächen werden von rund 80 Mitarbeitern aus den Bereichen der Administration und der Wissenschaftsverwaltung genutzt.

Das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) ist ein Grundlagenforschungsinstitut, das sich über öffentliche Forschungsgelder aus 20 Mitgliedstaaten und Australien als assoziiertem Mitglied finanziert. Etwa 85 unabhängige Forschungsgruppen arbeiten am EMBL zu Themen des gesamten Spektrums der Molekularbiologie. Das Institut ist in fünf

Einheiten gegliedert: das Hauptlaboratorium in Heidelberg (900 Mitarbeiter) sowie Außenstellen in Hinxton (Europäisches Bioinformatik-Institut) (400 Mitarbeiter), Grenoble (70 Mitarbeiter), Hamburg (100 Mitarbeiter) und Monterotondo bei Rom (65 Mitarbeiter).

Octapharma kommt von der Isar an den Neckar

Mehr Biotech gibt es in Heidelberg bald auch im Bereich Unternehmensansiedlungen: Die Schweizer Biotechnologie-Gruppe Octapharma verlegt ein Tochterunternehmen von München nach Heidelberg. Am neuen Standort im Technologiepark Heidelberg wird die Octapharma Biopharmaceuticals GmbH insgesamt 20 Millionen Euro in neue Gebäude investieren. Als Grund für den Umzug gab Wolfgang Marguerre, Chairman der Octapharma Group, an: „Heidelberg konnte uns im Gegensatz zu München einen Standort anbieten, der genau unseren Vorstellungen entspricht. Die Nähe zur Universität, der Austausch mit anderen forschenden Unternehmen und Einrichtungen und nicht zuletzt die hervorragende Zusammenarbeit mit der Stadt Heidelberg haben für uns den Ausschlag gegeben.“

Octapharma Biopharmaceuticals hat sich auf die Entwicklung von human-identischen Proteinen spezialisiert, die aus humanen Zelllinien gewonnen werden. Am weitesten fortgeschritten ist ein Produkt gegen Hämophilie, eine Blutgerinnungsstörung. Ein rekombinanter Gerinnungsfaktor VIII auf Basis menschlicher Zellen befindet sich nach Angaben der Firma kurz vor der klinischen Phase II.

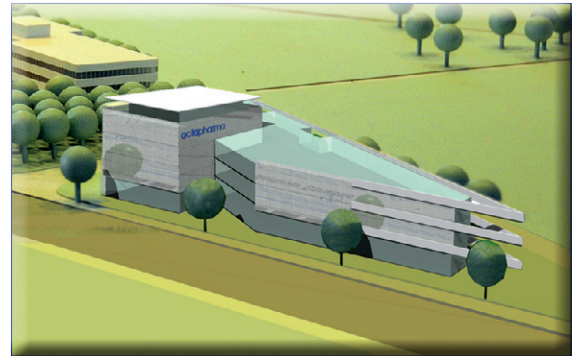
Das Unternehmen wird den gesamten vierten Bauabschnitt des Technologieparks Heidel-

Außenansicht und Innenaufnahme des neuen EMBL Advanced Training Centre in Heidelberg (Fotos: EMBL).



berg nutzen, der insgesamt 4500 Quadratmeter umfasst. In einer ersten Bauphase, die im Herbst 2011 fertiggestellt sein soll, wird Platz geschaffen für den Umzug aus München und für rund 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, wobei ein großer Teil neu rekrutiert wird. Eine zweite Bauphase wird im Jahr 2012 abgeschlossen sein und die gesamte Nutzfläche der Gebäude auf 5500 Quadratmeter erhöhen.

Heidelbergs Oberbürgermeister Eckart Würzner zeigte sich entsprechend glücklich: „Ich freue mich sehr über die Investition von Octapharma – zeigt sie doch, dass Heidelberg für Unternehmen aus Wissenschaft und Life Sciences optimale Voraussetzungen bietet. Mit den attraktiven Standortfaktoren unseres Technologieparks können wir auch im internationalen Vergleich überzeugen.“



Der Entwurf des Octapharma-Gebäudes im Heidelberger Technologiepark (Abb.: Burger Architekten und Partner).

Leben aus dem Baukasten Deutscher Ethikrat zur Synthetischen Biologie

Erschafft der Mensch bald künstliches „Leben aus dem Baukasten“, mit Konsequenzen für unser Menschenbild? Mit dieser Frage beschäftigte sich der Deutsche Ethikrat am 24. Februar durch Vorträge und Diskussionen im „Forum Bioethik“.

Aufbauend auf den Errungenschaften in DNA-Sequenzierung und -Synthese, sei es möglich, komplexe Genmodule im Labor zügig zu analysieren, zu manipulieren und von Grund auf neu zu kreieren, erklärte Bärbel Friedrich in ihrem einführenden Vortrag. Ziel der Synthetischen Biologie sei die Erschaffung nützlicher Mikroorganismen, die zum Beispiel pharmazeutische Wirkstoffe oder Biotreibstoffe zuverlässig und überschaubar herstellen. Die bestehenden Sicherheitsrisiken seien durch das Gentechnikgesetz abgedeckt; außerdem ließen sich Sicherheitsmechanismen installieren, um eine Vermehrung in freier Wildbahn zu verhindern.

Thema des anschließenden Podiumsgesprächs waren die ethischen und anthropologischen Aspekte der Synthetischen Biologie. Unter der Moderation von Ethikratsmitglied Wolf-Michael Catenhusen diskutierten der Philosoph Andreas Brenner und der Theologe Peter Dabrock mit den

Ratsmitgliedern Volker Gerhardt und Eberhard Schockenhoff darüber, ob die Synthetische Biologie mit ihrem Anspruch, völlig neuartiges Leben zu erschaffen, unser Verhältnis zum Leben selbst verändern und zu einem Verständnis des Menschen als „homo creator“ mit neuen Aspekten des Selbstverhältnisses führen könnte.

Volker Gerhardt etwa sah die Synthetische Biologie nicht allein in der Tradition der Naturwissenschaften, die nach kausal-analytischen Methoden die Natur untersucht, sondern auch in der Tradition der Philosophie, die aus dem Interesse an einer Einheit der Natur heraus diese Natur nach einem einheitlichen Verfahren untersucht. Wenngleich dies auch auf die Synthetische Biologie zutrefte, so bedeute sie einen stärkeren und tieferen Eingriff in die Selbststeuerungsprozesse des Lebens. In der Konsequenz steige die Verantwortung nicht nur des Individuums, sondern in diesem Fall besonders der Gesellschaft.

Für Eberhard Schockenhoff erreicht die Synthetische Biologie nur insofern neue Dimensionen, als Prozesse der Natur nachgestellt, d. h. in konstruktiver Absicht verwendet werden.

Der Deutsche Ethikrat wird prüfen, wie er den ethischen Diskurs zur Synthetischen Biologie weiter begleiten kann.

Trendbarometer Förderungen

- Wissenschaftler aus ganz Deutschland untersuchen nun in einer neuen Forschergruppe, wie die **Fruchtfolge bei Nutzpflanzen** wie Getreide oder Raps die Erschließung von Nährstoffen aus dem Unterboden beeinflusst. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert das Verbundprojekt mit insgesamt rund 3,2 Millionen Euro. Davon fließt etwa die Hälfte an die Uni Bonn.
- Mit 2,4 Millionen Euro fördert der Europäische Forschungsrat über vier Jahre ein Vorhaben von Christof Niehrs im Deutschen Krebsforschungszentrum. Er untersucht, wie **stillgelegte Gene** in der Zelle wieder aktiviert werden. Ist dieser Mechanismus gestört, kann dies Krebs und andere Erkrankungen auslösen.
- Thomas Elsässer vom Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie in Berlin erhält vom Europäischen Forschungsrat Mittel in Höhe von 2,49 Millionen Euro. Ziel des Forschungsprojekts ist die Aufklärung extrem schneller Prozesse, die die Eigenschaften von **Wasserstoffbrücken in molekularen Systemen** bestimmen.
- Das BMBF wird das Zentrum für Innovationskompetenz (ZIK) FunGene an der Universität Greifswald mit 12 Millionen Euro fördern. Damit stärkt der Bund die **funktionelle Genomforschung** an der Universität Greifswald in den kommenden sechs Jahren.
- Auszeichnung für den Biophysiker Rainer Hedrich von der Uni Würzburg: Der Europäische Forschungsrat hat ihm 2,5 Millionen Euro für seine Arbeit bewilligt. Mit dem Geld will Hedrich neues Wissen über **fleischfressende Pflanzen** erarbeiten.
- Um lebensfähig zu sein, braucht jede Zelle Ein- und Ausgänge, durch die sie Stoffe aufnehmen und ausscheiden kann. Dies ist Thema eines Grundlagenprojekts im Life Science Center der Universität Hohenheim. Im Detail geht es um das Verhalten des Proteins **Insertase an Zellmembranen**. Bis 2012 unterstützt die Deutsche Forschungsgemeinschaft das Projekt mit 342 000 Euro.
- Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert mit rund 700 000 Euro die Entwicklung eines umweltfreundlichen **Verfahrens zur Herstellung von Biotensiden** im Forschungszentrum Jülich.

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (= 12 Ausgaben) zum Preis von 104,00 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 13,60 Euro, Ausland: 24,40 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 104,00 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmen- und Bibliothekenabos mit Sonderpreis; siehe www.clb.de).

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

Neue Encoder für Zoom-Stereomikroskope der SZX2-Serie von Olympus ermöglichen automatische Vergrößerungserkennung

Mit den neuen Olympus SZX2 Objektivrevolver- und Zoom-Encodern wird sowohl das gerade eingesetzte Objektiv als auch der entsprechende Zoomfaktor präzise ausgelesen und direkt an die Software (cell* oder Stream) übermittelt. Die Encoder sind für die Olympus Stereomikroskope SZX10 sowie SZX16 erhältlich und sorgen dafür, dass während des Bildaufnahme-Prozesses zu jedem Bild die exakte optische Vergrößerung angezeigt und aufgezeichnet wird.

Dank der enormen Entwicklung bei Stereoptiken setzen die Zoom-Stereomikroskope SZX10 und SZX16 heute Standards bei der Dokumen-

tation, der Messung und der Partikelanalyse. Damit Messergebnisse noch genauer, zuverlässiger und rückverfolgbar werden, bietet Olympus ab sofort sowohl einen Objektivrevolver-Encoder als auch einen Zoom-Encoder an. Beide ermöglichen die Auslesung des gerade verwendeten Objektivs und des exakten Zoomfaktors sowie die direkte Übermittlung der Daten an die Bildverarbeitungssoftware.

Die Encoder sind vollständig in die Olympus Software-Familien „Stream“ und „cell*“ (cell^A – cell^P) für die Bildaufnahme und Bildanalyse in materialwissenschaftlichen beziehungsweise Life-Science-Anwendungen

integriert. Anwender, die bereits über ein SZX10 oder ein SZX16 verfügen können ihre Modelle übrigens mit den Encodern nachrüsten und somit ebenfalls von den Neuentwicklungen profitieren.

Olympus Deutschland
GmbH
20097 Hamburg
Tel 040 23773 4612
Fax 040 230817
www.olympus.de



Simultane Bestimmung von Gamma-Hydroxybutylsäure (GHB) und Gamma-Butyrolacton (GBL) in Getränken

Die Zahl der Delikte, bei denen die Opfer zunächst mittels mit psychoaktiven Substanzen versetzten Getränken betäubt und dann Opfer von sexuellen Übergriffen werden, steigt. Meist handelt es sich bei diesen Substanzen um Gamma-Hydroxybutyrat (GHB) bzw. dessen Vorläufer Gamma-Butyrolacton (GBL). Metrohm hat eine zuverlässige und einfache Methode entwickelt, mit der beide Stoffe simultan in einer einzigen Analyse bestimmt werden können.

Eine zuverlässige Methode

Der Nachweis von GHB und GBL in Getränken erfolgt mittels Ionenchromatographie und anschließender photometrischer Detektion. Im Mengenbereich von 10 bis 200 mg/L ergeben sich dabei für GHB und GBL auf Kalibrierkurven mit fünf Punkten Korrelationskoeffizienten von 0,9998 bzw. 0,9997.

Simultane Bestimmung in einer Analyse

In Experimenten, in denen sowohl alkoholische wie auch nicht-alkoholische Getränke mit GHB und GBL versetzt wurden, zeigten sich keinerlei Matrixeffekte. Die von Metrohm entwickelte Methode erlaubt es die GHB-GBL-Interkonversion zu verfolgen und zwar sowohl in Form von in-vivo oder

in-vitro Lacton-Spaltung wie auch in Form von zwischenmolekularer GHB-Veresterung. Damit erfüllt die Methode die Anforderungen der Strafverfolgungsbehörden.

Deutsche METROHM GmbH & Co. KG
Peter Krebs
In den Birken 3
70794 Filderstadt
Tel. 0711/77088-0
Fax 0711/77088-55
Internet www.metrohm.de
E-Mail info@metrohm.de





Das Online-Magazin
für Labor und Analytik

25.02.2008
Kontakt Abo Werbung Service Referenzen Profil FAQ AGB Impressum
DE EN

Suchen:

[Sitemap](#) [Profisuche](#)

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

Aktuelles und Neues

- ANALYTIK NewsFlash
- Produktneuheiten
- Labor Nachrichten
- Labor Stellenmarkt
- Labor Veranstaltungen
- Diskussionsforum
- Biete/Suche
- Webseite des Monats

Labor Branchenbuch

- Hersteller, Händler
- Laboratorien
- Sonstiges

Analytik Weblinks

- Analysetechniken
- Qualitätssicherung
- Arbeitssicherheit
- Fachliteratur
- Laborsoftware
- Sonstiges

Ihr Ansprechpartner



Dr. Torsten Beyer

Labor Partnerseiten

- LabFirms.de
- LabCrawler.com
- LaborShop.de
- Chemiker.info
- Chemie-Datenbanken

++ ANALYTIK NEWS Aktuell ++
Produktneuheiten
Stellenmarkt
Nachrichten
Veranstaltungen
Links

Das Online-Labormagazin ANALYTIK NEWS ist ein Angebot der Dr. Beyer Internet-Beratung und bietet bereits seit 1998 tagesaktuelle, unabhängige, redaktionell geprüfte Informationen aus den Bereichen Labor und Analytik.

In unseren wöchentlichen und monatlichen Email-Newslettern informieren wir mehr als 30.000 Anwender im deutschsprachigen Raum über Produktneuheiten, Nachrichten, Fachartikel, Veranstaltungen, Stellenangebote und vieles mehr.

ANALYTIK NewsFlash Extra: Februar 2008 [Archiv](#) [ANALYTIK NewsFlash abonnieren](#) [Inserieren](#)

Monatlicher Newsletter mit Meldungen, Fachartikeln, Produktneuheiten, Veranstaltungen, Linktips u.v.m.

- **Produktneuheiten:** a1 envirotech, Berghof, Gilson, LAUDA DR. R. WOBSER, Metrohm, Retsch, Sartorius
- **Fachbeiträge:** Lichtstreuung und Universelle Kalibration - Einsatzmöglichkeiten und Grenzen
Zweidimensionale kapillarelektrophoretische Methoden: Sehr geringe Matrixempfindlichkeit
- **Veranstaltungen:** Dr. Schömer | QMBalance, Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen, Sartorius;
- **Webseite des Monats:** CS-Chromatographie Service GmbH

-> ANALYTIK NewsFlash Extra lesen

Labor Produktneuheiten [alle](#) [ANALYTIK NewsFlash abonnieren](#) [RSS-Feed](#) [Laborprodukt inserieren](#)

Aktuelle Neuheiten aus Labor, Analytik und Messtechnik inklusive Laborsoftware und Qualitätskontrolle

- **MS Spezialitäten für mobile oder besonders schnelle MS-Messungen**
Das Constellation CT-1128 ist ein mobiles GC/MS System auf der Basis eines Agilent 5975 Quadrupol. Bei einer Größe von nur 39x42x66 cm (HxTxB) und einem Gewicht von nur 34 kg besitzt das System alles...
- **Sicheres Wägen toxischer, pulverförmiger Substanzen im Labor: Wägekabine SWC - denn Sicherheit geht vor**
Aktive Forschung und Entwicklung in der pharmazeutischen und chemischen Industrie erzeugen immer effektivere Medikamente und Zubereitungen. Für Forscher und Labormitarbeiter bedeutet dies jedoch eine...
- **Gilson's neue einzigartige Purification Plattform!**
Profitieren Sie von Gilson's neuer einzigartiger Purification Plattform die allen Ihren analytischen und präparativen HPLC-Anwendungen gerecht wird! Gilson's neue Detektionslösungen (171 und 172 DAD)...
- **Reduzieren Sie Ihr Probenvolumen mit CentriVap - kontrolliert heizen bis +100°C und kühlen bis -4°C**
Heizen und Kühlen in einem Gerät, das geht nur mit dem CentriVap von Labconco. Temperieren Sie Ihre Proben während des Einengens zwischen -4°C und +100°C mit individuell anpassbarem Temperaturprogramm...
- **Bis zu 20 Proben gleichzeitig zerkleinern und homogenisieren: Die neue Schwingmühle MM 400**
Die neue Schwingmühle MM 400 von RETSCH ist das ideale Gerät für die schnelle und effiziente Homogenisierung kleiner Probenmengen im Labor. Sie zerkleinert unterschiedlichste Materialien wie z.B. Tab...

-> alle Produktneuheiten -> Chromatographie -> Spektroskopie -> Probenvorbereitung

Die Adresse
für Analytik-
Literatur



WILEY-VCH

© 2000-2008 Dr. Beyer Internet-Beratung Kontakt Link vorschlagen Abo Werbung AGB Impressum

Was Sie bei uns finden

- Verschiedene E-Mail-Newsletter
- Produktneuheiten
- Stellenmarkt
- Nachrichten und Fachbeiträge
- Veranstaltungskalender
- Diskussionsforum und Pinwand
- Laborbranchenbuch „LabFirms“
- Linksammlung und Suchmaschine

ERREICHEN HALTEN

Die CLB-Rubrik für Ausbildung und Weiterbildung
in Chemie, Labortechnik, Biologie, Biotechnik und verwandte Bereiche
sowie für praxisorientierte Themen aus der Umwelt (bislang CLB Memory)

März 2010

G8-Abiturienten schlechter in Mathematik

Zumindest im Durchschnitt – Studie aus Sachsen

Sachsen-Anhalts Schülerinnen und Schüler, die das Abitur nach acht statt nach neun Jahren abgelegt haben (G8), schneiden im Fach Mathematik signifikant schlechter ab. Die deutliche Verringerung der mathematischen Kenntnisse hat möglicherweise Auswirkungen auf den weiteren Bildungsweg und Konsequenzen für den Arbeitsmarkt. Sie erscheint insbesondere im Hinblick auf die große Nachfrage nach Ingenieuren und Naturwissenschaftlern besorgniserregend. Zu diesen Ergebnissen kommt eine Studie von Wirtschaftswissenschaftlern der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU).

Die durchschnittliche Abiturientin muss im Fach Mathematik im schriftlichen Abitur einen erwarteten Punkterückgang von 8% (von 7,7 auf 7,1) hinnehmen, der Rückgang für den durchschnittlichen Abiturienten liegt sogar bei 11% (von 7,8 auf 6,9). Zudem hat die Reform einen signifikant negativen Effekt auf die Englischkenntnisse bei Schülerinnen, nicht jedoch bei Schülern; deren Kenntnisse sind im Durchschnitt aber geringer. Im Fach Deutsch können keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Jahrgängen festgestellt werden.

Die beiden Wissenschaftler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Stephan Thomsen und Bettina Büttner haben die Wirkungen der Schulzeitreform auf die Leistungen von Sachsen-Anhalts Abiturienten im schriftlichen Abitur untersucht.

Basierend auf einer Befragung von mehr als 800 Absolventen des Doppelabiturjahrgangs 2007 wurden zunächst die Einflüsse einer erhöhten Lernintensität auf das Wissen in Mathematik, Deutsch und Englisch analysiert. Weitere Untersuchungen werden folgen.

„Aus der Verschlechterung der Mathematikkenntnisse der Abiturienten ergeben sich veränderte Anforderungen an nachfolgende Bildungseinrichtungen und möglicherweise Konsequenzen für den Arbeitsmarkt“, so Büttner. „Die Verringerung der mathematischen Kenntnisse ist gerade im Hinblick auf die große Nachfrage nach Ingenieuren und Naturwissenschaftlern auf dem Arbeitsmarkt besorgniserregend.“ Zudem verdeutlicht die Studie die zentrale Bedeutung der Lernintensität für den Bildungserfolg. „Das künftige Augenmerk der Bildungspolitik sollte weniger auf die Bedeutung der Bildungsquantität sondern stärker auf das Verständnis der Faktoren gerichtet werden, die die Qualität der Bildung beeinflussen.“ Hierzu könne beispielsweise eine Überarbeitung der Lehrpläne und Rahmenrichtlinien mit einem stärkeren Blick auf den Stellenwert der Vermittlung mathematischer Kenntnisse beitragen.

In nahezu allen Bundesländern mit 13-jährigem Abitur ist die Verkürzung der Gymnasialschulzeit um ein Jahr beschlossen worden. Ein wichtiges Argument für die Reformen sind erwartete Wettbewerbsnachteile deutscher Absolventen

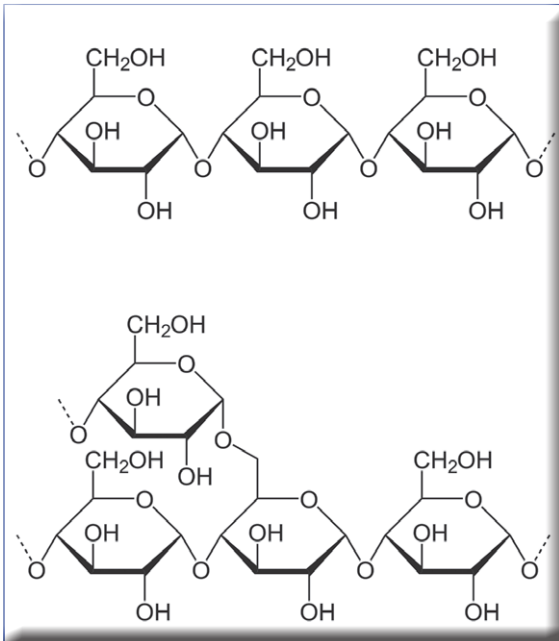
beim Eintritt in den Arbeitsmarkt aufgrund der im internationalen Vergleich zu langen Ausbildungszeiten. Sachsen-Anhalt hat die Reform als erstes Bundesland umgesetzt. Die Verkürzung wurde im Jahr 2003 begonnen und im Jahr 2007 mit dem Doppelabitur abgeschlossen.

Chemiestudium im E-Learning

Dozenten der chemischen Institute der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) möchten das naturwissenschaftliche Studium mit Familie erleichtern: So wurde bereits im vergangenen Wintersemester eine komplette Experimentalvorlesung von Prof. Siegfried Schindler und Prof. Richard Göttlich zusammen mit der am Hochschulrechenzentrum (HRZ) angesiedelten Koordinationsstelle für Multimedia (KOMM) gefilmt. So können Studierende mit Familie den Besuch der „elektronischen Vorlesung“ zeitlich flexibel gestalten. Ähnliche Maßnahmen sind für chemische Laborpraktika nicht möglich, da für Laborarbeit die persönliche Anwesenheit erforderlich ist. Hier wurde in der Vergangenheit immer nach Einzellösungen gesucht. Auch dieses Problem soll nun angegangen werden: Unterstützt durch Mittel aus dem „Ideenwettbewerb zur Frauenförderung“ der JLU werden in den kommenden zwölf Monaten Ersatzangebote zusammengestellt. Dies werden sowohl Experimente mit ungefährlichen Chemikalien wie Lebensmitteln sein, um die erforderlichen praktischen Fähigkeiten zu schulen, als auch Experimente im „elektronischen Chemielabor“. Im Fokus stehen hierbei zunächst die ausgedehnten Praktika in den ersten Semestern mit über 1000 teilnehmenden Studierenden im Jahr. Das Fachgebiet Chemie der JLU ist eine der bundesweit wenigen universitären Lehrinrichtungen mit ausgearbeiteten Angeboten im Bereich des E-Learning. Weitere geplante Maßnahmen wie elektronische Übungen und elektronische Chemie-Kurse werden zur Erweiterung dieses Angebotes beitragen.

Gentechnik versus Turbozüchtung

Amflora und Tilling-Kartoffel: nur die Stärke Amylopektin als Produkt



Oben ein Ausschnitt aus einem Amylosepolymer, unten einer aus einem Amylopektinpolymer. Letzteres hat die wirtschaftlich interessanten Eigenschaften. In der herkömmlichen Kartoffel liegen jedoch beide Stärkeformen vor, etwa im Verhältnis 20 zu 80, und müssen aufwändig getrennt werden.

Die Amflora-Kartoffel liefert hochwertige Kartoffelstärke für die Industrie (Abb.: BASF).

Ob Kartoffelgratin, Pellkartoffeln oder Pommes frites – bei der braunen Knolle denkt man vor allem daran, wie lecker sie sich zubereiten lässt. Kaum bekannt ist dagegen, dass die Kartoffel auch einen wichtigen Rohstoff für die Industrie liefert: Stärke. Speziell für solche industriellen Anwendungen hat BASF Plant Science die gentechnisch veränderte Kartoffel Amflora entwickelt, die nur eine bestimmte Stärkeart produziert.

Dadurch wird die Weiterverarbeitung der Stärke optimiert sowie Energie und Wasser eingespart. Die Europäische Kommission hat jetzt die gentechnisch auf ihre Verwendung hin optimierte Kartoffel für den kommerziellen Anbau in Europa zugelassen – nach einem über 13 Jahre währenden Zulassungsverfahren!

Im Alltag begegnet man Kartoffelstärke überall – und das nicht nur in der Küche. Beispielsweise wird sie bei der Herstellung von Garnen, Papier oder Klebstoff eingesetzt. Neben ihrer Vielseitigkeit hat Kartoffelstärke noch weitere

Vorteile. Von daher ist die wirtschaftliche Bedeutung der Kartoffelstärke nicht verwunderlich: In Deutschland wurden im Jahr 2008 rund 1,53 Millionen Tonnen (Europa: 9,4 Mio. t) Stärke produziert. Dabei stammten 42 Prozent der produzierten Stärke aus der Kartoffel. In Europa ist der Anteil der Kartoffel an der Stärkeproduktion mit 16 Prozent bzw. 1,5 Millionen Tonnen geringer.

Im Vergleich zu Stärke aus Weizen und Mais liefern Kartoffeln die höchsten Stärkeerträge pro Hektar Anbaufläche. Außerdem ist Kartoffelstärke hochwertiger als ihre Konkurrenz: Sie enthält kein Fett und besitzt eine höhere Stabilität und Viskosität.

Problem: Zwei Stärkearten

Ein Problem: Stärkemoleküle bestehen aus D-Glucose-Einheiten, die über glykosidische Bindungen miteinander verknüpft sind (siehe Abbildung links). In der herkömmlichen Kartoffel liegt die Stärke zu 20 Prozent als Amylose vor, linearen Ketten mit helikaler (Schrauben-)Struktur, die nur α -1,4-glykosidisch verknüpft sind und zu 80 Prozent aus Amylopektin, stark verzweigten Strukturen, mit α -1,6-glykosidischen und α -1,4-glykosidischen Verknüpfungen. Diese Schraubenstrukturen sind der Grund dafür, dass Stärke optisch aktiv ist (Abbildung oben rechts), und bilden auch die Grundlage für den chemischen Nachweis von Stärke (siehe Kasten rechts).

Ein Großteil der an der Stärke geschätzten Eigenschaften stammt jedoch aus dem Amylopektin, zum Beispiel die gute Klebewirkung. Die Amylose dagegen stört bei vielen technischen Anwendungen. Sie geliert und macht die gelöste Kartoffelstärke dadurch instabil – ein Nachteil, der bisher bei der Weiterverarbeitung eine aufwendige Vorbehandlung nötig machte.

Amflora
Stärke-molekül
Stärkelösung mit 100% Amylopektin

Herkömmliche Kartoffel
80% Amylopektin
20% Amylose

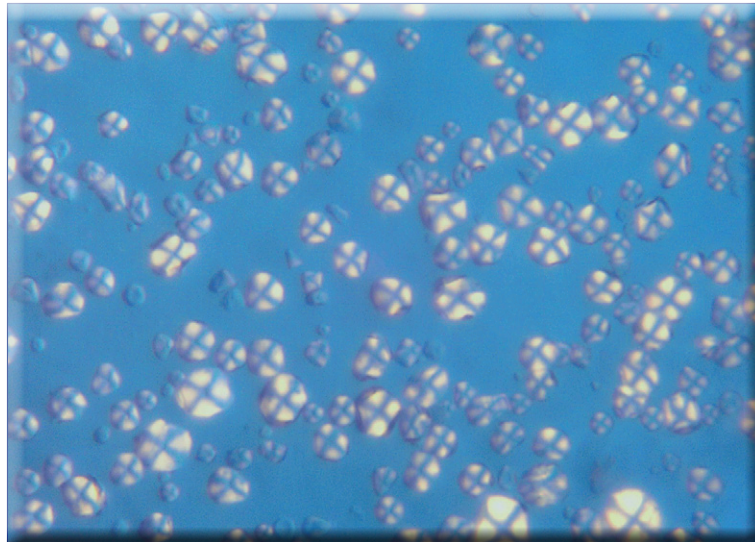
Beispiele:

- Textilindustrie
- Papierindustrie
- Klebstoffindustrie

Stärkehersteller hatten deshalb schon lange den Wunsch nach einer Kartoffel, die nur Amylopektin enthält. Forschern der BASF Plant Science ist es mit der Entwicklung von Amflora gelungen, diesen Wunsch umzusetzen. In der neuen Kartoffel wurde mit der Antisense-Strategie ein Gen abgeschaltet, das an der Bildung von Amylose beteiligt ist (siehe Kasten nächste Seite). Dadurch bilden Amflora-Kartoffeln reines Amylopektin und keine Amylose mehr. Amflora-Stärke weist eine Reihe wichtiger Vorteile für technische Anwendungen auf. Im Papierherstellungsprozess sorgt sie dafür, dass Füll- und Faserstoffe besser haften. Das spart Energie und Rohstoffe. Mit der neuen Kartoffel wird jedoch nicht nur der Verarbeitungsprozess verbessert, auch die Endprodukte profitieren von der Amflora-Stärke: Druckpapier glänzt stärker, Garn kann besser verarbeitet werden, Sprühbeton haftet besser an der Wand und Klebstoff bleibt länger flüssig.

Für die Amflora hat BASF Plant Science ein bereits bewährtes Anbausystem, das „Identity Preservation System“, angepasst. Es stellt sicher, dass sich Amflora nicht mit herkömmlichen Kartoffeln vermischt. Das Anbausystem umfasst alle Stufen, von der Lieferung der Pflanzkartoffeln an den Landwirt bis zur Verarbeitung der Ernte in der Stärkeindustrie.

„Amflora wird nicht über den Handel verkauft, sondern direkt an die Vertragslandwirte geliefert“, erklärt Dr. Thorsten Storck, Projektleiter bei BASF Plant Science. „Beim Anbau müssen Mindestabstände zu benachbarten Kartoffelfeldern eingehalten werden. Pflanz- und Erntemaschinen dürfen keine Reste anderer Kartoffeln enthalten. Nach der Ernte werden die Kartoffeln in die Stärkefabrik gebracht und dort getrennt verarbeitet. Alle Beteiligten sind vertraglich verpflichtet, das System einzuhalten. Tests in Tschechien und Deutschland haben bereits gezeigt, dass dieses Anbausystem in der Praxis sehr gut funktioniert.“



Stärkekörner bei 800-facher Vergrößerung mit Polarisationsfilter. Man sieht, dass Stärke optisch aktiv ist (Abb.: Jan Homann).

Die Kartoffelsorte Amflora ist nun in Europa zugelassen und wird ab diesem Jahr kommerziell angebaut werden. Sie ist damit die erste gentechnisch veränderte Pflanze, die seit 1998 in der EU eine solche Zulassung erhält. Darüber hinaus wurde die Zulassung der Amflora als Lebens- und Futtermittel beantragt, damit die Pülpe noch als Tierfutter genutzt werden kann. Zuvor war Amflora mehrere Jahre lang in Feldversuchen an verschiedenen Standorten in Europa getestet worden. Dabei wurden Ertrag, Inhaltsstoffe und Zusammensetzung

der Knolle genauestens untersucht und die Auswirkungen auf die Umwelt geprüft. Mit eindeutigem Ergebnis: Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) beurteilte Amflora wiederholt als genau so sicher für Mensch, Tier und Umwelt wie jede herkömmliche Kartoffelsorte.

Amflora stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Kartoffelstärkeindustrie. „Drei Viertel der weltweiten Produktion von Kartoffelstärke stammen aus Europa“, sagt Anne van Gastel, Marketingleiter BASF Plant Science.

Der Nachweis von Stärke

Normalerweise wird Stärke mithilfe von Iod in einer Iodprobe nachgewiesen. Das Nachweisreagenz ist Lugolsche Lösung, eine Iod-Kaliumiodid-Lösung mit einem Verhältnis von 1:2 von Iod zu Kaliumiodid in Wasser; der Grund für diese Zusammensetzung: Elementares Iod ist in Wasser kaum löslich. Liegen jedoch schon gelöste Iodid-Ionen vor, löst sich das Iod unter Bildung von Polyiodidionen. Daher wird Kaliumiodid zugegeben. Die Lugolsche Lösung bringt man auf eine stärkehaltige Substanz auf. Die aus Iod und Iodidionen gebildeten Polyiodidionen lagern sich im Innern der spiralförmigen Amylose an. Dadurch entsteht die charakteristische Blaufärbung. Bei Erwärmen der Lösung wird die Stärke entspiralisiert, da die Wasserstoffbrücken-Bindungen gespalten werden. Hierdurch werden die Polyiodidionen wieder freigesetzt, die Lösung erhält dann eine farblose bis gelbbraune Farbe. Unter Abkühlung kommt es zu einer Respiralisierung und einer erneuten Einlagerung der Polyiodidionen. Außerdem kann Stärke mit Hilfe eines Polarimeters nachgewiesen werden, indem die Stärke durch Kochen mit Säure gespalten, und nach Carrez I und II-Zugabe (Kaliumhexacyanoferrat(II) und Zinksulfat) filtriert wird. Am Polarimeter lässt sich dann die optische Drehung bestimmen, was einen Rückschluss auf die Stärkemenge gibt. Praktische Anwendungen findet die Iodprobe auch bei der vorgeschriebenen Markierung bestimmter Lebensmittel wie z. B. subventioniertem Butterfett. Diesen Lebensmitteln wird eine geringe Menge Stärke beigefügt. So gekennzeichnet lassen sich die betreffenden Produkte ohne aufwändige Analysemethoden mittels Iod-Kaliumiodid-Lösung nachweisen.

Produzenten seien meist landwirtschaftliche Genossenschaften, die bisher noch mit dreistelligen Beträgen aus EU-Kassen unterstützt würden. „Doch diese Subventionen werden ab 2012 wegfallen; dann wird es entscheidend sein, dass hochwertige Kartoffelstärke für industrielle Anwendungen in Europa günstig produziert werden kann.“ Und die Nachfrage nach hochreinem Amylopektin für technische Anwendungen ist vorhanden und wird bleiben: Fachleute gehen von einem Bedarf von jährlich rund 500 000 Tonnen aus, alleine in Deutschland.

Entsprechend groß ist die Nachfrage nach Amflora: Mit führenden europäischen Stärkeherstellern wurden bereits Vereinbarungen getroffen, Verhandlungen mit weiteren Unternehmen laufen. Nach der gerade erfolgten EU-weiten Anbaugenehmigung soll Amflora 2010 in Schweden, Deutschland und Tschechien angebaut und vermehrt werden.

Konkurrenz durch Züchtung

Das sieht nach einem wirtschaftlichen Erfolg aus, der wohl schon sehr viel eher hätte eintreten können. Der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e.V. (VBIO) kritisierte anlässlich der jetzt endlich erfolgten Zulassung von Amflora die Dauer des Zulassungsverfahrens. 13 Jahre seien deutlich zu lang für die Prüfung möglicher Schadwirkungen, wissenschaftlich nicht zu rechtfertigen und trügen letztlich zur Gefährdung eines ganzen Forschungs- und Anwendungszweiges bei.

Wieviel sich in 13 Jahren ändern kann zeigt nicht nur die Computertechnik. Am Fraunhofer-Institut für Molekulare und Angewandte Ökologie IME gelang zwischenzeitlich nämlich mit Hilfe einer „Turbozüchtung“ genau das, was die BASF-Wissenschaftler mit der Antisense-Strategie erreicht haben: Eine Kartoffel zu erzeugen, deren Stärke nahezu ausschließlich als

Amylopektin vorliegt. 100 Tonnen dieser Kartoffel wurden bereits im vergangenen Herbst geerntet.

Das Geheimnis der Turbo-Züchtung verbirgt sich hinter der Bezeichnung „Tilling“. Sie steht für „Targeting Induced Local Lesions In Genoms“. Der Mensch nutzt den Evolutionsprozess seit Jahrtausenden für seine Zwecke, indem er besonders ertragreiche Sorten weitervermehrt. Bei der Turbo-Züchtung wird jedoch nicht nur ein Ausleseverfahren angewandt, sondern die Rate der Mutationen erhöht, sodass viel mehr Varianten der Pflanze zur Auslese zur Verfügung stehen. Mit Hilfe geeigneter mutagener Substanzen, die also das Erbgut verändern können – was in der Natur u.a. durch Sonnenstrahlung passiert, lässt sich schnell eine große Anzahl von Mutanten gewinnen. Auch der Selektionsprozess geht heute schneller von statten. Im Labor werden die mutierten Samen zum Keimen gebracht. Sobald die ersten Blätter erscheinen, ist Erntezeit: Die Forscher nehmen eine Blattprobe, brechen die Zellstrukturen auf, isolieren das Genom und analysieren es. Innerhalb weniger Wochen lässt sich auf diese Weise herausfinden, ob eine Mutation die gewünschten Eigenschaften hat.

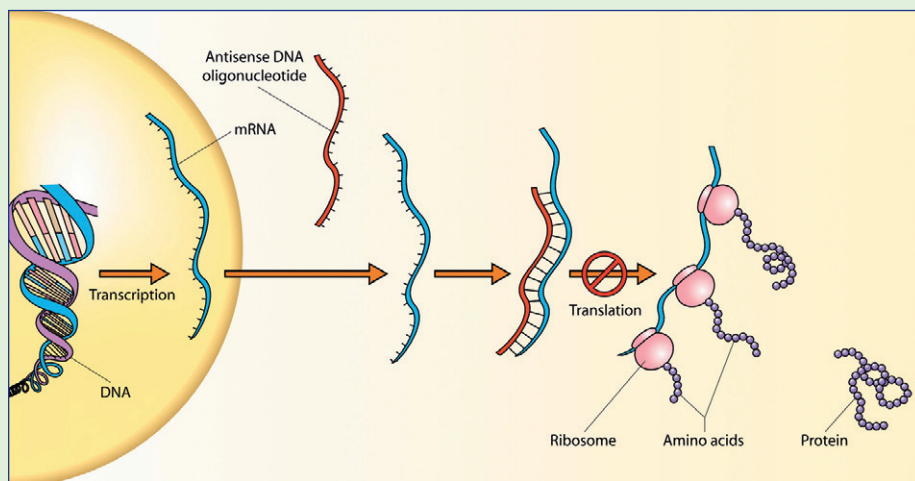
In einem durch die Fachagentur „Nachwachsende Rohstoffe“ geförderten Projekt haben die Forscher am IME in Zusammenarbeit mit den Firmen Bioplant und Emslandstärke den Super-Kartoffelkeim aufgespürt: 2748 Keimlinge mussten untersucht werden, bis derjenige identifiziert war, der ausschließlich die Stärkekomponente Amylopektin produziert. Aus diesem Keim gewannen die Experten die erste Generation von Kartoffeln, die praktisch das machen, was auch in Amflora passiert. In ihrem Erbgut sind nur die Gene aktiv, die die Bildung von Amylopektin auslösen, während die Amylose-Gene ausgeschaltet sind.

Im Unterschied zu den Amflora-Kartoffeln lassen sich die Tilling-Kartoffeln aber wie gewohnt in

Die Antisense-Strategie – eine Methode der Pflanzenbiotechnologie

Eigenschaften, Aussehen und Fähigkeiten von Pflanzen werden durch ihre Gene bestimmt. Sie sind verantwortlich für sämtliche Vorgänge in der Pflanze, so zum Beispiel Stoffwechselreaktionen, Blattform oder Krankheitsresistenzen. Eine Pflanze hat ungefähr 50 000 Gene.

In den vergangenen 30 Jahren haben Biotechnologen verschiedene Techniken und Methoden entwickelt, mit denen sich einzelne Gene abschalten, entfernen oder einbauen lassen. Eine dieser Methoden ist die Antisense-Strategie, die auch bei der Entwicklung der Amflora-Kartoffel eingesetzt wurde. Dabei wird das Gen, das für die Bildung der Amylose zuständig ist, abgeschaltet oder inaktiviert. Dies erreichen die Forscher, indem sie das entsprechende Gen kopieren und spiegelbildlich (daher der Begriff Antisense) wieder in die Erbinformation einbauen. Anschließend heftet sich die Kopie an das ursprüngliche Gen, wodurch dieses blockiert wird und keine Amylose mehr bildet. Das Ergebnis: Die Kartoffel produziert nur noch das von der Industrie benötigte Amylopektin. Die Abbildung zeigt schematisch die Translationshemmung durch Antisense-RNA (Abb.: Robinson R PLoS Biology Vol. 2, No. 1).





Links: Amflora, eine gentechnisch veränderte Kartoffel (Foto: BASF), rechts eine Kartoffel aus „Turbozüchtung“ (Tilling-Kartoffel; Foto: FhG/IME). Beiden gemeinsam: sie produzieren nur Amylopektin. Ihr Anbau unterliegt jedoch unterschiedlichen Gesetzen.

den Fertigungslinien verarbeiten. „Besondere Maßnahmen sind nicht notwendig, weil die Tilling-Kartoffeln ganz normale Züchtungen sind, die kein gentechnisch verändertes Material enthalten“, sagt Jost Muth vom IME, der an der Entwicklung der neuen Stärke-Kartoffel beteiligt war.

Das Beispiel zeigt, dass sich mit klassischer oder moderner Turbo-Züchtung viel erreichen lässt. Die Voraussetzung für jede Art der Züchtung ist jedoch, dass das Gen, das zur Ausprägung der gewünschten Eigenschaft führt, in der Pflanze vorhanden und bekannt ist – wie das Gen für die Produktion von Amylose in Kartoffeln. Wenn man fremde Gene in die Pflanze einschleusen will, um beispielsweise Tabakpflanzen dazu zu bekommen, pharmakologische Wirkstoffe zu produzieren, ist es unumgänglich und sinnvoll, gentechnische Verfahren zu benutzen.

Insofern ist auch nach Auffassung des VBIO die unterschiedliche Behandlung nicht gerechtfertigt. Wie bei Amflora ist auch in der Tilling-Kartoffel das Schlüssel-Gen für die Amylosesynthese blockiert. Obwohl beide Kartoffeln über nahezu die gleichen Eigenschaften verfügten, würden sie rechtlich völlig unterschiedlich behandelt. Während Amflora auf Grund eines langwierigen EU-Verfahrens und

des Streits unter den Mitglieds-ländern über 13 Jahre auf ihre Zulassung warten musste, könne die mutagen veränderte Kartoffel frei angebaut werden. Die europäischen Zulassungsrichtlinien für genetisch veränderte Pflanzen orientierten sich damit allein an der Art der Erzeugung einer Pflanze, nicht aber an deren Eigenschaft. Für den VBIO ist das wissenschaftlich ein unhaltbarer Ansatz. Der Verband fordert daher eine Änderung des Zulassungsverfahrens. In zukünftigen Zulassungsverfahren sollte nicht die Methode der Herstellung, sondern die Eigenschaften des gentechnisch veränderten Organismus im Mittelpunkt stehen.

Amfloras Zusatzgen

Zwar haben die Tilling-Kartoffel und Amflora hinsichtlich ihrer Stärkeproduktion vergleichbare Eigenschaften. Amflora verfügt allerdings über ein zweites, zusätzlich eingefügtes Gen, das nptII-Gen. Das nptII-Gen kodiert für ein Protein, das Resistenz gegen Antibiotika der Kanamycin-Gruppe verleiht. Die Anwesenheit dieses Gens hat vielfach zu Besorgnis geführt. Allerdings kann Amflora das Genprodukt nicht produzieren, so dass es auch nicht in die Umwelt gelangen kann.

Denkbar ist allerdings, dass das Resistenzgen beim Verrotten der

Pflanzenreste im Boden auf Bodenmikroorganismen übergeht. Umfangreiche Studien haben aber gezeigt, dass ein horizontaler Gentransfer zwischen Pflanzen und Bakterien extrem unwahrscheinlich ist, während der Gentransfer zwischen Bodenbakterien nachgewiesenermaßen auch unter natürlichen Bedingungen stattfindet. Zudem ist das nptII-Gen in der Natur ohnehin weit verbreitet.

Der Grund, dass dieses zusätzliche Gen, ein Antibiotikaresistenz-Markergen (ABR-Gen), in das Erbgut von Amflora eingebracht wurde, liegt in dem geringen Bruchteil der Zellen, die in gentechnisch veränderten Pflanzen zunächst tatsächlich das entsprechende Merkmal tragen. Um diese herauszufinden startet man einen Suchprozess: Ein meist aus Bakterien stammendes ABR-Gen wird mit dem Zielgen, das der Pflanze das gewünschte neue Merkmal verleihen soll, gekoppelt. Jede transformierte Zelle besitzt damit nicht nur das Zielgen, sondern auch das Resistenz-Gen: Im Gegensatz zu normalen Pflanzenzellen kann ihnen das jeweilige Antibiotikum nichts anhaben. Setzt man die Pflanzenzellen auf einen mit dem Antibiotikum getränkten Nährboden, sterben alle Zellen ab – bis auf jene, die das Markergen tragen. Übrig bleiben nur transformierte Zellen. RK

Management: An der Spitze sind Frauen rar

Insgesamt steigt der Frauenanteil im Management jedoch weiter an

Zu einigen überraschenden Ergebnissen kommt die Studie „Frauen in Führungspositionen“, die Hoppenstedt Firmeninformationen seit 15 Jahren durchführt. Die jüngste Auswertung der führenden deutschen Firmendatenbank mit 300 000 Unternehmen und einer Million Führungskräften zeigt, dass der Frauenanteil in der ersten und zweiten Führungsebene zwar kontinuierlich steigt. Jedoch bleibt der Anteil weiblicher Topmanager bei großen Unternehmen sehr gering und steigt langsamer als in der übrigen Wirtschaft. Nach wie vor zeigen sich bei der Betrachtung der Bundesländer und einzelner Branchen sehr starke Unterschiede.

Während der Frauenanteil im Management insgesamt (1. und 2. Führungsebene aller Unternehmen) seit 1995 kontinuierlich steigt und sich von 8,17 Prozent auf jetzt 19,56 Prozent mehr als verdoppelt hat, ist der Anteil von Frauen im Topmanagement von Großunternehmen mit mehr als 20 Millionen Euro Umsatz lediglich von 3,2 auf 5,9 Prozent gestiegen und war zwischenzeitlich sogar rückläufig.

Bei Unternehmen mit mehr als einer Milliarde Euro Umsatz liegt der Anteil sogar nur bei aktuell 3,5 Prozent – und bei Aktiengesellschaften mit Notierung in einem der DAX-Indices sogar nur bei 3,15 Prozent. Bei den DAX30-Unternehmen – gewissermaßen der 1. Liga der deutschen Wirtschaft – wurde zum Stichtag sogar nur eine einzige Frau im Topmanagement geführt. Es handelt sich um Barbara Kux, Vorstandsmitglied der Siemens AG.

Altersverteilung und Alter des Unternehmens

Der Anteil von Frauen älter als 30 Jahre im Management steigt leicht an. Nach wie vor gibt es jedoch einen starken Knick: Während der Frauenanteil bei den 20 bis 30jährigen Führungskräften immerhin schon fast 25 Prozent erreicht, sackt er bei den 30 bis 40jährigen auf knapp 17 Prozent ab und nimmt dann für jede Altersdekade weiter ab.

Auch das Alter des Unternehmens spielt für den Erfolg von Frauen im Management eine Rolle: Firmen, die bis 1900 gegründet wurden, beschäftigen nur 14,5 Prozent weibliche Führungskräfte in der 1. und 2. Ebene. Bei jün-

geren Gründungen steigt dieser Wert auf bis zu 20 Prozent.

Regionale Betrachtung

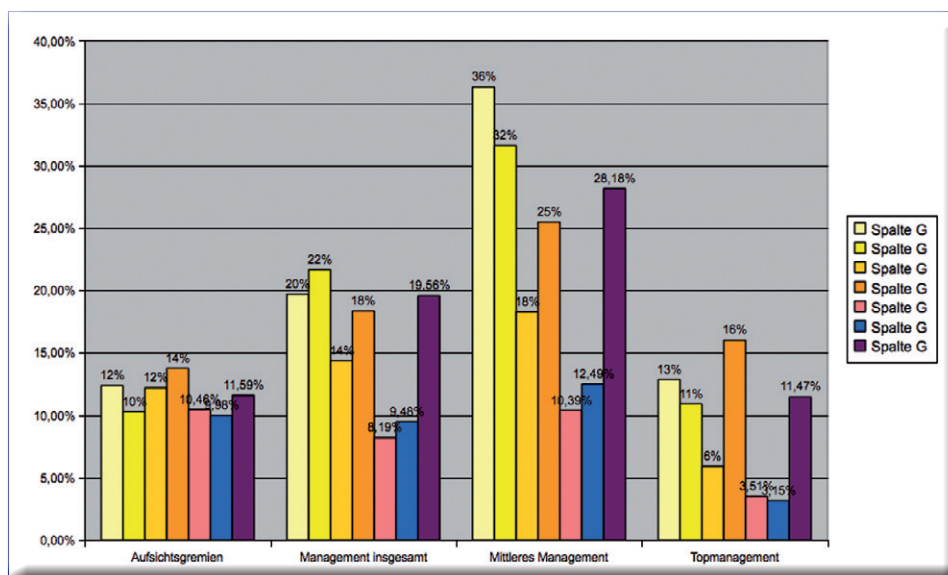
Betrachtet man den Frauenanteil nach Bundesländern ergibt sich ein deutliches Ost-/West- und ein leichtes Nord-/Süd-Gefälle: Die neuen Bundesländer und Berlin haben den signifikant höchsten Anteil an Frauen im Management, die nördlichen alten Bundesländer Niedersachsen, Hamburg und Bremen bilden zusammen mit Nordrhein-Westfalen das untere Ende der Tabelle. Für das Ost-/West-Gefälle gibt es auch strukturelle Gründe: In Ostdeutschland gibt es einen sehr großen Anteil kleiner und mittlerer Unternehmen, die wiederum generell mehr Frauen in Führungspositionen beschäftigen als Großunternehmen. Dazu kommt, dass Frauen schon zu DDR-Zeiten deutlich häufiger berufstätig waren als im Westen und damit eine andere Ausgangsbasis existiert hat.

Funktion und Branche

Frauen nehmen sehr stark Führungsaufgaben in den Bereich Personalwesen, Finanzen, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing war. Dagegen sind sie beispielsweise im technischen Bereich wie der Forschung und Entwicklung nur gering vertreten. Dies spiegelt sich in den akademischen Abschlüssen: Nur 3,7 Prozent aller Ingenieurwissenschaftler im Management sind Frauen und nur 12,7 Prozent der Naturwissenschaftler.

Auch die Branchen reflektieren diesen Trend: In der Energieversorgung, dem Bergbau, dem Bau oder auch dem verarbeitenden Gewerbe liegt der Frauenanteil im Management teilweise deutlich unter 20 Prozent. Hoch ist er hingegen im Bildungssektor, dem Gesundheits- und Sozialwesen sowie dem Gastgewerbe.

Anteil Frauen in Führungspositionen – Unternehmenstypen im Vergleich (Quelle: Hoppenstedt Firmeninformationen GmbH).



Keine unerwünschten Wirkungen Gentechnisch veränderter Weizen untersucht

Zwei Studien im Rahmen des Schweizer Nationalen Forschungsprogramms „Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen“ (NFP 59) untersuchten, wie sich gentechnisch veränderter Weizen auf Insektenlarven und Blattläuse auswirkt. Sie konnten keine Beeinträchtigungen ausmachen.

Zu einer sorgfältigen Abklärung der Risiken gentechnisch veränderter Pflanzen gehört die Erforschung von deren Auswirkungen auf die Umwelt. Eine der Befürchtungen ist, dass Pflanzen, die dank gentechnischen Veränderungen Krankheitserreger abwehren, auch andere Lebewesen – sogenannte Nicht-Zielorganismen – beeinträchtigen.

Stellvertretend für viele andere sind hier insbesondere zwei Gruppen von Nicht-Zielorganismen von Interesse. Erstens sind das Lebewesen, die wichtige ökologische Funktionen ausüben, also beispielsweise im Boden Pflanzenreste abbauen und dadurch längerfristig die Bodenfruchtbarkeit sichern. Zweitens sind das möglicherweise direkt betroffene Nicht-Zielorganismen wie etwa Blattläuse, die bekanntermassen sehr empfindlich auf die Qualität ihrer Wirtspflanzen reagieren, weil sie sich ausschließlich von den in den Pflanzen zirkulierenden Säften ernähren.

Bodenorganismen nicht beeinträchtigt

Die Reaktion der Bodenorganismen auf gentechnisch veränderten Weizen, welcher der Pilzerkrankung Mehltau widersteht, untersuchten Wissenschaftler um Wolfgang Nentwig am Institut für Ökologie und Evolution der Universität Bern. Sie verfütterten Blätter von sechs verschiedenen gentechnisch veränderten Weizensorten an Larven zweier in der

Schweiz heimischer Fliegenarten. Dasselbe taten sie mit Blattmaterial von sechs Weizensorten, die nicht gentechnisch verändert sind. Daraufhin beobachteten sie die Entwicklung der Larven und die Fruchtbarkeit der daraus entstehenden Fliegen über vier Generationen hinweg.

Das Resultat: Bei keiner der beiden Fliegenarten führten die verschiedenen Nahrungsquellen zu Unterschieden der gemessenen Fitness-Parameter. Das bedeutet, dass die Fliegen keinen Schaden am gentechnisch veränderten Weizen nahmen. Da die Versuche über vier Fliegengenerationen durchgeführt wurden, hätten – falls vorhanden – auch Langzeiteffekte entdeckt werden können.

Keine negativen Auswirkungen auf Blattläuse

Einen ähnlichen Ansatz wählten Forschende am Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften der Universität Zürich in Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Sie untersuchten, inwieweit der Mehltau-resistente gentechnisch veränderte Weizen die Entwicklung von Blattläusen beeinträchtigt. Dabei hielten sie die Blattläuse in Klimakammern auf acht verschiedenen Weizensorten – vier gentechnisch veränderte sowie vier entsprechende unveränderte Sorten. Um die Eignung der Wirtspflanzen als Nahrungsquelle zu erfassen, erhoben sie bei den Blattläusen eine Reihe wichtiger Parameter wie Sterblichkeit, Gewicht und Fruchtbarkeit.

Die Resultate: Alle gemessenen Parameter der unterschiedlich ernährten Blattläuse waren vergleichbar. Auch hier hat die gentechnische Veränderung der untersuchten Weizensorten zu keinen Auswirkungen auf diese pflanzenfressenden Insekten geführt.

Aus der Bildungslandschaft

- Der **Anteil der Studierenden an privaten Hochschulen** an allen Studentinnen und Studenten liegt heute in Deutschland zwar auf einem vergleichsweise geringen Niveau, hat aber in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Nach vorläufigen Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes (Destatis) waren im Wintersemester 2009/10 von den insgesamt 2 119 500 Studierenden in Deutschland 96 100 an einer staatlich anerkannten Hochschule in privater Trägerschaft eingeschrieben. Das ist ein Anteil von 4,5% an allen Studierenden. Im Wintersemester 2000/01 hatte der Anteil noch 1,4% betragen.

- Zwischen 2002 und 2006 sank der **Anteil der studienberechtigten Schulabgänger/innen**, die sich für ein Hochschulstudium entschieden haben, kontinuierlich von 73 % auf zuletzt 68 %. Wie die jüngste vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte HIS-Befragung der Studienberechtigten 2008 ergeben hat, ist nun erstmals ein Wiederanstieg der Übergangsquoten zur Hochschule zu verzeichnen: Ein halbes Jahr nach Erwerb der Hochschulreife haben knapp drei Viertel ein Hochschulstudium entweder bereits begonnen (44 %) bzw. planen diesen Schritt „sicher“ für die Folgezeit (28 %). Die Studierquote für die Studienberechtigten 2008 liegt somit bei 72 %.

- Die neue Berufsbezeichnung **„Milchtechnologe/ Milchtechnologin“** trägt der zunehmenden Technisierung in der Milchwirtschaft bei der Herstellung und Verarbeitung von Milch und Milcherzeugnissen wie zum Beispiel Butter, Käse oder Joghurt Rechnung. Zum 1. August 2010 tritt die vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) entwickelte neue Ausbildungsordnung in Kraft und ersetzt den „alten“ Beruf Molkereifachmann/-frau. Schwerpunkte der dreijährigen Ausbildung sind die Leittechnik zur Steuerung des gesamten Produktionsprozesses, die Überwachung der einzelnen Herstellungsschritte sowie Hygienestandards.

- Universität Ulm und Hochschule Ulm wollen bis zum Wintersemester 2011/12 einen völlig neuartigen gemeinsamen Bachelor-Studiengang **„Computational Science and Engineering“** (CSE) entwickeln. Die Vorbereitungen werden im Rahmen der Initiative „Bologna - Zukunft der Lehre“ von der Stiftung Mercator und der Volkswagen Stiftung mit 500 000 Euro gefördert.

- Deutschlands **High-Tech-Gründer werden immer älter**. Das hat eine jetzt veröffentlichte Untersuchung ergeben, die vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Zusammenarbeit mit Microsoft Deutschland erarbeitet wurde. Während das Durchschnittsalter 1995 noch bei 37,2 Jahren lag, ist es bis zum Jahr 2008 bereits auf 40,8 Jahre gestiegen. Aktuell sind weniger als 25 Prozent der Gründer im Hochtechnologiebereich jünger als 32 Jahre.

Elektrochemie (2) – Galvanische Elemente

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

1 Wie lautet die richtige Reihenfolge von Halbzellen, geordnet nach steigendem Standardpotenzial?

- A** Zn/Zn^{2+} , Na/Na^+ , Cd/Cd^{2+} , $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/2\text{H}_3\text{O}^+$, Cu/Cu^{2+} .
B Na/Na^+ , Cd/Cd^{2+} , Zn/Zn^{2+} , $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/2\text{H}_3\text{O}^+$, Cu/Cu^{2+} .
C Na/Na^+ , Zn/Zn^{2+} , $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/2\text{H}_3\text{O}^+$, Cd/Cd^{2+} , Cu/Cu^{2+} .
D Na/Na^+ , Zn/Zn^{2+} , Cd/Cd^{2+} , Cu/Cu^{2+} , $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/2\text{H}_3\text{O}^+$.
E Na/Na^+ , Zn/Zn^{2+} , Cd/Cd^{2+} , $\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}/2\text{H}_3\text{O}^+$, Cu/Cu^{2+} .

2 Was ist ein typisches Material für den negativen Pol in einer Batterie?

- A** Zink.
B Mangandioxid.
C Lithium.
D Silberoxid.
E Nickelhydroxid.

3 Woraus berechnet sich die Leistung einer Batterie?

- A** Entladedauer.
B Temperatur.
C Entladestrom.
D Entladespannung.
E Vom Verbraucher aufgenommene Energie.

4 Wie ist eine Mignonbatterie auf ZinkKohleBasis offiziell zu bezeichnen?

- A** LR03.
B AA.
C R6.
D AM3.
E R20.

5 Welche Reaktion läuft an der Anode einer Alkali-Mangan-Batterie ab?

- A** $\text{Zn} + 4 \text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2 \text{e}^-$
B $\text{MnO}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$
C $\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^-$
D $\text{Zn} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{H}_2$
E $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$

6 Was enthält ein voll geladener Bleiakкумуляtor?

- A** H_2SO_4 .
B PbSO_4 .
C PbO_2 .
D Pb.
E H_2 .

7 Wann wurde der erste Bleiakкумуляtor entwickelt?

- A** 1792.
B 1802.
C 1850.
D 1886.
E 1910.

8 Was unterscheidet einen NiCd-Akku von einem Bleiakku?

- A** Der NiCd-Akku hat einen alkalischen Elektrolyten.
B Der Elektrolyt im NiCd-Akku verändert sich während der Ladung und Entladung nicht.
C In NiCd-Akkus kann aufgrund der chemischen Reaktion kein Wasserstoff entstehen.
D In NiCd-Akkus kann aufgrund der Bauart kein Wasserstoff entstehen.
E NiCd-Akkus enthalten grundsätzlich keine Platten.

9 Was geschieht beim Entladen eines NiMH-Akkus?

- A** H^+ -Ionen werden reduziert.
B Es bildet sich Metallhydrid.
C $\text{Ni}(\text{OH})_2$ wird zu NiOOH oxidiert.
D Metallhydrid wird zu Metall und Wasserstoffionen oxidiert.
E NiOOH wird zu $\text{Ni}(\text{OH})_2$ reduziert.

10 Was dient als Elektrolyt bei Lithiumionen-Akkus?

- A** $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{N}$.
B H_2SO_4 .
C KOH.
D H_2O .
E LiPF_6 in $\text{CH}_2\text{OCOOCH}_2$.

11 Welches Material bildet den Pluspol eines Lithiumionen-Akkus?

- A** C.
B LiCoO_2 .
C Si.
D LiNiO_2 .
E SnO_2 .

12 Was ist ein Unterschied zwischen einer Brennstoffzelle und einer Batterie?

- A** Die Brennstoffzelle ist kein Energiespeicher.
B Die Batterie ist ein Energiewandler.
C Die Brennstoffzelle wandelt chemische Energie in elektrische Energie.
D In einer Batterie laufen Redoxvorgänge ab.
E Eine Brennstoffzelle enthält keinen Elektrolyten.

13 Was umspült die Kathode einer Direktmethanol-Brennstoffzelle?

- A** CH_3OH .
B O_2 .
C H_2 .
D KOH.
E H_2SO_4 .

14 Welches ist das mobile Ion einer Festoxid-Brennstoffzelle?

- A** H^+ .
B OH^- .
C H_3O^+ .
D O^{2-} .
E CO_3^{2-} .

Lösungen zu Seite M8 (CLB 01/02-2010):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 04/2010 sowie auf www.clb.de)

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



06151/88 06-0
Fax 06151/89 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



06151/88 06-0
Fax 06151/89 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

HOHLKATHODENLAMPEN



06151/88 06-0
Fax 06151/89 66 67
www.LOT-Oriel.com

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

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

Maser und Laser 375

Gas-Laser

Der Gas-Laser (Gase, Gasgemische, Metalldämpfe) gestattet die Verwendung im Dauerbetrieb. Der bekannte Vertreter dieser Gruppe ist der Helium-Neon-Laser. In einem Gasentladungsröhre brennt eine Helium-Entladung, bei der ein gewisser Prozentsatz der Helium-Atome durch Stoß-Ionisation in einen energetisch angeregten Zustand übergehen kann.

Die angeregten Helium-Atome haben im wesentlichen zwei Möglichkeiten, ihre Anregungsenergie wieder abzugeben: durch Strahlung (gelbgrüne Helium-Entladung) oder durch Stöße mit anderen nicht angeregten Atomen im Entladungsgefäß, denn neben Helium-Atomen stehen dort auch Neon-Atome als Stoßpartner zur Verfügung. Beim Stoß mit einem Neon-Atom kann dieses die Anregungsenergie des Heliums übernehmen, da das Neon-Atom ein energetisch der Helium-Anregung sehr ähnliches Anregungs-Niveau besitzt. Unter Einhaltung geeigneter Betriebsbedingungen ist es dabei möglich, sehr viele Neon-Atome in diesen Anregungszustand zu versetzen. Zwischen diesem (somit stark besetzten) Niveau E_2 (vgl. Abb. 7) und dem im Neon-Termschema darunterliegenden Niveau E_1 , das praktisch nur durch Strahlungsübergänge vom Niveau E_2 aus besetzt werden kann, läßt sich dadurch Besetzungsumkehr erreichen. Der Pumpvorgang durch Stoß-Ionisation im (Helium-) Pumpgas ist so wirkungsvoll, daß eine solche Anordnung durch Einbau in ein *Pérot-Fabry*-System mit einer Pumpleistung von etwa 50 Watt (Haushalts-Glühlampe) zu einem im Dauerbetrieb arbeitenden Laser wird. Die Strahlungsleistung beträgt einige 10 mW (das reicht allerdings nicht aus, ein Stahlrohr in wenigen Minuten aufzuschweißen).

Abb. 7. Stark vereinfachtes Termschema zur Erklärung des Helium-Neon-Laser.

Der Halbleiter-Laser

Vor einiger Zeit ist der Halbleiter- oder Injektions-Laser bekannt geworden, dessen Wirkungsweise auf der Ausnutzung des seit längerem in Halbleiter-Dioden-Schichten beobachteten „Rekombinations-Leuchten“ beruht.

In einem Halbleiter-Kristall läßt sich die elektrische Leitfähigkeit durch Einbau geeigneter Fremdatome vergrößern. Wir kennen zwei Arten solcher Fremdatome, (Elektronen-) Donatoren und Akzeptoren. Donatoren sind solche Atome, die an den Wirtskristall ein überzähliges Elektron ihrer Hülle abgeben können. Solch ein Elektron ist frei im Kristall beweglich und erhöht als zusätzlicher Ladungsträger die Leitfähigkeit des Materials.

Akzeptoren nennen wir Atome, die beim Einbau im Wirtskristall ein Elektron zusätzlich in ihre Hülle aufnehmen. Hierdurch fehlt dem Kristall ein Elektron, was man auffassen kann, als sei ein Elektronen-Loch entstanden.

Maser und Laser 376

Auch derartige „Löcher“ ergeben eine Vergrößerung der elektrischen Leitfähigkeit: Auffüllung des Lochs durch ein Elektron läßt dieses Elektron an einer anderen Stelle fehlen, d. h. das „Loch“ wandert durch den Kristall wie ein positiver Ladungsträger hindurch. Entsprechend wird ein mit Akzeptoren dotierter Halbleiter-Kristall als p-leitend bezeichnet, während ein mit Donatoren versetzter Halbleiter, in dem die Leitfähigkeit durch die Elektronen selbst erhöht wird, n-leitend heißt.

Erzeugt man nun in einem Halbleiter-Einkristall in einer Hälfte n-Leitung, in der anderen p-Leitung, so erhält man unter dem Einfluß einer äußeren Spannung eine Zone mit Ladungsträgerverarmung (Sperrschicht in Abb. 8) oder in der anderen Polung ein Einstromen (Injektion) von positiven und negativen Ladungsträgern in die Grenzschicht zwischen n- und p-Material. Elektronen und Löcher besitzen in dieser Zone aber nur eine endliche Lebensdauer, da die Elektronen die Tendenz haben, die Löcher aufzufüllen. Diese sogenannte Träger-Rekombination erfolgt jedoch unter Abgabe von Energie, die in über 10% aller Fälle durch Strahlung abgegeben wird.

In einigen Halbleitermaterialien ist nun die Lebensdauer der Ladungsträger in der Injektionszone groß. Durch genügend große Stromstärke können dann so viele Ladungsträger in die Zone gebracht werden, daß ein Überschuß an nicht rekombinierten Ladungsträger-Paaren entsteht. In einer *Pérot-Fabry*-Resonatoranordnung ist es daher möglich, ausgelöst durch eine spontane Rekombination, die Rekombination aller vorhandenen Ladungsträger zu erzwingen (Abb. 8). Über die Erfolge des Halbleiter-Laser sind noch keine Einzelheiten bekannt. Die einfache Anordnung des Systems und der einfache Pumpvorgang durch elektrischen Strom sowie der erzielte hohe Wirkungsgrad des Pumpeffekts haben jedoch sehr große Hoffnungen geweckt.

Abb. 8. Halbleiter-Laser: A Entstehung der Sperrschicht, B Rekombination bei Polung in Flußrichtung.

Laser als Werkzeug

Nachdem wir den MASER — abgesehen von der Verwendung als Frequenz-Normal — als den willkommenen Empfangs-Verstärker für den Mikrowellenbereich kennen gelernt hatten, betrachteten wir den LASER bisher stets als Strahlungsquelle. Hier liegt auch seine Hauptanwendung. Die Verstärker-Anwendung ist beim Laser erst sehr wenig entwickelt, was auch verständlich ist, da wir im Lichtwellen-Bereich bereits über sehr empfindliche Verstärker-Anordnungen verfügen (Bolometer und Photoschichten). Allerdings dürfen wir, wenn der Laser als Licht-Verstärker einsetzbar wird, ähnliche

Maser und Laser 377

Überraschungen erwarten, wie sie die Laser-Lichtquelle gebracht hat. Im Lichtwellen-Gebiet kannten wir bisher nur glühende Körper und Gasentladungen als Strahlungsquellen. Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind recht begrenzt, da die erzeugte Strahlungsleistung gleichmäßig in alle Raum-Richtungen — und auf ein breites Frequenzspektrum verteilt wird. Insbesondere gibt es keine natürliche Lichtquelle, die einen kontinuierlichen Wellenzug abstrahlt, wie die Radio-Fernseh- und Mikrowellen-Sender. Der Laser versetzt uns in diesen Punkten in eine völlig neue Situation.

Seine Hauptanwendung beruht auf der geradezu phantastischen Richtcharakteristik als Sender. Der Gas-Laser übertrifft hier die oben genannten Werte des Rubin-Laser noch um mehr als eine Zehnerpotenz: Das Lichtbündel eines Gas-Laser läuft unter bestimmten Betriebsverhältnissen auf 1 km Laufstrecke weniger als 1 cm auseinander! Solch ein Strahl, der praktisch nur aus einem achsenparallelen Bündel besteht, läßt sich durch Sammellinsen auf einen Punkt minimaler Größe fokussieren. Das gibt so hohe lokale Leistungsdichten (100 MW/cm²), daß hochschmelzende Materialien geschweißt und durchbohrt werden konnten, wobei Bohrdurchmesser von 1/100 mm erreicht werden, was z. B. für die Spinn-Düsen-Herstellung für Kunststoff-Fasern von größter Bedeutung ist. Die zunächst in der Feinwerktechnik erzielten Erfolge haben sich inzwischen die verschiedensten Arbeitsgebiete zunutze gemacht.

Als ein medizinisches Beispiel sei hier die Netzhautanheftung genannt: Gegenüber der bisherigen Methode ergeben sich wegen der höheren Leistungsdichte so kurze Koagulationszeiten (0,5 ms), daß eine rasche Augenbewegung des Patienten praktisch den Erfolg nicht mehr in Frage stellen kann. Außerdem ist das an der Grenze des sichtbaren Rot liegende Licht des Rubin-Laser für den Patienten weniger unangenehm und für den Arzt weniger blendend als das grüne Licht der bisher erforderlichen Xenon-Lampe. Große Anstrengungen werden z. Z. unternommen, den Laser für mikrochirurgische Eingriffe verwenden zu können. Den Biologen ist es gelungen, durch gezielte Zell-Zerstörungen künstliche Mutationen zu erzeugen.

In der Geologie wird der Laser mit Erfolg zur Erdbeben-Registrierung verwendet: An die Parallelstellung der Spiegel, die den optischen Resonator einer Laser-Anordnung bilden, werden so hohe Anforderungen gestellt, daß die Spiegelverdrrehungen durch ein Beben die Laser-Funktion meßbar beeinflussen. Diese Tatsache mag ein Bild davon geben, welche technischen Mittel erforderlich waren, um eine Entfernungsmessung zum Mond auszuführen, bei der mit einer örtlichen Auflösung von etwa 1,6 km Höhenunterschiede von 1,5 m nachgewiesen werden konnten¹⁾.

Ein weiteres großes Anwendungsgebiet liegt im Bereich der Nachrichtentechnik. Wie sich die Radiowellen zur Übertragung einer Hörfunksendung die UKW zu der eines Fernschbildes eignen und sich einer Mikrowelle viele tausend Telefongespräche gleichzeitig aufprägen lassen, so ergibt eine Über-

¹⁾ Vgl. Umschau 63, 251 (1963).

378 Deutsche Industrie-Messe in Hannover

schlagsrechnung, daß auf dem so viel höherfrequenten Lichtstrahl eines Lasers 100 Millionen bis 1 Milliarde Ferngespräche oder fast 1 Million Fernsehsendungen gleichzeitig übertragen werden können. D. h. alle Menschen unserer derzeitigen Weltbevölkerung könnten gleichzeitig über einen Laser-Strahl miteinander telefonieren! Dem steht allerdings die Schwierigkeit entgegen, daß wir (noch) keine geeigneten Licht-Leiter besitzen, denn eine Übertragung durch die Luft scheitert an der Witterungsabhängigkeit. Ein industriell gefertigtes Laser-Telefon hat eine Reichweite bis zu 2 km. Ein Mithören durch dritte ist absolut unmöglich: Die Gesprächspartner können sich nur verständigen, wenn die Geräte mit Hilfe eines Zielfernrohres aufeinander eingestellt werden²⁾.

Auf den verschiedensten Wegen wird z. Z. versucht, Licht-Leiter für die Fernübertragung zu entwickeln, mit denen der Strahl auch „um die Ecke“ geführt werden kann. Wenn wir bedenken, daß noch keine 5 Jahre vergangen sind, seit der erste Laser funktionierte, dürfen wir uns sicher noch auf einige Überraschungen gefaßt machen. Heute darf wohl schon gesagt werden, daß das im Mikrowellen-Gebiet entwickelte Maser-Prinzip im Bereich der Lichtwellen erst seine volle Bedeutung zeigen konnte.

²⁾ Vgl. Umschau 64, 574 (1964).

Deutsche Industrie-Messe in Hannover 1965 II*)

Kunststoffe

Die *Badische Anilin- und Sodafabrik*, Ludwigshafen, wandte sich in diesem Jahre mit ihrem großen Ausstellungsprogramm hauptsächlich an den Ingenieur und Konstrukteur. Zu ihren besonders interessanten Neuheiten gehört das *Variochrom*-System, das eine einfache, außerordentlich vielseitige Einfärbung von Spritzgussteilen gestattet. Mit einem neuen Verfahren ist es jetzt möglich, Walzen für Papier- und Textilkalender aus Polyamid herzustellen. Mit Hilfe von Fertigteilen aus Styropor[®] ist die Isolierung z. B. von Kühlschränken wesentlich vereinfacht; mit neuen Schaumpressen können nämlich Fertigteile sehr rationell hergestellt werden. Am Modell des Kühlschranks „Minden“ wurden die isolier- und verarbeitungstechnischen Vorteile dieses Werkstoffes demonstriert. Styropor[®] bindet keinen Geruch, ist selbst auch geruchfrei, zeigt ausgezeichnete Wärmedämmung und ist gegenüber der Einwirkung zahlreicher Chemikalien sehr resistent. Der chemiehistorisch interessierte Besucher konnte auf einem Jubiläumstand dieser Firma eine Sammlung von Dokumenten und Präparaten sowie Erstattungen großer Synthesen betrachten.

Die *Aachen-Gerresheimer Textilglas GmbH (Gevetex)* führte auf ihrem Stand die Fortschritte der Verwendung glasfaserverstärkter Kunststoffe vor. Die neueste Entwicklung auf diesem Gebiet ist ein aus Glasfasersträngen gewickeltes Rohr mit angeformter Schraubmuffe; Betonschalungen aus glasfaser-

^{*)} Teil I diese Zschr. 16, 321 (1965).



Messung von Gefahrstoffen – BGIA-Arbeitsmappe –

Herausgegeben vom IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.
Von Prof. Dr. rer. nat. H. Blome und Prof. Dr. rer. nat. D. Reinert

Im praktischen Ordner oder online:
**Bewährte Arbeitshilfe plus
zuverlässige Informationsquelle
über:**

- die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen basierend auf den aktuellen Änderungen des technischen Regelwerkes zur GefStoffV
- Empfehlungen zum Einsatz einfacher Messverfahren bzw. den Verzicht auf Messungen in bestimmten Fällen
- Probenahmegeräte
- Probenahme und Messtechnik (Verfahrensbeschreibungen)
- die Anwendung des neuen technischen Regelwerkes und der neuen Grenzwerte
- die Schlüsselverzeichnisse zur Dokumentation u. v. m.



Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit unter www.BGIA-Arbeitsmappedital.de

ESV

ERICH SCHMIDT VERLAG

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder über:
Fax-Nr. 030/25 00 85-275 · Erich Schmidt Verlag
GmbH & Co. · Genthiner Straße 30 G · 10785 Berlin ·
www.BGIA-Arbeitsmappedital.de · ESV@ESVmedien.de

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

E-Mail / Kd.-Nr. _____

Datum _____

Unterschrift

Wir erheben und verarbeiten Ihre Daten lediglich zur Durchführung des Vertrages, zur Pflege der laufenden Kundenbeziehung und um Sie über unsere Angebote und Preise zu informieren. Sie können der Verwendung Ihrer Daten für Werbezwecke jederzeit widersprechen. Bitte senden Sie uns in diesem Fall Ihren Widerspruch schriftlich per Post, per Fax oder per E-Mail an Service@ESVmedien.de.

Ja, ich bestelle:

Messung von Gefahrstoffen – BGIA-Arbeitsmappe –

- Loseblattwerk (inkl. Online-Ausgabe)**, 2.320 Seiten in 3 Ordnern, Grundwerk Euro (D) 138,- (inkl. 7% Ust. und zzgl. Versandkosten), ca. 2 Ergänzungslieferungen pro Jahr, Ergänzungen sind bis auf Widerruf zuzusenden. ISBN 978 3 503 02085 0
 fest Musterband 14 Tage zur Ansicht
- Online-Ausgabe**, Jahresabonnement Euro (D) 95,40 (inkl. 19% Ust. und zzgl. Euro (D) 4,95 Verfügungs-pauschale). Die Bezugsgebühr wird jährlich im Voraus erhoben. Abbestellungen sind mit einer Frist von 2 Monaten zum 1. 1. J. möglich. ISBN 978 3 503 11665 2

Widerrufsrecht: Bestellungen zu Loseblattwerken und elektronischen Produkten können innerhalb von zwei Wochen nach Erhalt der Ware bei Ihrer Buchhandlung oder beim Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Genthiner Str. 30 G, 10785 Berlin, Fax 030/25 00 85-275, E-Mail: Vertrieb@ESVmedien.de schriftlich widerrufen werden (rechtzeitige Absendung genügt).

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co · Rechtsform: KG · Sitz: Berlin · Persönlich haftende Gesellschafterin: ESV Verlagsführung GmbH · Amtsgericht: Berlin-Charlottenburg · 93 HRB 27 197 · Geschäftsführer: Dr. Joachim Schmidt 0201

Bestell-Coupon