

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- Supernovae und Nucleosynthese
- Chemie der Hautpflege
- Zoonosen
- Das Herbizid Glufosinat

wirksame Hilfe geboten, denn das Programm schreibt eine Lerntechnik vor. Oft führt die eingehende Beschäftigung mit guten Lehrprogrammen den Lernenden sogar zu einer eigenen Lerntechnik, die es ihm ermöglicht, konventionelle Lehrbücher sinnvoller und gründlicher durcharbeiten.

Die Gesetze erfolgreichen Lernens — aktive Teilnahme des Lernenden, sofortige Kontrolle des Lernergebnisses und Lernen nach individuellem Lernrhythmus — können am besten durch den Einzelunterricht verwirklicht werden. Hat ein Lehrer nur einen einzigen Schüler zu betreuen, so kann er ihm den Wissensstoff Schritt für Schritt vermitteln. Er kann sich immer wieder davon überzeugen, ob der Schüler den Stoff richtig aufgenommen hat. Der Schüler muß aktiv teilnehmen, kann seine Ergebnisse unmittelbar überprüfen und kann sich den Lehrstoff mit der für ihn optimalen Geschwindigkeit aneignen. Dieser Idealfall des Einzelunterrichts ist nur höchst selten gegeben. Die programmierte Unterweisung kann sich dem Idealfall aber einen wesentlichen Schritt nähernbringen.

Vom Mond und den Planeten

Neuere Ergebnisse der Astrophysik und Astrochemie

Das Jahr 1969 könnte in der Wissenschaftsgeschichte als „Jahr des Mondgesteins“ verzeichnet werden. Die ersten Proben — 22 kg aus dem Meer der Ruhe, 40 kg aus dem Meer der Stürme, von amerikanischen Astronauten im Juli und November 1969 vom Mond mit zurückgebracht — gaben der Forschung die Möglichkeit, die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften von Mondmaterie zu untersuchen.

Rätselhafte Meßdaten vom Mond

Wie fremd uns diese außerirdische Welt tatsächlich ist, wissen wir noch nicht. Daß sie anders ist, als es bisherigen Vorstellungen und Theorien entspricht, zeigte sich schon verschiedentlich. So lösten die Meßdaten des Seismometers, das *Conrad* und *Bean* als Teil des geophysikalischen Laboratoriums im Meer der Stürme aufgestellt hatten, beim Aufschlag der absichtlich auf den Mond geschossenen Mondfähre *INTREPID* geradezu Verwirrung aus. Die Schwingungsreaktionen des Mondkörpers nach dem Aufprall des künstlichen Meteoriten, der 48 bis 64 km vom Landeplatz der *APOLLO 12*-Mannschaft entfernt mit einer Geschwindigkeit von etwa 6000 km/h niederging, sind nach den Erfahrungen mit seismischen Experimenten auf der Erde und mit den gültigen Theorien nicht zu erklären. Das Gerät zeichnete Bodenschwingungen auf, die länger als eine halbe Stunde anhielten. Sowohl ihre Dauer als auch ihr Verlauf geben große Rätsel auf.

Die Beschaffenheit und die chemische Zusammensetzung der Staub- und Gesteinsproben aus den beiden etwa 1500 km voneinander entfernten Gebieten

des Mondes sind verschieden, vergleichende Einzelergebnisse liegen noch nicht vor¹⁾. Das Material aus dem Meer der Ruhe hat einen auffallend hohen Anteil an Sonnenmaterie, z. B. an den Edelgasen Argon, Helium, Neon, Krypton, ist ferner reich an Titan und arm an Alkalimetallen wie Kalium und Natrium. Darin unterscheidet es sich deutlich von irdischer Materie.

Nach dem Flug *APOLLO 12* konnte zum ersten Mal ein eigenes Magnetfeld des Mondes nachgewiesen werden. Die Feldstärke im Meßbereich beträgt zwar nur 30 bis 40 Gamma (am Erdäquator liegt sie tausendmal höher). Aber es ist doch anzunehmen, daß der Mondkörper entweder einen flüssigen Kern besitzt bzw. einst besaß, oder daß die „Mascons“, d. h. Konzentrationen von Massen hoher Dichte in den großen „Ebenen“, unter dem Einfluß des Sonnenwindes einen elektromagnetischen Effekt an der Oberfläche hervorrufen. Immer mehr Wissenschaftler neigen jetzt dazu, das Alter des Mondes mit 4,6 Milliarden Jahren anzunehmen.

Neues vom Mars

Die Messungen und die 165 Fernsichtaufnahmen der Sonden *MARINER 6* und *7* aus unmittelbarer Nähe des Mars (die Sonden näherten sich im Vorbeiflug dem Planeten bis auf 3400 km) brachten die Marsforschung ein gutes Stück voran. Die Photos zeigen eine kraterzernarbte Oberflächenstruktur, lassen die Eiskappe des Südpols samt Randzone (wahrscheinlich gefrorenes Kohlendioxid) sowie Eisablagerungen auf Kraterböden bei eisfreien Kraterwällen gut erkennen. Nach den bisherigen Ergebnissen betragen die Tagestemperaturen am Marsäquator 16–24 °C, nachts sinken sie auf minus 70 °C ab. In der Atmosphäre wurde kein Stickstoff festgestellt, auch wurden weder Staub- noch Dunstwolken beobachtet. Dies kann jedoch Zufall sein. Denn kürzlich meldete ein Observatorium Lichtphänomene in der Marsatmosphäre, die auf vulkanische Tätigkeit mit Gas- und Staubaussbrüchen schließen lassen.

Mit 5 bis 9 Millibar ist der atmosphärische Druck extrem niedrig (auf der Erde beträgt der Druck rund 1000 Millibar). Ionospärische Schichten wurden 120 und 130 km über der Oberfläche nachgewiesen. „Alles in allem ist der Mars ein Planet eigenen Typs, der sich weder mit der Erde noch mit dem Mond vergleichen läßt“, meint Dr. *Robert Sharp* vom *Jet Propulsion Laboratory* (Pasadena, Kalifornien) zu den vorläufigen Ergebnissen.

Eingehendere Informationen werden künftige unbemannte Sonden liefern, die den Mars längere Zeit umkreisen bzw. auf ihm landen sollen. Ähnlich wie die unbemannten Sonden bei der Erforschung des Mondes, schaffen sie Voraussetzungen dafür, daß eines Tages auch Menschen zum Mars vorstoßen können. Der Flug eines bemannten Raumschiffes zum Mars ist jedoch nur mit Kernenergie möglich. Die Entwicklungsarbeiten an nuklearen Raketentriebwerken, die in den USA schon vor etwa zehn Jahren in Angriff genommen wurden, gingen auch 1969 weiter. Ein Beratergremium Präsident *Nixons* befaßte sich

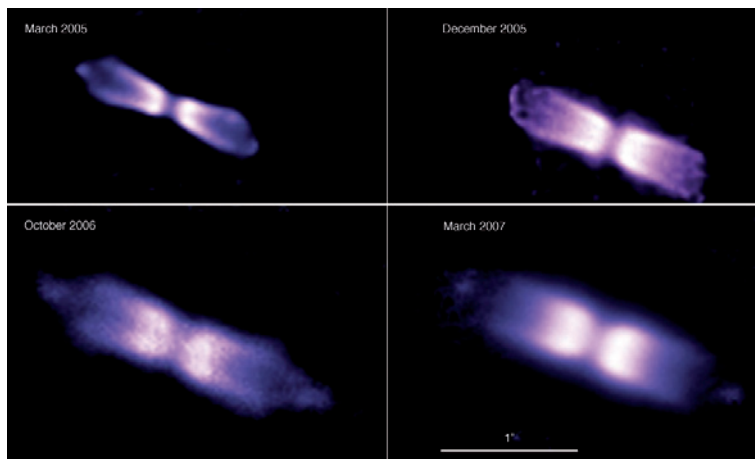
¹⁾ Vgl. auch diese Ztschr. 29, 312 u. 494 (1969).

Astronomische und kosmologische Themen haben in der CLB schon in den ersten Jahren ihres Bestehens ihren Platz gefunden. Natürlich war die Thematik nach der ersten Landung von Menschen auf dem Mond besonders aktuell, wie diese beiden Artikel vom März 1970 zeigen (Fortsetzung Umschlagseite 3).

Kandidat für eine Supernova vom Typ 1a in unserer Galaxis entdeckt

Mit Hilfe des Very Large Telescope (VLT) der Europäischen Weltraumorganisation ESO ist es Astronomen erstmals gelungen, einen „Zeitrafferfilm“ der von einem Stern ausgestoßenen Materie zu erstellen. Der Stern hatte über längere Zeit Materie eines nahen Begleitersterns eingesogen, bevor es zu einem Ausbruch kam. Bei dem Objekt mit der Bezeichnung V445 Puppis im Sternbild „Achterdeck des Schiffs“ (lat. Puppis) am Südhimmel handelt es sich wohl um den Vorläufer einer Supernovaexplosion vom Typ 1. Das Objekt war bereits im November 2000 als Nova auffällig geworden. Der Stern hatte also vorübergehend stark an Helligkeit zugenommen, und zwar um den beachtlichen Faktor 250. Novae ereignen sich in Sternsystemen, in denen sich ein Weißer Zwerg und ein Begleiterstern umkreisen (siehe auch Abb. Seite 476). V445 Puppis ist die erste Nova, in der keinerlei Wasserstoff nachgewiesen wurde; das lässt auf einen Werdegang zur Supernova schließen. Mit Hilfe der VLT-Bilder und zusätzlicher Daten von weiteren Teleskopen gelang es den Astronomen, den Abstand des Systems von der Erde — nur rund 25 000 Lichtjahre — und seine intrinsische Helligkeit — rund 10 000 Mal heller als die Sonne — zu bestimmen. Diese Helligkeit lässt darauf schließen, dass der Weiße Zwergstern in diesem System bereits eine sehr hohe Masse besitzt, nur knapp unterhalb der kritischen Grenze, an der es zur Explosion kommt, dass aber andererseits noch beachtliche weitere Materiemengen

des Begleiters auf den Zwergstern strömen. Ob V445 Puppis schließlich als Supernova explodieren wird, oder ob das System bei der gerade beobachteten Nova genügend Materie hinausgeschleudert hat, um dieses Schicksal zu vermeiden, ist ungewiss. Die Bilder zeigen eine zweigeteilte Materiehülle. An den äußeren Enden der Hülle sind zudem zwei Verdichtungen zu sehen, die sich mit einer Geschwindigkeit von rund 30 Millionen Kilometern pro Stunde nach außen zu bewegen scheinen. Die Materie selbst bewegt sich — auch dies erstmalig bei einer Nova beobachtet — mit einer Geschwindigkeit von rund 24 Millionen Kilometern pro Stunde. Die zwei Sterne selbst werden von einer dicken Staubscheibe verdeckt, die ebenfalls im Laufe des letzten Ausbruchs entstanden sein dürfte (Abb.: ESO/P.A. Woudt).



Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

vielen Dank für die zahlreiche Beteiligung an unserer Umfrage nach dem beliebtesten der vergangenen 100 Titelbilder der CLB! Als eindeutig beliebtestes Bild wurde das Titelbild „Katzenaugennebel“ der CLB 09-2004 (Abb. rechts) gewählt. Etwa 60 Prozent der Stimmen fielen auf Vollformat-Titelbilder. Aufgrund dieses Ergebnisses habe ich mich für diese Ausgabe entschieden, nochmals ein Titelbild aus dem Kosmos zu wählen. Es zeigt Auswirkungen der Supernova 1987A. Supernovae haben einen ganz entscheidenden Einfluss darauf, dass Leben entstehen kann, so wie wir es kennen. Durch sie entstehen Elemente, die schwerer sind als Eisen. Details zu der Nucleosynthese lesen Sie in dem Artikel ab Seite 474.



Ganz aktuell dazu noch unsere Information zum bevorstehenden Weltuntergang, den Star-Regisseur Roland Emmerich ja gerade so plakativ mit dem Film „2012“ in Szene gesetzt hat – bar hingegen jeglicher naturwissenschaftlicher Verunft. Wir aber haben die Fakten:

Ohne Supernovae kein Leben; sollte allerdings eine Supernova etwa im Umkreis von 50 - 100 Lichtjahren von unserem Sonnensystem auftreten, bringt sie uns eventuell den Tod. Das Massenaussterben im oberen Ordovizium vor ca. 450 Millionen Jahren, bei dem etwa 50 Prozent der ozeanischen Arten ausstarben, wird von einigen Wissenschaftlern mit einer solchen erdnahen Supernova in Verbindung gebracht. Am potenziell gefährlichsten sind vermutlich Supernovae vom Typ 1. Da diese aus unauffällig erscheinenden, dunklen Weißen Zwergen hervorgehen, liegt es im Möglichen, dass der

Vorläufer einer solchen Supernova auch in relativer Erdnähe unentdeckt bleibt oder unzureichend studiert wird. Jetzt haben Astronomen einen Kandidaten für eine Supernova vom Typ 1 in unserer Galaxis entdeckt, quasi in unserer Nachbarschaft, nur rund 25 000 Lichtjahre entfernt (siehe Bilder und Bericht auf der nebenstehenden Umschlagseite).

Genießen Sie also das Weihnachten und das neue Jahr 2010 – es könnte ja das letzte sein ;-)

In diesem Sinne die besten Wünsche fürs Weihnachtsfest und zum Jahreswechsel,

Ihr

Gewinner der Preisfrage zum 100. CLB-Titelbild des Rubikon-Verlags:

- 1. Preis (ca. 5 cm großes Mineral aus gediegenem Silber): Rolf Bandur, Dortmund**
 - 2. Preise (das „Diafluxx“): Daniela Brügel, Marburg sowie Erika Wedig, Harsum**
- Herzlichen Glückwunsch!**



INHALT

Aufsätze

Chemie in der Hautpflege Vom Lippenstift zum Faltenglätter	456
Übertragung vom Tier auf den Menschen: Welche Gefahr stellen Zoonosen dar?	466
Glufosinat Herbizid zwischen Segen und Fluch	470

Rubriken

Editorial	449
Impressum	451
F & E im Bild	451
Unternehmen	452
Personalia	454
Umschau	474
Supernovae und die Entstehung der Elemente: Sternentod ermöglicht unser Leben Aktuelles Ereignis	479
Eppendorf Young Investigator Award 2009 an Óscar Fernández-Capetillo Forschung und Technik	480
Umfeld Wissenschaft	483
Literatur	484
Neue Produkte	486
Bezugsquellenverzeichnis	487



Zum Titelbild:
Das Bild zeigt die Supernova
SN1987 A (siehe dazu den Artikel
ab Seite 474; Abb.: NASA).

CLB-Memory

Betriebssicherheitsverordnung ändert sich zum Jahreswechsel Unternehmen bestimmen Prüfzeitpunkt flexibel	M73
Heidelberger Studenten punkten beim Wettbewerb IGEM 2009 Riesenerfolg mit künstlichen Genschaltern	M74
Optimierungspotenzial und Alternativen zur Aseptik Sicher und wirtschaftlich bei Getränkeproduktion?	M75
BVL: Zwei Berichte zu Rückständen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs Selten unzulässige Mengen an Rückständen	M76
51 Jahre nach dem letzten Atombombentest: Bikini strahlt weniger als Hannover	M78
Umfrage zum Bologna-Prozess Verbessern statt abschaffen	M79
Nanowissenschaft Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.	M80

⁶⁰Fe-Halbwertszeit: Plus 75 Prozent!



Das Bild zeigt einen Detektor, in dem sich ein Probenbehälter mit Eisen-60 befindet, knapp drei Jahre lang – warum? Wissenschaftler der TU München (TUM) und des Schweizer Paul Scherrer Instituts (PSI) untersuchten einige Gramm Eisen-60-haltigen Materials – zehnmal mehr bei der letzten Messung 1984. Das Eisen extrahierten sie chemisch aus einem Stück Kupfer, das von 1980 bis 1992 als „Strahlstopper“ für energiereiche Protonen am PSI diente. Dann beobachteten sie mit einem besonders empfindlichen Gamma-Spektrometer knapp drei Jahre lang die Anreicherung des Materials mit Cobalt-60, dem unmittelbaren Zerfallsprodukt des radioaktiven Eisens. Zudem bestimmte man die Gesamtzahl an ⁶⁰Fe-Atomen genau. Überraschendes Ergebnis: Die Halbwertszeit von ⁶⁰Fe bestimmt mit einer Unsicherheit von weniger als 2 Prozent, liegt mit 2,6 Millionen Jahren 75 Prozent über dem bisher angenommenen Wert von 1,5 Millionen Jahren! Dieses Ergebnis könnte dazu führen, dass bisherige Untersuchungen zu kosmischen Vorgängen neu bewertet werden müssen: zum Beispiel die Entstehung der chemischen Elemente und die Erkenntnisse über Supernovae. Die Zerfallsreihe des Eisenisotops führt über ⁶⁰Co schließlich zum stabilen Element Nickel-60, dessen Häufigkeit in Meteoritengestein Aufschlüsse über die früheste Geschichte des Sonnensystems vor mehr als viereinhalb Milliarden Jahren zulässt. Das Vorhandensein von ⁶⁰Fe im entstehenden Sonnensystem können sich die Astronomen allerdings nur durch ein externes Ereignis erklären, etwa eine nahe Supernova, deren ausgeworfenes Material sich mit dem Gas des entstehenden Sonnensystems vermischte. Eine Supernova vor wenigen Millionen Jahren war vermutlich der Lieferant für die ⁶⁰Fe-Spuren, die die gleiche TUM-Gruppe in Krustenmaterial des Meeresgrundes nachweisen konnte (Foto: TUM; siehe dazu auch den Artikel ab Seite 474).

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. Heinz-Martin Kuß, Duisburg,
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 Soiné-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, Diekhofen;
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.
© 2009 Agentur und Verlag Rubikon
Rolf Kickuth

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

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder des VBTA, des VCÖ sowie des VDC erhalten 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 Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar.

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungs-exemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Bayer CropScience und das Biotech-Unternehmen Scivax Corp. im Kawasaki/Japan haben eine Kooperation zur Ertragssteigerung und Verbesserung von abiotischer Stresstoleranz bei Pflanzen vereinbart, zunächst bei Baumwolle. Bayer CropScience unterstützt die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Scivax finanziell, und erhält im Gegenzug von Scivax die Option auf eine weltweite exklusive Lizenz, um deren Patentportfolio für Kulturpflanzen nutzen zu können.

Micromet, Inc., ein deutsch-amerikanisches Biotechnologie-Unternehmen, hat mit dem französischen Pharmakonzern sanofi-aventis ein Entwicklungs- und Lizenzabkommen für ein neues Krebsmedikament auf Basis von Micromet's BiTE-Antikörper Technologie vereinbart. Micromet erhält von sanofi-aventis 8 Mio. Euro sowie Meilensteinzahlungen von bis zu 162 Mio. Euro im Verlauf der Entwicklung des Medikaments. Außerdem erhält Micromet nach Marktzulassung eine prozentuale Umsatzbeteiligung und Meilensteinzahlungen von bis zu 150 Mio. Euro.

InteRNA Technologies B.V. und das Dana-Farber Cancer Institute (Boston, USA) haben eine Kooperation zur Entwicklung microRNA-basierter Krebsmedikamente vereinbart. InteRNA besitzt eine Sammlung von Lentivirus-miRNAs.

Diba Industries (Danbury/CT/USA), ein Unternehmen der Halma Holdings, hat von seiner Halma-Schwestergesellschaft Bio-Chem Fluidics die Produktmarke Omnifit (Cambridge/UK) übernommen, eine Ergänzung der Fluid-Handling-Produktpalette von Diba.

BASF und The Dow Chemical Company haben für ihre gemeinsam entwickelte Wasserstoffperoxid-Propylenoxid-Technologie (HPPPO) vom britischen Institution of Chemical Engineers (ICHEME) den diesjährigen Preis für Innovation und herausragende Leistungen in der Kategorie Verfahrenstechnik bekommen.

Qiagen N.V. hat eine Vereinbarung über den Erwerb aller Anteile an der SABiosciences Corporation (Frederick/Maryland/USA) bekannt gegeben, mit einem Volumen von 90 Millionen US\$. Das Unternehmen befindet sich in Privatbesitz und ist auf die Entwicklung und Herstellung PCR-basierter Testpanels für Krankheitsbilder und biologische Signalwege spezialisiert.

Sekisui Alveo, führender Hersteller von vernetzten Polyolefin-Schaumstoffen in Europa, hat das deutsche Unternehmen Polymer-Tec GmbH gekauft. Der Standort in Bad Sobernheim bleibt erhalten, alle 73 Mitarbeiter werden übernommen. Mit dem Kauf erweitert Sekisui Alveo sein Portfolio und technisches Know-how; Polymer-Tec kann künftig das europäische Distributionsnetzwerk von Sekisui Alveo nutzen.

Die Ascenion GmbH hat sich an der Photonion GmbH beteiligt. Ziel von Photonion ist die Entwicklung neuer Analysegeräte auf Grundlage der Massenspektroskopie, um organische Gase, Flüssigkeiten oder Materialien direkt analysieren zu können.

BASF nimmt CDon- und CPon-Anlage in Betrieb Eine 100 Mio. Euro-Investition



Rheinland-Pfalz-Ministerpräsident Kurt Beck, BASF-Vorstand Harald Schwager und die BASF-Manager Beate Ehle sowie Hans-Peter Neumann waren sich einig: Die Errichtung der neuen Anlage ist ein „Zeichen positiver Zukunftserwartung“ (Beck; Foto: Kickuth).

Am 30. November nahm die BASF in Ludwigshafen nach zweijähriger Bauzeit einen neuen Anlagenkomplex zur Herstellung der chemischen Zwischenprodukte Cyclododecanon (CDon) und Cyclopentanon (CPon) in Betrieb. Die Investitionen dafür lagen bei über 100 Millionen Euro. Erstmals wird darin Distickstoffmonoxid (Lachgas) großtechnisch zur Oxidation eingesetzt.

Die Anlage hat eine Gesamtkapazität von 30 000 Tonnen pro Jahr. 48 erfahrene Mitarbeiter arbeiten in der Anlage; ihr Abzug von anderen Arbeitsstellen führte zu entsprechenden Neueinstellungen.

Erfreulich an der Inbetriebnahme dieser Anlage in angespannter wirtschaftlicher Situation ist, dass dies „zeigt, dass wir bei der BASF langfristig kalkulieren und fundierte Entscheidungen treffen“, so Vorstandsmitglied Dr. Harald Schwager. Seinen Einschätzungen zufolge läuft die chemische Industrie weltweit noch 10 bis 15 Prozent unter der Produktionskapazität wie vor der Krise; immerhin...

Erfreulich ist aber auch die technologische Weiterentwicklung des Produktionsverfahrens. Es basiert auf der Trimerisierung von Butadien zu Cyclododecatrien (CDT). 1956 entwickelte Prof. Günther Wilke am Max-Planck-Institut für

Kohlenforschung in Mülheim/Ruhr – später dessen Direktor – diese Methode unter Einsatz eines Nickel-Katalysators. Er ermöglichte damit die Herstellung von Nylon 12, das härter und wetterfester war als das damalige Nylon 6. Nylon 12 hatte 1974 einen spektakulären Erfolg: Die deutsche Fußball-Nationalmannschaft trug erstmals Schuhe mit Sohlen und Stollen aus diesem Material – und gewann sozusagen im doppelten Sinne technologisch führend die Weltmeisterschaft. Und das MPI für Kohlenforschung erzielte durch die Lizenzvergabe des 18 Jahre nutzbaren Patents Einnahmen von mehreren Millionen Euro...

Drei statt fünf Prozessschritte

Im Umfeld der neuen Anlage erweiterte die BASF das Verfahren durch neue, ebenfalls patentierte Schritte. Erstmals wird bei der Produktion von CPon und CDon Lachgas als Oxidationsmittel eingesetzt. Der Oxidationsreaktor ist mit 240 Tonnen Gewicht der größte Apparat, der je die Ludwigshafener Werkstätten verlassen hat. Die Ludwigshafener Chemieingenieure schufen ein Verfahren, das nur mit drei Prozessschritten auskommt: 1. Umsetzung von Butadien zu CDT; 2. Oxidation von CDT zu Cyclododecadienon; 3. Hydrierung von Cyclododecadienon zu CDon. Konventionelle Anlagen benötigten dafür fünf Schritte: 1.

wie oben; 2. Hydrierung von CDT zu Cyclododecan; 3. dessen Oxidation zum Tri-Cyclododecanol-borat; 4. Hydrolyse von Tri-Cyclododecanol-borat zu Cyclododecanol; schließlich 5. Dehydrierung von Cyclododecanol zu CDOn. Allein das macht den technologischen Fortschritt deutlich; zudem benötigt der hochselektive 3-Stufen-Prozess, kein Prozesswasser.

Lachgas als Rohstoff

Das i-Tüpfelchen jedoch ist: Das Unternehmen verwendet als einen zweiten wichtigsten Rohstoff – neben dem Butadien – Distickstoffmonoxid, Lachgas (N_2O). Es fällt in erheblichen Mengen im Werk bei der Adipinsäureproduktion an, einem Zwischenprodukt für Nylon sowie Vorprodukt für die Synthese von Polyesterpolyolen für Polyurethansysteme und thermoplastische Polyurethane. N_2O wurde bislang katalytisch zersetzt. Es ist nämlich sowohl ein Treibhausgas – ungefähr 300 mal stärker als CO_2 – als auch schädlich für die Ozonschicht der Atmosphäre. In letztgenannter Rolle hat es mittlerweile die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) als bedeutendste Quelle ozonschädlicher Emissionen des 21. Jahrhunderts abgelöst.

Jetzt schleust man etwa zehn bis zwölf Prozent des Lachgases aus der Adipinsäureproduktion heraus für die CDOn- und auch die CPon-Synthese. Distickstoffmonoxid lässt sich durch ein neu konzipiertes Druckwechselabsorptionsverfahren aus den Abgasen der entsprechenden Anlagen extrahieren. Insgesamt ist das Verfahren damit sowohl nachhaltig und umweltschonend als auch – dem Anlagenverbund in Ludwigshafen sei dank – kostengünstig und weltweit konkurrenzfähig, wie Vorstandsmitglied Schwager betonte, dessen Doktorvater übrigens Günther Wilke hieß... Lachgas wird auch in der Schwesteranlage zur Produktion von CPon eingesetzt. Der andere wichtige Ausgangsstoff ist dabei Cyclopenten.

Nach Angaben der Leiterin des BASF-Unternehmensbereichs In-

termediates, Dr. Beate Ehle, ist CDOn der Haupteinsatzstoff zur Herstellung von Lauryllactam, einem Vorprodukt für den Hochleistungskunststoff Polyamid 12 (Nylon 12), aus dem beispielsweise formstabile Teile für den Fahrzeug- und Maschinenbau gefertigt werden. Daneben bewährt sich CDOn in der Synthese von Moschus-Riechstoffen und UV-Stabilisatoren. CPon wird als Baustein bei der Synthese von Pflanzenschutzmitteln, Pharma-Wirkstoffen und Riechstoffen sowie als Lösemittel in der Wafer-Fertigung eingesetzt. Die größere Produktionskapazität hat die CDOn-Anlage.

Problem CO_2 -Zertifikate

So innovativ und umweltschonend die neue Anlage ist: Randbemerkungen von BASF-Vorstand Harald Schwager dämpfen Hoffnungen auf zukünftige Investitionen dieser Art in Deutschland. Schon jetzt gebe es ein „schleichendes Wegmigrieren der chemischen und energieintensiven Industrie“ heraus aus Europa. Der Grund: Drohende Belastungen aus dem Emissionshandel. Dabei sperrt sich die BASF nicht grundsätzlich dagegen, sieht ihre Umweltschutzbemühungen aber dann bestraft, wenn als Referenzjahr 2005 und nicht – wie vom Konzern präferiert – 1990 eingeführt wird; eventuell wird das ja in der Klimaschutzkonferenz in Kopenhagen oder einer Nachfolgekonzferenz beschlossen.

Nach Schwagers Angaben hat das Unternehmen von 1990 bis 2002 die Emissionen um ein Drittel reduziert, „spezifisch sogar um 65 Prozent, weil die Produktion gleichzeitig um 50 Prozent ausgeweitet wurde“, so Schwager.

Ein mögliches „Opfer“ nannte das Vorstandsmitglied auch: Man habe einen Plan zum Bau einer Kohlevergasungsanlage in der Schublade, Investitionswert über eine Milliarde Euro. Die könnte vorzugsweise im CO_2 -Zertifikationsfreien Asien entstehen, sollte die Politik nicht gerechtere Lösungen in diesem Bereich finden.

Rolf Kickuth



Die neue Anlage ist mit 9700 Quadratmetern Fläche größer als ein Fußballfeld. Ihre höchste Kolonne misst 50 Meter (Foto: BASF).

„Elegant kann man es nicht machen, davon kann der Chemiker nur träumen“, kommentierte Prof. Günther Wilke (links, im Gespräch mit BASF-Manager Dr. Hans-Peter Neumann), ehem. Direktor des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung in Mülheim/Ruhr, die neuen Verfahren der BASF (Foto: Kickuth)



ACATECH Der Wirtschaftsmanager und Historiker **Michael Klein** (44) wird hauptamtlicher Generalsekretär von acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften). Der bisherige Generalsekretär der Leibniz-Gemeinschaft wird dem acatech Präsidium beratend zur Seite stehen, die Geschäftsstellen in München und Berlin leiten und den Austausch mit den Partnerakademien, Forschungsinstitutionen und Verbänden stärken.



BASF Personalkarussell im Führungsteam der BASF SE: **Dr. Alfred Hackenberger**, derzeit President, Competence Center Specialty Chemicals Research, wird ab Mai 2010 neuer Leiter des Regionalbereichs Südamerika (São Paulo/Brasilien). Der derzeitige Leiter **Dr. Rolf-Dieter Acker** tritt in den Ruhestand. **Dr. Harald Lauke**, President des Unternehmensbereichs Performance Polymers, übernimmt die Nachfolge von Hackenberger. Die Nachfolge von Lauke tritt **Dr. Wolfgang Hapke**, President, Regional Division Market and Business Development Asia Pacific, zum März 2010 an. Sein Nachfolger mit Sitz in Hongkong ist **Dr. Albert Heuser**, President des Unternehmensbereichs Petrochemicals. **Prof. Dr. Rainer Diercks**, President, Competence Center for Chemicals Research and Engineering, tritt die Nachfolge von Heuser an. Die Nachfolge von Diercks übernimmt **Dr. Friedrich Seitz**, Group Vice President, Care Chemicals & Formulators Europe im Unternehmensbereich Fine Chemicals.



DECHEMA Personelle Veränderungen gibt es zum Jahreswechsel an der Spitze der Dechema: **Dr. Hans Jürgen Wernicke** (60, stellvertretender Vorstandsvorsitzender der Süd-Chemie AG in München) übernimmt den Vorsitz der Gesellschaft von Dr. Alfred Oberholz. **Prof. Dr. Ferdi Schüth** (49, Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim/Ruhr) folgt Prof. Dr.



Jens Weitkamp als stellvertretender Vorsitzender nach. **Dr. Kurt Wagemann** (50, seit 2007 stellvertretender Geschäftsführer der Dechema) tritt als neuer Geschäftsführer die Nachfolge von Prof. Dr. Gerhard Kreysa an. **Dr. Andreas Förster** (43) übernimmt von Dr. Kurt Wagemann die Geschäftsleitung von ProcessNet, die gemeinsame Initiative von Dechema und VDI-GVC, und auch die Geschäftsführung der Forschungsgesellschaft für Messtechnik, Sensorik und Medizintechnik e.V.

DFG Mit Wirkung zum 1. Januar 2010 wurde **Prof. Reinhard Matissek**, Direktor des Lebensmittelchemischen Instituts des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie, Köln, vom Präsidenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in die Senatskommission zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln (SKLM) wiederberufen.

EUREL Vertreter der elf Mitgliedsstaaten von EUREL (Convention of National Societies of Electrical Engineers of Europe) haben Electrosuisse-Präsident **Willy R. Gehrler** zum neuen Präsidenten gewählt. **Andreas Landwehr**, VDE Repräsentant in Brüssel, wird neuer Generalsekretär. EUREL vertritt die Interessen der Elektro- und Informationstechnik gegenüber EU-Gremien und -Entscheidungsträgern in Brüssel.

IEC **Prof. Dr.-Ing. Klaus Wucherer** ist zum neuen IEC-Präsidenten (Internationale Elektrotechnische Kommission) gewählt worden. Seit Jahren in der internationalen Normung aktiv, ist er seit 2000 Präsident des Deutschen Komitees der IEC. Die IEC repräsentiert als weltweite Organisation für die Normung auf den Gebieten Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik und den damit zusammenhängenden

Technologien heute 98 Prozent des Welthandels an elektrotechnischen und elektronischen Erzeugnissen. Die DKE vertritt die deutschen Interessen im Europäischen Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) und in der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Novo NORDISK Jörn Oldigs ist neuer Geschäftsführer der deutschen Niederlassung des dänischen Diabetes-Spezialisten Novo Nordisk. Oldigs war zuvor für den Bereich Diabetes Care von Bayer Vital verantwortlich. Er löst Martin Soeters ab, der sich wieder ganz auf seine Tätigkeit als Europachef konzentrieren wird.

VDW **Prof. Dr. Ulrich Bartosch** (Professur für Pädagogik an der Fakultät für Soziale Arbeit der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt) ist zum neuen Vorsitzenden der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW) gewählt worden. Die VDW ist dem Gedanken verpflichtet, dass die Wissenschaftler für die Folgen ihres Handelns Verantwortung tragen (nukleare Abrüstung, Klimawandel und Forschungspolitik). Die VDW wirkt durch Politikberatung, interdisziplinäre wissenschaftliche Expertise oder wissenschaftspolitische Stellungnahmen.

EHRUNGEN

Prof. Dr. Melanie Sanford (34) von der Universität Michigan ist es gelungen, die als besonders stabil bekannte Bindung zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff zu brechen, um neue Wege in der Molekülsynthese zu eröffnen. Für ihre Leistungen bei der Entwicklung neuer katalytischer Konzepte in der organischen Synthese hat sie den mit 10 000 Euro dotierten **BASF Catalysis Award 2009** erhalten. Sanford wendet biologische Modelle an, um neue katalytische Reaktionen zu entwickeln. Sie versucht, die Reaktionen an Molekülen gezielter zu steuern.



Dr. Dominik Hartl hat für seine Leistungen auf dem Gebiet der Immunologie den mit 10 000 Euro dotierten **Langener Wissenschaftspreis** des Jahres 2009 erhalten. Der 32-jährige Hartl ist Forschungsleiter der Emmy Noether Gruppe der Deutschen Forschungsgemeinschaft am Forschungszentrum der Kinderklinik der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Er arbeitet an der Aufklärung molekularer Mechanismen chronischer Lungenerkrankungen. Ziel dieser Untersuchungen ist ein neuer therapeutischer Ansatz.

Den mit 20 000 Euro dotierten **Dechema-Preis 2009** der Max-Bucher-Forschungsstiftung erhält **Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Mädler** (38) von der Universität Bremen für seine Leistungen zur Herstellung von Nanomaterialien durch Sprühpyrolyse für Anwendungen in der Sensorik, der Katalyse und der Medizintechnik. Lutz Mädler hat mit der Sprühpyrolyse ein kostengünstiges Verfahren entwickelt, mit dem das Partikelwachstum und somit auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Nanopartikel gezielt gesteuert werden können. Dadurch wird es möglich, maßgeschneiderte Nanopartikel herzustellen.

Die ersten drei Preisträger des neuen, internationalen, mit jeweils 10 000 Euro dotierten **„Bayer Early Excellence in Science Award“** der „Bayer Science & Education Foundation“ im Jahre 2009 sind: **Dr. Jürgen Groll** (RWTH Aachen) für das Gebiet „Materialien“: Er hat auf biokompatiblen Polymeren basierende Hydrogele entwickelt. Diese sollen einen gezielten Wirkstofftransport sowie kontrollierte Arzneimittelfreisetzung im Zielgewebe ermöglichen und könnten die Dosierung von Medikamenten sowie deren Nebenwirkungen verringern; **Dr. Noriyuki Nishimura** (University of California, San Diego, USA) in der Kategorie „Biologie“ für seine Beiträge zur Identifizierung und Charakterisierung spezifischer Stresshormon-Rezeptoren

in Pflanzen. Diese Rezeptoren sorgen dafür, dass Pflanzen unter Stress, beispielsweise Trockenheit, besser überleben können. So könnten neue Ansatzpunkte zur Sicherung der Welternährung gefunden werden. **Dr. Tobias Ritter** (Harvard University, USA) im Bereich „Chemie“ für seine mechanistischen Untersuchungen über Fluorierungsreaktionen. Seine neue Methode, Fluor unter milden und einfachen Methoden hochselektiv in aromatischen Substanzsystemen einzubauen, ist ein erheblicher Fortschritt in der Wirkstoff-Forschung.

Das GKSS-Forschungszentrum Geesthacht verleiht seit dem Jahr 2007 den mit 5000 Euro dotierten **„Magnesium Research Award“** an Nachwuchsforscher. In diesem Jahr ist **Dr. Mark Easton** vom CAST Cooperative Research Centre an der Monash University, Melbourne/Australien der Preisträger. Seine Arbeiten trugen zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen Keimbildung und Kornfeinung in der gießtechnischen Verarbeitung von Magnesiumlegierungen bei. Er war auch an der Entwicklung neuer Kornfeiner für Magnesium-Legierungen unter Verwendung des Übergangsmetalls Zirkonium beteiligt.

In einem interdisziplinären ZUTECH-Projekt (Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen) forschten der Physiker **Thomas Hochrein** (30) und der Maschinenbau-Ingenieur **Dr. Karsten Kretschmer** (36) vom Süddeutschen Kunststoff-Zentrum in Würzburg sowie der Wirtschaftsingenieur **Norman Krumbholz** (30) vom Institut für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig an einem Terahertz-System zur Qualitätssicherung. Mit der Verleihung des diesjährigen, mit 5000 Euro dotierten **Otto von Guericke-Preises** an diese Wissenschaftler will die AiF (Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen) auf ihre Forschungsergebnisse aufmerksam machen.

Der **Deutsche Umweltpreis** der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), mit 500 000 Euro höchstdotierte Umweltauszeichnung Europas, geht 2009 dreigeteilt an die Unternehmer **Petra Bültmann-Steffin** (39, Neuenrade) und **Dr. Carsten Bührer** (39, Rheinbach), den Wissenschaftler **Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen** (62, Bremen) und die Ehrenvorsitzende des Bundes für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND), **Dr. Angelika Zahrnt** (65, Neckargemünd). Bültmann-Steffin/Bührer werden für eine durch ihre Firmen weltweit erstmalig in der Industrie umgesetzte Technikentwicklung geehrt, durch die massiv Energie gespart wird. Jørgensen wird für seine Forschungsarbeiten zum Verständnis mikrobieller Vorgänge im Meer gewürdigt. Dadurch konnte die Rolle der Weltmeere im globalen Klimageschehen entschlüsselt werden. Zahrnt wird ausgezeichnet, weil sie sich über Jahrzehnte ehrenamtlich für den Schutz der Umwelt eingesetzt hat.

Schadhafte oder nicht mehr benötigte Proteine markiert die Zelle zwecks Entsorgung mit einem Protein namens Ubiquitin. Der genaue Mechanismus, der zur Markierung eines schadhafte Proteins mit Ubiquitin führt, sowie die Frage wie mit Ubiquitin behaftete Proteine von dem Proteasom erkannt werden, wurde durch die Arbeiten von **Prof. Ivan Dikic** (Universitätsklinik der Goethe-Universität Frankfurt) aufgeklärt. Dikic konnte auch zeigen, dass Ubiquitin nicht nur für den Proteinabbau eine wesentliche Rolle spielt, sondern auch an der Regulierung der DNA-Reparatur, der Entfernung von Membranproteinen von der Zelloberfläche und an der Regulierung des Immunsystems beteiligt ist. Der von der Hannoverschen Lebensversicherung gestiftete und mit 10 000 Euro dotierte **Sir Hans Krebs-Preis** wird von der Gesellschaft der Freunde der Medizinischen Hochschule Hannover für eine herausragende Arbeit der medizinischen Grundlagenwissenschaft verliehen.

Vom Lippenstift zum Faltenglätter

Knut Burgdorf, Ried-Brig (CH)

Nur wenige haben den scheinbar perfekten Körper, wie er uns täglich in der Werbung, Zeitschriften und Filmen gezeigt wird. Trotz des Wissens, dass diese Perfektion praktisch immer das Ergebnis der Arbeit eines Make-up-Künstlers und moderner Bildverarbeitung ist, streben wir trotzdem danach, sie zu kopieren. Leider verbleibt in der Realität meist nichts anderes, als Schönheitsfehler und Alterserscheinungen zu akzeptieren – oder auch Zuflucht bei den unüberschaubar vielen Produkten der kosmetischen Chemie zu suchen.

Allein in den USA werden pro Jahr mehr als 30 Milliarden Dollar für Kosmetika und Toilettenartikel ausgegeben (weltweit wahrscheinlich doppelt so viel), und der Absatz wird in dem Masse zunehmen, wie die Bevölkerung der Industrieländer altert und die Werbung Schönheitsideale modelliert...

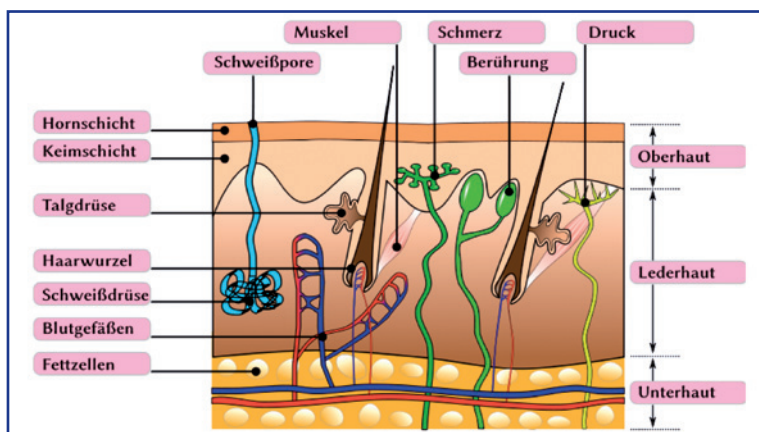
Unsere Haut – ein komplexes Organ

Die Haut ist das größte Organ des Menschen. Sie schützt vor allem vor Wärmeverlust und äußeren Einflüssen, ist aber auch ein wichtiges Sinnesorgan und dient damit im weiteren Sinne der Kommunikation mit der Umwelt (Abbildung 1).

Unsere Haut ist äußerst widerstandsfähig, und nur wenige natürliche Stoffe können sie durchdringen. Sie besteht aus mehreren Schichten, deren oberste, die Epidermis, wiederum aus einzelnen Lagen aufgebaut ist. Außen befindet sich die Hornschicht, tiefer liegt die Keimschicht, in der neue Hautzellen gebildet werden. Nach ihrer Entstehung wandern diese Zellen nach oben, sterben dabei ab und erreichen die Hornschicht, von der sie abgewaschen oder als winzige Schüppchen abgerieben werden. Die Lebenserwartung einer Hautzelle beträgt etwa einen Monat.

Sobald die Zellen alt auszusehen beginnen, beginnt der Kampf, sie jünger wirken zu lassen. In Kosmetika und anderen Schönheitsprodukten findet sich eine breite Palette von Chemikalien, mit deren Hilfe der Alterungsprozess verlangsamt oder teilweise versteckt werden kann. Prinzipiell können Cremes die Falten nicht hinwegzaubern es lässt sich allerdings nicht abstreiten, dass die in modernen Kosmetika vorhandenen Inhaltsstoffe das optische Erscheinungsbild der Haut verbessern.

Abbildung 1: Schemazeichnung der menschlichen Haut (Abb.: sgbeer).



Der Autor

Knut Burgdorf ist Biotechnologe und als Projektmanager bei der Lonza AG in Visp, Schweiz tätig. Daneben schreibt er seit 1993 in verschiedenen Journalen über angewandte Themen aus der Biologie und Chemie.

Lippenstifte

Die Lippen sind einer der verletzlicheren Teile des menschlichen Körpers. Ihre Oberfläche ist nur von einer vergleichsweise dünnen Hornschicht bedeckt, die wenig Fettgewebe enthält und folglich leicht austrocknet. Die nötige Feuchtigkeit führen wir normalerweise zu, indem wir von Zeit zu Zeit die Lippen lecken. Unter extremen klimatischen Bedingungen wie im Hochsommer oder an kalten Wintertagen reicht das nicht aus, und man bestreicht die Lippen. Was im Prinzip auch mit einer Schicht aus Fett getan wäre, wird heute durch eines der wichtigsten Hautkosmetikprodukte überhaupt durch Lippenstifte abgedeckt.

Jahrhundertlang brachte man auffällig (rot) gefärbte Lippen mit Prostitution und Schauspielerei in Zusammenhang. 1883 präsentierte auf der Weltausstellung in Amsterdam ein Parfümhersteller aus Paris einen in Seidenpapier gewickelten Stift aus einer



Abbildung 2: Ein Grenadine-farbiger Lippenstift mit Glitzer-effekt (Foto: Thomas Steiner).

Melange von gefärbtem Rizinusöl, Hirschtalg und Bienenwachs.

Guerlain, eines der ältesten Parfümhäuser der Welt, steckte den Vorläufer des Lippenstifts 1910 erstmals in eine Metallhülse. In den späten „Goldenen Zwanzigern“ und mit der Einführung des Farbfilmes begann der endgültige Siegeszug des Lippenstifts. Designer ergänzten ab 1948 die Metallhülse mit einem praktischen Schiebemechanismus, damit sich die Damen nur die Lippen und nicht auch die Finger oder die Handtasche einfärbten. Die amerikanische Kosmetikmarke „Revlon“ produzierte nicht nur den ersten Nagellack, sondern stimmte auch erstmals die Farbe für die Fingernägel mit der für den Lippenstift ab.

Lippenstifte (Abbildung 2) sind ein Modetrend, der ungebrochen anhält. In unseren Tagen geben amerikanische Frauen jährlich gegen 800 Millionen Dollar für diese Art von Kosmetik aus!

Wie schon erwähnt, hat das Färben der Lippen eine lange Tradition: Zuerst kam man wohl im alten Ägypten auf diese Idee; dort benutzten Frauen den Pflanzenfarbstoff Henna oder das aus Braunalgen gewonnene, purpurrote Pigment Fucus. Gelegentlich war vermutlich auch Zinnober in Gebrauch ein intensiv rotes Pigment, mit dem schon vor 20000 Jahren Höhlenzeichnungen angefertigt wurden.

Die Farben der ersten Lippenstifte waren natürlichen Ursprungs-sie waren meist mit Karmin gefärbt, einem Naturfarbstoff, der aus dem Blut der auf mexikanischen Kakteen heimischen (weiblichen) Cochenille-Schildlaus *Dactylopius coccus* gewonnen wird (Abbildung 3).

Leider waren die ersten kosmetischen Mischungen sehr leicht abzuwischen, und jeder Kontakt bemalter Lippen mit Teetassen, Wangen, Zigaretten oder Hemdkragen hinterließ verräterische Spuren. Für dieses Problem wurde Mitte der 1920er Jahre eine Lösung gefunden, indem man Pigmente verwendete, die die Haut direkt färbten.

Tabelle 1:
Inhaltsstoffe des
Lippenstifts.

Inhaltsstoff	Anteil in %
Farbstoff	5
Öl	40
Wachs	20
Erweichungsmittel	25
Titandioxid	10

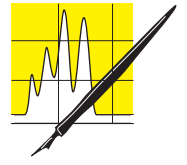
Einen in allen Belangen perfekten Lippenstift herzustellen, ist technologisch recht anspruchsvoll, soll doch das Produkt die folgenden Eigenschaften möglichst vollständig erfüllen:

- Farbwirkung mit matt, glänzend, durchscheinend oder perlmuttartigem Schein und guter Haftung
- Gleichmäßige Deckung
- Neutraler Geschmack
- Leichter Auftrag bei Wärme und Kälte
- Keine Verformung oder Bruch des Stiftes
- Keimfreiheit über die gesamte Nutzungsdauer
- Keine giftigen oder gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffe

Für den Farbton eines Lippenstifts werden meist Schattierungen von Rot bis Pink verwendet für die Farbgebung sind entweder ein Pigment oder ein meist synthetisch hergestellter organischer Farbstoff zuständig. Häufig verwendet werden 4',5'-Dibromfluorescein und 2',4',5',7'-Tetrabromfluorescein (Eosin; Abbildung 4).

Noch intensiver wird der Farbton, wenn sich die organische Verbindung an die Oberfläche eines anorganischen Stoffes, etwa Aluminium, anlagert: Es entsteht ein „Farblack“. Welche Farbe die damit bemalten Lippen annehmen, wird durch eine chemische Reaktion mit den Hautproteinen bestimmt, deren freie Aminogruppen den Farbstoff binden. So wird die Haut relativ dauerhaft tiefrot gefärbt.

Öl und Wachs werden so ausgewählt, dass ihre Mischung eine leicht aufzutragende Paste ergibt, die



AUFSÄTZE

Abbildung 3:
Cochenille-Schildlaus *Dactylopius coccus*, Herkunft des roten Karmin-Farbstoffes (Foto: Frank Vincentz).



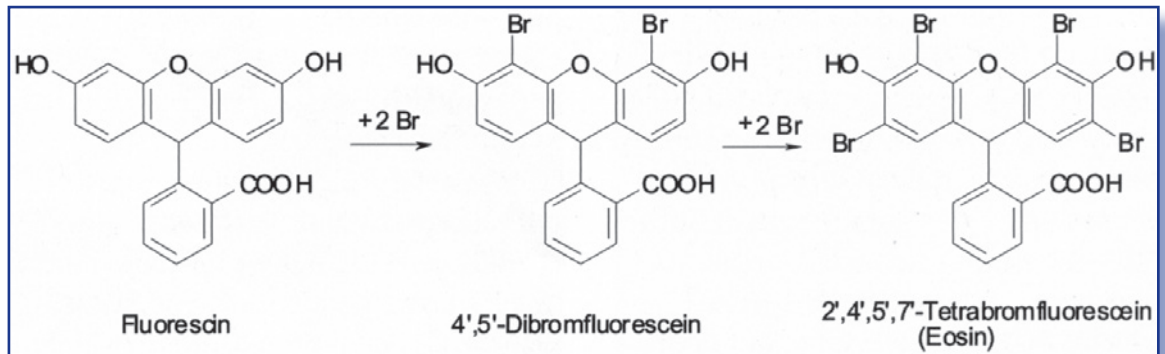


Abbildung 4: Herstellung von 4',5'-Dibromfluorescein und 2',4',5',7'-Tetrabromfluorescein. Beide Farbstoffe werden aus dem gelb aussehenden Fluorescein hergestellt. Setzt man dieses mit Brom um, so werden zwei Atome Brom addiert, und es entsteht eine orangefarbene Verbindung. Die weitere Umsetzung mit Brom führt zum roten, leicht bläulich schimmernden Eosin.

sich trotzdem in eine dauerhafte Stifform bringen lässt. Ein guter Lippenstift hält Temperaturen von bis zu 50° C aus, ohne sich ernsthaft zu verformen. Von der Vielzahl getesteter Öle ist das aus der Rizinuspflanze gewonnene Castoröl am beliebtesten: Es hat den Vorteil, beim Trocknen einen festen, glänzenden Film auf der Haut zu bilden. Lippenstifte einiger Marken bestehen fast zur Hälfte ihrer Masse aus Castoröl. Industriell hergestellte Alternativen sind farb- und geruchlos, ungiftig und verschmieren nicht. Wachse festigen den Lippenstift und machen ihn formbar. Am meisten wird der Naturstoff Bienenwachs verwendet, daneben auch Carnaubawachs und Candelillawachs. Bienenwachs ist aus chemischer Sicht eine komplexe Mischung von Estern langkettiger Alkohole

und Säuren, vor allem von Palmitinsäuremyricylester $C_{15}H_{31}-COO-C_{30}H_{61}$ und Cerotinsäure (Abbildung 5). Es hat einen Schmelzpunkt von 63° C und wurde im Laufe der Jahrhunderte verschiedensten Erzeugnissen wie Möbelpolituren, Kerzen und sogar Medikamenten zugegeben.

Das härtere, erst bei 87°C schmelzende Carnaubawachs wird von den Blättern der tropischen Carnaubawachspalme (*Copernicia prunifera*) abgesondert. Es fand ebenfalls bereits Verwendung als Inhaltsstoff von Polituren und Kerzen, aufgrund seiner imprägnierenden Eigenschaften auch von Autowachsen.

Candelillawachs gewinnt man vornehmlich in Mexiko. Ein Lieferant ist die Candelilla-Pflanze *Pedilanthus macrocarpus*. Heutzutage gewinnt man das Wachs jedoch hauptsächlich von der Candelilla-Pflanze *Euphorbia Antisyphilitica* (Abbildung 6), deren Wachs eine höhere Qualität hat. Sein Schmelzpunkt liegt bei 67°C. Candelillawachs ist ein klassisches Siegelwachs, das noch heute zur Beglaubigung mancher Staatsdokumente benutzt wird.

Die amerikanische Chemikerin und Gründerin des gleichnamigen Kosmetikunternehmens Hazel Bishop entwickelte in den 1940er-Jahren den auch heute noch verwendeten Lippenstift auf Lanolin-Basis, der die Farbe nicht verschmieren lässt. Lanolin wird aus Schafwolle genauer gesagt einem Sekret der Talgdrüsen von Schafen extrahiert.

Lippenglanz kann über 7% Lanolin enthalten, Lid Schatten über 5%, Lippenstifte über 2%; geringere Mengen der Substanz findet man in Reinigungsmilch, Teintgrundierungen, Handreinigercremes, Nachtcremes, Shampoos und Sonnenschutzmitteln.

Abbildung 6: *Euphorbia Antisyphilitica* ist eine Pflanzenart aus der Gattung Wolfsmilch (*Euphorbia*) in der Familie der Wolfsmilchgewächse (*Euphorbiaceae*). Kurz gestielte Cyathien (Scheinblüten; kleines Bild) erscheinen einzeln oder in kleinen Gruppen aus den Blattachseln (Fotos: Frank Vincentz).

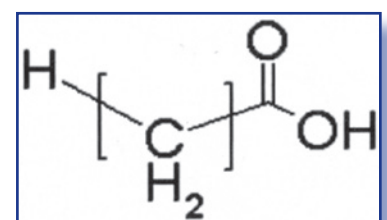


Abbildung 5: Struktur von Cerotinsäure.

Je nach Hauttyp und kosmetischer Anwendung werden die Öl- und Wachsbeimischungen variiert (Tabelle 2).

Das auch in der Malerei eingesetzte Mineral Tiandioxid deckt hervorragend und wirkt außerdem farbverdünnend aus einem intensiven Rot entstehen verschiedene Rosa- und Pinkschattierungen. Mit Interferenzpigmenten, die auf die Oberfläche von Tiandioxid-Partikeln aufgebracht werden, lassen sich nahezu alle Farbtöne erzeugen.

Entscheidend ist dafür nicht die Färbung des Pigments selbst, sondern die Art und Weise, in welcher das auf die Trägerfläche treffende Licht reflektiert, gebrochen und gestreut wird. Die Struktur eines Lippenstifts lässt sich weiterhin durch die Zugabe winziger Kügelchen, Mikrosphären, verbessern. Die Substanz verschmiert dann weniger leicht und reflektiert mehr Licht. Die Hülle dieser Partikel besteht aus dem Polymer Polymethylmethacrylat. Im Inneren können andere hautaktive Wirkstoffe wie Vitamin E, Folsäure und Fluorpolymere untergebracht und dann langsam freigesetzt werden. Fluorpolymere sorgen nicht nur dafür, dass sich die Lippenfarbe glatt und elegant anfühlt, sondern verhindern auch, dass der Stift während der Herstellung an der Form festklebt.

Um einen Lippenstift herzustellen, verrührt man die Inhaltsstoffe unter Erwärmung, bis sie gründlich gemischt sind. Das Rohprodukt wird in Metallformen gegossen und gekühlt, um die Form zu lösen. Ein kurzes Abflammen glättet die Oberfläche und gleicht Unebenheiten aus. Perlmutter-Lippenstifte enthalten Bornitrid und schimmern auf der Haut; besonders intensives Glitzern wird durch Zugabe von Glimmer- oder Siliziumdioxidpartikeln erzeugt (Abbildung 2). Mattierenden Lippenstiften wird mehr Wachs und Pigment zugegeben, um den Glanz zu reduzieren; Lippenglanz hingegen enthält mehr Öl und weniger Wachs, weshalb er sich schlecht in eine dauerhafte Form bringen lässt und in kleinen Töpfchen verkauft wird. Lang haftende Lippenstifte enthalten zur Versiegelung der Farbe in der Regel Siliconöl.

In den vergangenen neunzig Jahren hat der Lippenstift einen langen Weg zurückgelegt. Dank der Zutaten der modernen Chemie gilt er heute als unverzichtbares Accessoire weiblicher Attraktivität...

Anti-Age-Cremes

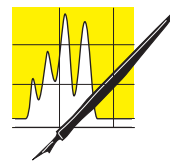
Wer sich häufig im Freien aufhält, wird im Alter eine besonders faltige Haut haben. Zu beobachten ist dies sehr intensiv bei Naturvölkern, in unseren Breiten vor allem bei Bauern, Bauarbeitern und Gärtnern. Gleiches gilt für alle, die sich in der Freizeit gerne an der Sonne aufhalten.

Mit dem Altern wird unsere Haut dünner, verliert an Elastizität, trocknet aus und wird faltig. Kosmetikerhersteller versuchen deshalb und meist vergeblich, die Spannkraft der Haut wiederherzustellen und die Zeichen des Alterns verschwinden zu lassen.

Aktive Inhaltsstoffe vieler solcher Produkte sind beispielsweise α -Hydroxysäuren (AHA), die in der Tat helfen können, unsere Haut jünger wirken zu lassen. Die in der Werbung oft aufgestellte Behauptung, dass die Falten tatsächlich verschwinden, sollte allerdings nicht allzu wörtlich genommen werden.

Der rosige Teint des sprichwörtlichen „Milchmädchens“ ist von alters her bekannt, und die ägyptische Herrscherin Kleopatra (69-30 v. Chr.), eine berühmte Schönheit der Antike, soll den Überlieferungen zufolge in Eselsmilch gebadet und die Haut mit Zitronensaft behandelt haben. Aus heutiger Sicht war dies eine sinnvolle „anti-aging-Maßnahme“, denn Milch und Zitronen enthalten ebenso wie viele weitere Naturprodukte α -Hydroxysäuren, die wegen ihrer sauren Eigenschaften die obere Hautschicht teilweise abschälen und damit die Falten „glätten“.

In den 1970er-Jahren erforschten die amerikanischen Wissenschaftler Eugene van Scott und Ruey Yu systematisch den Einfluss von AHAs auf die Haut. Die Forscher entdeckten, dass die Säuren die Hornschicht der Haut auflockern und bei höherer Konzentrierung die oberste Hautschicht ablösen. Die neue, rasch nachwachsende Oberhaut ist straffer, feiner strukturiert und mit einer weicheren Hornhaut versehen. Ausserdem beseitigen die Säuren Verhornungen und Pigmentflecken. Viele AHAs sind leicht aus natürlichen Quellen zu gewinnen beispielsweise aus Äpfeln (Äpfelsäure), Trauben (Weinsäure), Zitronen (Zitronensäure), Bittermandeln (Mandelsäure) oder Zuckerrohr (enthält Glycolsäure).



AUFSÄTZE

Tabelle 2: Öl- und Wachsbeimischungen für verschiedene Hauttypen.

Inhaltsstoff	Normalhaut Mischhaut	trocken feuchtigkeitsarm	fettig	unrein	empfindlich	reifanspruchsvoll
a-Bisabolol	X	X	X	X	X	X
Algenöl					X	
Allantoin	X	X	X	X	X	X
Aloe vera	X	X			X	
Aprikosenkernöl	X	X				
Avocadoöl		X				X
Bienenwachs	X	X				
Calendulaöl		X	X	X	X	X
Candelilla-Wachs	X	X	X	X	X	X
Carnauba-Wachs	X	X	X	X	X	X
Castoröl	X	X	X	X	X	X
D-Panthenol	X	X	X	X	X	X
Kakaobutter	X	X			X	X
Lanolinalkohol	X	X	X	X	X	X
Mandelöl	X	X			X	
Sonnenblumenöl	X	X	X	X	X	

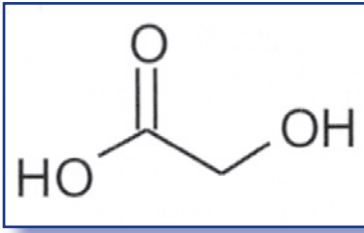


Abbildung 7:
Strukturformel
von Glycolsäure.

Glycolsäure

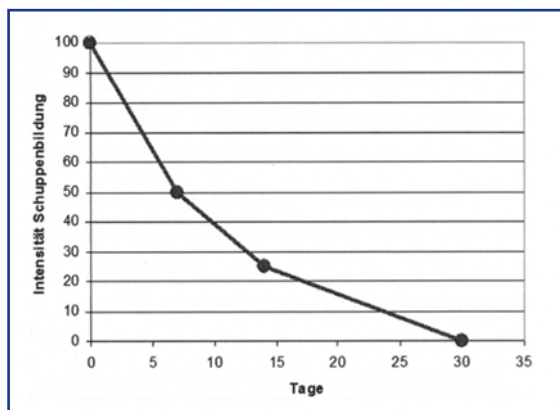
Glycolsäure ist die am einfachsten aufgebaute α -Hydroxycarbonsäure. Größere Mengen sind in Zuckerrohrsaft enthalten, in geringeren Mengen findet sich die Substanz in anderen Quellen wie in Artischocken, Zwiebeln, Zuckerrüben, Weizen, Apfelsaft oder bestimmten Traubensorten.

Für die Falten-mindernde Wirkung der Glycolsäure gibt es einige wissenschaftliche Erklärungsansätze: Das Molekül durchdringt wegen seiner geringen Größe die Zellwände besonders gut. Innerhalb der Zellen scheint die Säure den Proteinstoffwechsel anzuregen, wodurch Collagen und andere Substanzen gebildet werden, in deren Folge die Zellen anschwellen und dadurch „jünger“ aussehen. Außerdem wird die Abstoßung der abgestorbenen, oberen Hautschichten unterstützt, und frische, junge Haut kommt zum Vorschein.

Die Zulassungsbehörden empfehlen den Herstellern von glycolsäurehaltigen Kosmetika, einen Säuregehalt von 4% nicht zu überschreiten, um Hautschäden zu vermeiden. Wirksam ist aber erst etwa die doppelte Konzentration. Deshalb arbeiten Kosmetiksalons gewöhnlich mit 10- bis 20-%igen Lösungen.

Glycolsäure ist auch Bestandteil von Präparaten zur Behandlung bestimmter Hautkrankheiten wie dem seborrhoischen Ekzem (Abbildung 8). Dies ist eine chronische Entzündung der Haut, die zu Läsionen (Hautverletzungen) an Kopf und Ohren, im mittleren Gesichtsbereich und im mittleren bis oberen Brustbereich führt. Glycolsäure (und Milchsäure) wirken keratolytisch, erleichtert also das Eindringen anderer

Abbildung 8: Behandlung des seborrhoischen Ekzems mit glycolsäurehaltigen Präparaten. Die Schuppenbildung auf der Kopfhaut verschwindet praktisch vollständig innerhalb von vier Behandlungswochen.



Eine interessante Randnotiz zur Anwendung von AHAs: Im Sommer 2002 warnte die amerikanische FDA vor einer zu intensiven AHA-Behandlung der Haut, da durch das Abtragen der äußeren Hautschicht die Anfälligkeit für Sonnenbrand erhöht wird.

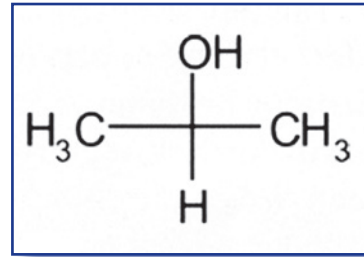


Abbildung 9:
Strukturformel
von Milchsäure.

Wirkstoffe in die Haut und unterstützen gleichzeitig den Wasserhaushalt der betroffenen Zellen.

Milchsäure

Milchsäure (Abbildung 9) gewinnt man biotechnologisch durch Fermentation beliebiger Kohlenhydrate (zum Beispiel Molke, Traubenzucker, Stärke oder Melasse), oder chemisch aus der Industriechemikalie Acrylnitril, einem Basismolekül der Kunststoffherstellung. Auch unser Körper enthält größere Mengen Milchsäure als natürliches Nebenprodukt des Kohlenhydratstoffwechsels. In der Haut übernimmt Milchsäure die Funktion, den Wasserhaushalt auszugleichen. Außerdem wirkt sie durch ihren niedrigen pH-Wert antimikrobiell. Ist die natürliche Produktion zu gering, versucht man, den Mangel mit entsprechenden Cremes auszugleichen.

Die Wirkung der Milchsäure beruht darauf, dass sie in die Oberhaut eindringt und dort Adhäsion zwischen den Zellen reduziert. So lassen sich abgestorbene Schichten leichter entfernen. Außerdem verbessert sie die Durchfeuchtung der äußeren Hautbereiche, indem sie deren Fähigkeit zur Wasserspeicherung steigert und die Elastizität fördert. Dies wirkt typischen Alterserscheinungen wie Trockenheit, Rissigkeit und Schuppenbildung entgegen. Sie lässt auch Sonnenbrände schneller abheilen, mildert Falten, bleicht Sommersprossen und Altersflecken (braune Stellen mit überschüssiger Melaninproduktion, die sich im Alter bilden).

Milchsäureabkömmlinge finden sich auch in anderen Kosmetik- und Toilettenartikeln: Kaliumlactat zum Beispiel erhöht die Viskosität von Flüssigkeiten, wirkt also als Verdickungsmittel; Silberlactat ist ein Bestandteil mancher Anti-Schuppen-Shampoos, und Zirconiumlactat reduziert die Schweißabsonderung.

Zu den Lactaten zählen weiterhin verschiedene Milchsäureester wie Butyllactat, Lauryllactat und Myristyllactat, die als Inhaltsstoffe von Cremes dafür sorgen, dass sich die Haut sanft und glatt anfühlt.

Vitamin A

Vitamin A gehört zu den wichtigsten Anti-Aging-Wirkstoffen, es reduziert größere Falten, bleicht braune Flecken und glättet die Haut. Abkömmlinge des Vitamins A werden schon seit längerer Zeit zur Therapie von Akne verwendet und finden sich seit einigen Jahren auch in Anti-Aging-Cremes.

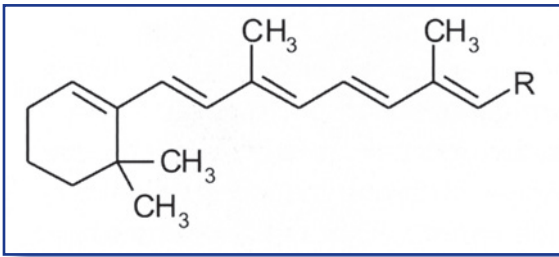


Abbildung 10: Strukturformel von Tretionin (All-trans-Retinsäure, Vitamin-A-Säure).

Besonders verbreitet ist das Tretionin (All-trans-Retinsäure, Vitamin-A-Säure, Abbildung 10), das in den 1970er-Jahren als Standard-Aknemedikament eingeführt und Mitte der 1990er-Jahre von der amerikanischen FDA auch zur Faltenbehandlung zugelassen wurde. Beispiele zugelassener Tretionin-Präparate sind Cremes wie Airol oder VAS Cordes. Nach ungefähr zweimonatiger Anwendung beginnen Altersflecken und Fältchen zu verschwinden, nach vier weiteren Monaten scheint sich in vielen Fällen das Hautbild deutlich zu verbessern. Tretionin wirkt zusätzlich dem Abbau von Collagen entgegen und regt dessen Neubildung an. Im günstigen Fall kann die Wirkung mehrere Jahre lang anhalten.

Liposomen

Viele Anti-Aging-Produkte basieren heute auf dem Ende der 1980er-Jahre von den Kosmetikunternehmen L’Oreal und Christian Dior eingeführten Liposomen. Liposomen sind kleine Vesikel oder Membran-Hohlkugeln aus fettähnlichen Molekülen, Lipiden. Dank ihrer Ähnlichkeit zu biologischen Membranen werden sie vom Körper hervorragend akzeptiert und gelangen aufgrund ihrer geringen Größe von nur 50-100 Nanometern rasch an ihr Ziel, wo sie den Wirkstoff in der Nähe der angesteuerten Zellen freigegeben oder ihn sogar in den Innenraum einer Zelle transportieren können.*

Sonnencremes

Schönheitsideale verändern sich im Laufe der Zeit: Geschaffen von den alten Ägyptern und Römern, war noch bis vor wenigen Jahrzehnten eine makellos weiße Haut das Zeichen für Luxus und Wohlstand, während eine sonnegebräunte Haut Zeichen eines niederen Standes (Landarbeiter, Seeleute) war.

*Die Verwendung von Nanopartikeln in Kosmetika muss in der EU ab 2012 angegeben werden, so die neue EU-Kosmetikrichtlinie, beschlossen Ende November 2009.

Das gegenwärtige Schönheitsideal ist ein leicht bis mäßig gebräunter Körper. Er wird nicht nur als attraktiv empfunden, sondern auch mit „gesund“ assoziiert. Auf der Jagd nach bräunenden Sonnenstrahlen reisen die meisten Menschen im Urlaub an Ziele, wo garantiert fast jeden Tag die Sonne scheint. Häufig wird beim Sonnenbad jedoch vergessen, dass man sich dabei dem beachtlichen Risiko aussetzt, zuerst einen Sonnenbrand einzufangen und im häufigen Wiederholungsfall an Hautkrebs zu erkranken.

Schuld daran ist die ultraviolette Strahlung, speziell aus dem sogenannten UV-B-Bereich (320-280 nm Wellenlänge). Die energiereichen Strahlen schädigen die Augen und dringen tief in die Haut ein, wo sie die Erbinformation der Hautzellen verändern und später Krebs auslösen.

Während UV-A eine langsame Bräunung bewirkt, lösen die UV-B-Strahlen eine schnelle Rötung aus, hervorgerufen durch eine Erweiterung der oberflächennahen Blutgefäße, weshalb sich die Haut heiß anfühlt und rot wird wie bei einer Verbrennung.

Menschliche Hautzellen sind an sich farblos. Unser Körper hat im Verlauf der Evolution einen Mechanismus entwickelt, um sich gegen UV-Strahlung zu schützen, indem er in der oberen Hautschicht spezielle, von Aminosäuren abgeleitete Moleküle bildet, die UV-Licht absorbieren (Abbildung 11).

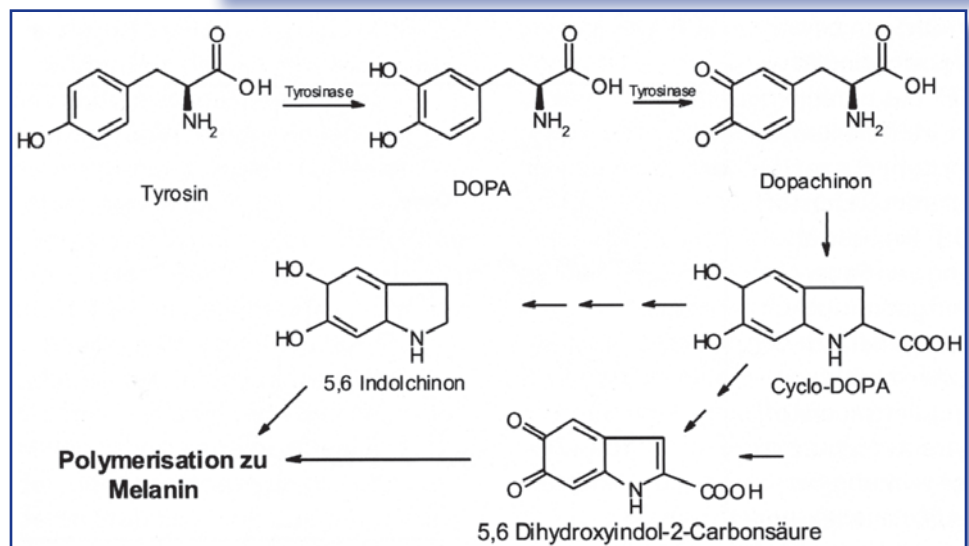
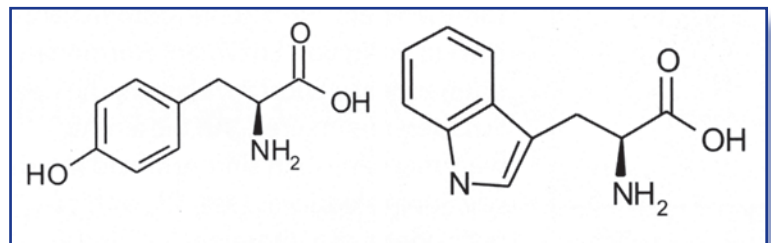
Bei intensiver Sonneneinstrahlung bildet sich aus der Aminosäure Tyrosin und anderen Bausteinen das Pigment Melanin, unser wirksamster Sonnenblocker. Je mehr UV-A-Licht einstrahlt, desto mehr Melanin entsteht und desto dunkler färbt sich die Haut (Abbildung 12: Melanin-Synthese).



AUFSÄTZE

Abbildung 11 (oben): Strukturen von L-Tyrosin (links) und L-Tryptophan (rechts).

Abbildung 12 (unten): Melanin-synthese.



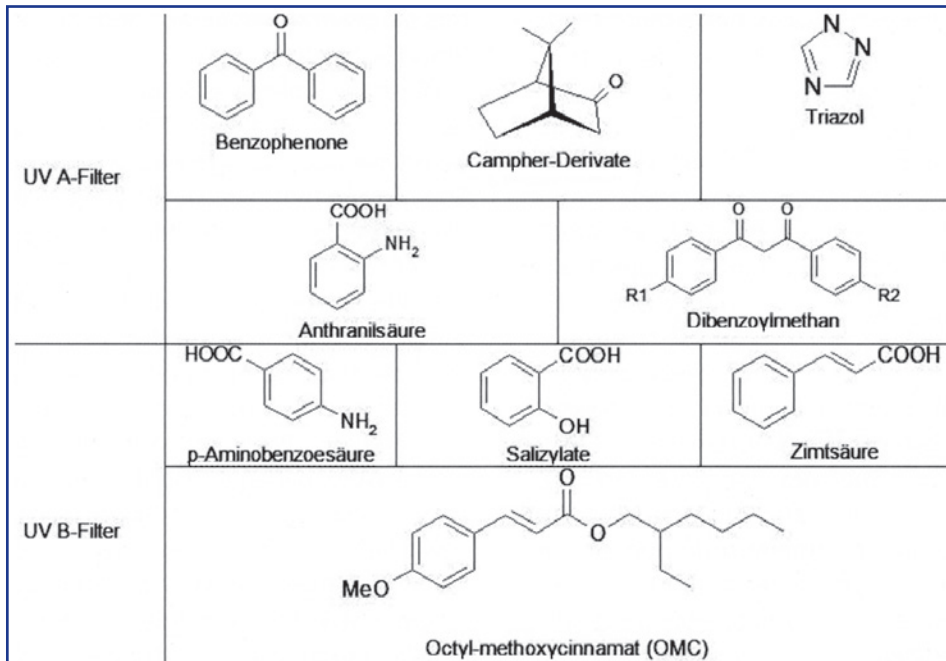
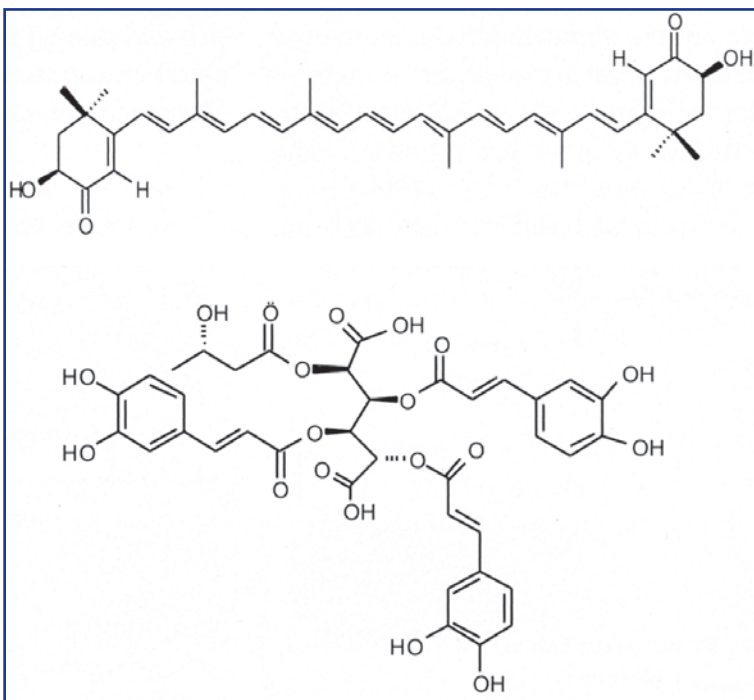


Abbildung 13:
Chemische
UV-Filter in
Sonnencremes.

Melanin wandelt mehr als 99,9% der absorbierten Strahlungsenergie in Wärme um und gehört damit zu den wirksamsten heute bekannten UV-Schutzmolekülen. Auch andere Lebewesen schützen sich mit Melanin vor den schädlichen Anteilen der Sonnenstrahlen, darunter auch Insekten, verschiedene Pflanzen, Pilze und sogar Mikroorganismen. Verschiedene Produkte der amerikanischen Kosmetikfirma Lancaster enthalten ein Pilz-Melanin, das in einem mehrtägigen Fermentationsprozess gebildet und danach aufwendig extrahiert wird.

Abbildung 14:
Strukturen von
Astaxanthin
(oben) und
Edelweißsäure.

Menschen mit afrikanischen Vorfahren haben eine von Natur aus stark pigmentierte Haut, die



sie lebenslang behalten. Bei Hellhäutigen dauert es eine Weile, bis die Melaninproduktion in Gang kommt, weshalb die Haut bei plötzlicher Sonnenbestrahlung schon nach kurzer Zeit Schäden davonträgt. Nordeuropäer bekommen vergleichsweise schnell einen Sonnenbrand und bräunen nur wenig, da die Haut nicht genug Melanin produzieren kann, um sich wirksam zu schützen. In südeuropäischen Ländern finden sich dagegen Menschen, die rasch braun werden und sich eher selten einen Sonnenbrand holen.

Die erste Sonnencreme kam Ende der 1920er-Jahre in den USA auf den Markt. Sie enthielt Benzylsalicylat und Benzylcinnamat, zwei Verbindungen, die aus heutiger Sicht nicht besonders wirksam sind.

Moderne Sonnenmilch und Cremes sollen die sonnenexponierte Haut schützen und die durch Wärme und Wind verursachte Austrocknung kompensieren. Die Produkte enthalten typischerweise neben Wasser Fettsäuren, Di- und Triacylglyceride, Fettalkohole sowie Silikonöle als Emulgatoren und zur Wasserabweisung. Glycerin oder Propylenglykol als Feuchthaltemittel und Magnesiumaluminiumsilikate als Verdicker.

Zum Schutz vor den schädlichen Anteilen des Sonnenlichtes werden UV-Filter zugesetzt. Dabei unterscheidet man zwischen chemischen und physikalischen UV-Filtern. Da die einzelnen Filter keinen Schutz über das gesamte UV-Spektrum hinweg bieten, werden in der Regel mehrere Stoffe in einer Sonnencreme kombiniert.

Chemische Filter (Abbildung 13) absorbieren energiereichere Strahlung und geben diese energieärmer (als langwelligere Strahlung) und unschädlicher wieder ab. Sie dringen in die obere Hautschicht ein, weshalb ein Sonnenschutz erst nach etwa 30 Minuten gewährleistet ist. Zusätzlich enthalten einige Präparate Antioxidantien, die die Folgereaktionen der UV-Einwirkung (Bildung von Sauerstoffradikalen) abschwächen sollen.

Die physikalischen Filter streuen und reflektieren das Licht hauptsächlich. Sie enthalten heute Mikropartikeln mit Zinkoxid und Titanoxid. Physikalische Filter dringen nicht in die Haut ein, Unverträglichkeiten sind deshalb selten. Sie werden bevorzugt bei Kleinkindern empfohlen.

Die Wirksamkeit der Sonnenschutzfilter beim Menschen wird mittels des Lichtschutzfaktors (LSF bzw. englisch Sun Protection Factor, SPF) beurteilt. Dieser gibt an, wie viel länger man sich mit einem Sonnenschutzmittel der Sonne aussetzen kann, oh-

ne einen Sonnenbrand zu bekommen, als dies mit der individuellen unterschiedlichen Eigenschutzzeit möglich wäre. Der LSF ist also ein Maß dafür, inwieweit der verwendete Filter die auf die Haut treffende UV-Intensität vermindert. Seine Werte liegen typischerweise zwischen 2 und 30, manchmal auch höher.

Zur Bestimmung des Faktors setzt man die Zeit, die bei geschützter bzw. ungeschützter Haut bis zum Auftreten eines Sonnenbrandes vergeht, ins Verhältnis. Kommt es beispielsweise bei ungeschützter Haut nach drei Stunden zum Sonnenbrand, bei Anwendung eines gegebenen Produkts jedoch erst nach zwölf Stunden, so ist der Lichtschutzfaktor gleich $12/3 = 4$. LSF 2 setzt die Intensität auf 50% herab; LSF 4 auf 25% (es werden also 75% der UV-Strahlung absorbiert). Bei LSF 25 kommen nur noch 4% der UV-Strahlung auf der Haut an. Theoretisch ist der Lichtschutzfaktor 50 erreichbar (98% der Strahlung würden absorbiert); solche Produkte schützen jedoch kaum mehr als die preislich günstigeren Produkte mit Schutzfaktor 30. Der SPF gibt übrigens lediglich die Schutzwirkung einer Creme gegen UV-B-Strahlung an. Für die Messung von Schutzwirkung gegen UV-A gibt es kein international anerkanntes Verfahren.

Werden mehrere verschiedene UV-Filter kombiniert, kann es zu synergistischen Effekten kommen: Die Substanzen verstärken sich gegenseitig in ihrer Wirkung, weshalb sich die Konzentration von beiden absenken lässt.

Neben den diskutierten chemischen und physikalischen Schutzstoffen gibt es noch ein weiteres Schutzprinzip, nämlich den Einsatz von Radikalfängern. UV-Strahlung kann chemische Bindungen spalten, wobei Molekülfragmente entstehen, sogenannte freie Radikale, die spontan mit nahezu jedem anderen Molekül reagieren, dem sie begegnen. Innerhalb der Zelle ist die Erbinformation DNS ein besonders empfindliches Ziel. Das gefährlichste freie Radikal entsteht aus molekularem Sauerstoff O_2 : Bei Bestrahlung von Sauerstoffgas mit UV-Licht bildet sich der äußerst reaktive Singulett-Sauerstoff.

Da der Schutz vor der Wirkung der Radikale lebensnotwendig ist, besitzt unser Körper wirksame Abwehr- und Reparaturmechanismen in Form von Enzymen, Hormonen oder anderen Substanzklassen, die den Schaden minimieren. An diesen Abwehrmechanismen sind Antioxidantien wie Superoxiddismutase, Glutathionperoxidase, die Vitamine A, C und E oder das Coenzym Q 10 beteiligt.

Es lag also nahe, solche schützenden Stoffe auch Sonnencremes zuzusetzen, um damit die Auswirkungen übermäßiger Sonneneinstrahlung abzuschwächen. Moderne Sonnenschutzmittel haben deshalb teilweise exotisch anmutende, natürliche Inhaltsstoffe wie das Astaxanthin (Abbildung 14), ein kräftiges Antioxidans, das für die rote Färbung von Wildkrebse und Wildlachs verantwortlich ist.

Astaxanthin soll etwa 500-mal so wirksam sein wie die Schutzsubstanz Vitamin E.

Die unlängst aus dem Edelweiß isolierte Verbindung Edelweißsäure soll für die hohe Resistenz der Pflanze gegenüber der intensiven UV-Einstrahlung im Hochgebirge verantwortlich sein. Der Kosmetikkonzern Weleda verwendet die interessante Verbindung in einer eigenen Produkteserie.

Selbstbräuner

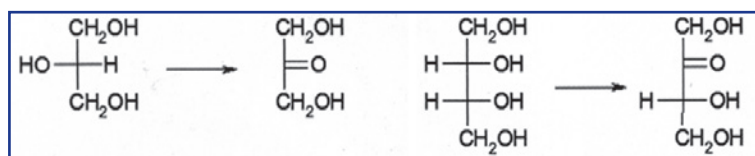
Selbstbräuner versprechen nahtlose Bräune, ohne dass man sich der gefährlichen UV-Strahlung von Sonne oder Solarium aussetzen muss. Sie enthalten verschiedene chemische Wirkstoffe, die in die oberen Zellschichten der Haut eindringen, dort reagieren und die Haut bräunlich einfärben.

Dihydroxyaceton und Erythrose

Beim Backen oder Braten färben sich manche proteinhaltigen Lebensmittel braun. Verantwortlich dafür ist eine Reaktion zwischen Kohlenhydraten und Eiweißmolekülen, die nach ihrem Entdecker (1912), dem französischen Chemiker Louis-Camille Maillard, benannt wurde.

Da die oberen Hautschichten im Wesentlichen aus Proteinen bestehen, können auch sie mit Kohlenhydraten eine Maillard-Reaktion eingehen. Eine Substanz, mit der diese Fähigkeit in der Kosmetikbranche genutzt wird, ist Dihydroxyaceton (DHA), ein weißkristallines, süß schmeckendes Pulver. Auf die Haut gebracht, bewirkt eine Lösung von DHA eine rasche Bräunung, weil DHA an freie Aminogruppen der Proteine der Hornschicht bindet, wodurch Melanoidine gebildet werden. Die Hauttönung tritt beinahe sofort nach der Anwendung ein bei unsachgemäßer, zu langsamer oder ungleichmäßiger Applikation bilden sich deshalb unschöne Streifenmuster, die für die Anwender noch peinlicher waren als die bleiche Haut, die sie hatten tönen wollen! Außerdem ist seit längerem bekannt, dass DHA unter bestimmten Bedingungen neben weiteren Spaltprodukten auch Mengen an Formaldehyd sowie Ameisensäure freisetzen kann, was wiederum zu Hautreizungen führt. Des Weiteren können diese Spaltprodukte in der Anwendung eine deutliche Verminderung des Bräunungseffektes bewirken (Abbildung 15).

Abbildung 15: Herstellung von DHA durch Umwandlung von Glycerin mit dem Mikroorganismus *Gluconobacter suboxydans* (links). Rechts die Bildung von L-Erythrose aus meso-Erythritol durch *Gluconobacter frateurii*.



AUFsätze

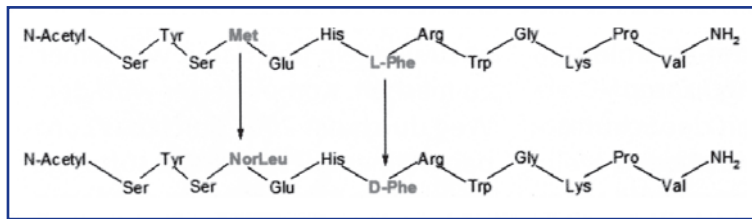


Abbildung 16: Struktur der Peptidhormone α -MSH und seiner am Reissbrett optimierten Variante «Melanotan». Beide bestehen aus 13 Aminosäuren die veränderten Eigenschaften von Melanotan ergeben sich durch den Austausch zweier Aminosäuren an den Positionen : Met⁴ Norleu⁴ und L-Phe⁷ D-Phe⁷.

Die verschiedenen am Markt erhältlichen Selbstbräunungscremes und -lotionen enthalten zwischen 2% und 5% DHA.

Der natürliche Zucker Erythrose kommt in zahlreichen Pflanzen sowie verschiedenen Flechtenarten vor. Das ebenfalls über Fermentation zugängliche Produkt ist einfach und sicher in der Anwendung und zeichnet sich insbesondere im Vergleich zu DHA durch viele positive Eigenschaften aus. Die geringere Reaktivität des Moleküls bewirkt eine sanftere und nachhaltigere Reaktion der Erythrose mit den Hautproteinen. Dadurch wird die Haut geschont, was zu einer verminderten Hautabschuppung gegenüber DHA führt. In der Folge zeigt sich der Bräunungseffekt bei der Erythrose im Vergleich zum DHA zeitlich zwar um einige Tage verschoben, hält dafür aber gleichzeitig deutlich länger an. Ausserdem ist die Haut bei Anwendung von Erythrose natürlicher und gleichmässiger gefärbt.

Selbstbräunende Produkte werden heute von allen führenden Kosmetikerherstellern angeboten. Sie bieten allerdings keinen echten Sonnenschutz aber sie dienen vor allem dazu, einen attraktiven goldbraunen Hautton zu erzeugen, ohne dass sich der Anwender UV-Strahlung aussetzen muss.

Melanotan

Melanotan (Handelsname Afamelanotid) ist ein synthetisches Peptidhormon, das von der australischen Pharmaunternehmung Clinuvel entwickelt



Abbildung 17: Ein Melanom (Abb.: National Cancer Institute).

wurde. Es ahmt die Wirkung des natürlichen Hormons α -MSH nach. Die Gruppen der Melanozyten-stimulierenden Hormone MSH regulieren unter anderem in den pigmentbildenden Melanozyten der Haut die Melaninsynthese und die Pigmentverteilung (Abbildung 16).

Durch gezielte Veränderungen der chemischen Struktur ist Melanotan wesentlich wirksamer als die natürliche Variante. Hauptgrund ist eine verlängerte Halbwertszeit im Körper und dadurch eine deutlich stärkere Bindung an den Melanocortinrezeptor. In der Folge kann sich der Gehalt an Melanin in der Haut beinahe verdoppeln und die Haut wird braun.

Im Gegensatz zu den Selbstbräunern bietet der höhere Melaningehalt zusätzlichen Schutz vor schädlichen Auswirkungen der UV-Strahlung: Im kontrollierten Experiment konnte Halbierung der UV-verursachten DNA-Schäden nachgewiesen werden.

Melanotan soll zur Therapie bei Sonnenallergien und Stoffwechselkrankheiten mit UV-Unverträglichkeit sowie als Begleitmaßnahme von Hautkrebsbehandlungen eingesetzt werden. Dies ist insbesondere für besonders hellhäutige Menschen wichtig, die in sonnenreichen Gegenden mit starker UV-Belastung leben wie z.B. in Australien und Neuseeland. Das Anwendungsgebiet wurde schrittweise erweitert und umfasst nun auch allergische Reaktionen, die durch UV-Strahlung ausgelöst werden.

Jährlich erkranken mehr als eine Million Menschen an irgendeiner Form des Hautkrebses. Man schätzt, dass etwa 15% der Bevölkerung im Laufe des Lebens eine der vielen Krankheitsvarianten erwirbt. Besonders häufig treten Basalzellkarzinome auf, wulstige, harte, rote Flecken an den lichtexponierten Körperteilen wie Gesicht, Händen oder Nacken. Etwas weniger häufig sind Plattenepithelkarzinome, Knoten mit harter Oberfläche, die meist an Lippen, Ohren und Händen entstehen. Beide Krebsarten sind nicht lebensbedrohlich, denn sie bilden keine Metastasen in anderen Organen und lassen sich verhältnismäßig leicht entfernen.

Auf die dritte Hautkrebsart, das Melanom (Abbildung 17), trifft dies nicht zu. Melanome entwickeln sich oft aus Leberflecken, die sehr rasch zu wachsen beginnen und sich blauschwarz verfärben. Nachweislich setzen Sonnenschutzmittel die Häufigkeit der beiden erstgenannten Krebsvarianten herab. Vermutlich können sie die Ausbildung von Melanomen jedoch nicht verhindern; hier werden bestimmte genetische Veranlagungen als Hauptkrankheitsursache diskutiert.

Melanotan befindet sich derzeit in der klinischen Prüfung Phase III. Der Wirkstoff soll über ein sehr kleines Implantat verabreicht werden, das den Wirkstoff kontinuierlich über 30 Tage abgibt. Neben der therapeutischen wird zukünftig vermutlich

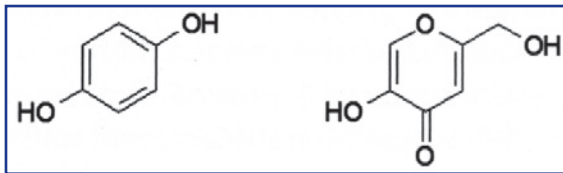


Abbildung 18: Struktur von Hydrochinon (links) und Kojisäure.

auch die kosmetische Anwendung von Melanotan eine wichtige kommerzielle Rolle spielen. Nach einer 14-tägigen Peptidhormon-Behandlung plus UV-Licht-Kabine entwickelt sich eine gleichmäßige Bräune, die ein halbes Jahr hält.

Hautaufheller

Neben Chemikalien, die die Haut dunkler tönen, gibt es natürlich auch solche, die sie aufhellen. Zu den unerwünschten Alterserscheinungen der Haut gehören dunkle Pigmentflecken. Um ihre Bildung zu verhindern, verwendet man bestimmte Chemikalien, die in den Melanin-Stoffwechsel eingreifen. Dies gelingt durch eine Hemmung der Tyrosinase-Enzyme (auch als Phenoxydidasen bezeichnet), die für die Umwandlung von Tyrosin in Melanin zuständig sind.

Tyrosinasen sind in der Natur weit verbreitet, in der Pflanze ebenso wie in der Tierwelt und beim Menschen. Das Enzym lässt beispielsweise die Schnittflächen eines zerteilten Apfels braun werden. Für die Funktion der Tyrosinase ist ein an das Protein gebundenes Kupferatom entscheidend wichtig; wird dieses deaktiviert, so verliert das Enzym seine oxidative Wirkung. Genau das geschieht, wenn man Zitronensaft auf die Schnittfläche des Apfels tropft: Vitamin C deaktiviert die Tyrosinase. Aus diesem Grund ist Zitronensaft ein altbekanntes Hausmittel zur Hautaufhellung.

Zu Hautaufhellern greifen unter anderem Menschen mit übermäßig vielen Sommersprossen oder Schwangerschaftsstreifen; ein anderer Grund kann auch die zu intensive Anwendung von Selbstbräunern sein.

Ein typischer Hautaufheller enthält neben den Tyrosinase-Inhibitoren Kojisäure und Hydrochinon (Abbildung 18) auch die oben erwähnte Glycolsäure, um die äußeren Hautschichten abzutragen, damit das Bleichmittel die Melanozyten besser erreicht.

Botox

Unerwünschte Altersanzeichen der Haut lassen sich nicht nur mit Chemikalien, sondern auch durch kosmetische Chirurgie, Laserbehandlungen oder seit einigen Jahren auch mit Botox-Injektionen verringern.

Im ersten Fall werden die störenden Hautpartien entfernt, im zweiten die Fältchen vornehmlich um Nase, Mund und Stirn „weggebrannt“.

Botox ist die Abkürzung für Botulinus-Toxin-ein aus 1296 Aminosäuren aufgebauter, hochpotenter Giftstoff aus dem Bakterium *Clostridium botulinum*.

Die Wirkung der Substanz beruht auf der Blockierung der Freisetzung von Acetylcholin, dem für Muskelkontraktionen verantwortlichen Neurotransmitter. Botox lähmt also die Gesichtsmuskeln in der Nähe der Injektionsstelle, wodurch sich die Hautfalten glätten.

Manche Schauspieler und andere Prominente, deren Berufserfolg mit ihrem Aussehen verbunden ist, unterziehen sich solchen kostspieligen Prozeduren inzwischen relativ häufig. Die Wirkung des Toxins hält im Normalfall einige Monate lang und muss dann durch eine Neu-Injektion des Toxins verlängert werden.

Das Botulinus-Toxin wird auch medizinisch verwendet, beispielsweise zur Behandlung krampfartiger Kontraktionen der Schulter-Nackensmuskulatur und bei unnatürlich hoher Schweißbildung. Botox wird auch in der Langzeittherapie von schwerer Migräne und der Parkinson-Krankheit getestet.

Zulassung neuer Wirkstoffe

Die Suche nach neuen Wirkstoffen in der Kosmetikindustrie wird in gewisser Weise durch die moderne Umwelt- und Gesundheitsgesetzgebung behindert. Die vorgeschriebenen Testprozeduren machen die Entwicklung neuer Stoffe sehr kostspielig. So sucht man überall nach Wegen, bereits zugelassene Substanzen abzuwandeln und damit wirksamer zu machen. Komplizierter wird der Weg durch das 2003 vom Europaparlament beschlossene sofortige Verbot von Tierversuchen mit fertig hergestellten Kosmetika sowie des Verkaufs außereuropäischer, unter Einbeziehung von Tierversuchen hergestellter einschlägiger Produkte. Seit Anfang 2009 dürfen innerhalb der EU auch einzelne Inhaltsstoffe nicht mehr in Tierversuchen erprobt werden.

Glycolsäure ist ein interessantes Beispiel für die Probleme bei der Zulassung neuer Kosmetikwirkstoffe: Weil die Verbindung in vielen verschiedenen Naturprodukten vorkommt, gilt sie bei den Zulassungsbehörden als ungefährlich. Dennoch gibt es Ergebnisse aus Toxizitätsprüfungen, die grundsätzlich Anlass zu Bedenken geben. So beobachtet man bei Ratten Wachstumsstörungen und Nierenschädigungen, wenn man dem Futter Glycolsäure zugibt. Ein neu entwickelter synthetischer Wirkstoff würde mit gleichen Testresultaten niemals zur Verwendung in Kosmetika zugelassen, könnte er Fältchen auch noch so überzeugend zum Verschwinden bringen.

CLB



AUFsätze

Welche Gefahr stellen Zoonosen dar?

Annette von Kieckebusch-Gück, Liestal (CH)

Infektionskrankheiten und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind die häufigsten tödlichen Erkrankungen des Menschen. Besonders fatal wirken sich dabei Infektionen aus, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden, die Zoonosen.

Heimtiere können erheblich zur Verbesserung der Lebensqualität des Menschen beitragen. Hunde haben z.B. erwiesenermassen eine blutdrucksenkende Wirkung.

Neben diesen Vorteilen bestehen aber auch Risiken für eine Übertragung von Krankheiten. Zoonosen sind Infektionskrankheiten, deren Erreger vom Tier auf den Menschen übertragen werden können.

In der westlichen Welt, auch in der Schweiz, werden die meisten Hunde und Katzen heutzutage wie Familienmitglieder behandelt. Sie schlafen mit ihren Besitzern im Bett, essen gemeinsam mit ihnen vom Teller oder werden am Tisch gefüttert. Katzenklos stehen direkt im Intimbereich des Menschen, etwa in der Toilette oder in der Küche. Von dort aus können sich Parasiteneier wie die der Toxoplasmose, leicht über den Staub verbreiten. Unzureichende Hygiene, etwa beim Eintritt eines schmutzigen Haustieres in die Wohnung, das Unterlassen des Händewaschens vor dem Essen und der intime Körperkontakt mit dem Tier im Bett tun ein Übriges, um der Ausbreitung von Infektionen Tür und Tor zu öffnen (siehe Kasten).

Etwa 200 Zoonosen sind bekannt (Beispiele siehe Tabelle), so unter anderem die Tollwut und die Katzenpocken. Auch die Vogelgrippe ist eine Zoonose. Übergänge des sie verursachenden A/H5N1-Virus von Geflügel auf den Menschen sind derzeit sehr selten, enden aber im Falle einer Erkrankung häufig tödlich. Gefährdet durch A/H5N1 sind vor allem Personen mit intensivem Kontakt

zu infizierten Tieren, zum Beispiel beim Schlachten (Umgang mit Blut und Kot). So hatten alle Anfang 2006 in der Türkei an den Folgen einer H5N1-Infektion gestorbenen Kinder nach Angaben der WHO zuvor unmittelbaren Kontakt zu erkranktem Geflügel. Die sogenannte Schweinegrippe hingegen ist keine Zoonose. Bei ihr erfolgt die Virenübertragung von Mensch zu Mensch. Um Missverständnissen vorzubeugen verwenden offizielle Medien für diese Grippe, die durch das Influenzavirus-Subtyp A/California/7/2009 (H1N1) hervorgerufen wird, daher die Bezeichnung „Neue Grippe“.

Campylobacter jejuni (Abbildung 1) ist im Zusammenhang mit Durchfallerkrankungen nach den Salmonellen der zweithäufigste Erreger in der Schweiz; in den USA stehen sie sogar an erster Stelle. Dieses Bakterium kommt bei Hunden und Katzen sehr häufig vor. In Deutschland besteht Meldepflicht.

Von Vögeln auf Menschen übertragene Chlamydia psittaci-Infektionen werden als „Ornithose“ bezeichnet.

Jüngere Beispiele für vom Tierreich auf den Menschen übertragene Erreger sind HIV/AIDS, das SARS-Coronavirus, das Pferdeleukämievirus EIAV und – wie schon genannt – das Geflügelpestvirus H5N1.

Es stellt sich die Frage, warum sich in unserer so hygienischen Welt vermehrt derartige Infektionskrankheiten verbreiten. Die Risiken einer Infektion nehmen z.B. bei falscher Tierhaltung zu.

Übertragung von Tierkrankheiten vermeiden

Durch einfache Hygiene- und Organisationsmaßnahmen lässt sich das Risiko der Übertragung von Zoonose-Erregern eindämmen, als da wären:

- Nie das Tier streicheln und dann die Finger in Mund oder Nase stecken.
- Vor dem Essen Hände waschen.
- Dem Tier kein Küsschen geben.
- Tier-gerechte Haltung des Liebling mit der erforderlichen Distanz.
- Besonders bei Hunden und Katzen sollten die erforderlichen Impfungen und Wurmkuren vorgenommen und einfache Hygienemassnahmen beachtet werden.

Die Autorin

Dr. Annette von Kieckebusch-Gück ist seit 2005 Chefredaktorin der Schweizerischen Laboratoriums-Zeitschrift SLZ. Sie studierte in Konstanz und Freiburg Biologie mit Schwerpunkt Biophysik, diplomierte am MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen und promovierte an der ETH Zürich über die Mutagenese von Membranproteinen. Nach einer einjährigen Postdoc-Zeit in Kanada und einer Familienpause wechselte sie in den Wissenschaftsjournalismus.





Abbildung 1: Bakterien vom Typ *Campylobacter jejuni* (Abb.: United States Department of Agriculture).

Infektionswege

Beim Umgang mit infizierten Tieren, tierischem Material oder Geweben, die mit den Tieren in Kontakt kamen, können von Tieren übertragbare Krankheitserreger über Haut oder Schleimhäute in den menschlichen Körper eindringen. Dies ist auch beim Einatmen von Krankheitserregern über die Atemluft möglich. Über verschmutzte Hände oder Speisen können Erreger die Verdauungswege infizieren, z.B. Salmonellen. Die Aufnahme der Erreger erfolgt in erster Linie durch unmittelbaren Kontakt mit infizierten Tieren, aber auch z.B. durch Trinken roher Milch (Melker, Milchprüfer und Ähnliches).

Zoonosen als Berufskrankheiten

Gefährdet sind insbesondere Personen, die zu eng mit ihren Tieren zusammenleben (z.B. gemeinsame Mahlzeiten von einem Teller), mit Tierpflege oder Tierhaltung beschäftigt sind, sowie diejenigen, die sonstigen beruflichen Umgang

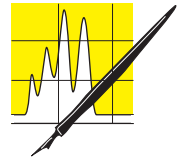
mit Tieren oder deren Ausscheidungen und tierischen Erzeugnissen haben. Gefährdet sein können Metzger wegen Lungentuberkulose oder Landwirte, die sich beim Füttern ihrer Rinder über Hautrisse nach Kontakt mit dem Tierfell mit Milzbrand infizieren.

Q-Fieber wird durch Zeckenkot übertragen. Die durch Bakterien verursachte Krankheit befällt neben Nutztieren auch Hunde. Sie ruft grippeähnliche Symptome mit hohem Fieber und schmerzhaften Reizhusten hervor und ist vom Haustier übertragbar.

Von Hunden und Katzen übertragen werden Fuchs- und Hundebandwurm sowie Hunde- und Katzenspulwurm. Verschluckt ein Mensch ein solches Ei, schlüpft im Darm eine Larve, die über die Blutbahn in Leber, Lunge oder Gehirn transportiert wird. Dort wächst sie zu einer kindskopfgroßen Zyste heran. Nur die operative Entfernung kann das Leben der Betroffenen retten. Ebenso gefährlich sind die Spulwürmer. Daher sollte man bei Hunden und Katzen unbedingt regelmäßig Wurmkuren durchführen.

Junge Goldhamster können eine Form der Hirnhautentzündung übertragen, die für Menschen normalerweise ungefährlich verläuft. Bei schwangeren Frauen besteht jedoch die Gefahr der Missbildung des ungeborenen Kindes.

Durch Viren können die Tollwut, die Ornithose durch Vögel, die Maulund Klauenseuche, die Pferdeencephalomyelitiden, die atypische Geflügelpest übertragen werden.



AUFsätze

Tabelle: Beispiele für Zoonosen.

Krankheit	Erreger	Überträger	Übertragungsart
SARS	Coronaviren	Haustiere, Hühner	Luft, Aerosole
Vogelgrippe	Influenza A/H5N1	Hühner u.a.	Blut, Kot
Lassafieber	Arenaviren	Nagetiere	Luft, Hautkontakt
Hämorrhagisches Fieber	Hantaviren	Nagetiere	Urin, Staub
Marburg, Ebola Hämorrhagien	Filoviren	Affen, Fledermäuse	Hautkontakt
Tollwut	Rhabdovirus	Haus- / Wildtiere	Biss solcher Tiere
Leukämie	Retroviren EIAV	Pferde	Hautkontakt
Cryptosporidiose	Cryptosporidium	Kälber u.a.	Oozysten, Eiaufnahme
Hautpilze	Dermatophyten	Haustiere	Hautkontakt
Lambliose	Giardia intestinalis	Haustiere, Rinder	Zystenaufnahme
Toxoplasmose	Toxoplasma gondii	Schweine, Katzen	Oozysten, Eiaufnahme
Fuchsbandwurm	Echinococcus multilocularis	Katze, Hund	Oozysten, Eiaufnahme
Katzen-Kratz-Krankheit	Bartonella spp.	Katzen	Wunden
Pest	Yersinia pestis	Nager (Katzen)	Flohbiß
Salmonellose	Salmonella enterica	Geflügel, Schwein, Rind	Fleisch, Milch, Eier

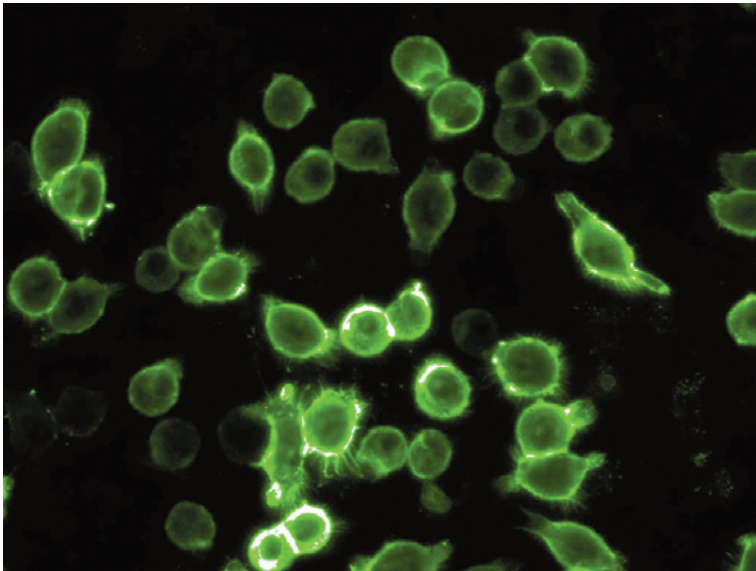


Abbildung 2: Capnocytophaga-Bakterien können sich von speziellen Zuckerresten auf der Oberfläche von Säugetierzellen ernähren. Diese Zuckerreste auf der Zelloberfläche erscheinen in der Immunfluoreszenz grün gefärbt (Abb.: Uni Basel).

Übertragen Hunde Risikofaktoren für Krebs?

Sowohl bei der Paarung als auch schon beim Beschnüffeln können Hunde untereinander direkt Krebszellen übertragen. Wie britische Forscher der Gruppe Murgia in „Cell“ [4] berichten, geht dieser venerische (sexuell übertragene) Tumor wahrscheinlich auf ein einziges daran erkranktes Tier vor 200 Jahren zurück.

Wenn diese Tumoren der Hunde ansteckend wären, wäre es also nur logisch, dass sie bei Menschen, die viel Kontakt mit Hunden haben, häufiger auftreten. Denn Hunde belecken, beschlecken und beißen ihre Besitzer, was eine gute Basis für die Übertragung einer Infektion darstellt. Laumbacher und seine Kollegen von der TU München stellten 2006 entsprechend fest, dass Frauen, die einen Hund besitzen, doppelt so häufig an Brustkrebs erkranken, wie Frauen, die keinen Hund haben [5]!

Ein sehr intensiver Kontakt mit Haustieren kann auch die Übertragung von tierspezifischen Helicobacter-Bakterien begünstigen. Diese können ein Magengeschwür auslösen. Die Gastritis ist Ausgangspunkt vieler weiterer Erkrankungen. Helicobacter pylori (H. pylori) steht in Verdacht, auch bösartige Erkrankungen wie Magenkrebs zu begünstigen oder gar auszulösen. Nicht jeder Helicobacter-Träger bekommt Geschwüre und Magenkrebs, aber das Risiko dafür ist bei Tierhaltern erhöht.

Wie gefährlich sind vom Tier zum Menschen übertragbare Bakterien?

Capnocytophaga ist ein Bakterium, das im Maul von Hunden und Katzen vorkommt. Gelangt der Erreger aber durch einen Biss oder Kratzer in das menschliche Gewebe und Blut, kann er zu schwerwiegenden Krankheiten führen. Bei fehlender Behandlung durch Antibiotika können sich die Bakterien ungehindert vermehren und gefährliche Infektionen wie zum Beispiel Wundbrand, Blutvergiftung, Hirnhautentzündung oder Endokarditis, eine Entzündung der Herzinnenhaut, auslösen. Im Extremfall kann eine Infektion mit Capnocytophaga canimorsus auch zum Todesfall führen.

Forscher vom Biozentrum der Universität Basel um Prof. Guy Cornelis haben einen Mechanismus entdeckt, mit dem der Erreger dem Menschen gefährlich wird (Abbildung 2). Sie konnten zeigen, dass die Bakterien aufgrund ihrer Anpassung an das tierische Umfeld auch vom menschlichen Immunsystem weitgehend unbemerkt bleiben. Die Bakterien ernähren sich von speziellen Zuckern, die sich auf der Oberfläche unserer Zellen befinden. Dabei werden nicht nur Zuckerreste an der Oberfläche verschiedener Säugetierzellen entfernt, sondern überraschenderweise auch die Zuckerreste von Abwehrzellen. Da die menschlichen Abwehrzellen den Erreger nicht erkennen, kann der Körper auch keine schützende Immunabwehr entwickeln.

Nur mittels dieses Mechanismus kann Capnocytophaga canimorsus einen infizierten Wirt langfristig besiedeln.

Die Forscher wiesen aber auch nach, dass nicht jeder Bakterienstamm gleich gefährlich ist. **CLB**

Literatur:

1. Mally, M., Shin, H., Paroz, C. Landmann, R., Cornelis, G.R.: Capnocytophaga canimorsus: a human pathogen feeding at the surface of epithelial cells and phagocytes. PLoS Pathog. 2008 Sep 26;4(9):e1000164.
2. Hartmut Krauss: Zoonosen. Von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten ISBN (13): 978-3-7691-0406-G Deutscher Aertzte-Verlag (2004).
<http://www.aids-info.ch/pdf/dateien/variabilitaet.pdf>
3. Manuela Mally, Hwain Shin, Cecile Paroz, Regine Landmann, Guy R. Cornelis: Capnocytophaga canimorsus: A Human Pathogen Feeding at the Surface of Epithelial Cells and Phagocytes. PLoS Pathogens 4(9) (2008). e1000164 | doi: 10.1371/journal.ppat.1000164
4. Murgia, C, Pritchard, JK, Kim SY, Fassati A, Weiss RA (2006-08-11). «Clonal Origin and Evolution of a Transmissible Cancer». Cell 126(3): 477-87 (2006).
5. B. Laumbacher, B. Fellerhoff, B. Herzberger, R. Wank: edical Hypotheses, Volume 67, Issue 1, Pages21-26(2006).

CLB – Memory

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

Dezember 2009

Betriebssicherheitsverordnung ändert sich zum Jahreswechsel

Unternehmen bestimmen Prüfzeitpunkt flexibel

Zwei Jahre nach dem Fall des Prüfmonopols für überwachungsbedürftige Anlagen steht zum Jahreswechsel eine weitere Änderung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) an.

Die ab 29. Dezember 2009 geltenden Neuerungen verlagern die Verantwortung für die erstmalige und die wiederkehrenden Prüfungen noch stärker auf den Betreiber.

Nach der Inbetriebnahme einer überwachungsbedürftigen Anlage sind Betreiber verpflichtet, innerhalb von sechs Monaten die Prüffristen der Anlage und der Anlagenteile auf Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln. Die Fristen sind von einer zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) zu bestätigen.

Mit der geänderten BetrSichV können Betreiber den Prüftermin flexibler gestalten. War bisher das Datum der Erstprüfung Stichtag für alle wiederkehrenden Prüfungen, sind nun nur noch der Monat und das Jahr der Erstprüfung ausschlaggebend. Bei Personenaufzügen ist der Monat der (erstmaligen oder erneuten) Inbetriebnahme relevant. Die wiederkehrenden Prüfungen können zudem vorgezogen werden. Betreiber haben so die Möglichkeit, die Prüftermine mehrerer überwachungsbedürftiger Anlagen zu bündeln. Das spart Aufwand und Kosten. Die Prüffrist beginnt dann mit dem Monat, in dem die Prüfung durchgeführt wurde. Für Anla-

gen mit einer Prüffrist von mehr als zwei Jahren gilt dies nur, wenn die Prüfung um mehr als zwei Monate vorgezogen wird.

War eine Dampfkesselanlage länger als zwei Jahre außer Betrieb, darf sie erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn sie von einer ZÜS einer inneren Prüfung unterzogen wurde. Davon ausgenommen sind einige Druckanlagen wie beheizte Überhitzungsgefährdete Druckgeräte zur Erzeugung von Dampf oder Heißwasser mit einer Temperatur von mehr als 110° C und einem Volumen von mehr als zwei Litern. Diese Anlagen dür-

fen auch von einer befähigten Person geprüft werden.

Die Prüforganisation DEKRA ist als Benannte Stelle und zugelassene Überwachungsstelle für überwachungsbedürftige Anlagen akkreditiert. Die Experten bringen Neuanlagen in Verkehr und bewerten diese sicherheitstechnisch, sie erstellen Prüfpläne und unterstützen Betreiber bei allen wiederkehrenden Prüfungen nach der BetrSichV.

Die DEKRA hat zu der Thematik eine Übersicht mit den wichtigsten Änderungen im Internet an: www.dekra.de/de/betriebs-sicherheitsverordnung.

SPECTARIS zeichnet Nachwuchsforscherin mit dem „Laborbären“ aus

Einen nachhaltigen Eindruck hinterließ Maria Hoyer bei den Teilnehmern des diesjährigen SPECTARIS-Laborforums, als die 20-Jährige ihr Projekt zur Fluoreszenzpolarisation vorstellte. Nach dem Bundessieg in der Kategorie Chemie beim Wettbewerb „Jugend forscht“ (siehe ihren Artikel in CLB 08-2008, Seiten 302-310) wurde die Biochemie-Studentin in Frankfurt nun auch mit dem „Laborbären“ von SPECTARIS ausgezeichnet. Bei der Preisübergabe zeigte sich nicht nur der Vorsitzende der SPECTARIS-Fachgruppe Analysen-, Bio- und Laborgeräte, Dr. Gerhard Wobser, beeindruckt vom Engagement der Nachwuchsforscherin.

Maria Hoyer untersuchte anhand eines selbst konstruierten Mikroskops die Fluoreszenzpolarisation, ein modernes und hocheffizientes Messverfahren der Biochemie. Sie wird primär für die Darstellung von Enzymwirkungen eingesetzt. Fluoreszenzfarbstoffe ermöglichen dabei, die Bewegung von Molekülen im Nanosekundenbereich zu untersuchen. Maria Hoyer nutzte diese Technik für die Analyse des Verhaltens von Farbstoffmolekülen im Wechselspiel mit DNA und Tensiden. „Eine Hightech-Branche wie die Analysen-, Bio- und Labortechnik braucht gut ausgebildeten Nachwuchs, um die Innovations- und Zukunftsfähigkeit zu sichern. Mit dem Laborbären zeichnet SPECTARIS aus diesem Grund junge Talente aus, die sich in den Bereichen Chemie und Biologie engagieren“, so Dr. Gerhard Wobser.



Heidelberger Studenten punkten beim Wettbewerb iGEM 2009 Riesenerfolg mit künstlichen Genschaltern

Beim hochkarätigen internationalen Wettbewerb in synthetischer Biologie (iGEM) des Massachusetts Institute of Technology in Boston erzielte das Heidelberger Studententeam einen sehr guten zweiten Platz in der Gesamtwertung. Außerdem erhielten das Team unter der Leitung von Professor Roland Eils vom Deutschen Krebsforschungszentrum und der Universität Heidelberg Preise für den besten neuen technischen Standard und für den besten Internetauftritt. Damit ließen die Heidelberger sämtliche Teams aller Spitzenuniversitäten aus den USA und Asien hinter sich.

iGEM - dieses Kürzel steht für den weltweit bedeutendsten Studentenwettbewerb in synthetischer Biologie, die „International Competition of Genetically Engineered Machines“. Über 110 Teams der weltbesten Universitäten mit insgesamt mehr als 1100 Studenten hat der bedeutendste Wettbewerb in diesem jungen und zukunftssträchtigen Wissenschaftszweig am vergangenen Wochenende nach Boston gelockt.

Heidelberg schaffte es dort auf einen sensationellen zweiten Platz in der Gesamtwertung und wurde nur vom Team aus Cambridge (UK) übertroffen, das sich den ersten Gesamtpreis sicherte. Außerdem konnten sich die Heidelberger den Preis für den besten neuen technischen Standard und den besten

Internetauftritt sichern. Bereits im letzten Jahr hatte das Heidelberger Team gleich bei seiner ersten Teilnahme drei Spezialpreise gewonnen, wurde daher dieses Jahr von Anfang an als Favorit gehandelt und konnte dieser Rolle tatsächlich souverän gerecht werden (siehe dazu den Bericht in CLB 01/02-2009, Seiten M2 und M3).

Ähnlich wie bei der Konstruktion eines Flugzeugs aus verschiedenen vorgefertigten Bauteilen verwendet die synthetische Biologie einfache Gen-Bausteine und kombiniert diese zu neuen komplexen Systemen mit bestimmten Funktionen. Die Heidelberger hatten sich dieses Jahr ein besonders ehrgeiziges Ziel gesetzt: Statt mit vergleichsweise einfach strukturierten Bakterien zu arbeiten, versuchten sie sich am Design künstlicher Genschalter für Säugetierzellen. „Die Arbeit mit Säugetierzellen ist für uns in Heidelberg besonders wichtig, um die Methoden der synthetischen Biologie auch auf die Krebsforschung ausweiten zu können“, erklärt Projektleiter Roland Eils. Mit dem preisgekrönten Projekt haben die Heidelberger Wissenschaftler einen wesentlichen Grundstein gelegt, um die Konzepte der synthetischen Biologie auch auf Zellen des Menschen zu übertragen.

Genschalter, wissenschaftlich Promotoren genannt, spielen eine zentrale Rolle bei der Steuerung aller Aktivitäten einer Zelle und stehen daher auch im Mittelpunkt des Interesses der synthetischen Biologie. Als Genschalter werden Bereiche im Erbgut bezeichnet, die eine ganze Reihe von Andockstellen für verschiedene Steuerungsproteine enthalten. Binden sich diese Proteine an die vorgesehenen Andockstellen, so ändert sich die Erbgutstruktur und das betreffende Gen kann abgelesen werden. Promotoren steuern, wann und in welchem Zelltyp das jeweilige Gen abgelesen wird. Ge-



zieltes An- und Abschalten eines spezifischen Gens eröffnet somit die Möglichkeit, gezielt in zelluläre Signalwege einzugreifen, z.B. um fehlgeleitete Prozesse in Krebszellen zu korrigieren.

Die 13 Teilnehmer des Heidelberger Teams arbeiten seit Februar in Laborräumen des BioQuant-Instituts am „Spybricks“-Projekt. Zunächst war das Ziel der Studenten, neue Promotorensequenzen nach dem Zufallsprinzip zu generieren und zu erproben, wie stark diese neu geschaffenen Schalter ein Gen aktivieren können. Dazu entwickelte das Team ein neues chemisches Syntheseverfahren, bei dem von jedem Ansatz gleich mehrere DNA-Sequenzen hergestellt werden, die sich in der Abfolge ihrer Einzelbausteine leicht unterscheiden. Anschließend wurden die verschiedenen Versionen in der Zelle auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft. In einem weiteren Teilprojekt gestaltete das Heidelberger Team computergestützt solche Promotoren, an die ganz bestimmte Steuerungsproteine andocken können. Damit sollen Genschalter geschaffen werden, die nur auf genau definierte Stimuli der Zelle reagieren. Auch hier konnten die Heidelberger Wettbewerbsteilnehmer die Funktion der Schalter bereits an Zelloperationen überprüfen.

Die Sequenzen aller neu synthetisierten Genschalter wurden in einer Bibliothek zusammengestellt, die eine Art „biologischen Baukasten“ bildet, auf den nun alle Wissenschaftler aus dem Bereich der synthetischen Biologie zugreifen können.

Die erfolgreichen Heidelberger Studenten (Foto: DKFZ).



Optimierungspotenzial und Alternativen zur Aseptik

Sicher und wirtschaftlich bei Getränkeproduktion?

Ist Aseptik ein Garant für die sichere und wirtschaftliche Herstellung von Getränken? Welche Alternativen zur Aseptik gibt es? Das sind die zentralen Fragen, mit denen sich die Fachreferenten Anfang November in Mainz auf der 7. Fresenius-Fachtagung „Aseptische Getränkeproduktion“ beschäftigten.

Daniel Warrick (Warrick Research, Großbritannien) versorgte die rund 120 Konferenzteilnehmer zum Auftakt mit aktuellen Markdaten. Danach wurden 2008 weltweit rund 120 Milliarden Verpackungen (50 Milliarden Liter) mit Milch- und Milchprodukten befüllt, im Bereich der Getränke lag die Zahl der Füllungen bei knapp 70 Milliarden Packungen (36 Milliarden Liter). Heute sind mehr als 11 000 aseptische Füllsysteme im Einsatz, die von mehr als 30 Unternehmen geliefert werden. Ein Drittel des Aseptik-Weltmarktes entfällt auf Westeuropa, ebenso stark vertreten ist der asiatisch-pazifische Raum, während Nordamerika nur einen Anteil von unter zehn Prozent hat. Diese Zahlen verdeutlichen einerseits die weltweite Bedeutung der aseptischen Getränkeproduktion. Andererseits wies Warrick darauf hin, dass es in manchen Ländern aus Kostengründen und aufgrund des einfacheren Verfahrens einen Trend zurück zur Heißabfüllung gebe.

Einsparpotenziale durch verlängerte Laufzeiten

Dr. Peter Golz (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, VDMA) beschäftigte sich mit der Frage, ob sich verlängerte Laufzeiten bei der aseptischen Abfüllung lohnen. Längere Produktionszeiten liegen im Trend, denn sie versprechen Einsparpotenziale. Golz betrachtete exem-

plarisch den Fall der aseptischen Abfüllung von H-Milch in Kartonverpackungen mit einer Abfüllleistung von 7000 Packungen pro Stunde. Wird das Produktionsintervall von 24 Stunden auf 100 Stunden erhöht, können knapp 18 Prozent der maschinenbezogenen Herstellkosten gespart und die Anfahrtsverluste um 19 000 Packungen pro Jahr reduziert werden – laut Golz eine Gesamtersparnis von bis zu 55 000 Euro pro Maschine und Jahr.

Unsterilität lässt Kosten explodieren

Doch es gibt auch eine Kehrseite der Medaille: Mit zunehmender Produktionsdauer zwischen den Reinigungen steigt das Hygienierisiko: „Produktablagerungen in produktführenden Leitungen nehmen zu und vergrößern damit das Risiko, dass Produktreste nach der Reinigung in den Leitungen verbleiben“, erklärte Golz. Durch Unsterilität können die Einsparungen schnell aufgefressen werden, wie ein Worst-Case-Szenario am obigen Beispiel zeigt: Tritt die Störung nach 24 Stunden auf und wird die Unsterilität erst nach 72 Stunden erkannt, beläuft sich laut Golz' Rechnung der Produktionsverlust auf mehr als 500 000 Verpackungen. Das heißt: Eine Unsterilität kompensiert die Einsparung von bis zu viereinhalb Jahren. Ob sich eine verlängerte Produktionszeit rechnet, hängt daher von der Frage der Qualitätskosten ab, die sprunghaft steigen können. Golz: „Ein Blick in die Störfalldokumentation hilft, das bestehende Kostenrisiko beim Übergang zu längeren Produktionszeiten einzuschätzen. Zu empfehlen ist auch ein Erfahrungsaustausch mit Betrieben, die bereits längere Produktionszeiten erfolgreich fahren.“

Konkurrenz für Kaltaseptik

Kaltaseptik ist die Königsdisziplin unter den Abfüllmethoden, doch Fortschritte in konkurrierenden Verfahren bieten sich zunehmend als Alternative an. Rüdiger Löhl (E-proPlast GmbH) führte dies auf der Fachtagung am Beispiel der „PET-panelless“-Heißabfüllung auf. Die klassische PET-Heißabfüllung hat im Vergleich zur kaltaseptischen Abfüllung den Nachteil eines höheren Flaschengewichts; außerdem gibt es Probleme bei der Etikettierung durch die Paneelstruktur der Flasche. Löhl stellte eine Streckblas-Technik vor, mit der für die Heißabfüllung mittels thermischer Kristallisation in der Blasform glatte, vergleichsweise leichte PET-Flaschen hergestellt werden können. Diese sind mit einem Gewicht von 40 Gramm pro Literflasche immer noch etwas schwerer als bei der Kaltaseptik, wo die Literflaschen zwischen 34 und 38 Gramm wiegen. Letztere benötigen aber aufgrund geringerer Wandstärken weitere Barriereerstoffe: „PET Hotfill bewirkt bei gleicher Wandstärke eine rund 15-prozentige Verbesserung der Sauerstoffbarriere im Vergleich zu kalt abgefüllten PET-Flaschen“, erklärte Löhl. Etwas mehr als eine halbe Million Euro betragen die Investitionskosten, wenn eine Glas-Abfüll-Linie auf PET-Heißabfüllung konvertiert wird – dagegen betragen laut Löhl die Gesamtinvestitionen für eine aseptische Füllanlage acht Millionen Euro. Je nach Zusammensetzung der PET-Flaschen und je nach Entfernung der Hotfill-Produktion zur Abfüllanlage liegen die Break-Evenpunkte zwischen 20 Millionen und 50 Millionen Füllungen pro Jahr (Füllmenge ein Liter), so die Berechnungen Löhls. Erst über diese Produktionsmengen hinaus arbeite eine kaltaseptische Anlage günstiger.

BVL: Zwei Berichte zu Rückständen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs

Selten unzulässige Mengen an Rückständen

Im Jahr 2008 hat etwa jede 250. Probe von Lebensmitteln tierischer Herkunft nicht erlaubte Rückstandsgehalte enthalten. Während sich in Fleisch, Milch und Honig nur selten unzulässige Rückstandsmengen aus Tierarzneimitteln, sonstigen pharmakologisch wirksamen Substanzen, Schwermetallen oder langlebigen Organochlorverbindungen fanden, wurde in Aquakulturen nach wie vor vergleichsweise häufig Malachitgrün nachgewiesen. Die Hintergrundbelastung der ubiquitär in der Umwelt verbreiteten Dioxine und dioxinähnlichen PCB spiegelt sich in den Untersuchungsergebnissen für Eier wider. Dies sind Ergebnisse aus dem „Jahresbericht 2008 zum Nationalen Rückstandskontrollplan (NRKP)“, den das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) Ende November herausgegeben hat.

Erstmals veröffentlicht das BVL in diesem Jahr auch die Ergebnisse des Einfuhrückstandskontrollplanes (ERKP) zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Dort enthielt etwa jede 40. Probe, die im Jahr 2008 von tierischen Erzeugnissen aus 32 Nicht-EG-Staaten genommen wurde, Rückstandsgehalte oberhalb der gesetzlichen Normen.

Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes (NRKP)

Im Jahr 2008 wurden in Deutschland 472 132 Untersuchungen an 50 153 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen durchgeführt. Weiterhin wurden fast 270 000 Tiere mittels eines Schnelltests auf antibakteriell wirksame Stoffe untersucht. Insgesamt wurde auf 671 Stoffe geprüft. Die wesentlichen Befunde sind im Folgenden dargestellt:

Rinder, Schweine

Die Belastung von Rindern mit unzulässigen Rückstandsmengen lag bei 0,4 %, die von Schweinen bei 0,2 %. In 22 von 3266 Proben wurden bei beiden Tierarten Stoffe mit hormoneller Wirkung gefunden, deren Anwendung verboten ist. Diese Stoffe können aber auch natürlicherweise im Tier vorkommen bzw. über Schimmelpilze im Futtermittel in das Tier gelangen. Hinweise auf eine illegale Behandlung waren in keinem Fall zu finden. Außerdem gab es in sieben von 631 Proben Kokzidiostatikabefunde. Die für Rind und Schwein nicht zugelassenen Zusatzstoffe stammen produktionsbedingt aus Futtermitteln für Tierarten, für die Kokzidiostatika zugelassen sind. Kokzidien (Coccidia) sind eine Ordnung der Sporentierchen, einer Klasse der

Protozoen, die in der Regel intrazellulär parasitisch in höheren Tieren leben. Die Kokzidien befallen vorwiegend den Magen-Darm-Trakt und bewirken je nach Befallsstärke Durchfall. Als Therapie werden die Kokzidiostatika verabreicht.

Bei etwa jeder 800. Probe waren die zulässigen Höchstgehalte von Antibiotika überschritten. Mehr als 10 000 Proben wurden mit spezifischen Analysemethoden untersucht. Bei den mit einem Schnelltest auf diese Stoffgruppe untersuchten 267 175 Proben waren 399 positiv.

Auf Kontaminanten wurden 66 von 4520 untersuchten Proben positiv getestet. In 38 von insgesamt 1131 Proben wurde Quecksilber oberhalb der seit 2005 festgelegten Höchstmenge gefunden. Außerdem wurden einmal PCBs, achtmal Dioxine, einmal Lindan und 23mal Cadmium nachgewiesen.

Geflügel

0,12 % der Geflügelproben waren mit Rückständen in unzulässiger Höhe belastet. In zwei von 1858 Proben wurde Chloramphenicol und in drei von 416 Proben wurde der Hauptmetabolit des verbotenen antibakteriell wirksamen Furaltadons gefunden. Außerdem wurden zwei von 299 Masthähnchenproben auf Lasalocid positiv getestet.

Schafe, Pferde, Kaninchen, Wild

515 Proben von Schafen, 91 Proben von Pferden, 15 Proben von Kaninchen und 281 Wildproben wurden untersucht. Bei Schafen wiesen eine Dioxin-, drei Quecksilber-, eine Blei- und vier Cadmiumproben Höchstgehaltsüberschreitungen auf. Bei Pferden war in zwei Proben der zulässige Höchstgehalt von Cadmium überschritten. Bei Kaninchen und Zuchtwild konnten keine unzulässigen Rückstände festgestellt werden. Belastungen mit Organochlorverbindungen oberhalb der gesetzlich festgelegten Höchstgehalte wurden im Fett von 19 Wildschwei-



Drei Prozent der Forellenproben enthielten 2008 Rückstände des verbotenen Teichdesinfektionsmittels Malachitgrün. Diese Bachforelle war damit sicher nicht belastet...
(Foto: Stefan Weigel).

nen und einem Rotwild von insgesamt 111 untersuchten Wildproben festgestellt.

Aquakulturen

2008 wurden 538 Proben, meist Forellen und Karpfen, getestet. Relativ häufig wurden wie bereits in den vergangenen Jahren Rückstände von Malachitgrün, einem zur Anwendung bei Fischen verbotenen Teichdesinfektionsmittel, analysiert. 10 von 283 Forellenproben und drei von 142 Karpfenproben waren positiv. Seit 2004 werden Fische aus der Aquakultur verstärkt auf dieses Mittel getestet.

Milch, Eier, Honig

2008 betrug der Probenumfang 1851 Milchproben, 816 Hühner-eierproben und 180 Honigproben. In Milch wurde in je einer Probe das nicht zugelassene Wurmmittel Ivermectin und das verbotene Lösungsmittel Chloroform nachgewiesen. Höchstgehaltsüberschreitungen gab es bei den Organochlorverbindungen DDT, Lindan und bei den Dioxinen. In neun Eierproben fanden sich nicht zugelassene Mittel gegen Darmparasiten (Kokzidiostatika). Weiterhin wurde das verbotene Nikotin ermittelt, das als Desinfektionsmittel angewendet wird. In jeder Eierprobe sind außerdem die weit verbreiteten Dioxine bzw. dioxinähnliche PCBs nachgewiesen worden, in 5,2 % der Proben lagen die Werte oberhalb des zulässigen Höchstgehaltes. Bei Honig fand man in einer Probe Lambda-Cyhalothrin, ein Insektizid, und in einer Probe Cymiazol, ein Mittel gegen Milben.

Ergebnisse des Einfuhrrückstandskontrollplanes (ERKP)

Im Jahr 2008 wurden im Rahmen des ERKP in Deutschland 19399 Untersuchungen an 1341 Proben von tierischen Erzeugnissen aus 32 Nicht-EG-Staaten durchgeführt. Insgesamt wurde auf 263 Stoffe geprüft. Untersucht wurde Fleisch von sieben Tierarten und acht verschiedenen Erzeugnissen aus Aquakulturen sowie Leber, Därme und Honig.

Etwa jede 40. Probe enthielt Rückstandsgehalte, die nicht zu-

lässig sind. Rinder-, Pferde-, Kaninchen-, Wild- und Milchproben enthielten keine zu beanstandenden Rückstandsgehalte.

Rückstände der Metaboliten von antibakteriell wirksamen Nitrofuranen, deren Anwendung EU-weit verboten ist, wurden in 15 Proben von Schweinedärmen und sieben Proben von Schafdärmen aus China, in einer Putenprobe aus Israel und in sieben Proben von Aquakulturen aus Indien (5), Bangladesch (1) bzw. China (1) gefunden. Weitere Einzelbefunde gab es in Honig und einer Fischprobe.

Darüber hinaus wurden im Jahr 2008 1319 Untersuchungen an 591 Verdachtsproben durchgeführt. Die Proben wurden auf 79 Stoffe untersucht. Ein wichtiger Anlass für die Probenahme war die Entscheidung 2006/236/EG über Sondervorschriften für die Einfuhr von zum Verzehr bestimmten Fischereierzeugnissen aus Indonesien. Darin war festgelegt worden, dass jede Sendung aus Indonesien auf Schwermetalle zu untersuchen ist. Auch Meldungen über das Europäische Schnellwarnsystem zu erhöhten Dioxingehalten in Schweinefleisch aus Chile hatten die Untersuchungsbehörden alarmiert. 14 Proben aus Indonesien enthielten Cadmium oberhalb des erlaubten Höchstgehaltes. Weiterhin fanden sich in einer Probe aus Indonesien und einer Probe aus Vietnam unzulässig hohe Gehalte an Quecksilber. Dioxine wurden in Schweinefleisch aus China in allen Proben nur unterhalb des zulässigen Höchstgehaltes ermittelt.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung kommt in der gesundheitlichen Bewertung der Ergebnisse des NRKP und des ERKP zu dem Schluss, dass vom einmaligen oder gelegentlichen Verzehr der Lebensmittel mit positiven Rückstandsbeurteilungen kein unmittelbares Risiko für den Verbraucher ausgeht.

Der NRKP und der ERKP sind EU-weit durchgeführte Programme zur Untersuchung von Lebensmitteln liefernden Tieren und tierischen Erzeugnissen.

In Deutschland legt das BVL zusammen mit den Bundesländern die Pläne fest. Die von den Ländern erhobenen Daten werden vom BVL ausgewertet und für die verschiedenen Berichtspflichten, zum Beispiel an die Europäische Kommission, zusammengestellt.

NRKP

Die Lebensmittel- und Veterinärüberwachung überprüft vor Ort im Schlachthof, in landwirtschaftlichen Betrieben, im Tierbestand und kontrolliert auch die betrieblichen Aufzeichnungen. Die Probenzahlen richten sich nach den Schlacht- bzw. Produktionszahlen. Neben Fleisch, Fett, Organen, Urin, Blut und Kot können Proben auch von Futter und Wasser genommen werden. Außer den unverarbeiteten tierischen Lebensmitteln werden auch Proben lebender Tiere analysiert. Der Nachweis verbotener Stoffe führt im Regelfall zur Sperrung des Betriebes bzw. dazu, dass Tiere nicht mehr transportiert oder an andere Betriebe abgegeben werden dürfen. Betriebe, die gegen das bestehende Recht verstoßen haben, stehen für einen bestimmten Zeitraum unter verstärkter Kontrolle. Je nach Schwere des Verstoßes werden Straf- bzw. Ordnungswidrigkeitenverfahren eingeleitet.

ERKP

Nach Anhang II Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 136/2004 haben die Mitgliedstaaten Sendungen von Erzeugnissen, die zur Einfuhr vorgestellt werden, einem Überwachungsplan zu unterziehen. Demnach werden Kontrollen von Erzeugnissen tierischen Ursprungs aus Nicht-EU-Staaten seit 2004 nach einem bundeseinheitlichen ERKP durchgeführt. Die Untersuchung der Sendungen und die Probenahmen erfolgen an den Grenzkontrollstellen. Nach positiven Befunden hat die für die Grenzkontrollstelle zuständige Behörde bei der Einfuhruntersuchung die folgenden Sendungen desselben Ursprungs oder derselben Herkunft verstärkt zu kontrollieren.

51 Jahre nach dem letzten Atombombentest: Bikini strahlt weniger als Hannover



vor den Atomversuchen auf dem Bikini Atoll angefertigt worden. An diesen Oberflächen wurde die höchste Flächenkontamination festgestellt.

Erhöhte Konzentration von Cäsium-137 findet sich in den Kokosnüssen, die auf Bikini wachsen. Gamma-spektrometrische Messungen ergaben Gehalte von 1,6 kBq/kg an ^{137}Cs für Kokosmilch und 1,3 kBq/kg für Kokosfleisch. Damit sind die Cäsiumwerte der untersuchten Kokosnuss über dem Richtwert der IAEA Basic Safety Standards, der bei 1,0 kBq/kg für Nahrungsmittel liegt, und gelten somit bei Verzehr als gesundheitsgefährdend.

Dem Zentrum für Strahlenschutz liegen weitere Proben vom Bikini Atoll vor, an denen Forscherinnen und Forscher des Zentrums auch andere radioaktive Inhaltsstoffe bestimmen. So werden beispielsweise in einer Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich mittels Beschleunigungsmassenspektrometrie die Proben auf unterschiedliche Plutoniumzusammensetzungen aus dem Fallout der Spalt- und Fusionsbomben untersucht. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Effektivität der unterschiedlichen Bombenkonstruktionen ziehen.

Das Bikini-Atoll liegt im nördlichen Teil der Marshallinseln, etwa 12° nördlich des Äquators und etwa 3000 Kilometer nordöstlich von Neuguinea. Die Landfläche aller zugehörigen Inseln beträgt insgesamt 6 Quadratkilometer. Die umschlossene Lagune ist 40 Kilometer lang, 24 Kilometer breit und umfasst eine Fläche von knapp 600 Quadratkilometern. Von 1946 bis 1958 gab es dort 67 Atombombentests.

Die Atombombe „Baker“ wurde am 26. Juli 1946 im Bikini-Atoll 27 Meter unter der Wasseroberfläche gezündet. Sie hatte eine Sprengkraft von 23 Kilotonnen TNT (Foto: US-Verteidigungsministerium).

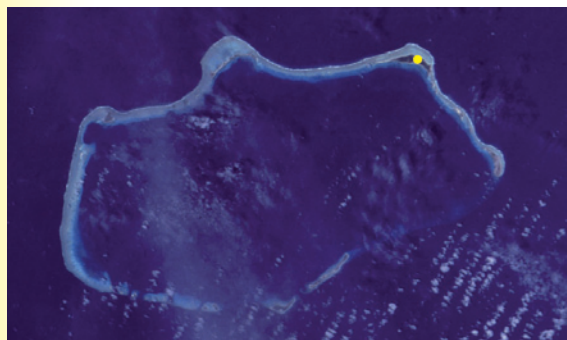
Die durchschnittliche Tagesdosis auf Bikini liegt heute unter dem Dosis-Mittelwert von Hannover, der im selben Zeitraum bei ungefähr 1,6 Mikrosievert/Tag liegt. Allerdings weisen bestimmte Pflanzen und Gebiete der Insel deutlich erhöhte Radioaktivität auf.

Zu diesem überraschenden Ergebnis kam Dr. Claus Bunnenberg vom Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie der Leibniz Universität Hannover. Er hat eine Woche lang Boden- und Pflanzenproben auf der Insel Bikini stichprobenartig auf Radioaktivität untersucht.

Bei Rundfahrten und Rundgängen über die Insel Bikini führte Bunnenberg neben dem Personendosimeter ein kom-

biniertes Dosisleistungs- und Kontaminationsmessgerät mit. Damit wurden etwa 50 Ortsdosisleistungsdaten (ODL) aufgenommen und rund 100 Kontaminationsmessungen an verschiedenen Oberflächen durchgeführt, beispielsweise an Straßen, Haus- und Bunkerwänden, am Strand, bewachsenen Böden, Grabsteinen, Baumaschinen und Kokosnüssen. Die ODL-Werte stiegen vom Strand zum Inselinneren an. Dabei waren die Strandwerte vier Mal niedriger als der norddeutsche Mittelwert, der bei 0,08 Mikrosievert/Stunde liegt. In der Mitte der Insel überstiegen sie jedoch den Mittelwert um den Faktor 2. Noch höhere ODL-Werte wurden auf dem Friedhof gemessen. Hier lagen sie um den Faktor 3 über dem norddeutschen Mittelwert. „Obwohl der Friedhof in Strandnähe liegt, gibt es hier die erhöhte Dosis. Die Ursachen sind alte Grabsteine und Grabumrandungen, die vor den Atomversuchen auf dem Bikini Atoll aufgestellt worden sind. Sie bestehen aus sehr porösem Sandstein, in den Fallout und Washout tief eingedrungen sind“, erklärt Dr. Bunnenberg. Die Grabsteine sind

Das Bikini-Atoll mit seinen 23 Inseln aus der Luft. Der gelbe Punkt kennzeichnet die Lage der Insel Bikini (Foto: NASA).



Umfrage zum Bologna-Prozess

Verbessern statt abschaffen

Eine Rückführung des Bologna-Prozesses steht nicht als Problemlösung an. Das meinten im September 51% der 2513 durch das „Bildungsbarometer“ befragten Personen. 43% der Befragten würden gerne Zustände wie „vor Bologna“ an den deutschen Universitäten wieder herstellen.

Laut Umfrage scheint es, dass die Zustimmung zu den Umsetzungszielen des Bologna-Prozesses insgesamt nicht allzu positiv ausfällt, deutlich jedoch ist auch der Unterschied in den Einschätzungen zwischen den gut und den weniger gut Informierten: Die gut Informierten sehen die Ziele der Bologna-Reform noch wesentlich kritischer als die weniger gut Informierten: Die Verbesserung der Betreuung der Studierenden durch den Lehrkörper werde nicht besser, die Abbrecherquoten würden nicht reduziert, das Leitbild der „Studierendenzentriertheit“ werde nicht erreicht und weder werde die Mobilität der Studierenden verbessert, noch schafften sie ihr Studienziel innerhalb der Regelstudienzeit. Selbst die internationale Anerkennung der Studienleistungen wird hinterfragt, ebenso die Verwirklichung der Idee des Europäischen Hochschulraumes.

Werden die gleichen Personen danach befragt, was sich durch den Bologna-Prozess verändert, stehen ernüchternde Antworten im Raum: Die Studierbarkeit wird geringer eingeschätzt, Workloads werden höher und die Belastung der Studierenden und der Lehrenden durch Bürokratisierung wird größer.

Was müsste vorrangig angegangen werden, damit die Umsetzung in bessere Bahnen gelenkt wird? Wo liegen die Prioritäten? Mit 27% aller Nennungen steht der Wunsch nach einer höheren Flexibilität beim Übergang von Bachelor zum Master im Vorder-

grund, gefolgt von der Notwendigkeit der Klärung des Bachelors für den Berufseinstieg (24%), und der höheren Flexibilität der Dauer des Bachelorstudiums (19%).

Die Hochschulen hätten sich verdient gemacht in einer getreuen Umsetzung des Bologna-Prozesses. Allerdings hätten sie in einer Vielzahl von Fällen vergessen, dass die Methode „alten Wein in neue Schläuche zu pressen“ eine Mogelpackung darstelle, meint Professor Dr. Reinhold S. Jäger, Geschäftsführender Leiter des Zentrums für empirische pädagogische Forschung (zefp) der Universität Koblenz-Landau. Er gibt aber auch zu bedenken, dass die Hochschulen zugleich gezwungen seien in einer Übergangszeit alte und neue Prüfungsordnungen zugleich zu bedienen. Das alles seien Bedingungen, die an den beteiligten Menschen vorbei gehen würden. „Ich würde mir wünschen, dass nicht nur oberflächliche Korrekturen durchgeführt werden, sondern dass eine echte Reform realisiert wird, die in allen Fächern zu einer gesteigerten Professionalisierung führt. Dazu haben die Hochschulen ihren Beitrag zu leisten. Und sie werden dieses Ziel erreichen, wenn das notwendige Geld seitens der Länder bereitgestellt wird, damit die derzeitige Krise in der Betreuung der Studierenden überwunden werden kann“, so Jäger. „Wenn in dieser Situation die Hochschulen eine begründetes Qualitätsmanagement realisieren, dann wissen sie vor Ort, wo der Schuh drückt und was an Ressourcen notwendig ist, um zu stabilen Verhältnissen für Studierende und Lehrende gleichermaßen zu kommen!“

Das Bildungsbarometer ist ein Projekt der Schülerhilfe (Gelsenkirchen) und des Zentrums für empirische pädagogische Forschung (zefp) der Universität Koblenz-Landau.

Aus der Bildungslandschaft

- Die neue International Max Planck Research School (IMPRS) mit dem Forschungsschwerpunkt „**Organismische Biologie**“ und Sitz in Konstanz nimmt ab sofort bis zum 15. Januar 2010 Bewerbungen entgegen. Von den besten Kandidaten werden ca. 10 Doktoranden mit Beginn des Sommersemesters im April ihre Ausbildung beginnen. Studieninhalt: wie Organismen in Beziehung zu ihrer Umwelt und zueinander stehen.
- Zum ersten Mal setzt die Universitätsmedizin Mainz den **Test für Medizinische Studiengänge (TMS)** als zusätzliches Kriterium im Auswahlverfahren der Hochschulen ein. Wer daher zum Wintersemester 2010/2011 an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit einem solchen beginnen möchte, kann sich bis einschließlich 15. Januar 2010 für den TMS online anmelden.
- In November 2009 gründeten rund 20 Studierende der HTW Chur das erste **SIFE-Team der Schweiz**. Das Kürzel steht für Students In Free Enterprise und eine nicht-staatliche, unpolitische Non-Profit-Organisation, die Studierenden Kontakte zu Entscheidungsträgern namhafter Unternehmen ermöglicht.
- Rund 7700 Studenten deutscher Universitäten und Fachhochschulen wurden für den „**Universum Student Survey**“ 2009 zu ihren Lieblingsarbeitgebern befragt. Das Ergebnis war eindeutig: Die Max-Planck-Gesellschaft führt das Ranking im Bereich Naturwissenschaften klar an, gefolgt von Bayer und der Fraunhofer Gesellschaft.
- Eine aktuelle Auswertung zu den Fächerpräferenzen von Studienanfängern der Jahre 2006 und 2007 im Vergleich nimmt die MINT-Fächer in den Blick. Die Auswertung zeigt, dass der bundesweite Trend bei der Studienfachwahl wohl dahin geht, dass ein steigender **Anteil der Studienanfänger ein Studium in der Fächergruppe Ingenieurwissenschaften** aufnimmt – zu Lasten der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften.
- Die Fachhochschule Flensburg erweitert ihr international ausgerichtetes Studienangebot. Zum Sommersemester 2010 bietet sie als erste Hochschule in Deutschland einen englischsprachigen Masterstudiengang zum **Master of Science in Biotechnology and Process Engineering** an. Der Studiengang hat einen Umfang von drei Semestern und 90 ECTS-Punkten. Wesentliche Zulassungsvoraussetzungen sind ein guter Studienabschluss als Bachelor in Biotechnologie-Verfahrenstechnik oder ein vergleichbarer Studienabschluss sowie der Nachweis ausreichender englischer Sprachkenntnisse. Bewerbungsschluss ist der 15.01.2010.
- Die Karl und Veronica Carstens-Stiftung veranstaltet am 5. und 6. März 2010 ihr jährliches Promotionsseminar. Es richtet sich an Studierende der Medizin, die in ihrer Doktorarbeit ein Thema aus der **Naturheilkunde oder Homöopathie** bearbeiten wollen. Bewerbungsschluss für das Seminar ist der 15. Januar 2010.

Nanowissenschaft

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

- 1** Der Begriff „Nano“ steht für ...
A nachhaltige Normen.
B Atome mit einem kleineren Durchmesser als 10^{-12} Meter.
C den Milliardensten Teil einer Maßeinheit.
D ein naturwissenschaftliches Fernsehmagazin.
E 10^{-9} bei Maßeinheiten.
- 2** Womit lassen sich Strukturen im Nanometermaßstab erkennen?
A Mit einem Elektronenmikroskop.
B Mit einem Rastertunnelmikroskop.
C Mit einem optischen Mikroskop.
D Mit einem Rasterkraftmikroskop.
E Mit bloßem Auge.
- 3** Nach welchem Messprinzip arbeitet ein Rasterkraftmikroskop?
A Durch UV-Bestrahlung der zu untersuchenden Probe treten mechanisch detektierbare Schwingungen auf.
B Im elektromagnetischen Feld wird durch Röntgenstrahlung auf die zu untersuchende Probe eine Schwingung erzwungen und detektiert.
C Das vom Objekt zurückgeworfene Licht wird mit besonderen Spiegeln verstärkt.
D Die Oberflächenstruktur wird durch eine mikroskopisch kleine Blattfeder abgetastet.
E Eine elektrisch leitende Nadel erfasst die ebenfalls leitende Probe aufgrund eines Stromflusses.
- 4** Was ist Nanolithographie?
A Das Verfahren erzeugt Strukturen im Nanometerbereich auf bestimmten Oberflächen.
B Das Verfahren erzeugt leitfähige Nanopartikel.
C Der Begriff bezeichnet die Lichtreflexion von Nanomaterialien.
D Das Verfahren analysiert die Oberflächenstruktur von Nanomaterialien.
E Mit dem Verfahren werden Steine bearbeitet.
- 5** Was ist ein Dendrimer?
A Es besteht ausschließlich aus Kohlenstoffatomen.
B Es ist ein Naturstoff.
C Es ist ein radial aufgebautes Molekül.
D Es enthält regelmäßig verzweigte Makromoleküle.
E Es enthält hochfunktionelle Endgruppen.
- 6** Chemiker kennen Dendrimere
A ... in der homogenen Katalyse.
B ... als redoxaktive Systeme.
C ... als Kolloide.
D ... als Flüssigkristalle.
E ... als unimolekulare Micellen.
- 7** Wie ist die Farbe von kolloidalem Gold in einer Dispersion?
A Farblos.
B Rot bis purpurrot.
C Goldgelb bis citrusgelb.
D Tief-schwarz.
E Deckend weiß.
- 8** Welche Aussage trifft auf Flüssigkristalle zu?
A Zurzeit sind etwa 5000 organische Verbindungen bekannt, die flüssigkristalline Phasen bilden.
B Ein typischer Vertreter der Flüssigkristalle ist Methyloxybenzylidenbutylanilin (MBBA).
C Biphenyl ist ein typischer Grundkörper in Flüssigkristallen.
D Kohlenstoffnanoröhren sind für Flüssigkristallanzeigen geeignet.
E Flüssigkristalle sind isotrop.
- 9** Kohlenstoffnanoröhren ...
A bestehen aus geradkettigen Kohlenwasserstoffen.
B haben einen Durchmesser von einigen Nanometern.
C sind einige Nanometer lang.
D haben eine ähnliche Dichte wie Stahl.
E sind leitfähiger als Kupfer.
- 10** Buckyballs ...
A sind rundliche Diamantpartikel.
B sind absolut geometrisch runde Partikel.
C beschreiben eine Modifikation des Kohlenstoffs.
D ist ein anderes Wort für Fullereene.
E sind fußballgroße Materialien.
- 11** Quantenpunkte sind ...
A Halbleiterkristalle.
B magnetische Nanopartikel.
C dotierte Nanopartikel.
D Einkristalle.
E Quarzkristalle.
- 12** Welche Aussage zum Lotuseffekt ist richtig?
A Die Adhäsionskräfte und die Kohäsionskräfte sind gleich.
B Die Kohäsionskräfte überwiegen die Adhäsionskräfte.
C Oberflächen mit Lotuseffekt sind hochglänzend.
D Die Adhäsionskräfte überwiegen die Kohäsionskräfte.
E Oberflächen mit Lotuseffekt sind selbstreinigend.
- 13** Mit welchen Nanopartikeln hellt die Nahrungsmittelindustrie teilweise Salatsoßen auf?
A Siliciumdioxid
B Titandioxid
C Aluminiumoxid
D Eisenoxid
E Zinkoxid

Lösungen zu Seite M72 (CLB 11/2009):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 01/02-2010 Anfang Februar 2010 sowie auf www.clb.de)

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 Gelerntes 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???**

Herbizid zwischen Segen und Fluch

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Pflanzenschutzmittel, auch Pestizide genannt, bewahren die Land- und Forstwirtschaft sowie den Weinanbau vor unliebsamen Schadorganismen, die ganze Ernten unbrauchbar machen. Auf der anderen Seite sollen die Abbau- und Umwandlungsprodukte der Pestizide hinreichend schnell entstehen und selbst keinen Schaden mehr für Mensch und Umwelt anrichten. Eine echte Herausforderung für Chemiker, Toxikologen, Anbau-Betreiber, Umweltschützer und Umwelt-Politiker. Seit einiger Zeit gerät das seit den 1980iger Jahren hauptsächlich im Kartoffel-, Obst- und Weinanbau eingesetzte Herbizid Glufosinat, eine natürlich vorkommende Phosphor-Aminosäure, zunehmend in die Diskussion.

Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz befasst sich einerseits mit dem Erhalt wild wachsender Pflanzen und ihrer Biotope sowie auch mit dem Schutz von Kulturpflanzen vor Schadorganismen und bedrohenden Konkurrenzpflanzen, den „Unkräutern“. Diese Aufgaben begleitet das seit 1986 bestehende Pflanzenschutzgesetz.

Krankheitskeime, Insekten und „Unkräuter“ vernichten oder schädigen 25 bis 55 % der wichtigsten Erntekulturen, wie Reis, Mais, Weizen, Zuckerrohr und Baumwolle [1].

Zum Schutz der Kulturpflanzen und zur Sicherung der weltweiten Ernährung von Mensch und Tier, besonders bei der rasch zunehmenden Bevölkerung, sind umfangreiche Maßnahmen unerlässlich. Hierzu stehen physikalische, chemische, biologische, anbau- und kulturtechnische Methoden sowie deren Kombinationen im „integrierten Pflanzenschutz“ zur Verfügung:

- Zu den physikalischen Methoden zählen das Errichten von Zäunen, Ziehen von Gräben, Aufstellen von Kleintierfallen, Anbringen von Leimstreifen an Obstbaumstämmen, aber auch das Dämpfen in Gewächshäusern oder das Umpflügen der Felder, sowie das rechtzeitige Beschneiden von Obstbäumen. We-

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.



gen Personalmangel kommen mechanische Pflanzenschutz-Methoden nur vereinzelt zur Anwendung.

- Chemische Pflanzenschutzmittel haben die mechanischen Methoden weitgehend abgelöst. Sie müssen von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, BBA, dem Bundesgesundheitsamt, BGA, und dem Bundesumweltamt, UBA, nach der Pflanzenschutzmittel-Verordnung zugelassen werden. Je nach den zu bekämpfenden Schadorganismen (in Klammern) unterscheidet man Akarizide (Milben), Algizide (Algen), Aphizide (Blattläuse), Bakterizide (Bakterien), Fungizide (Schadpilze), Herbizide (Unkräuter), Insektizide (Insekten), Molluskizide (Schnecken), Nematizide (Nematoden = Fadenwürmer), Rodentizide (Nagetiere) und Virizide (Viren). Von den ersten Laborversuchen bis zur Genehmigungserteilung von chemischen Pflanzenschutzmitteln vergehen in der Regel mehr als zehn Jahre.

- Unter biologischen Pflanzenschutz-Methoden verstehen wir den Einsatz lebender Organismen zur Populationsbegrenzung der Schadorganismen. Dazu zählen auch auf die Sinne der Schadorganismen wirkenden Lock- und Reizstoffe sowie optische und akustische Reizstimulantien, wie sie hauptsächlich in der Insekten-Bekämpfung zum Tragen kommen. Viele nutzbare Lebewesen lassen sich für ihre Einsätze schwer züchten, lagern oder transportieren. Zu den erfolgreich nutzbaren Organismen zählt die Schlupfwespe im Kampf gegen die weiße Fliege oder den Maiszünsler. Vorwiegend in Gewächshäusern werden die Raubmilben gegen die Spinnmilben eingesetzt. Beim Einsatz von Viren, Bakterien oder „Kampf-Pilzen“ ist allerdings große Vorsicht geboten, damit diese „Biologischen Waffen“ nicht außer Kontrolle geraten.

- Die anbau- und kulturtechnischen Methoden umfassen Klima- und Bodenbedingungen, Auswahl und Zusammenstellung der Kulturen, die Aussaatbedingungen, wie Zeitpunkt, Saattiefe und Saattbett-Qualität, ferner die Bodenbearbeitung und Düngung, wie auch die Gestaltung der Flächenränder mit Hecken und freibleibenden Streifen.

Die sinnvoll angepasste Kombination all dieser Pflanzenschutz-Methoden definiert das Pflanzenschutzgesetz als „Integrierten Pflanzenschutz“. Mit seiner Hilfe sollen sich vor allem chemische Mittel auf ein Mindestmaß beschränken lassen.

Das Herbizid „Glufosinat“

Glufosinat oder Phosphinothricin ist die erste in einer Eiweißkette natürlich vorkommende Aminosäure mit

einer Phosphinsäure-Gruppe, die in der Fachliteratur beschrieben wurde.

Obwohl es bereits seit über 30 Jahren als Unkrautvernichtungsmittel im Kartoffel-, Obst- und Weinanbau unter den Handels- und Markennamen BASTA, LIBERTY und TOTAL eingesetzt wird, sind die Gefahrstoff-Eigenschaften, wie Symbol, Kennzeichnung, Risiko- und Sicherheitsratschläge noch weitgehend unbekannt.

Eingehender untersucht wurden die toxikologischen Wirkungs-Mechanismen des Ammoniumsalses: Die letalen Dosen beziehungsweise Konzentrationen, bei denen 50% der Versuchstiere sterben lauten, bei Mäusen und Ratten [2]:

	LD ₅₀ oral [mg/kg]	LD ₅₀ dermal [mg/kg]	LC ₅₀ inhalativ [mg/l]
Maus	410 - 430	-	-
Ratte	1600 - 2000	4000	1,3 – 2,6

Vergiftungs-Symptome beim Menschen sind Zittern, Bewusstseinsstörungen, sowie Krämpfe mit Verzögerungen von mehreren Stunden. Bei Tieren stellen sich Passivität, Gleichgewichtsstörungen, Krämpfe, Tränen- und Speichelfluss ein.

Verschiedene Untersuchungen konnten zeigen, dass N-Acetyl-Phosphinothricin das Hauptumwandlungsprodukt des Herbizids Ammonium-Glufosinats im Körper ist (Abbildung 2). Von den beiden Stereoisomeren wandelt sich nur die S-Form um. Das R-Glufosinat bleibt unverändert. Im Freiland können allerdings Bakterien eine Isomerisierung, das heißt Umwandlung in die abbaubare S-Form bewirken. So verläuft der Abbau des Herbizids im Boden relativ schnell: bei Temperaturen um 10°C wurde eine Halbwertszeit von 18 Tagen, bei 20°C eine von 6 bis 11 Tagen gemessen. Die Halbwertszeiten der Zersetzungsprodukte (Metaboliten) liegen in der gleichen Größenordnung [3].

In der Analyse von Glufosinat bedient man sich der Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie, HPLC, nach selektiver Anreicherung aus Wasserproben. Das Glufosinat wird als 9-Fluorenyl-methoxy-carbonylchlorid (Abbildung 3) zu einer fluoreszierenden Verbindung derivatisiert und mittels Fluoreszenz-Detektor bei 317 nm quantitativ bestimmt. In der Säule wird bei 30°C mit einem Wasser-Acetonitril-Gemisch mit einem Phosphorsäure-Gradient eluiert. Die Flussrate beträgt 0,5 ml/ Minute. Alternativ lassen sich Kombinationen aus Flüssigkeits-Chromatographie und Massenspektrometrie einsetzen [4].

Glufosinat tritt als Racemat der Summenformel C₅H₁₂NO₄P mit einem Molekulargewicht von 181,13 auf. Die Strukturformel des Ammoniumsalses ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

Für das Racemat des Glufosinats wie für die Stereoisomeren in der S- und R-Form existieren Registrierungs-Nummern im „Chemical Abstracts Service,

CAS“: Racemat = 51276-47-2, S-Glufosinat = 35597-44-5 und R-Glufosinat = 73679-07-9.

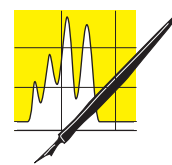
Die Löslichkeits-Eigenschaften des Ammonium-Glufosinats in verschiedenen Lösungsmitteln zeigen gute Wasserlöslichkeit und eine sehr geringe Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln (Tabelle 1).

Der Glufosinat-Absatz in Deutschland lag mit 48,5 t im Jahr 2007 relativ niedrig. In der Europäischen Union ist das Totalherbizid Glufosinat in 68 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln zugelassen. Der Tabelle 2 sind die Einsatzgebiete und Kulturen zu entnehmen, für die in Deutschland die beiden zugelassenen Herbizide BASTA und LIBERTY ihren Einsatz finden.

Stand der Diskussionen

Seit einigen Jahren stehen 52 Pestizide auf dem Prüfstand und werden einer eingehenden Risikobewertung unterzogen. 22 von ihnen sollen mit der neuen Europäischen Pestizid-Verordnung, die am 14. Januar 2009 vom EU-Parlament verabschiedet wurde, vom Markt verschwinden. Davon sind auch die Glufosinat-haltigen Herbizid-Mischungen betroffen. Das war schon im Vorfeld der Diskussionen durch entsprechende Gutachten absehbar:

- nach einer 2004 veröffentlichten Studie des Neurologischen Instituts in Tokyo [5] beeinträchtigt Glufosinat die Gehirnentwicklung und kann zu Verhaltensstörungen führen.



AUFSÄTZE

Abbildung 1: Strukturformel des im Handel befindlichen Total-Herbizids Ammonium-Glufosinat (Handelsname: BASTA)

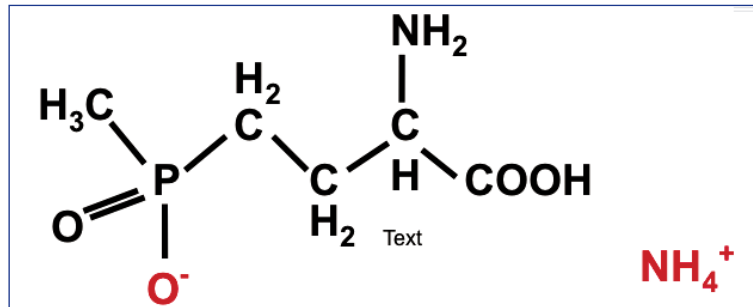
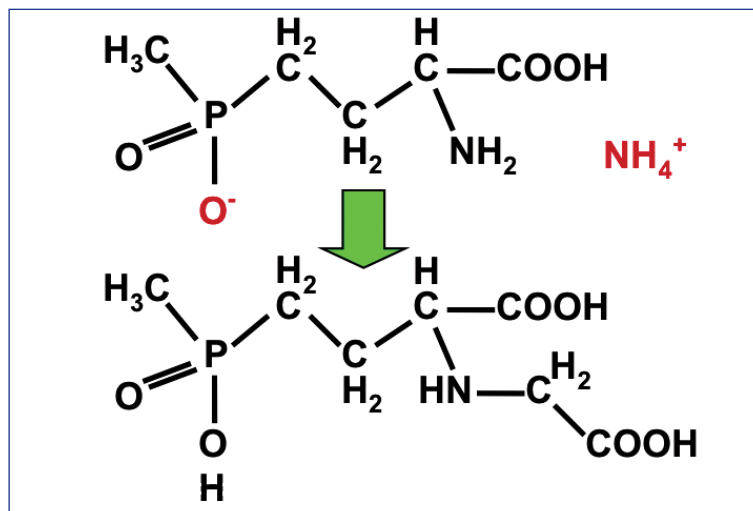


Abbildung 2: N-Acetyl-Phosphinothricin als Haupt-Umwandlungsprodukt des Ammoniumglufosinats bei der Metabolisierung im Körper



• ferner ist die Reproduktionstoxizität des Glufosinats seit längerer Zeit bekannt.

• des weiteren liegt ein Gutachten aus Schweden, unterstützt von der Europäischen Lebensmittel-Behörde EFSA (European Food Safety Authority) aus dem Jahre 2006 vor, aus dem hervorgeht, dass die Glufosinat-haltigen Spritzmittel zur Unkrautvernichtung für Verbraucher, Anwender und Umwelt derart gefährlich sind, dass empfohlen wird, diese Herbizide vom Markt zu nehmen [6].

Nach einer Studie der EFSA aus dem Jahre 2005, in der die Unkrautvernichtungsmittel BASTA SL 14 und 18 sowie LIBERTY SL 18 unter die Lupe genommen wurden, ergaben sich allerdings unter anderem die folgenden Resultate:

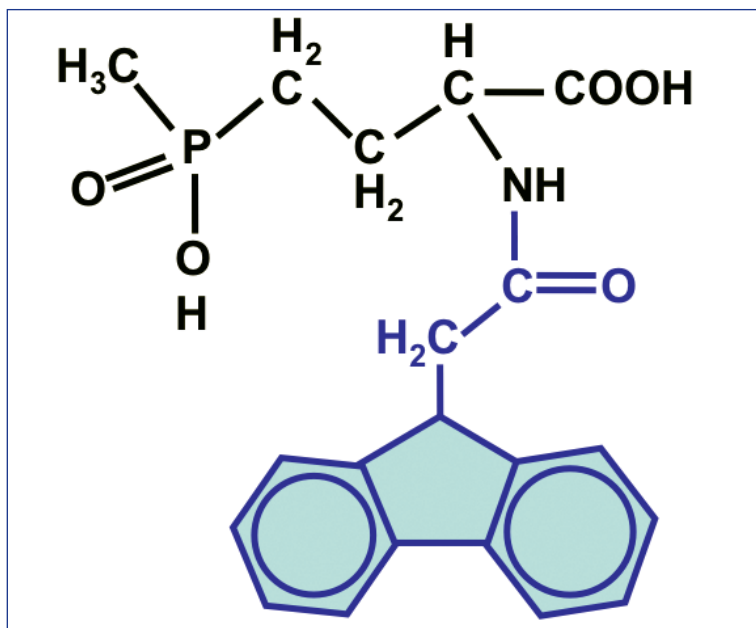
• das Risiko für Nichtzielpflanzen ist bei der Anwendung in Obstplantagen niedrig, sofern entsprechende Pufferzonen von 5 m eingehalten werden

• Umweltauswirkungen bei der Anwendung in Kartoffelfeldern sind unwesentlich

• Risiken für Vögel, Erdwürmer und andere Boden-Nicht-Ziel-Mikroorganismen sowie für Boden-Mikroorganismen und für die Abwasserbehandlung fallen nicht ins Gewicht.

Ebenso geht das Bundesamt für Risikobewertung (BfR) davon aus,

Abbildung 3: Analytik der Glufosinate über die Derivatisierung mit 9-Fluorenylmethoxy-Carbonylchlorid (FMOC)



Lösungsmittel	Löslichkeit [g/100g; 20°C]	Dielektrizitätskonstante des Lösungsmittels
Wasser, pH=5,0	137	80,2
Aceton	0,07	20,7
Essigsäureethylester	0,02	6,02
n-Hexan	0,020	1,89
Toluol	0,01	2,38

Tabelle 1: Löslichkeit des Ammonium-Glufosinats

Herbizid	Einsatzgebiet	Kulturen
BASTA	Ackerbau	Kartoffel, Mais, Winterraps, Sonnenblume, Zuckerrübe
BASTA	Forst	Nadelholz, Laubholz
BASTA	Gemüsebau	Artischocke, Bohnenkraut, Buschbohne, Feldsalat, Gemeine Nachtkerze, Gemeine Ringwelblume, Gurke, Kürbis, Kürbis-Hybride, Majoran, Melone, Möhre, Patisson, Porree, Speisezwiebel, Spargel, Stangenbohne, Thymian, Wolliger Fingerhut, Zucchini
BASTA	Nichtkulturland	Nichtkulturland ohne Holzgewächse, Wege und Plätze mit Holzgewächsen
BASTA	Obstbau	Kernobst, Steinobst, Schalenobst, Brombeere, Erdbeere, Himbeere, Schwarze-, Weiße- und Rote Johannisbeere, Stachelbeere
BASTA	Weinbau	Weinreben
BASTA	Zierpflanzenbau	Baumschul-Gehölzpflanzen, Ziergehölze
LIBERTY	Ackerbau	Mais, Sommerraps, Winterraps, Zuckerrübe

Tabelle 2: Zulassungen der beiden deutschen Glufosinat-haltigen Herbizide für folgende Einsatzgebiete und Kulturen

dass bei Einhaltung der festgesetzten Rückstandshöchstmengen für Glufosinat kein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher besteht [3].

Kritisch bleibt natürlich, dass in Deutschland trotz Vorlage mahnender Befunde und Gutachten sowie der offiziellen Bewertung dieser Glufosinat-haltigen Herbizide im Vorfeld der neuen Europäischen Pestizid-Verordnung, im Jahre 2005 noch eine Verlängerung der Zulassung dieser Herbizide bis zum Jahr 2015 vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, BVL, erteilt wurde [3]. **CLB**

Literatur

[1] GIFAP Bulletin 1986, zitiert im RÖMPP unter „Pflanzenschutz“
 [2] Daunderer, „Klinische Toxikologie“ – 112. Erg.-Lfg., 12 (1996)
 [3] Drucksache 16/12027 des 16. Deutschen Bundestages vom 20.02.2009, „Zulassung und Einsatz von Glufosinat“, Kleine Anfrage der Fraktion DIE LINKE
 [4] Molitor, R., Fa. Macherey-Nagel (Düren), Langenauer Wasserforum 2008
 [5] Kuroda, Y., Tokyo Metropolitan Institute for Neuroscience, Studie (2004)
 [6] Borgerding, M. „Glufosinat – ein Ackergift, das vom Markt gehört!“, Greenpeace, 23.11.2006

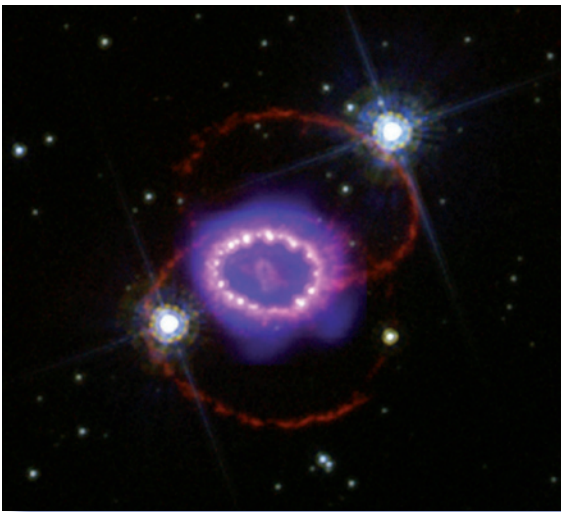
FUTUREPHASELAB Heute: Umweltfreundliches Herbizid – mit garantiert hoher Gewinnmarge



*Taraxacum ist der lateinische Name für Löwenzahn... Immerhin: Es gibt Forschungen, Löwenzahnkautschuk als Alternative zum heute gebräuchlichen Naturkautschuk aus dem Milchsafte des Kautschukbaums zu gewinnen.

Supernovae und die Entstehung der Elemente

Sterntod ermöglicht unser Leben



Zum Titelbild: Am 23. Februar 1987 entdeckten Astronomen die hellste Supernova seit 400 Jahren: SN 1987A. Sie war mit bloßem Auge zu sehen und explodierte 163 000 Lichtjahre entfernt in der großen Magellanschen Wolke, unserer Nachbargalaxie, hatte eine Stärke von 100 Millionen Sonnen. Der Ursprungstern dieser speziellen Typ 2-Supernova (siehe Artikel) hatte eine Masse von etwa 20 Sonnenmassen. Die Ausläufer der Explosionswolke haben inzwischen einen Gasring erreicht, der rund 20 000 Jahre vor der Explosion abgeblasen wurde und nun von der wesentlich schnelleren Explosionswolke eingeholt, verdichtet und auf mehrere Millionen Grad Kelvin aufgeheizt wird, so dass er wie ein Perlenring leuchtet. Unklar ist bislang die Entstehung der größeren zwei roten Ringe; die beiden hellen Sterne in ihrer Nähe gehören allerdings tatsächlich zu unserer Galaxis, haben mit dem SN 1987A-System nichts zu tun. Das Bild ist eine Zusammensetzung von Aufnahmen des Röntgenteleskop-Satelliten Chandra (violett leuchtendes Gas) und des optischen Weltraumteleskops Hubble (Abbildung Röntgenaufnahme: NASA/CXC/PSU/S.Park & D.Burrows.; optische Aufnahme: NASA/STScI/CfA/P.Challis).

Supernovae sind Phasen des Todes von Sternen. Die Leuchtkraft solcher Sterne nimmt dabei millionen- bis milliardenfach zu, kurz so hell wie eine ganze Galaxie. Durch derart extreme Explosionen wird aber das Leben, so wie wir es kennen, erst möglich.

Der Grund dafür liegt in der Bildung der chemischen Elemente. Sie entstehen durch die Reaktion von Elementarteilchen. Das passierte schon rund zehn Sekunden nach dem Urknall. Protonen und Neutronen erzeugten da durch Kernfusion Helium, nach Wasserstoff das mit 23 Prozent Anteil an normaler Materie zweithäufigste Element im Universum. Helium wird auch durch die Fusion von Protonen in Sternen gebildet. Dieses Wasserstoffbrennen bildet die Hauptenergiequelle der meisten Sterne.

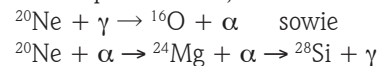
Wenn der größte Teil des Wasserstoffes am Ende des Lebens eines Sterns im Kern aufgebraucht ist, verkleinert sich aufgrund des dann dem Verbrennungsdruck überlegenen Druck der Schwerkraft der Kern und erhöht seine Temperatur. Dadurch kann nun Helium zu Kohlenstoff verbrennen. Treffen drei Heliumkerne aufeinander – man spricht von einem dreifachen α -Prozess,

da der Heliumkern auch als α -Teilchen bezeichnet wird – entsteht ^{12}C . Die Heliumkerndichte muss dafür sehr hoch sein. Ein reiner dreifach-Zusammenstoß von Heliumkernen ist nämlich sehr selten. Wahrscheinlicher ist eine Zweistufenreaktion, bei der zunächst aus zwei Heliumkernen ein Berylliumkern gebildet wird. Der zerfällt jedoch in fünf hundertstel Sekunden wieder in seine Bestandteile, wird er nicht von einem dritten Heliumkern getroffen, wodurch unter Strahlungsabgabe stabiles ^{12}C entsteht.

Wenn dieser Kohlenstoff weitere α -Teilchen einfängt, entstehen Sauerstoff und Neon (^{20}Ne). Sauerstoff mit seinen 16 Protonen stellt dann ein Ausgangsteilchen für die Entstehung von Schwefel (^{32}S) dar.

Bei anderen Elementen stellt sich der Entstehungsprozess nicht so konsequent als einfache Addition von Protonen dar. Ein Beispiel dafür ist das Bio-Element Phosphor.

So werden Sterne mit „nur“ vier bis acht Sonnenmassen durch das Zünden des Kohlenstoff-Verbrennungsprozesses zerrissen. Bei massenreichen Sternen erfolgt nach dem Kohlenstoffbrennen und vor der Aufnahme von ^{16}O eine Phase, in der ^{20}Ne zersetzt wird. Entstehende α -Teilchen werden von den vorhandenen Kernen verbraucht (γ = Gammaquant, α = Alphateilchen):

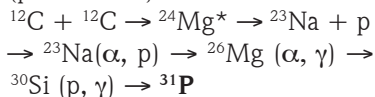


Dieses explosive Neonbrennen bei Temperaturen von etwa 2,5 Milliarden Kelvin läuft im Innern von Sternen mit mehr als 15 Sonnenmassen ab. Dabei kann in komplexen Reaktionen auch Phosphor entstehen. Einige dieser nuklearen Reaktionswege in

Tabelle 1: Die Brennstadien eines Sterns von etwa 20 Sonnenmassen vor der Supernova-Explosion.

Brennprozess	Temp. (Mio. K)	Dichte (kg/cm ³)	Dauer (Jahre)	Hauptprodukte
H	40	0,006	10 Mio.	^4He , ^{14}N
He	190	1,1	1 Mio.	^{12}C , ^{16}O , ^{20}Ne
C	750	240	10 000	^{20}Ne , ^{23}Na , ^{24}Mg
Ne	1500	7500	2	^{16}O , ^{24}Mg , ^{28}Si
O	2000	16 000	0,5	^{28}Si , ^{32}S , ^{40}Ca
Si	3500	50 000	0,01	^{54}Fe , ^{56}Ni , ^{52}Cr
Fe-Kern	10 000	10 000 000		

Sternen, die zu Kohlenstoff- und Nickelbrennen in der Lage sind, haben nur geringe Ausbeuten von ca. 2,5 Prozent. Der größte Anteil von ^{31}P wird wohl in folgender Reaktionskette gebildet (p = Proton):



Die Umsetzung von $^{24}\text{Mg}^*$ zu ^{23}Na hat eine Ausbeute von 50 Prozent, der nächste Reaktionsschritt nur etwa fünf Prozent. Ein Großteil des ^{31}P wird durch die Reaktion $^{31}\text{P}(\alpha, \text{p}) \rightarrow ^{28}\text{Si}$ wieder zerstört. Das erklärt das vergleichsweise geringe Vorkommen von Phosphor in der Biosphäre.

Die Masse macht's

Im vorausgegangenen Artikelteil ist es schon angeklungen: Entscheidend für die Entwicklung eines Sterns, seine Nukleosynthese sowie seine Lebenszeit und sein Ende ist seine Masse. Bei weitem nicht jeder Stern erreicht das Endprodukt jeglicher nuklearen Brennprozesse, das Eisen. Eisen stellt deshalb das Endprodukt dar, weil seine Atomkerne die stabilsten des Periodensystems sind. Eine Fusion von Eisenatomkernen setzt keine Energie mehr frei.

Leichte Sterne schaffen gerade die Wasserstofffusion. Ganz leichte zwischen 13 und 75 Jupitermassen (0,07 Sonnenmassen) schaffen nicht mal das. Bei diesen „Braunen Zwergen“ fusionieren Deuterium- und Lithiumkerne. Die freigesetzte Fusionsenergie kann zudem die Kontraktion nicht stabilisieren.

Massenarme Sterne bis zu 0,3 Sonnenmassen führen die Fusion des Wasserstoffs in einer wachsenden Schale um den erloschenen Kern fort. Sie erlöschen nach dem Ende dieses Schalenbrennens vollständig. Durch die Temperaturabnahme im Zentrum geben sie der Schwerkraft nach und kontrahieren zu heißen, weißen Zwergen

mit Durchmessern von einigen tausend Kilometern. Sie kühlen dann ab und enden als schwarze Zwerge.

Sterne zwischen 0,3 und 2,3 Sonnenmassen erreichen durch weitere Kontraktion die zum Heliumbrennen notwendige Temperatur und Dichte in ihrem Kern. Bei der Zündung des Heliumbrennens spielen sich innerhalb von Sekunden dramatische Prozesse ab, bei denen der Leistungsumsatz im Zentrum auf das 100-Milliardenfache der Sonnenleistung ansteigen kann, ohne dass an der Oberfläche davon etwas erkennbar ist („Heliumflash“). Beim Heliumbrennen entstehen Elemente bis zum Sauerstoff. Durch den Temperatur- und Leistungsanstieg expandieren die Sterne dann zu roten Riesen mit Durchmessern von typischerweise dem 100-fachen der Sonne. Dabei werden oft die äußeren Hüllen der Sterne abgestoßen und bilden Planetarische Nebel. Schließlich erlischt auch das Heliumbrennen, und die Sterne werden ebenfalls zu weißen Zwergen.

Massenreiche Sterne zwischen 2,3 und 8 Sonnenmassen erreichen nach dem Heliumbrennen das Stadium des Kohlenstoffbrennens, bei dem Elemente bis zum Eisen entstehen. Die Sterne verlieren jedoch einen erheblichen Teil ihrer Masse, etwa durch Bildung Planetarischer Nebel oder durch Sternwinde. Sie geraten so unter die kritische Grenze für eine Supernova-Explosion; Endstadium: Weiße Zwerge.

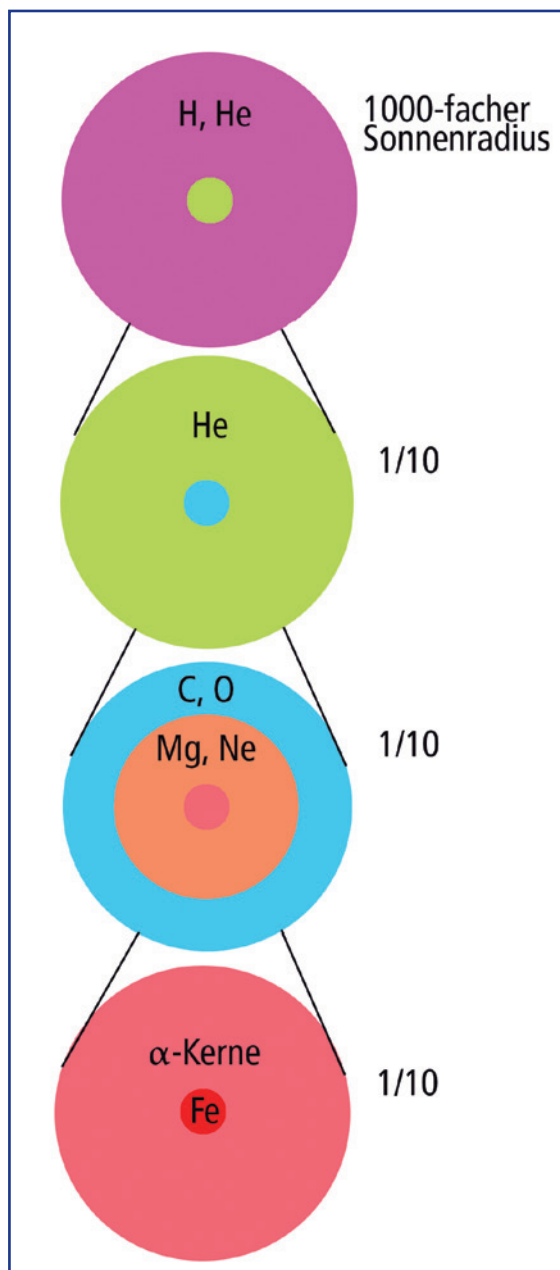
Massenreiche Sterne über acht Sonnenmassen verbrennen in den letzten Jahrtausenden ihres Lebenszyklus praktisch alle leichteren Elemente in ihrem Kern zu Eisen. Auch diese Sterne stoßen einen großen Teil der Masse in ihren äußeren Schichten als Sternwind ab. Gleichzeitig bilden sich um den Kern im Sterninneren Schalen nach Art einer Zwiebel, in denen verschiedene Fusionsprozesse

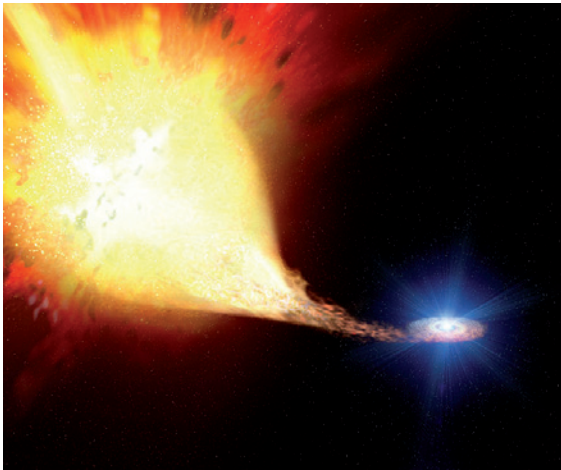
stattfinden (siehe Tabelle 1 und nebenstehende Abbildung).

Die Schwersten „platzen“

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Supernovae vom Typ 1 und solchen vom Typ 2. Der Typ 1 geht von relativ leichten Sternen bis zu acht Sonnenmassen aus, allerdings unter besonderen Umständen: Das passiert nur in Doppelsternsy-

Die Abbildung zeigt die Zwiebelnstruktur eines Supernova-Ausgangssterns. Er hat eine Ausdehnung von bis zum 1000-fachen Sonnenradius. Die verschiedenen Sphären der Nukleosynthese unterscheiden sich jeweils ungefähr um den Faktor 10 (Quelle: Giora Shaviv: The Life of Stars, Springer-Verlag 2009, siehe Literatur S. 484).





Diese Illustration zeigt das Prinzip, wie eine Supernova vom Typ 1 entsteht, bei der ein Weißer Zwerg Materie von einem Roten Riesen absaugt (Abb.: NASA)..

sternen, in denen der eine Stern ein Weißer Zwerg, der andere ein Roter Riese ist. Der Weiße Zwerg sammelt im Laufe der Zeit Gas aus der ausgedehnten Hülle seines Begleiters, wobei es zu mehreren Nova-Ausbrüchen kommen kann, bei dem der Wasserstoff des akkretierten Gases fusioniert. Ab einer gewissen Masse bricht der Weiße Zwerg zusammen (berechnet hat diese Grenze der amerikanischen Astrophysiker und Nobelpreisträger Subrahmanyan Chandrasekhar; nach ihm wurde sie

benannt). Der Weiße Zwerg enthält jedoch große Mengen an fusionsfähigem Kohlenstoff, sodass der Kollaps zum Neutronenstern durch eine rapide einsetzende Kernfusion verhindert wird, und der Stern explodiert (siehe dazu auch Umschlagseite 2).

Besonders wichtig für die Elemententstehung sind Supernovae vom Typ 2. Sie entstehen aus Sternen mit mehr als acht Sonnenmassen. In ihnen entsteht durch Fusion ein Eisenkern, dessen Masse dann irgendwann die Chandrasekhar-Grenze, die aus der statistischen Quantenmechanik hergeleitet wurde, überschreitet. Sie liegt bei etwa einer Sonnenmasse – bei einer Größe, die nur etwa der der Erde entspricht, etwa ein Hundertstel der Größe unserer Sonne. Der Zusammenbruch des Eisenkerns wird von zwei Prozessen unterstützt: Erstens werden durch Photonen hochenergetischer Gammastrahlung Eisenatomkerne mittels Photodesintegration zerstört. Als Photodesintegration bezeichnet man einen Vorgang, in dem ein hochenergetisches Photon einen Atomkern so anregt, dass er nachfolgend in zwei oder mehr Tochterkerne zerfällt. Man kann also von einer photoneninduzierten Kernspaltung sprechen. Dabei entstehen α -Teilchen und Neutronen; die α -Teilchen können ihrerseits durch solche Photonen in ihre Kernbausteine, Protonen und Neutronen, zerlegt werden. Zweitens werden im „inversen β -Zerfall“ freie Elektronen durch Protonen eingefangen. Dabei entstehen weitere Neutronen, und Neutrinos werden freigesetzt.

Der Kern des Sterns implodiert also, und zwar sehr schnell: Er fällt mit einem Viertel der Lichtgeschwindigkeit von der Größe der Erde zur Größe einer Stadt zusammen. Dabei nimmt der Kern eine größere Dichte ein als ein Atomkern – zehn Billionen Mal so dicht wie das dichteste Element Wolfram. Da Materie

bei diesen Verhältnissen nicht mehr zusammengedrückt werden kann, prallt die implodierende Materie voneinander ab.

Der Kern dehnt sich wieder aus und kommt dem zusammenfallenden Mantel des Sterns entgegen. Die explodierende Kernmaterie treibt eine Schockwelle im Sternmantel vor sich her, die die Implosion nach einer kurzen Pause aufhält und die äußeren Schalen des Sterns schließlich absprengt. Das interstellare Medium wird mit frisch gebildeten schweren Elementen – etwa Sauerstoff, Kohlenstoff, Magnesium, Silizium, Kalzium, Schwefel und radioaktivem Nickel – überschwemmt.

Der innere Kern besteht dann nahezu vollständig aus Neutronen; er darf maximal drei Sonnenmassen schwer sein, damit eine Supernova entsteht. Der Prozess, aufgrund dessen der Kern explodiert, wurde erst Ende der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts aufgeklärt. Schuld daran sind demnach Neutrinos, die im Eisenkern durch die Druckwelle des Kollapses nahezu eingesperrt sind. Normalerweise wechselwirken Neutrinos mit Materie so gut wie nicht. Jedoch bestehen in der Stoßfront so hohe Dichten, dass die Wechselwirkung der Neutrinos mit der Materie nicht mehr vernachlässigt werden kann. Da von der gesamten Energie der Supernova der allergrößte Teil in die Neutrinos geht, genügt eine relativ geringe Absorption, um den Stoß wiederaufleben und aus dem kollabierenden Eisenkern ausbrechen zu lassen. Nach Verlassen des Eisenkerns gewinnt die Druckwelle zusätzliche Energie durch erneut einsetzende Fusionsreaktionen.

Elemente schwerer als Eisen

Jetzt kommt der Teil der Nucleosynthese, bei dem schwerere Elemente als die des Eisens entstehen. Die extrem stark erhitzten Gasschichten, die neutronenreiches Material aus den

Tabelle 2: Gewichtsanteile der chemischen Elemente in einem menschlichen Körper mit einem Gesamtgewicht von 70 Kilogramm. Weitere wichtige Spurenelemente sind Selen und Zink.

Element	Gewichts-%	Gewicht in g
Sauerstoff	63	44 100
Kohlenstoff	20	14 000
Wasserstoff	10	7 000
Stickstoff	3	2 100
Calcium	1,5	1 000
Phosphor	1	700
Kalium	0,25	170
Schwefel	0,2	140
Chlor	0,1	70
Natrium	0,1	70
Magnesium	0,04	30
Eisen	0,004	3
Kupfer	0,0005	0,3
Mangan	0,0002	0,1
Iod	0,00004	0,03
Spaltensumme	99,2	69 440

äußeren Bereichen des Zentralgebiets mit sich reißen, erbrüten dabei im r-Prozess (r von engl. rapid, „schnell“) schwere Elemente jenseits des Eisens, wie zum Beispiel Kupfer, Germanium, Silber, Gold oder Uran.

Der r-Prozess ist ein Neutroneneinfangprozess, der bei hohen Neutronen-Dichten und Temperaturen abläuft. Dabei werden durch einen hohen Neutronenfluss instabile neutronenreiche Atomkerne aufgebaut, die rasch zu stabilen neutronenreichen Kernen der schweren Elemente von Eisen bis Blei sowie den instabilen langlebigen Isotopen von Bismut, Thorium, Uran und Plutonium zerfallen.

Nicht nur in Supernovae

Schwere Elemente wie Blei und Wismut werden jedoch nicht nur in Supernovae gebildet, sondern auch in alternden Sternen. Etwa die Hälfte der auf Planeten vorhandenen Elemente jenseits des Eisens stammen aus Supernovaexplosionen, während die andere Hälfte im s-Prozess von masseärmeren Sternen erbrütet und in deren Riesenphase ins Weltall abgegeben wurde.

Der s-Prozess ist ebenfalls ein Neutroneneinfangprozess, der jedoch im Unterschied zum r-Prozess bei niedrigen Neutronen-Dichten und relativ niedrigen Temperaturen abläuft. Er bewirkt den Aufbau von Elementen bis hin zum Bismut.

Der s-Prozess läuft hauptsächlich in Sternen mit Durchmessern vom Tausendfachen des Sonnendurchmessers ab. In deren Kern sind das Wasserstoff- und Heliumbrennen bereits zum Erliegen gekommen; in einer Schale um den Kern wird Helium zu Kohlenstoff fusioniert (Schalenbrennen). In diesen Sternen kommt es auch zu Fusionsreaktionen, die Neutronen freisetzen.

Der s-Prozess wird mathematisch u.a. durch ein theoretisches Modell der Elementhäufigkeiten beschrieben, das auf der Annahme eines konstanten Neutronen-

flusses im Stern basiert. Damit ergibt sich das Verhältnis der Elementhäufigkeiten als umgekehrt proportional zum Verhältnis des für den Neutroneneinfang wirksamen Querschnitts verschiedener Isotope, denn je größer dieser Querschnitt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines Neutroneneinfangs und der damit verbundenen Umwandlung in ein anderes Isotop.

Wegen des relativ geringen Neutronenflusses (in der Größenordnung von 10^5 – 10^{11} Neutronen pro cm^2 pro Sekunde), den man während des s-Prozesses erwartet, können die schweren, neutronenreichen Isotope wie Thorium und Uran nicht gebildet werden, da die benötigten Ausgangskerne vor erneuter Neutronenanlagerung dem β -Zerfall unterliegen. Diese Isotope werden im r-Prozess gebildet.

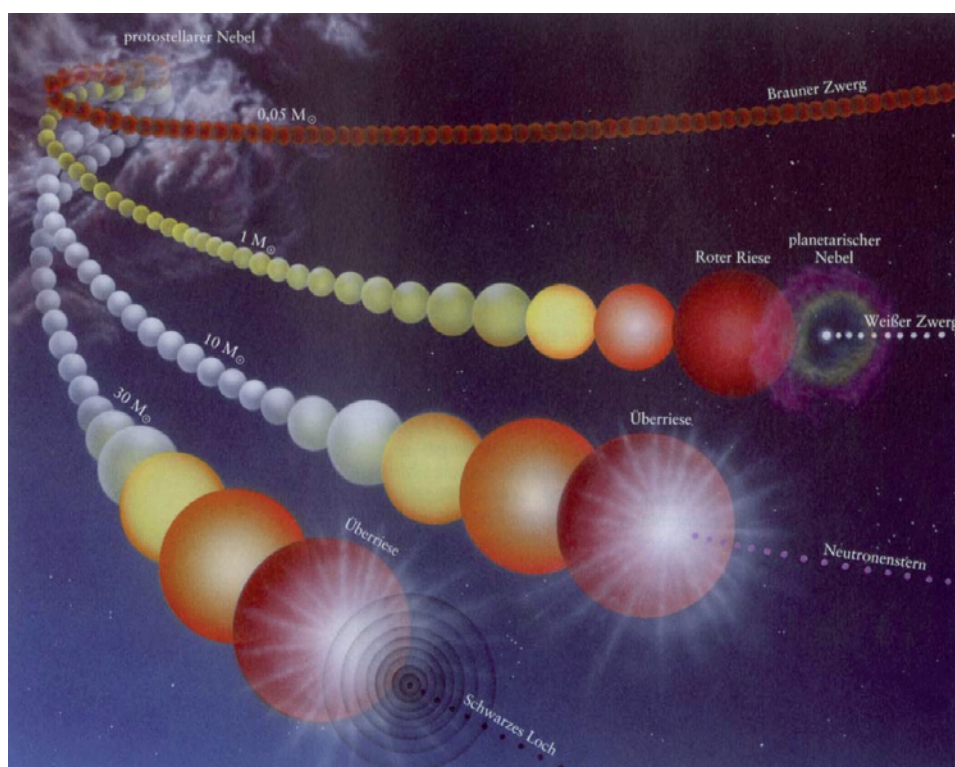
Seltene Geburtshelfer

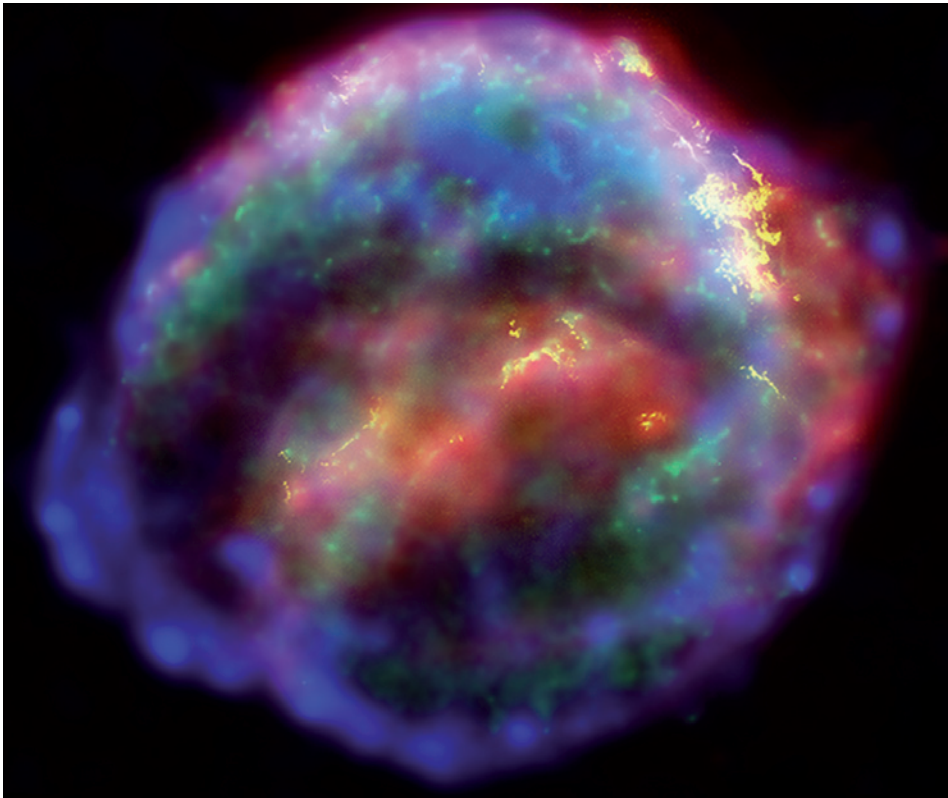
Auch wenn die Mechanismen in Supernovae noch nicht vollständig aufgeklärt sind, lässt

sich sagen: Aufgrund der Bedeutung von Supernovae für die Nucleosynthese kommt diesen sterbenden Sternen zugleich die Rolle eines Geburtshelfers für eine kosmische Landschaft zu, in der Leben wie wir es kennen entstehen kann. Schon das für uns lebensnotwendige Kupfer liegt ja außerhalb eines Kernfusions-Brennprozesses (Tabelle 2). In biologischen Organismen übernimmt Kupfer zahlreiche Funktionen in Enzymen, die Oxidationsvorgänge steuern. Weinbergschnecken und einige niedere Meerestiere (Krebse) enthalten sogar Kupfer anstelle von Eisen in ihren Blutfarbstoffen, ihrem Hämocyanin. Ein ähnlicher Stoff in grünen Pflanzen, das Plastocyanin, fördert die Bildung des Blattgrüns.

Supernovae-Ereignisse sind im Vergleich zur Lebensspanne eines Menschen eher selten. In einer hellen Galaxie gibt es nur alle eintausend Jahre eine Supernova. Grundsätzlich hängt die Supernovarate einer Galaxie davon ab, wie viele Sterne dort

Das Lebensende eines Sterns nach seiner Geburt in protostellaren Nebel hängt vor allen Dingen von seiner Masse ab, die üblicherweise im Verhältnis zur Masse unserer Sonne angegeben wird (Abb.: TU München/Hasinger/Eisenhauer/Kupka/Bender).





Johannes Kepler beschrieb 1604 eine Supernova, die zum ersten Mal am 9. November 1604 gesehen worden war, der letzten Sichtung einer Supernova direkt in unserer Galaxis. Die Supernova war damals der hellste Stern am Himmel. Das Bild zeigt die Überreste ca. 20 000 Lichtjahre entfernt, und zwar als eine Komposition aus vier Aufnahmen. Der blaue Teil stammt von Chandra-Röntgenobservatorium und zeigt hochenergetische Röntgenstrahlung, die aus Regionen der Kollaps-Schockwelle stammen. Der grüne Teil, ebenso von Chandra, zeigt niederenergetische Röntgenstrahlung (0,3 - 1,4 keV) von heißen Überbleibseln des explodierten Sterns. Der gelbe Teil entspricht sichtbarer Strahlung aus einer etwa 10 000 Grad Kelvin heißen Region, wo die Schockwelle auf die dichtesten Regionen des Gases der Umgebung treffen, aufgenommen von Hubble, und der rote Teil kennzeichnet Infrarotstrahlung von mikroskopischen Staubpartikeln (Abb.: NASA/ESA/JHU/R.Sankrit & W.Blair).

neu entstehen, da Supernovae in astronomischen Zeitmaßstäben kurz, nur einige zehn Millionen Jahre, nach der Entstehung stattfinden. Der Grund dafür liegt in der kurzen Lebensspanne der schweren Sterne. Für die Milchstraße werden etwa 20 ± 8 Supernovae pro Jahrtausend geschätzt, wovon im letzten Jahrtausend sechs beobachtet wurden. Mit heutigen Teleskopen und Suchprogrammen werden jedes Jahr mehrere Hundert Supernovae entdeckt, die ja so hell leuchten wie ganze Galaxien und daher auch aus einer entsprechend weiten intergalaktischen Entfernung wahrgenommen werden können.

SN 1987A

Die letzte Supernova in unserer Galaxis war lange Zeit die von

Johannes Kepler beschriebene, erstmals am 9. Oktober 1604 entdeckte, 20 000 Lichtjahre entfernte Supernova SN1604 (Abbildung oben). Gemäß der Supernova-Wahrscheinlichkeit in unserer Galaxis (s.o.) warteten die Astronomen auf ein weiteres Ereignis – und fanden es in der unmittelbaren Nachbarschaft unserer Galaxis, in der Großen Magellanschen Wolke, 163 000 Lichtjahre entfernt, am 23. Februar 1987.

SN 1987A (Abbildung Seite 474), eine spezielle Typ 2-Supernova, konnte man mit bloßem Auge sehen. Erfreulicherweise hatte der Astronom Nicholas Sanduleak das Spektrum des Vorgängersterns Sk -69° 202 schon 22 Jahre zuvor aufgenommen, weil er in den Magellanschen Wolken nur ein Drittel der Anteils

schwerer Elemente verglichen mit dem in unserem Sonnensystem fand. Er stellte einen Katalog superschwerer Sterne in diesen Zwerg-Galaxien auf und maß deren Spektren, in der Hoffnung, dass sich daraus einmal eine Supernova entwickelte.

Auf diese Weise konnten die Astronomen eine ganze Supernova-Geschichte begleiten – und das sogar mit Detektoren für Neutrinos. Diese reaktionsarmen Teilchen entstehen ja in großer Zahl beim Kollaps des Eisenkerns der Supernova (s.o.). Tatsächlich wurden sie am 23. Februar 1987 mit drei Neutrino-Teleskopen und insgesamt 25 Neutrinos fündig, was dem Amerikaner Raymond Davis und dem Japaner Masatoshi Koshiba 2002 den Nobelpreis für Physik einbrachte. SN 1987A war die erste Supernova, von der man Neutrinos detektierte, was u.a. die Typ 2-Supernovatheorie stützt. Viele Details und Fragen sind dennoch ungeklärt, so etwa, ob das Zentrum der Explosion nun ein Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch ist – oder keins von beiden. Ebenso ungeklärt ist der Grund für die Entstehung der beiden großen roten Ringe. Fraglich ist auch, warum der Ausgangssterne von SN 1987A ein blauer Stern war, ob nicht zur Entstehung der Supernova noch ein zweiter Stern beigetragen hat – wovon man allerdings bislang keine Überreste gefunden hat. Bis Ende 2007 gab es über 4000 wissenschaftliche Publikationen über SN 1987A...

Damit nach Supernova-Explosionen wiederum Sternensysteme mit nun auch schweren Elementen entstehen werden jedoch noch Prozesse benötigt, die dazu führen, dass sich die Explosionswolken wieder verdichten. Das können Dichtewellen eines Spiralarms der Galaxie sein, der Strahlungsdruck bereits entstandener Jungsterne, oder möglicherweise sogar die Stoßwellen einer weiteren Supernova in der jeweiligen Galaxis; so kompliziert ist der Weg zum Leben. *Rolf Kickuth*

Eppendorf Young Investigator Award 2009 an Óscar Fernández-Capetillo Für Forschungen über DNA-Schädigungen

Dr. Óscar Fernández-Capetillo, 1974 in Bilbao geboren, erhielt am 19. November in Düsseldorf den Eppendorf Young Investigator Award 2009.

Zum 15. Mal verlieh das Hamburger Biotech-Unternehmen den Eppendorf Award for Young European Investigators, der auf europäischer Ebene herausragende Arbeiten biomedizinischer Forschung honoriert. Das Unternehmen fördert mit dieser Auszeichnung junge europäische Wissenschaftler, die maximal 35 Jahre alt sind. Der Preis wird in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftsmagazin Nature verliehen.

Mit der 15. Verleihung verabschiedete sich der „Erfinder“ des Preises, der ehemalige Eppendorf-Geschäftsführer Dr. Günter Bechtler, als Koordinator des Preises. Seine Funktion übernimmt jetzt Dr. Axel Jahns von Eppendorf.

In der Verabschiedung von Bechtler hob Eppendorf-Vorstandsmitglied Dr. Heinz-Gerhard Köhn hervor, „Miterfinder“ des Preises sei der langjährige Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft und jetzige Generalsekretär des Europäischen Forschungsrats, Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker gewesen. Über den Preis entscheidet eine renommierte, unabhängige Jury.

Der diesjährige Preisträger Óscar Fernández-Capetillo vom Spanish National Cancer Research Centre (CNIO), Madrid, erhielt die Auszeichnung für seine Forschung über endogene DNA-Schädigungen aufgrund von replikativem Stress (RS) als einer Ursache für einen beschleunigten Alterungsprozess.

Replikativer Stress ist verbunden mit der DNA-Replikation und wird hauptsächlich durch die ATR Kinase verhindert. Durch die Entwicklung eines Mausmodells für



In einer Laudatio würdigte der Juryvorsitzende Prof. Dr. Kai Simons (rechts, mit der Preisurkunde), geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden, die Arbeit von Dr. Óscar Fernández-Capetillo (links; Fotos: Kickuth).

Eppendorf-Vorstandsmitglied Dr. Heinz-Gerhard Köhn (links) übergibt dem Ideengeber und langjährigen Koordinator des Preises, Dr. Günter Bechtler, eine Anerkennung.



Rückblickend bemerkte Bechtler: „...und das Höchstalter für den Preis wurde doch auf 35 Jahre angehoben, weil Prof. Winnacker meinte: Wenn wir es bei 30 festsetzen sehen wir nie einen Deutschen als Preisträger...“



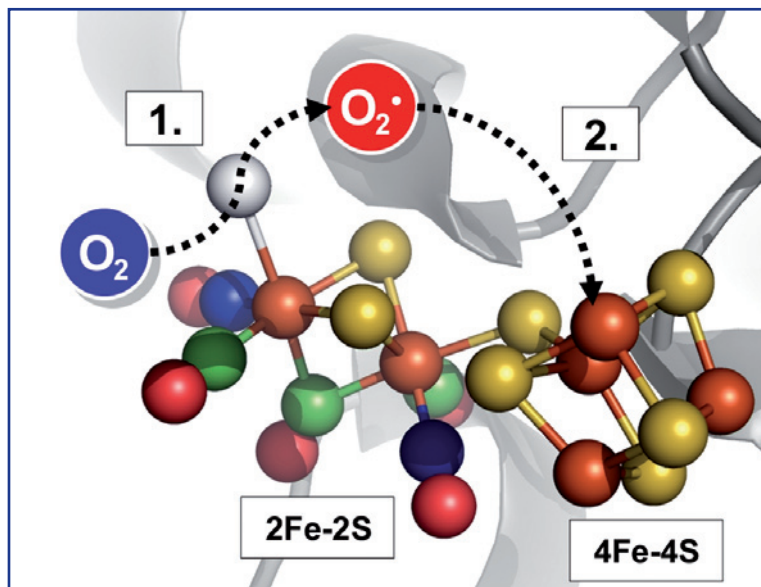
das Seckel-Syndrom, bei dem ein schwerwiegender Mangel an ATR vorliegt, konnte gezeigt werden, dass Seckel-Mäuse in der Embryonalphase unter starkem RS leiden und durch die Anhäufung von DNA-Schäden schneller altern.

Die Ergebnisse von Fernández-Capetillo unterstützen, dass RS in utero zum postnatalen Alterungsprozess beiträgt, und dass dies durch die Aktivitäten der Kontrollproteine ATR und p53 ausgeglichen wird.

Die Preisverleihung fand im Umfeld der 40. Medica statt. Anders als bisher war Eppendorf dort auf einem Gemeinschaftsstand präsent. Das Unternehmen, seit Gründung der Medica vor 40 Jahren dabei, begründete die Beschränkung mit einer thematischen Änderung der Veranstaltung, weg vom analytisch-medizinischen Bereich, der nur noch einen kleinen Teil ausmache. RK

Grünalgen für die Gewinnung von Wasserstoff

Sauerstoffschädigungsmechanismus aufgeklärt



Die Abbildung zeigt in einem molekularen Modell das katalytische Zentrum der Hydrogenase und verdeutlicht wie das Sauerstoffmolekül von einer Bindungsstelle zur nächsten hüpfet und schließlich das Enzym zerstört (Abbildungen: Uni Bochum)..

Eine kleine Grünalge kann mit einem ihrer Enzyme molekularen Wasserstoff produzieren. Das Ganze funktioniert nur unter Ausschluss von Sauerstoff. Sauerstoffatome docken nämlich am selben Bindungsort an wie das eigentliche Substrat, der Wasserstoff.

Warum Sauerstoff so zerstörerisch wirkt, haben Bochumer Biologen um Prof. Dr. Thomas Happe gemeinsam mit Kollegen aus Oxford und Berlin auf molekularer Ebene untersucht und herausgefunden. Durch Elektronenübertragung bei der Bindung des Sauerstoffs an dem Enzym entstehen aggressive Sauerstoffformen, die Teile des Enzymkerns attackieren. Ziel der Forscher ist es jetzt, das Enzym gegen Sauerstoff unempfindlich zu machen.

Molekularer Wasserstoff (H_2) gilt als wichtiger Energieträger der Zukunft. In Kombination mit effizienten Brennstoffzellen liefert seine Verbrennung umweltfreundlich erzeugte Elektrizität. Wasserstoff wird allerdings bisher in großen Mengen nur aus fossilen Energie-

Moleküle Wasserstoff pro Sekunde produzieren.

Diese Hydrogenasen kommen auch in Grünalgen vor, die mittels Energie aus Sonnenlicht Wasser zu Sauerstoff, Protonen (H^+) und Elektronen (e^-) spalten können. Dank der Hydrogenase haben die Grünalgen u. a. die Möglichkeit, überschüssige Energie in Form von Elektronen auf Protonen zu übertragen, wobei Wasserstoff entsteht. In der Arbeitsgruppe Photobiotechnologie am Lehrstuhl Biochemie der Pflanzen erforscht Prof. Dr. Thomas Happe die Zusammenhänge von Photosynthese und Wasserstoffproduktion am Beispiel der einzelligen Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii*. Diese photosynthetisch aktiven Algen geben unter Schwefelmangelbedingungen große Mengen Wasserstoff an ihre Umgebung ab. Seit dieser Entdeckung im Jahr 2000 gilt die photobiologische Wasserstoffproduktion als viel versprechende Möglichkeit zur Herstellung von umweltfreundlichem Wasserstoff.

Die AG Photobiotechnologie arbeitet an der biochemischen und

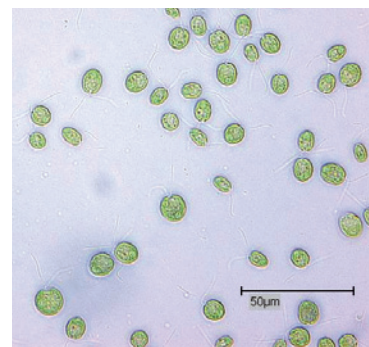
biophysikalischen Charakterisierung der für die Wasserstoffproduktion verantwortlichen Enzyme. Die Hydrogenasen verfügen über einen besonderen Eisen-Schwefel-Kern (den H-Cluster), an dem die Bildung von Wasserstoffgas mit extrem hoher Geschwindigkeit katalysiert wird. Der H-Cluster besteht aus einem Kern aus vier Eisen- und vier Schwefelatomen (4Fe-4S-Kern), der über eine Schwefelverbindung an ein weiteres Cluster mit zwei Eisen- und zwei Schwefelatomen (2Fe-2S-Cluster) gebunden ist. Dieses Subcluster besitzt ungewöhnliche Kohlenstoffmonoxid- und Cyanid-Liganden und ist der Bindungsort für den Wasserstoff.

trägern wie Erdöl hergestellt. In der Natur gibt es aber Vorbilder für eine einfache, saubere und sehr effektive Produktion von Wasserstoff. Bestimmte Proteine, Hydrogenasen, wirken als Katalysatoren und können aus Elektronen und Protonen molekularen Wasserstoff herstellen. Ein Protein kann bis zu 9000

biophysikalischen Charakterisierung der für die Wasserstoffproduktion verantwortlichen Enzyme. Die Hydrogenasen verfügen über einen besonderen Eisen-Schwefel-Kern (den H-Cluster), an dem die Bildung von Wasserstoffgas mit extrem hoher Geschwindigkeit katalysiert wird. Der H-Cluster besteht aus einem Kern aus vier Eisen- und vier Schwefelatomen (4Fe-4S-Kern), der über eine Schwefelverbindung an ein weiteres Cluster mit zwei Eisen- und zwei Schwefelatomen (2Fe-2S-Cluster) gebunden ist. Dieses Subcluster besitzt ungewöhnliche Kohlenstoffmonoxid- und Cyanid-Liganden und ist der Bindungsort für den Wasserstoff.

Mit Hilfe modernster biophysikalischer Methoden wie Proteinfilm-Elektrochemie und Röntgenabsorptionsspektroskopie fanden die Forscher heraus, dass das Sauerstoff-Molekül genau wie das eigentliche Substrat, der Wasserstoff, an das 2Fe-2S-Cluster gebunden wird. Allerdings geht die zerstörerische Wirkung des Sauerstoff-Moleküls offenbar nicht direkt von seiner Bindung an dieses Cluster aus. Vielmehr wurde klar, dass das weiter entfernte 4Fe-4S-Cluster kurz nach der Bindung des O_2 -Moleküls nicht mehr nachweisbar ist, also zerstört wird. Durch eine Übertragung von Elektronen auf den gebundenen Sauerstoff entstehen wohl reaktive Sauer-

Lichtmikroskopische Aufnahme der Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* (Zelldurchmesser ca. 10 Mikrometer).



stoffvarianten (reactive oxygen species), die dann in einer zweiten Reaktion Teile des 4Fe-4S-Cluster attackieren, dem bis dato keine Relevanz für die Sauerstoffsensitivität der Hydrogenasen zugeschrieben wurde.

Diese Entdeckung ebnet den Weg für eine gezielte Modifikation der Hydrogenase, die sie gegenüber Luftsauerstoff unempfindlicher machen soll. Mit Methoden der gerichteten Evolution und des rationalen Protein-Designs will man di-

es erreichen. Die hierbei erzeugten Enzymvarianten werden mit einem einfachen Screening-Verfahren auf erhöhte Sauerstoff-Toleranz getestet. Auf das Arbeitsprogramm zugeschnitten wird weltweit erstmals unter Sauerstoffabschluss ein Robotersystem installiert, das sowohl ein effizientes Screening der Enzymbibliotheken ermöglicht, als auch eine automatisierte Anzucht und Analyse von Kristallen sauerstoffsensibler Proteine gewährleistet.

Mobiles Laserrastermikroskop

Beim Laufen Hirnzellen zusehen

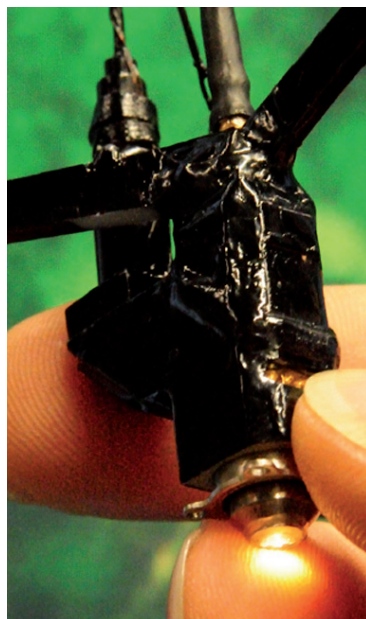
Wissenschaftler vom Tübinger Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik haben jetzt ein mobiles Laserrastermikroskop entwickelt, das so klein ist, dass es dem Kopf einer Ratte befestigt werden kann. Auf diese Weise können die Forscher zum ersten Mal verfolgen, wie sich die Gehirnzellen bei einem frei umherlaufenden und seine Umgebung erkundenden Tier verhalten.

Mit dem mobilen System lassen sich mehrere fluoreszierende Gehirnzellen gleichzeitig beobachten; zudem die exakte Position etwa einer Maus bestimmt, während sie sich völlig frei bewegen kann. Das sehr leichte, nur etwa drei Zentimeter große Laserrastermikroskop verwendet einen hochenergetischen pulsierenden Laser und Fiberglasoptik, um Zellen im Gehirn zu beobachten. Die sonst für diese Untersuchungen eingesetzten Elektroden sind nicht mehr notwendig.

Bislang konnte man die Wahrnehmung nur untersuchen, indem man einem immobilen Tier eine Reihe von Filmen oder Bildern als optische Reize präsentiert und gleichzeitig die Hirnaktivität gemessen hat. Mit der jetzt in der Fachzeitschrift PNAS vorgestellten Methode wird der Ansatz umgedreht: Man kann die Aktivität der Nervenzellen mes-

sen, während das Tier seine natürliche Umgebung erkundet. Da im Gehirn nicht einzelne Zellen, sondern vielmehr ganze Zellgruppen an bestimmten Aufgaben beteiligt sind, müssen mehrere Nervenzellen gleichzeitig erfasst werden. Auf diese Weise konnten die Wissenschaftler erstmalig untersuchen, wie das Gehirn die innere Repräsentation der äußeren Welt vollzieht, während die Augen die natürliche Umwelt wahrnehmen.

Das nur etwa drei Zentimeter große Mikroskop liefert Bilder von der Gehirnraktivität einer frei umherlaufenden Ratte (Foto: Damian Wallace / Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik).



Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- Ob Krebs entsteht und sich ausbreitet, ist unter anderem abhängig von der **körpereigenen Abwehrlage**. Wissenschaftler einer Kooperationsgruppe der Universitäts-Frauenklinik und des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg haben Brusttumore untersucht und zwei Botenstoffe identifiziert, die entscheidend daran beteiligt sind, Abwehrzellen gegen den Tumor zu aktivieren. Sind aktivierte Abwehrzellen nachweisbar, verbessert sich die Prognose.

- Das humane Papillomvirus Typ 16, der häufigste Erreger von **Gebärmutterhalskrebs**, schaltet in seinen Wirtszellen ein wichtiges Signalmolekül der Immunabwehr aus. Fehlt die körpereigene Abwehr, können die Erreger die Schleimhautzellen umso erfolgreicher befallen. Für diesen Mechanismus ist das Virus-Krebsgen E6 verantwortlich, wie Wissenschaftler aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum herausfanden.

- Krebsmedikamente wirken anders als bislang gedacht. Marburger Mediziner haben einen zellulären Signalweg aufgeklärt, der verbesserte Heilungschancen eröffnet und eine vollkommen neue Interpretation nahelegt, wie klassische Chemotherapien wirken: Anders als üblicherweise angenommen, unterdrückt das **Krebsmedikament Cytarabin** nicht die Vermehrung von Tumorzellen, sondern regt diese zur Differenzierung an.

- Mediziner unterscheiden über 100 verschiedene Arten von Hirntumoren. Die exakte Diagnose ist oft schwierig, da in der Regel nur winzige Mengen Tumormaterial zu Verfügung stehen. Wissenschaftler aus dem Deutschen Krebsforschungszentrum und der Universität Heidelberg entwickelten einen **diagnostischen Antikörper**, der hochspezifisch ist für die charakteristische Veränderung eines Enzyms, die zwei gefährliche Arten von Hirntumoren kennzeichnet. Der Antikörper verspricht einfachere und genauere Diagnosen und erlaubt darüber hinaus auch eine Verlaufsprognose der Erkrankung.

- Eine neue Kombinationstherapie kann augenscheinlich sogar gegen weit fortgeschrittenen schwarzem Hautkrebs (malignes Melanom) Erstaunliches ausrichten - zumindest in Mäusen. Bonner Wissenschaftler haben dazu eine neue Form von Chemoimmuntherapie entwickelt. Sie kombinierten drei verschiedene Ansätze: Zunächst unterzogen sie die krebserkrankten Mäuse einer Chemotherapie. Im Anschluss spritzten sie den Tieren Killerzellen des Immunsystems in die Blutbahn, die Hautkrebszellen spezifisch erkennen können. Zusätzlich injizierten die Forscher künstlich hergestelltes Viren-Erbgut, um die natürliche Immunabwehr in Alarmbereitschaft zu versetzen. Alle Komponenten waren für den Erfolg der Therapie notwendig. Die klinische Entwicklung wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen.

Systembiologen untersuchen Pflanzenmetabolismen

Bakterien steigern Wachstum von Pappeln

Die Pappelpflanze könnte ein Energieträger der Zukunft sein (Uni Wien).



Dass endophytische Bakterien – Bakterien, die in Pflanzen leben – durchaus positive, wenn nicht sogar überlebensnotwendige Funktionen für die Pflanze übernehmen, fand ein Team um den System-

biologen Wolfram Weckwerth von der Uni Wien heraus: **So fördern Endophyten u.a. das Pflanzenwachstum, was sie wiederum interessant für die Biotreibstoff-Produktion macht.**

Den Forschern gelang, eine bakterienfreie Pappelpflanze zu kultivieren und zu analysieren. Diese bakterienfreien Pappeln bilden also die Basis für die Forschungsarbeit. Anhand von Metabolitenanalysen versuchen sie festzustellen, ob und welche Unterschiede zwischen Pappeln mit und ohne Bakterien bestehen. So wie das Genom die Gesamtheit aller Gene und das Proteom die Gesamtheit aller Proteine bezeichnet, steht das Metabolom eines jeden Organismus für alle Metaboliten, d.h. alle Stoffwechselprodukte – Zucker, Fettsäuren, Aminosäuren, etc. – einer Zelle.

Für die Analyse trennten die Forscher die Metaboliten-Proben im Massenspektrometer chromatographisch. So erhielten sie ein-

zelne Molekülmassen, die sie für den späteren Vergleich in eigens angelegten Bibliotheken identifizieren konnten. Nach der statistisch-mathematisch äußerst komplexen Auswertung der Analysen stellten die Systembiologen signifikante Unterschiede in mehreren Stoffwechselprodukten von Pappeln mit und ohne Bakterien fest. Besonders auffällig war der stark erhöhte Gehalt stickstoffhaltiger Metabolite in den Pappeln mit Bakterien – essenzielle Stoffe für das Pflanzenwachstum. Durch diese Versuche fand das Forschungsteam der Universität Wien heraus, wie endophytische Bakterien das Wachstum fördern. Das Ergebnis wurde im August 2009 in der Fachzeitschrift „Molecular Plant-Microbe Interactions“ publiziert. In Versuchen in den USA konnte das Wachstum von Pappeln, denen zusätzliche endophytische Bakterien eingepflanzt wurden, bereits um bis zu 50 Prozent gesteigert werden.

Metabolisierung von Bismut in der Leber

Wie aus Metall ein Gehirngift wird

Wie ein nicht oder nur wenig giftiges Element im menschlichen Körper durch Reaktionen toxisch werden und so große Schäden anrichten kann, das untersuchten die Duisburg-Essener Wissenschaftler anhand des Elements Bismut.

Bismut weist grundsätzlich eine geringe Giftigkeit auf. Das Element wird in der Medizin beispielsweise als Anti-Ulcus-Medikament, also zum Bekämpfen von Magen- und Darmgeschwüren eingesetzt. Auch in manchen Medikamenten gegen Reisedurchfälle ist Bismut enthalten. Der großflächige Gebrauch der Bismut-haltigen Präparate führte in der Vergangenheit zu pandemiarartigen Ausbrüchen von krankhaften

Veränderungen des Gehirns zum Beispiel in Frankreich und Australien.

Als Erklärung wird im Allgemeinen eine Umwandlung des „harmlosen“ anorganischen Bismuts in eine potenziell toxische Spezies angenommen. Wie diese Reaktion vor sich geht, wurde allerdings bisher nicht untersucht. Bekannt ist aber ein vergleichbares Phänomen: Vom Quecksilber, dessen biochemischer Abbau im Organismus große Parallelen aufweist, weiß man, dass anorganische Spezies durch bestimmte Prozesse in der Lage sind, die Blut-Hirn-Schranke, die das Gehirn eigentlich vor Erregern und Giften schützt, zu durchdringen.

Im Projekt der Umweltanalytiker wurde in Kooperation mit dem Uni-Klinikum Essen eine mögliche Umwandlung von Leberzellen in die potenziell toxischen Bismutspezies untersucht, die die Blut-Hirn-Schranke überwinden können. Durch massenspektrometrische Techniken konnte die Metabolisierung belegt werden, so dass erstmalig die Umwandlung des Metalls Bismut durch menschliche Leberzellen nachgewiesen wurde. Der Nachweis der Bismutmethylierung kann zu neuen toxikologischen Einsichten führen. Die Technik ebnet den Weg zur Spezesanalytik von anderen flüchtigen metallhaltigen Metaboliten in biologischen Proben.

DFG richtet 17 weitere Sonderforschungsbereiche ein

Grundlagen- und Anwendungsforschung

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) richtet zum 1. Januar 2010 mit insgesamt 132 Millionen Euro für zunächst vier Jahre 17 Sonderforschungsbereiche (SFB) ein. Unter anderem untersuchen die neuen Forschungsverbünde Kommunikationsprozesse in und zwischen Zellen auf molekularer Ebene, neue Perspektiven von Materialsystemen mit elektronischen Wechselbeziehungen und die Bedeutung der Bakteriengruppe der Roseobacter für den Kohlenstoffhaushalt der Weltmeere.

Sechs der 17 neuen Verbünde sind SFB/Transregio, die sich auf mehrere Forschungsstandorte verteilen, neun SFBs werden für jeweils eine weitere Förderperiode verlängert. Die DFG fördert damit insgesamt 244 SFBs:

Der SFB/Transregio 63 **„Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen“** befasst sich mit der Entwicklung von Produktionsverfahren vom Rohstoff bis zum Reinprodukt in flüssigen Mehrphasensystemen. Forscher der TU Berlin verbinden dabei eine Bottom-up-Vorgehensweise, die von der Reaktion ausgehend in den Gesamtprozess mündet, mit einem Top-down-Lösungsansatz, der die Anforderungen an einzelne Prozessschritte variiert formuliert.

Wissenschaftler der Uni Münster wollen im SFB 858 **„Synergetische Effekte in der Chemie - Von der Additivität zur Kooperativität“** in einem interdisziplinären Ansatz kooperative Effekte zur Aktivierung chemischer Systeme nutzen. So lässt sich chemische Reaktivität effizienter einsetzen und der Aufbau chemischer Systeme gezielter gestalten.

Im SFB/Transregio 80 **„Von elektronischen Korrelationen zur Funktionalität“** sollen Ver-

fahren und Instrumente entwickelt werden, die neue Perspektiven in der Untersuchung der elektronischen Eigenschaften komplexer homogener und inhomogener Systeme erschließen. Ziel sind Materialsysteme mit neuartigen elektronischen Eigenschaften (Uni Augsburg).

Forscher aus Heidelberg untersuchen im SFB/Transregio 83 **„Molekulare Architektur und zelluläre Funktionen von Lipid/Protein-Komplexen“** die Rolle der Lipide in biologischen Membranen.

Kommunikationsprozesse im physiologischen und pathologischen Immunsystem auf molekularer Ebene zu verstehen ist Ziel des SFB 854 **„Molekulare Organisation der zellulären Kommunikation im Immunsystem“** an der Uni Magdeburg

Gedankensteuerung von Prothesen, optimiertes Lernen oder die Verwirklichung neuartiger Körperüberwachungsfunktionen sind die Visionen der Kieler Forscher im SFB 855 **„Magnetoelektrische Verbundwerkstoffe - Biomagnetische Schnittstellen der Zukunft“** (Uni Kiel).

Wie werden molekulare und zelluläre Mechanismen in Nervenzellen über neuronale Schaltkreise in Hirnfunktionen höheren Niveaus übersetzt? Dies zu beantworten, ist das Ziel des SFB 870 **„Bildung und Funktion neuronaler Schaltkreise in sensorischen Systemen“** (LMU München).

Wissenschaftler der TU München wollen im SFB 863 **„Kräfte in biomolekularen Systemen“** die Kräfte mechanischer Prozesse im einzelnen Molekül bis hin zu komplexen biomolekularen Netzwerken erforschen und berechnen.

Blutgefäßerkrankungen besser zu verstehen, das ist das Ziel des SFB 834 **„Endotheliale Signaltransduktion und vaskuläre Reparatur“**. An der Uni Frankfurt wollen Wissenschaftler dazu zellu-

läre und molekulare Mechanismen der im Blutkreislauf zirkulierenden Signalübertragung identifizieren und bessere Therapiekonzepte zur Regeneration von Blutgefäßen entwickeln.

Wissenschaftler der Uni Freiburg untersuchen im neuen SFB 850 **„Kontrolle der Zellmotilität bei Morphogenese, Tumorinvasion und Metastasierung“** die molekularen Mechanismen der Tumorzellinvasion und der Metastasenbildung, um neue Diagnose- und Therapieansätze anzustoßen.

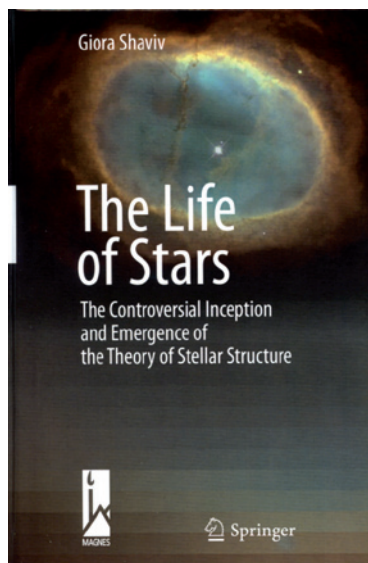
Forscher untersuchen im SFB 841 **„Leberentzündung: Infektion, Immunregulation und Konsequenzen“** auslösende Ursachen und Mechanismen entzündlicher Lebererkrankungen sowie die Rolle von Entzündungen bei der Reaktion auf Leberschädigung (Uni Hamburg).

Erkenntnisse der biomedizinischen Grundlagenforschung in neue Therapien gegen das Leberkarzinom zu überführen, das ist das Ziel des SFB/Transregio 77 **„Leberkrebs - Von der molekularen Pathogenese zur zielgerichteten Therapie“** (Uni Heidelberg).

Die Erforschung der Roseobacter-Bakterien, die von zentraler Bedeutung für den Kohlenstoffhaushalt der Weltmeere sind, ist das Ziel des SFB/Transregio 51 **„Ökologie, Physiologie und Molekularbiologie der Roseobacter-Gruppe - Aufbruch zu einem systembiologischen Verständnis einer global wichtigen Gruppe mariner Bakterien“** (Uni Oldenburg).

Weitere SFBs beschäftigen sich mit der Entwicklung einer antibiotikafreien Ernährung beim Schwein, den Ursachen für Erfolg oder Scheitern von politischen Reformen, der Instandsetzung gebrauchter komplexer Investitionsgüter sowie „Tropfendynamischen Prozessen unter extremen Umgebungsbedingungen“ in Natur und Technik.

Das Entstehen, Leuchten und Vergehen der Sterne wirft viele Fragen auf



Giora Shaviv: *The Life of Stars*; 504 Seiten; 127 Bilder, davon 80 in Farbe, Springer Verlag Heidelberg 2010, ISBN 978-3-642-02087-2; 106,95 Euro.

Die Erforschung des Entstehens, Leuchten und Vergehens von Sternen wirft bei allem grundlegenden Verständnis noch eine Menge Fragen auf. Von daher spricht der Untertitel des nagelneuen Buchs von Giora Shaviv „The Life of Stars“ auch (frei übersetzt) von der „kontrovers geführten Diskussion um die Geburt und Weiterentwicklung einer Theorie der Sternstruktur“. Der Autor, ein renommierter israelischer Astrophysiker, legt mit dem Buch weder

ein Kompendium kosmologisch-physikalischer Erkenntnisse rund um die Sterne vor, noch schafft er ein Geschichtsbuch zur Kosmologie. Vielmehr handelt es sich um eine Art Kombination dieser beiden Ansätze.

Zu allen Erkenntnissen – in geschichtlichen Abfolgen dargeboten – kommen jeweils die verschiedenen Argumente etlicher Wissenschaftler hinzu. Dadurch wird der Leser in die Lage versetzt, den Wert und die Sicherheit solch einer Erkenntnis selbst zu evaluieren. Man könnte das Buch also auch untertiteln: Wie man zu Erkenntnissen in der Astrophysik kommt.

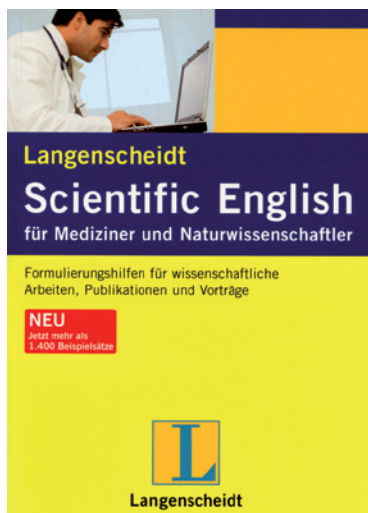
Diese Art der Darstellung zeigt sich alleine schon an dem hohen Anteil an Kapitelüberschriften, die als Fragen formuliert sind. Da heißt es: How much can a star radiate? Are the stars well mixed? Why is there Chemistry? A snag? (engl. für Pferdefuß) Esoteric mechanisms? – um nur einige Beispiele zu nennen. Schlüsselwörter wie Attempt, Doubts, Horizons oder Difficulties sind ein weiterer Hinweis für diese Art der Darstellung – die

durchaus den Verhältnissen in der Astrophysik nahe kommt.

Es ist jedoch nicht so, dass der Leser nur mit Unsicherheiten oder konfrontiert wird. Vielmehr erlebt man die geschichtliche Entstehung der Astrophysik um das Leben von Sternen, und man erfährt, welche Möglichkeiten die Menschen haben, bei ihren Erkenntnissen auf diesem Gebiet weitere Fortschritte zu machen. Teleskope werden angesprochen, Satelliten und schließlich auch die verschiedenen Neutrino-Detektoren beispielsweise. Der Inhalt des Buchs ist jedoch nicht an diesen Instrumente aufgereiht; vielmehr verfolgt der Autor einen roten Faden, der die Funktionalität der Erkenntnisse in den Vordergrund stellt. In neun Hauptkapiteln geht es demnach um 1. das Alter der Erde, 2. die Sternklassifikation, 3. Atom- und Quantentheorie, 4. Theorie der Sternstruktur, 5. Sternchemie, 6. Energie der Sterne, 7. Lebenslauf massenarmer bzw. 8. massenreicher Sterne und schließlich 9. die Sonne.

Für das Verständnis des Textes sind keine besonderen mathematischen oder naturwissenschaftlichen Kenntnisse erforderlich. Allerdings sollte man mit Astronomie- und Kosmologie-bezogenen Einheiten vertraut sein. Der Autor verwendet sie in einer recht dichten Berichtsform. Ein Glossar dafür fehlt jedoch. Inhaltlich schlägt das Buch einen Bogen von der vor-wissenschaftlichen Zeit der Himmelsbeobachtung bis hin zu den modernen Neutrino-Experimenten. Das Buch ist durchaus für eine breitere Leserschaft von unterhaltsamen Nutzen, sofern sie sich für unsere stellare Vergangenheit und Zukunft interessiert. Von daher wünsche ich mir auch eine Übersetzung ins Deutsche, ev. auch in etwas gekürzter Form. Kürzen sollte der Verlag für diese mögliche breite Schicht interessierter Leser jedoch vor allen Dingen den Preis. 106,95 Euro sind für ein unterhaltend-lehrreiches Buch eindeutig zuviel, auch wenn im großzügig und meist gut illustrierten Buch vielfach vierfarbige Abbildungen zu finden sind. *Rolf Kickuth*

Zum Bücher und Berichte schreiben und Standard-Vorträge halten gedacht



Christian Hrdina, Robert Hrdina: *Scientific English für Mediziner und Naturwissenschaftler*; 216 Seiten; Langenscheidt Fachverlag Berlin und München, 2., erweiterte Auflage, 2009, ISBN 978-3-86117-309-0; 24,90 Euro.

Wer ein Wörterbuch mit wissenschaftlichen Ausdrücken sucht ist mit diesem Buch falsch bedient. Sicher auch durch die Konkurrenz aus dem Internet hat es einen weit höheren Anspruch: Es ist als Assistenz zur Erstellung von eher standardisierten Manuskripten und Vorträgen gedacht. Demzufolge

gliedert es sich in den 1. Teil „Schriftliche Publikationen“ mit den (farblich kodierten) Unterteilungen *Einführung, Material und Methodik, Ergebnisse, Diskussion*, „Zusammenfassung sowie Danksagungen“. Der Teil 2 betrifft dann „Vorträge“ mit *Manuskript-einsendung, Vergleich, Wirtschaftsenglisch, Kontakte, e-Mails und Glossar*. Hunderte Artikel wurden als Basis für dieses Buch ausgewertet und daraus 500 essentielle Begriffe sowie 900 universell anwendbare Satzbeispiele extrahiert.

Das Buch macht einen aufgeräumten Eindruck, beschränkt sich auf das Wichtigste. Es mag eine gute Hilfe sein für die ersten vier, fünf wichtigen Berichte und Präsentationen. Dann sollte man größere Teile des Buchs auswendig können – oder man wechselt auf bis dahin noch schlaudere Internet-Hilfen. *Rolf Kickuth*

Naturstoffe und hiervon abgeleitete Verbindungen und ihre industrielle Synthese

Bernd Schäfer: *Naturstoffe der chemischen Industrie*; 562 Seiten; Spektrum Akademischer Verlag, 1. Auflage 2007, ISBN 978-3-8274-1614-8; 52,00 Euro.

Aufbauend auf der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Naturstoffe wurden in der chemischen Industrie Verfahren zur (groß)technischen Herstellung von Naturstoffen selbst, wie auch von zahlreichen, hiervon abgeleiteten Verbindungen, entwickelt, die allen Anforderungen im Hinblick auf Reinheit der gewünschten Verfahrensprodukte (vielfach enantiomerenrein), Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit gerecht werden. Die hierdurch in großen Mengen verfügbaren Verbindungen tragen zur Lösung weltweiter Probleme bei, wie Kontrolle des Wachstums der Weltbevölkerung durch hormonelle Kontrazeptiva, Sicherstellung der Ernährung mithilfe von Wirkstoffen in Pflanzenschutzmitteln und Insektiziden und weltweite Bekämpfung von Krankheiten, wie Infektionskrankheiten durch den Einsatz von Antibiotika (Kap. 1).

Dem Kapitel über Farbstoffe (insbesondere Indigo) folgt ein umfassendes Kapitel über Riechstoffe und Aromastoffe. Das Kapitel 4 „Aminosäuren“ verdeutlicht, in welchen Dimensionen die großtechnische Herstellung von Natrium-glutamat, DL-Methionin und L-Lysin erfolgt. In dem umfangreichsten Kapitel 5 „Pharmawirkstoffe“ findet man sehr ausführliche Unterkapitel über β -Lactam-Antibiotika, Opiate und

Prostaglandine. Aus dem Kapitel 6 „Hormone“ sind die Unterkapitel Steroide, Thyroxin und Adrenalin hervorzuheben. In dem Kapitel „Vitamine“ ist dem Vitamin A und den Carotinoiden der meiste Platz gewidmet. Abschließend werden Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Pyrethroide und Pheromone beschrieben.

Neben der Beschreibung von enzymatischen, biotechnologischen und insbesondere chemischen Verfahren zur Herstellung der gewünschten Verbindungen beinhalten die einzelnen Kapitel Ausführungen von historischem Interesse, zur Struktur-Aufklärung, zur Biosynthese, zur biologischen Wirkung und zur Verwendung der Verfahrensprodukte.

Das Buch zeichnet sich durch viele farbige Abbildungen aus sowie durch gute Übersichtlichkeit bei der Darstellung des Verlaufs vielstufiger Verfahren. Für Leser mit Vorkenntnissen bietet es den angestrebten Einblick in diesen Bereich der industriellen organischen Chemie, wobei sein Nutzen noch durch 980 Literaturhinweise erhöht wird. *Dr. Dieter Holzner*



Pflanzenbiochemie – neue Erkenntnisse und vielfältige Ausblicke

Hans-Walter Heldt, Birgit Piechulla: *Pflanzenbiochemie*; 576 Seiten; Spektrum Akademischer Verlag, 4. Auflage 2008, ISBN 978-3-8274-1961-3; 59,95 Euro.

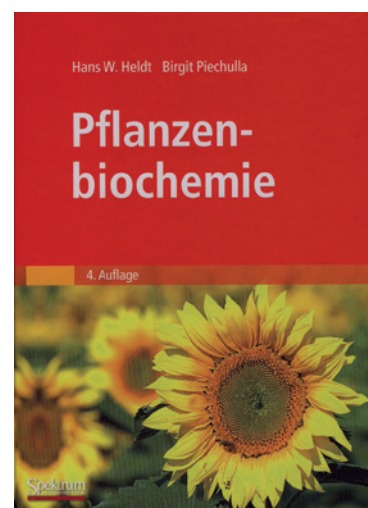
Für die vorliegende Neuauflage des bewährten Lehrbuchs „Pflanzenbiochemie“ sind alle 22 Kapitel überarbeitet und aktualisiert worden. Den einzelnen Kapiteln sind insgesamt 420 Literaturangaben zugeordnet. Die Überschriften zu den Kapiteln und Unterkapiteln sind stets Feststellungen, wie bei Kap. 19: „Vielfältige Signale koordinieren Wachstum und Entwicklung verschiedener Pflanzenorgane und bewirken deren Anpassung an unterschiedliche Umweltbedingungen“.

Neben grundlegenden Kapiteln wie Kompartimente einer Blattzelle (Kap. 1), Mitochondrien (Kap. 5) und Phloemtransport (Kap. 13) nehmen die Lehrinhalte über die Photosynthese naturgemäß breiten Raum ein (Kap. 2, 3, 4 und 8). Die Synthese von Polysacchariden bildet den Inhalt von Kapitel 9. Es folgen Kapitel über die Assimilation von Nitrat (Kap. 10 und 14), die Stickstoff-Fixierung (Kap. 11) und die Assimilation von Sulfat (Kap. 12). Den Lipiden ist das Kapitel 15 vorbehalten. Umfassend werden die Sekundärmetabolite und ihre vielfältigen Wirkungen beschrieben,

insbesondere Alkaloide (Kap. 16), Isoprenoide (Kap. 17) und Phenylpropanoide (Kap. 18). Von der oben zitierten Feststellung ausgehend hebt Kapitel 19 die Bedeutung von Phytohormonen und Lichtsensoren hervor.

Weitere Lehrinhalte sind die Genome der Pflanzenzelle (Kap. 20) und die Protein-Biosynthese sowie der durch das Proteasom katalysierte Protein-Abbau (Kap. 21). Eingehend beschäftigt sich Kapitel 22 mit gentechnischen Verfahren zur Herstellung transgener Pflanzen sowie mit den vielfältigen Zielsetzungen und den bisherigen Erfolgen bei Agrarpflanzen und Nutzpflanzen.

Aufgrund der ansprechenden Gestaltung des durch zahlreiche übersichtliche Abbildungen und Tabellen ergänzten Lehrbuch-Textes sollte dieses empfehlenswerte Werk, über den Kreis der in erster Linie angesprochenen Studierenden der Biologie hinaus, weite Verbreitung finden. *Dr. Dieter Holzner*



Bestimmung von Levoglucosan in Feinstaub mittels gepulster Amperometrie



Eine neue Analysenmethode von Metrohm ermöglicht die einfache und spezifische Bestimmung von Anhydrozuckerverbindungen wie Levoglucosan, Mammosan und Galacotsan in wässrigen Extrakten aus Feinstaubfiltern mittels Ionenchromatographie am gepulsten amperometrischen Detektor. Die neue Methode ist ver-

gleichsweise günstig und erlaubt die Quantifizierung von Levoglucosan unter isokratischen Bedingungen.

In den Wintermonaten wird mehr als die Hälfte der Luftverschmutzung durch Feinstaub verursacht, die durch die Verbrennung von Holz entstehen. Auch Anhydrozuckerverbindungen entstehen bei der Verbrennung von

Biomasse. Levoglucosan dient hier als Tracer dieser Biomasseverbrennungsprozesse, da die Emmission von Levoglucosan weitaus höher ist als die von Mammosan oder Galacotsan.

Die Hochleistungs-Anionen-Austauschchromatographie zur Bestimmung von Anhydrozuckerbindungen ist wesentlich günstiger als die Massenspektrometrie und schneller als gaschromatographischen Methoden, da die zeitaufwändige Derivatisierung wegfällt. Durch die isokratische Elution der Verbindungen kann die Methode sehr einfach durchgeführt werden. Auch die Trennung der Anhydrozuckerbindungen von den Kohlenhydraten wie Arabitol, Mannitol und Glucose ist gegeben, so dass keine Querempfindlichkeit besteht. Die Nachweisgrenze von Levoglucosan und den anderen Anhydrozuckerbindungen ist weniger als 5ng/m³ Luft.

Die Metrohm IC Application Note zur neuen Methode liegt zum Download unter www.metrohm.de/Applikationen bereit.

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

Analysengeräte in höchster Qualität für die Batterieforschung

Die Entwicklung und Optimierung der unterschiedlichen Akkumulatortechnologien ist der Schlüssel zur angestrebten Elektromobilität und dezentralen Energiespeicherung. Daher fördert das BMBF die Forschung und Entwicklung neuer Batteriematerialien, welche mit Verbesserungen der Energie- und Leistungsdichte sowie einer erhöhten Effizienz bei der Speicherung aufwarten können. Metrohm liefert im Bereich der Batterieforschung spezialisierte Analysengeräte mit umfangreichem Applikations-know how.

Die Gesamtleistung einer Batterie wird durch die Eigenschaften der eingesetzten Elektrolyten sowie der

Anoden- und Kathodenmaterialien bestimmt.

Mit den Potentiostaten von Metrohm-Autolab können die Gesamtleistung, sowie die Maximalleistung der Batterie über Strom-Spannungskennlinien vollautomatisch bestimmt werden. Auch Alterungseffekte des Gesamtsystems oder der Elektroden lassen sich mit der Elektrochemischen Impedanzspektroskopie charakterisieren, mit der die Potentiostaten optional ausgerüstet werden können. Diese Messtechnik kann auch dazu benutzt werden, um die Kinetik von Elektrodenreaktionen, die Leitfähigkeiten von Elektrolyten und die Wanderungsge-

schwindigkeiten von Ionen zu untersuchen.

Durch die einfach zu bedienende Software können Lade- und Entladezyklen frei erstellt und beliebig oft durchgeführt werden.

Die Leistungsfähigkeit der Potentiostaten ermöglicht es zudem Versuche zur Umpolung von Batterien, sowie deren Pulsbelastbarkeit zu bestimmen.

Deutsche METROHM GmbH & Co. KG
 Peter Krebs
 In den Birken 3
 70794 Filderstadt
 Tel. 0711/77088-0
 Fax 0711/77088-55

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



06151/8806-0
Fax 06151/896667
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



06151/8806-0
Fax 06151/896667
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



06151/8806-0
Fax 06151/896667
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!**

in einer vorbereitenden Untersuchung bereits mit dem Projekt, ein bemanntes Raumschiff zum Mars zu entsenden. Als mögliche Termine wurden die Jahre 1986 und 1995 genannt.

Saturnringe aus gefrorenem Ammoniak

Neue Ergebnisse der Beobachtung des Planeten Saturn sind kosmologisch überaus interessant. Astrophysiker der Universität Arizona wiesen durch Untersuchungen mit einem 155 cm-Teleskop im Infrarotbereich nach, daß die leuchtend weißen Saturnringe nicht aus Wassereis, sondern größtenteils aus gefrorenem Ammoniak bestehen. Die Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff könnte vor Milliarden Jahren, beim Abkühlen des jungen Planetenkörpers, als Gas aus diesem ausgesiekt sein. Wie Dr. Gerard Kuiper, der Direktor des Universitätsinstituts für Mond- und Planetenforschung, hierzu erklärte, wurde mit dieser Beobachtung zum ersten Mal gefrorenes Ammoniak im Sonnensystem nachgewiesen.

Seltensamerweise zeigt die Oberfläche des Planeten selbst, des zweitgrößten im Sonnensystem, keine Spur von Ammoniak. Auch in dem vom Saturn reflektierten Licht deutet nichts auf diese Verbindung hin. So kommt als zweite mögliche Quelle der Kosmos selbst in Betracht. Radioteleskopmessungen des interstellaren Raumes während der letzten Jahre ergaben nämlich einen überraschend hohen Anteil einfacher chemischer Verbindungen, u. a. von Ammoniak (NH_3). Alle untersuchten Bereiche lagen jedoch außerhalb des Sonnensystems. Die Temperatur der Saturnringe wurde mit minus 189 °C ermittelt — gemessen an irdischen Temperaturen also ein sehr kalter Bereich. Nach Meinung Kuipers ist es schwierig, eine Erklärung dafür zu finden, daß das Ammoniak der Saturnringe sich nicht langsam auflöst und Ammoniak in den interplanetaren Raum entweicht. (A.D.)

† Vgl. diese Zschr. 29, 220 [1969].

Nahrungsmittel aus der Retorte im Weltall

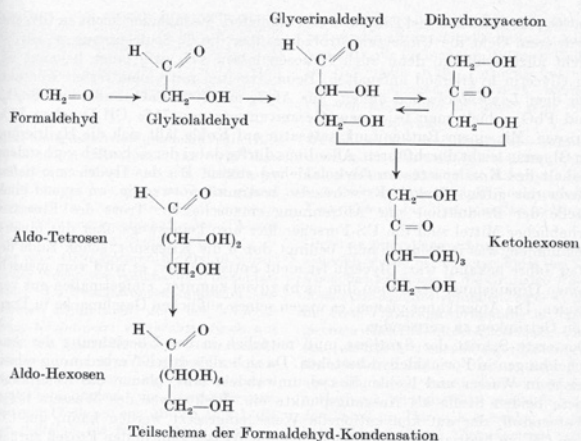
Solange die Astronauten in relativ kurzer Zeit zur Erde zurückkehren, bietet die Versorgung der Mannschaft mit Nahrungsmitteln keine wesentlichen Schwierigkeiten. Auch die Beseitigung der unvermeidlichen Abfälle und Ausscheidungen kann einfach durch Ausstoßen in den Weltraum geregelt werden. Es ist aber ohne weiteres klar, daß dieses Verfahren nicht anwendbar sein wird, sobald sich eine Astronautenmannschaft auf die Reise zu weiter entfernten Gestirnen begeben wird. Selbst wenn man annimmt, daß wenigstens während eines Teils der Reise die Raumschiffbesatzung in einer Art künstlichem Schlaf gehalten wird, der Bedarf an Nahrungsmitteln und Trinkwasser würde so umfangreich werden, daß er unmöglich als Vorrat mit auf die Reise genommen werden kann. Ein Raumschiff auf großer Fahrt muß als eine selbstversorgende

Einheit konzipiert werden. Mit anderen Worten: Ausscheidungen, sowohl gasförmige, als auch flüssige und feste müssen auf irgendeine Art wieder in den Kreislauf zurückgebracht werden. Theoretisch genügt es, die vom Menschen aufgenommene „Nahrungsenergie“ wieder zurückzuführen. Leider aber fordert der menschliche Organismus nicht nur, daß die aufzunehmende Nahrung einen bestimmten auswertbaren Energiegehalt besitzen muß, es stellt auch außerordentlich hohe Ansprüche an die Molekularstruktur seiner Speisen. So ist der Energiegehalt z. B. der Hexosen durchaus vergleichbar groß, aber nur drei von ihnen, Glucose, Mannose und Fructose können als Energielieferanten für den menschlichen Stoffwechsel dienen, ganz zu schweigen von Vitaminen und anderen essentiellen Hilfsstoffen, bei denen oftmals noch geringere Strukturunterschiede über Brauchbarkeit und Nicht-Brauchbarkeit entscheiden.

Die Amerikaner, die ihre Raumschiffe zum Mars und sogar noch weiter schicken wollen, stehen vor der schwierigen chemischen Aufgabe, die Ausscheidungen ihrer Astronauten wieder in verwertbare Nahrungsmittel umzuwandeln. Zudem steht ihnen dafür nicht eine ausgedehnte chemische Fabrik zur Verfügung, sondern der eng begrenzte Raum und die sehr begrenzten Möglichkeiten des Raumschiffes. Natürlich gibt es hier die „biologische“ Lösung, also Algenkulturen, die unter Verwendung von CO_2 , Wasser und den festen Ausscheidungen betrieben werden, und unter Mithilfe des Sonnenlichtes Sauerstoff produzieren. Ihre Zellsubstanz könnte außerdem den Astronauten als Nahrung dienen. Das Verfahren funktioniert natürlich nur in der Nähe der Sonne, schon am Mars dürfte es Schwierigkeiten haben. Bleibt mithin nur die chemische Synthese der Grundnahrungsmittel.

In einem groß angelegten Forschungsvorhaben untersuchen in Amerika drei Arbeitsgruppen (National Aeronautics and Space Administration, Esso Research and Engineering Co., General American Transportation Corp.) die Möglichkeit der Synthese von Kohlenhydraten unter Weltraumbedingungen. Die Oberleitung des Projektes hat die NASA, womit hinlänglich die Bedeutung unterstrichen sein dürfte, die man dem Problem zumißt. Das auch in der UdSSR ähnliche Pläne bearbeitet werden, ergibt sich aus Referaten einer sowjetischen Arbeitsgruppe auf dem Treffen der COSPAR in Prag im Frühjahr 1968.

Grundlage des Arbeitsverfahrens ist die schon seit den Arbeiten von A. Butlerow bekannte Kondensation des Formaldehyds zu Zuckern und Zucker-Vorstufen. Läßt man Alkali auf wäßrige Formaldehydlösungen einwirken, so tritt zunächst Dimerisation des Moleküls zum Glykolaldehyd ein. Dieser kann mit sich selbst zur Tetrose und Hexose reagieren, aber auch durch Addition von weiterem Formaldehyd in Glycinaldehyd übergehen. Vom diesem aus führt keine Dimerisations-Reaktion weiter; da er aber im Gleichgewicht mit Dihydroxyaceton vorliegt, wird aus beiden zusammen eine Keto-hexose gebildet. Damit sind keineswegs schon alle Umsetzungen erfaßt, die in der „Formaldehyd-kondensation“ ablaufen, es soll nur gezeigt werden, daß die Zahl der im Kondensat auftretenden Verbindungen sehr groß ist. Bei den Ansprüchen unseres



Organismus bezüglich der Konfiguration unserer Nahrungsmittel ist es nicht verwunderlich, daß alle Versuche, den Kondensationsirrup direkt zu Nahrungszwecken zu verwenden, gescheitert sind.

In dieser Richtung wurde in Deutschland im letzten Krieg intensiv gearbeitet. Schon damals zeigte es sich, daß Ratten, denen man einen Teil ihres Kohlenhydratbedarfs in Form des Formaldehydkondensates zuführte, kümmernten und starben. Das rührte nicht daher, daß das Kondensat noch Formaldehyd enthalten hätte. Es ist als sicher anzunehmen, daß Zucker, die andere Konfigurationen haben als D-Glucose, D-Mannose- oder D-Fructose, nicht nur nicht abgebaut werden können, sondern sogar schädliche Wirkungen ausüben. In dieser Hinsicht haben die Versuche der Amerikaner nur längst Bekanntes bestätigt. Trotzdem hat man versucht, die genießbaren von den ungenießbaren Zuckern aus dem Kondensat abzutrennen. Aber auch dieser Versuch mußte notwendigerweise fehlschlagen, da mengengemäß letztere weitaus überwiegen. Eine „weltraumgeeignete“ Synthese aber sollte nach Möglichkeit ohne Abfälle, also mit sehr hoher Ausbeute arbeiten.

In Anlehnung an frühere Arbeiten von Langenbeck versucht die amerikanische Gruppe daher, das Zuckergemisch durch Hydrierung in Glycerin überzuführen. Im Laufe seiner Arbeiten über die Formaldehyd-kondensation hatte Langenbeck gefunden, daß bei Einsatz schwach alkalischer Kondensationsmittel, wie PbO ,


CaCO_3 , die Reaktion viel Dihydroxyaceton liefert. Es läßt sich leicht zu Glycerin hydrieren. Geht die Umsetzung trotzdem über die C_3 -Stufe hinaus, so ist das nicht allzu schlimm, denn auch Hexosen lassen sich, wie lange bekannt ist, zu Glycerin hydrierend aufspalten. Beim Arbeiten mit einem festen Kontakt, der dem Langenbeckschen ähnelt, aus Al_2O_3 mit 20% CaO , außerdem Fe_2O_3 , und PbO , erhielt man bei einem Gesamtumsatz von 71% CH_2O schon 73% Triosen. Mit einem Rutheniumkatalysator auf Kohle läßt sich die Hydrierung zu Glycerin leicht durchführen. Allerdings dürfte dabei der sicherlich vorhandene Gehalt des Kondensates an Glykolaldehyd stören. Bei der Hydrierung liefert dieser das giftige Glykol. Es wäre also bestimmt notwendig, an irgend einer Stelle der Produktion eine Abtrennung einzuschalten. Trotz des Einsatzes erheblicher Mittel sind die US-Forscher hier also keineswegs über das hinausgekommen, was in Deutschland, bedingt durch die Kriegsnot, schon Ende der 40er Jahre bekannt war. Glycerin ist nicht optisch aktiv, es wird vom menschlichen Organismus, wenn man ihm nicht zuviel zumutet, einigermaßen gut vertragen. Die Amerikaner planen, es wegen seines süßlichen Geschmacks in Form von Getränken zu verwenden.

Der erste Schritt der Synthese muß natürlich in der Überführung der Ausscheidungen in Formaldehyd bestehen. Da sich alles durch Verbrennung relativ leicht in Wasser und Kohlendioxid umwandeln läßt, planen die Amerikaner diese beiden Stoffe als Ausgangspunkte ein. Elektrolyse des Wassers liefert Wasserstoff, der auf konventionelle Weise eingesetzt werden kann, um CO_2 zum CH_4 zu hydrieren. Das dabei anfallende Wasser geht in den Prozeß zurück. Methan und Sauerstoff werden einem Methan-Konverter zugeführt, der bei 678 °C beide zu Formaldehyd vereinigt. Als Katalysator verwendet man 0,2% N_2O_2 . Die besten Ergebnisse lassen sich mit einem Mischungsverhältnis von 4 Teile Methan zu 1 Teil O_2 erzielen. Dabei erhält man etwa 27% Formaldehyd, 17% CO und 6,5% CO_2 . Der Konverter ist ganz geschlossen gebaut, er umfaßt auch den Hydrierungsteil zur Umwandlung CO_2 bzw. CO in CH_4 . Im Augenblick arbeitet das Verfahren nur im Labormaßstab, eine größere Apparatur, die 200 g CH_2O /Tag liefern soll, wird gebaut.

Im ganzen erscheint das Verfahren recht umständlich und kompliziert, das Ergebnis, Glycerin, dagegen relativ ungünstig, da es nur teilweise als Ersatz für Kohlenhydrate verwendet werden kann. Man müßte also nebenher noch eine weitere Apparatur mitführen, zur Synthese von Glucose, auf die der menschliche Organismus nicht verzichten kann.

Rechnet man dazu, daß ja auch unbedingt noch Aminosäuren (Eiweiß) und Fettsäuren zur Verfügung stehen müssen, so hat man den Eindruck, daß die Ernährung der Astronauten auf großer Fahrt ein Problem sein wird, das den Treibstoffproblemen, der Raketentechnik und den psychischen Problemen einer langen Weltraumreise an Bedeutung und an Schwierigkeit nicht nachsteht.

Teilweise nach Chem. Engng. News 47, II 41, 40 [1969].



Das Online-Magazin
für Labor und Analytik

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

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

Suche: [Sitemap](#) [Profisuche](#)

Aktuelles und Neues

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

Messespecials

- LAB-SUPPLY
- SEP-SUPPLY

Analytik Weblinks

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

Ihr Ansprechpartner



Dr. Torsten Beyer

Labor Partnersseiten

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

Anfragen in die
Qualitätssuche
erfolgreich-suchen.de
2009


++ ANALYTIK NEWS Aktuell ++

Produkte Fachartikel Nachrichten Stellenmarkt 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.

HPLC-Tage 2009



Ihr Partner für Analytik

ANALYTIK NewsFlash Extra Archiv ANALYTIK NewsFlash abonnieren Inserieren

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

- **Produktneuheiten:** BERGHOF Products + Instruments, Deutsche METROHM, JULABO, Keyence Deutschland, LAUDA, Pfeiffer Vacuum, Sartorius, Klaus Ziemer
- **Fachbeiträge:**
 - Einsichten eines Laborberaters (7): Teilnahme an Ringversuchen - Warum und wenn ja, wie oft?
 - GPC/SEC mit Dreifachdetektion (28): Differentielle und Kumulative Molekulargewichtsverteilungen
 - Exakte Temperierung bei der Bestimmung von Dampfdruckkurven
 - Chemische Analytik und Bildgebung mit gepulster Terahertz-Strahlung
 - Präzisionsmessungen für Liquid-Handling-Geräte im Prüflabor
 - Eine neue dünnstschichtchromatographische Methode zur Bestimmung von Melamin und Cytosinsäure in Milch
 - Präparative Chromatographie
 - Tomatensauce minutenschnell geprüft: Erfolgreicher Einsatz des Feuchtebestimmers LMA200 in China
- **Veranstaltungen:** CEM, FORUM Institut für Management, Vialis
- **Webseite des Monats:** Köttermann GmbH & Co KG

-> 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


- **Neues Destillationssystem für die Kjeldahl-Analyse**
Die neue Kjeltect™ 8000 Serie von FOSS ist da - innovative Systemlösungen für die Kjeldahl-Analyse. Die Kjeltect™ 8000 Serie mit dem vollautomatischen Kjeltect 8400 und den kleineren 8100 und 8200 Desti...
- **Milli-Q® Reference - eine Reinstwasseranlage für zahlreiche Anwendungen**
Das neue Milli-Q® Reference Reinstwassersystem ist äußerst flexibel und kann individuell auf die jeweilige Anwendung angepasst werden. Im ersten Aufbereitungsschritt wird Ionenaustausch mit UV Photoo...

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


Metrohm

Ionenanalytik


Titration




Ionenchromatographie



Elektroanalytik



ProcessLab



© 2000-2009 Dr. Beyer Internet-Beratung Kontakt Link vorschlagen Abo Werbung AGB Impressum

Was Sie bei uns finden

- E-Mail-Newsletter und RSS-Feeds
- Produktneuheiten
- Nachrichten und Fachbeiträge
- Stellenmarkt
- Veranstaltungskalender
- Laborbranchenbuch „LabFirms“
- Diskussionsforum und „Biete/Suche“
- Linksammlung und Suchmaschine