

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Pflanzenschutz
- Lebensmittelzusatzstoffe
- Teleskope
- Innovative Energiesysteme
- „Phaeno“ in Wolfsburg
- Zuckerhaltige Impfstoffe

Lebensmittelzusatzstoffe (s.S. 128 ff.) sind nicht erst heute ein wichtiges Thema im Verbraucherschutz. Eine maßgebliche Gesetzesänderung für die Herstellung von Lebensmitteln gab es Ende 1958, wie der historische CLB-Artikel aus Ausgabe 09-1960 zeigt (Fortsetzung Umschlagseite 3).

Führt man in das Zwischenhirn eines Tieres, z. B. einer Katze, äußerst feine Drähte ein, so lassen sich bestimmte Bezirke des Gehirns elektrisch reizen. In einigen Bezirken reagiert das Tier auf den Reiz, indem es einschläft. Der Zustand, in den es dabei gerät, gleicht in jeder Hinsicht dem natürlichen Schlaf, z. B. ist das Tier, wenn man es weckt, sogleich hellwach, was etwa für den unnatürlichen Schlaf in Narkose nicht gilt. Daß es möglich ist, durch Reizung bestimmter Gebiete des Gehirns Schlaf hervorzurufen, zeigt, daß eine aktive Hemmung auftreten muß und nicht einfach das Wachsein aufhört.

Was ist die physiologische Bedeutung des Schlafes? In den Hirnzentren finden offenbar regenerierende Vorgänge statt, denn jeder weiß aus eigener Erfahrung, daß nach gut durchschlafener Nacht sich Tatendrang, erhöhte Aufmerksamkeit und Fähigkeit zu exakter Arbeit wieder einstellen. Welcher Art die chemischen Vorgänge sind, die sich dabei abspielen, und ob Veränderungen an den Zellstrukturen des Gehirns auftreten, ist noch fast gänzlich unbekannt. Somit haben nun die Biochemiker und Histologen das Wort.

Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

Von Dr. Inge Stauffert, Mannheim¹⁾

Am 23. Dezember 1958 wurde das Gesetz zur Änderung und Ergänzung des Lebensmittelgesetzes vom 21. Dezember 1958 verkündigt. Das Gesetz trat am Tag nach seiner Verkündigung in Kraft. Am 19. Dezember 1959 erschienen eine Reihe von Rechtsverordnungen dazu.

Damit war auf dem Gebiet unserer Ernährung eine neue Rechtslage geschaffen, die zwar noch längst nicht endgültig ist, jedoch für die Lebensmittelwirtschaft erhebliche Eingriffe brachte. Will man Verständnis für die Fragen auf dem Gebiet der Ernährung gewinnen, so bleibt nichts anderes übrig als sich eingehend mit den neuen Bestimmungen zu befassen.

Das Arbeitsfeld des Lebensmittelchemikers ist es, das hier tiefgreifend berührt wird, sei es auf dem Gebiet der Forschung und Wissenschaft, sei es im Rahmen der Gewinnung, Herstellung und Erhaltung der Lebensmittel und schließlich in der Aufgabe der Überwachung der fertigen Erzeugnisse zum Schutz des Verbrauchers.

Geschichtliches

Das Fälschen und Nachmachen von Lebensmitteln stand schon von jeher unter strenger, unter Umständen drastischer Strafe; meist war es im frühen Mittelalter Sache der Gemeinden, später auch der Landesbehörden und der

¹⁾ Chemierätin am Chemischen Untersuchungsamt Mannheim.

Landesherrn, den Verkehr mit den Lebensmitteln zu überwachen. Alte Vorschriften sind bekannt aus dem Jahr 1498 über Wein und die erste Reichsverordnung aus dem Jahre 1532, die allgemein Fälschungen von Kaufmannsgut und Maßen und Gewichten unter scharfe Strafen stellte. Eine erste grundlegende Regelung kam mit dem Gesetz über den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 14. Mai 1879 zustande, das bis 1927 Gültigkeit hatte. Das am 5. Juli 1927 erlassene Gesetz war zwar wesentlich eingehender als das alte, mußte aber doch am 17. Januar 1936 eine neue Fassung erhalten, die mit kleinen Änderungen bis zum 23. Dezember 1958 in Kraft war.

Das bis 1958 gültige Lebensmittelgesetz war ein „Rahmengesetz“, d. h. es gab grundsätzliche Bestimmungen allgemeiner Art, ohne auf einzelne Lebensmittel einzugehen. Es stellt zunächst fest, was überhaupt ein Lebensmittel ist im Gegensatz zu Heilmitteln, die nicht unter das Lebensmittelgesetz fallen. Daß diese Unterscheidungen nicht ganz einfach sind, sei erläutert an dem Beispiel des Pfefferminztees, der sowohl als Lebensmittel wie als Heilmittel verwendet werden kann. Nur wenn er als Lebensmittel verkauft werden soll, unterliegt er den lebensmittelrechtlichen Vorschriften bezüglich Abpackung, Kennzeichnung und Beschaffenheit. Daß auch die Abgrenzung des Begriffes „Gift“ nicht ganz einfach ist, sei nur am Rande erwähnt und auf das Beispiel von Kochsalz hingewiesen, das in Überdosis zu schweren Vergiftungserscheinungen führen kann. Selbst eine harmlose Scheibe Speck wird bei einem Menschen mit empfindlicher Galle und Leber wie ein Gift wirken können. Wo hört also das Lebensmittel auf, wo fängt das Heilmittel und wo fängt das Gift an?

Das Lebensmittelgesetz bis 1958

Um die komplizierten Fragen verständlicher zu machen, muß auf dieses, in vielen Paragraphen noch gültige Lebensmittelgesetz kurz eingegangen werden.

§ 1 des Lebensmittelgesetzes versteht unter Lebensmittel alle Stoffe, die dazu bestimmt sind, in unverändertem, zubereitetem oder verarbeitetem Zustand von Menschen gegessen oder getrunken zu werden, soweit sie nicht überwiegend zur Beseitigung, Linderung oder Verhütung von Krankheiten bestimmt sind. Weiterhin fallen — was nicht allgemein bekannt ist — auch Tabak, tabak-haltige und tabak-ähnliche Erzeugnisse, die zum Rauchen, Kauen oder Schnupfen bestimmt sind, unter das Lebensmittelgesetz.

Außerdem umfaßt das Lebensmittelgesetz in § 2 Bedarfsgegenstände: EB-, Trink- und Kochgeschirre, Mittel zur Reinigung, Pflege, Färbung der Haut, des Haars, der Nägel oder der Mundhöhle, Bekleidungsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Masken, Kerzen, künstliche Pflanzen, Petroleum und Farben, soweit nicht Lebensmittel. Die Zusammenstellung umfaßt also Gegenstände, die mit dem Körper oder mit Lebensmitteln direkt in Berührung kommen können und bei unsachgemäßer Beschaffenheit zu Gesundheitsschädigungen führen können, z. B. Kinderspielzeug mit giftigen Farben, die abfärben, und mit scharfen

Kanten, die zu Verletzungen führen, Kochgeschirr, das giftige Stoffe an die Lebensmittel abgibt, z. B. Blei aus unsachgemäßem Emailleüberzug.

§ 3 verbietet alle Lebensmittel und Gegenstände und alle Maßnahmen von deren Herstellung bis zum Verkauf, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu schädigen.

§ 4 verbietet das Nachmachen und Fälschen von Lebensmitteln, das Inverkehr-Bringen von solchen und von verdorbener Ware; auch die irreführende Bezeichnung und Aufmachung ist nach diesem Paragraphen verboten, z. B. Wässern von Milch und Wein, Zusatz von Margarine zu Butter u. a. m. Nachmachen von Butter durch Abpacken von Margarine in Butterform, Irreführen durch Bezeichnen eines Lagerbieres als Bockbier, Abpacken eines Lebensmittels in viel zu große Umhüllung, so daß der Käufer über die Menge des Inhaltes getäuscht wird, Abpacken von Teigwaren in gelbes durchscheinendes Papier, so daß die Teigware gelblich erscheint und so eine durch Eizusatz gelbe Farbe vorgetäuscht wird, obwohl keine Eier in der Teigware enthalten sind.

Wenn nach den Paragraphen das Fälschen und Nachmachen und der Vertrieb verdorbener Waren verboten waren, so waren die Grenzen doch unscharf. Wo war bei der Verwendung von Farbstoffen die Grenze zwischen einem leichten Auffrischen des durch die Bearbeitung unansehnlich gewordenen Lebensmittels, z. B. Erdbeermarmelade, und einem Verdecken der beginnenden oder schon eingetretenen Verderbnis durch übermäßigen Farbstoffzusatz oder farberzeugende Mittel, z. B. Rötungsmittel bei Fleisch?

Die Entwicklung der Lebensmittelherstellung

Die Lebensmittelgewinnung und -herstellung lag lange in den Händen von Fachleuten, die vorwiegend in Kleinbetrieben arbeiteten. Erst in den letzten Jahrzehnten hat sich die Entwicklung einer Lebensmittelindustrie — Großmühlen, Brotfabriken, Großmetzgereien, Konservenfabriken u. ä. — durchgesetzt. Der ungeheure Aufschwung der chemischen Industrie in Zusammenhang mit der Bevölkerungszunahme und dem steigenden Zwang der höchstmöglichen Erhaltung — Konservierung — und Schutz der Lebensmittel vor Verderb führten zu der gesteigerten Anwendung von chemischen Zusätzen, Schönungsmitteln und Konservierungsmitteln. Es bestand die Gefahr, daß diese Entwicklung ins Uferlose weiterging. Die oft zwangsweise Verarbeitung minder Qualitäten der Rohprodukte und die Verwendung qualitätshebender und die Verarbeitung erleichternder Mittel setzte sich auch dann fort, als bessere Ausgangsmaterial zur Verfügung stand. Man verwendete z. B. Backhilfsmittel, Quellmehle, Bleichmittel, Mittel gegen das Fadenziehen bei der Herstellung von Brot und war damit unabhängig vom Klebergehalt. Die Großindustrie lieferte die Mittel, die erlaubten, mit jedem Mehl gutaussehendes Brot zu backen. Aber war nicht eigentlich der Zusatz eines Bleichmittels etwa und die Verarbeitung minderwertigen Mehles eine Täuschung?

Besonders bedenklich erschienen solche Stoffe, die zwar nur in geringen Mengen zugesetzt, aber dem Körper dauernd zugeführt wurden, da sie bei den Grundnahrungsmitteln Verwendung fanden, z. B. bei Brot, Wurst, Mehl.

Die Grundlage unserer Ernährung bilden Kohlenhydrate (Stärke, Zucker), Eiweißstoffe (tierisches und pflanzliches Eiweiß in Fleisch und Gemüsen) und Fett (tierische und pflanzliche Fette und Öle) ergänzt durch Vitamine und Mineralstoffe, wobei die Spurenelemente nicht vergessen seien. Eine sekundäre Rolle spielen die Farbstoffe und Geruchsstoffe unserer Speisen. Wir sind häufig nicht in der Lage, die Nahrungsstoffe in rohem Zustand zu uns zu nehmen; es würde manchmal geradezu zu Vergiftungserscheinungen führen, wollten wir etwa rohe Kartoffeln oder Pilze essen. Wir müssen die Stoffe in einen für unsere Verdauungsorgane aufnehmbaren Zustand überführen, d. h. zubereiten. Dies geschieht vielfach unter Zusatz von Stoffen, die der Körper nicht oder nicht völlig verarbeiten kann.

Was für Stoffe kommen nun eigentlich bei der Herstellung und Gewinnung von Lebensmitteln ganz allgemein in Frage? Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien einzelne Gruppen erwähnt, um nur einen Begriff über den Umfang der meist gar nicht richtig übersehbaren Vielzahl der Stoffe zu geben:

Erhaltung der Frische: Mittel gegen mikrobiellen und chemischen Verderb, d. h. Konservierungsmittel, Mittel gegen das Ranzigwerden der Fette und fett-haltigen Lebensmittel, ferment-hemmende Stoffe, Antioxydantien, Oberflächenschutzmittel.

Erhaltung und Verbesserung der äußeren Beschaffenheit: Farbstoffe und Mittel zur Erhaltung der Eigenfarbe, z. B. Kupfergrünung von Gemüse, Nitrat und Nitrit bei der Pökellung von Fleisch, Bleichmittel, wie schweflige Säure für Trockenobst, Bromate für Mehl, Überzugsmittel, wie Paraffin für getrocknete Weinbeeren; Schellack, Sandarakharz, Benzoecharz und Mastix zum Überziehen von Zuckerwaren; Klärmittel, wie Gelatine und Tannin für Getränke und chemische Fällungsmittel, z. B. zur Blauschönung bei Wein.

Erhaltung der Konsistenz: Emulgiermittel, Gelier- und Verdickungsmittel, Quellmittel, Schaum- und Schaumstandmittel, Backpulver und sonstige Backhilfsmittel, Feuchthaltemittel und Weichmacher.

Erhaltung und Verbesserung des Geschmacks: künstliche und natürliche Geschmacks- und Aromastoffe besonders für Limonaden und Süßwaren, Süßungsmittel und Säuerungsmittel, salzende und würzende Stoffe, Fleisch- und Hefeextrakte, geschmackshebende Stoffe (Glutamat) und anregende Stoffe (Coffein).

Technische Hilfsstoffe, die nicht im Lebensmittel verbleiben sollen: Säuren, Neutralisationsmittel, Katalysatoren, Pflanzenschutzmittel.

Mittel zur Herstellung von Tabakwaren (Mittel zum Pudern, Weißbrandmittel, Aromen), Mittel zur Aufbereitung von Trinkwasser und Rohstoffe zur Herstellung von Bedarfsgegenständen.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

haben Sie es schon gehört? Der Papst hat die Vorhölle abgeschafft, jene von Klerikern erdachte, undefinierte Sphäre, in denen Ungetaufte nach ihrem Tode ewig herumlungern sollen. Diesem Fortschritt im kirchlichen Denken stellte Papst



Benedikt XVI in einem gerade erschienenen Buch jedoch aus Sicht der Naturwissenschaften einen Rückschritt gegenüber. Die Menschen müssten sich „der schöpferischen Vernunft“ anvertrauen. „Es ist der biblische Schöpfungsglaube, der

uns den Weg zu einer Zivilisation der Vernunft gezeigt hat“, meint er. Offenbarung statt Forschung also. Ich denke, ein mehr auf Ratio bedachter Papst könnte in einer Zeit, in der viele neue ethische Probleme gelöst werden müssen, hilfreicher sein. Denn der Papst hat nach wie vor einen nicht unerheblichen Einfluss auf viele Menschen – und damit auf die Politik.

Ein Beispiel für Forschungsfelder, die ethische Probleme aufwerfen werden: die Verbindung von Nervenzellen mit Computern. Die CLB berichtete schon wiederholt darüber. Die Erforschung solcher Brain-Computer-Interfaces macht zur Zeit große Fortschritte und kann beispielsweise für Parkinson-Patienten schon jetzt von erheblichem therapeutischen Wert sein. Ohne Tierversuche kann diese Forschungsrichtung aber wohl nicht auskommen. Und gerade solche Experimente will das Bremer Parlament – quer durch alle Fraktionen – dem Kognitionswissenschaftler Andreas Kreiter nur noch bis Ende nächsten Jahres erlauben. Dabei hat sich der Forscher an alle Regeln und Vorschriften gehalten. Diese Einschränkung der grundrechtlich gesicherten Freiheit der Wissenschaft ist nicht hinnehmbar! Natürlich ist es für Außenstehende befremdlich, wenn Kreiter den Kopf von Affen fixiert, um durch ein Loch in der Schädeldecke auf 20 tausendstel Millimeter genau Ströme einzelner Nervenzellen zu messen. Mit solchen Versuchen will man den Prozess des Erkennens

analysieren. Der Forscher betont jedoch, den Affen gehe es besser als ihren Artgenossen im Zoo; schließlich könne seine Arbeit nur von Erfolg sein, wenn die Affen kooperierten, und die Experimente seien schmerzlos. Die Uni Bremen wie auch die DFG unterstützen Kreiter. Wenn sich das Parlament jedoch durchsetzt, bleibt wohl nur der Weg in ein anderes Bundesland – oder ins Ausland. Die trainierten Affen dürfte der Forscher nicht mitnehmen; sie würden eingeschläfert. Kostbare Zeit ginge verloren. Hier ist vernünftigeres Denken von der Politik gefordert – die eben u.a. auch trotz aller formalen Trennung von Kirche und Staat von päpstlichen Einstellungen beeinflusst wird.

Ein weiteres Beispiel: Die südkoreanische Regierung plant die Herausgabe einer „ethischen Richtlinie für die Hersteller und Benutzer von Robotern“, aber auch für die Roboter selbst. Die Regierung dort fördert, dass bis 2020 in jedem Haushalt ein Roboter hilft. In Europa gibt es zu Robotethik ebenfalls eine Initiative: den Verband European Robotics Research Network (EURON). Er will eine Roboterethik vorlegen, die auch beispielsweise Fragen der Persönlichkeit, der Freiheit eines Roboters betreffen. Die weltgrößte Ingenieursorganisation IEEE hielt ebenso Mitte April in Rom einen Workshop über Roboterethik ab.

Viele halten diese Themen, auf die auch die CLB immer wieder aufmerksam macht, für zu sehr Science Fiction-bezogen. Das ist jedoch eine Sichtweise wie diejenige auf den Teich mit Seerosen, die jeden Tag ihre Teichbedeckung verdoppeln. Am vorletzten Tag vor der vollständigen Bedeckung sieht man noch zu drei Vierteln Wasser...

Ihr

INHALT

Aufsätze

Lebensmittelzusatzstoffe Zu viele Fremdstoffe im Menü? _____	128
Das private Forschungsinstitut Profactor in Steyr (Teil 1) Innovative Energiesysteme _____	134
250 Stationen für die „Lust am realen Entdecken“ Pheno – Experimentierlandschaft in Wolfsburg _____	139
Praxisorientierte Chemieingenieur-Ausbildung Pflanzenschutz – chemisch betrachtet _____	142
Spezialgefertigte Oligosaccharid-Bausteine aus dem „Synthesizer“ Zuckerhaltige Impfstoffe zur Eindämmung tropischer Infektionskrankheiten _____	146

Rubriken

Editorial _____	121
Impressum _____	123
F & E im Bild _____	123
Unternehmen _____	124
Personalia _____	126
Förderungen / Preise _____	127
Umschau	
Alles andere als nur Rohre – Die Technik der Teleskope _____	150
Grundlagen _____	155
Neue Produkte _____	158
Bezugsquellenverzeichnis _____	159

Zum Titelbild:

Nach CLB 02-2007 zielt wiederum die Kastanie die Titelseite, diesmal mit ihren Blüten (siehe dazu den Artikel ab Seite 142; Foto: Kickuth).

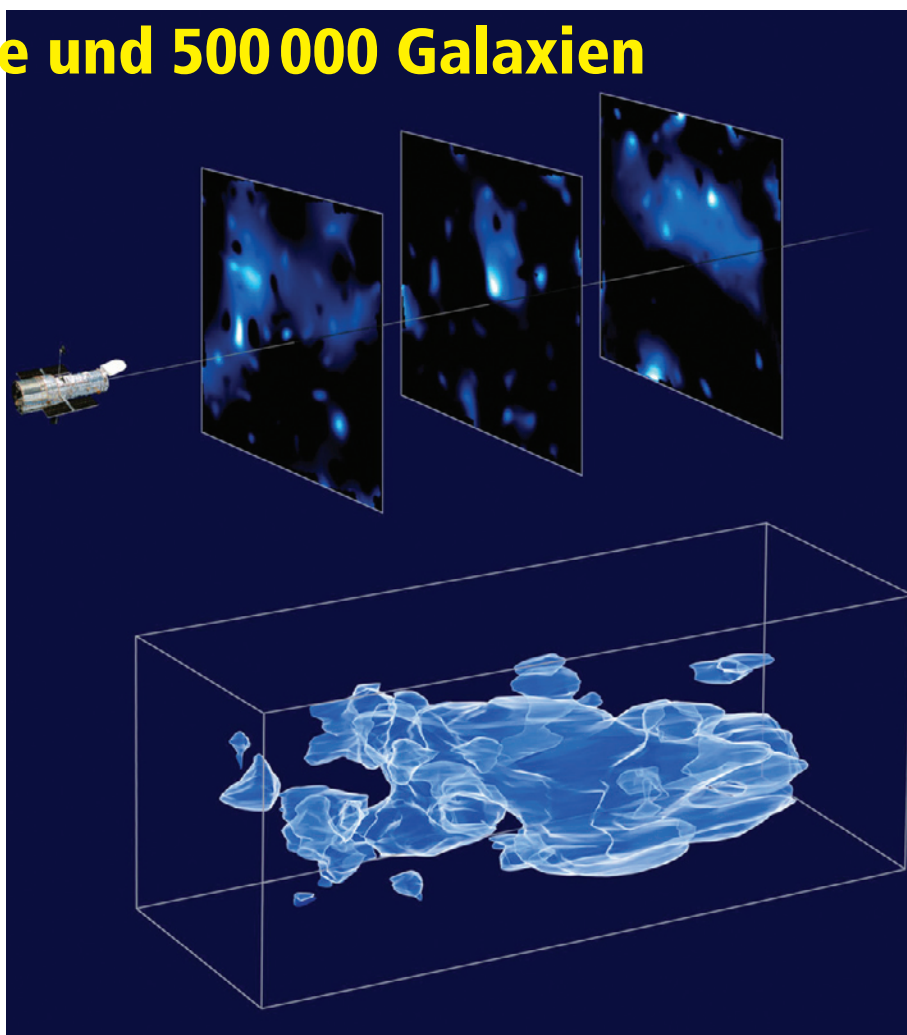


CLB-Memory

Umweltbundesamt rät: Klimawandel einplanen _____	M25
Nützliche Ratgeber 80 - 83 Zum Hören, Lesen und Lernen _____	M26
Hochschulinstiute stellen sich vor: Praktische Forschung für Industrie und Medizin _____	M27
Qualitative Analyse – Trennungsgänge Kationentrennungsgang: Lösliche Gruppe _____	M32

Dunkle Materie und 500 000 Galaxien

Dunkle Materie gibt dem Universum seine Struktur. Ein internationales Wissenschaftlerteam hat nun eine dreidimensionale Karte dieses unsichtbaren Gerüsts erstellt, um das sich die gewöhnliche sichtbare Materie anordnet. Die Karte zeigt in einem Ausschnitt des Universums sowohl die Verteilung dunkler als auch gewöhnlicher, baryonischer Materie. Dieser Ausschnitt umfasst 500 000 Galaxien und ist der bislang größte, den Astrophysiker auf diese Weise kartografiert haben. Die Daten, die die Forscher für die Landkarte verwendeten, stammen vom Weltraumteleskop Hubble (siehe auch die Seiten 153 und 154). Im Rahmen des Cosmic Evolution Survey (COSMOS) hat Hubble einen verhältnismäßig großen Ausschnitt des Weltalls hochaufgelöst abgebildet, nämlich 1,6 Grad im Quadrat. Dieser Ausschnitt, das COSMOS-Feld, hat eine Größe von achtmal der Fläche des Vollmonds und ist damit der bisher größte auf diese Weise vermessene Ausschnitt des Alls. Dabei ist eine umfangreiche Sammlung sehr detaillierter Bilder von einer halben Million Galaxien entstanden. Und weil die Gravitation der dunklen Materie das Licht dieser Galaxien ablenkt, konnten die Forscher im Umkehrschluss aus der Gestalt der Galaxien auf die Verteilung der dunklen Materie schließen. Die Methode, die sie dabei verwendeten, beruht auf dem schwachen Gravitationslinseneffekt (siehe CLB 08-2006, Seite 315, und CLB 12-2006, Seite 453; Abb.: NASA, ESA und R. Massey (California Institute of Technology)).



Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf
Prof. Dr. K. Kleinerhans, Düsseldorf
Prof. Dr. Heinz-Martin Kuß, Duisburg,
Prof. Dr. J. Schram, Krefeld
Prof. Dr. Georg Schwedt,
Clausthal-Zellerfeld
Dr. Wolfgang Schulz, Stuttgart
Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich;
E-Mail: kickuth@clb.de),
Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,
E-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Werner
Günther, Düsseldorf; Prof. Dr. Wolfgang
Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekhofen; PD Dr.
Röbke 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 Khilian
CLB, Agentur & Verlag Rubikon
Bammentaler Straße 6–8
69251 Gaiberg bei Heidelberg
Telefon (0 62 23) 97 07 43
Fax (0 62 23) 97 07 41
E-Mail: service@clb.de

Abonnementbetreuung:
Natalia Khilian
E-Mail: service@clb.de

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

CLB erscheint monatlich.

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

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

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

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder
Störung durch höhere Gewalt besteht kein
Anspruch auf Lieferung.
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen
einzelnen Beiträge und Abbildungen sind
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwer-
tung außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustim-
mung des Verlags unzulässig und straf-
bar.
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsbeispiele kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Veeco Instruments Inc., ein führender Anbieter von Geräten für die Nanowissenschaft, und **Leica Microsystems GmbH** haben sich auf eine Forschungszusammenarbeit in Biologie und Nanomedizin geeinigt. Die erste Phase betrifft die Integration des Rasterkraftmikroskops (AFM) BioScope II von Veeco mit den inversen Mikroskopen der DMI-Serie von Leica Microsystems. Die damit hergestellten hoch aufgelösten Bilder ermöglichen es den Forschern in der Zellbiologie, neue Therapien zu entwickeln.

Die Binder GmbH aus Tuttlingen, weltweit größter Spezialist für Simulationsschränke in Wissenschaft und Industrie, hat ihre Repräsentanz in Großbritannien mit neuen Büros in Wolverhampton ausgebaut.

Roche und Transgene vereinbarten eine Partnerschaft für therapeutische Impfstoffe gegen HPV-bedingte Erkrankungen. Roche wird die weltweite Entwicklung und Vermarktung des therapeutischen Impfstoffkandidaten von Transgene, TG 4001, übernehmen. Dieser befindet sich derzeit in der klinischen Entwicklung zur Behandlung der hoch-malignen zervikalen intraepithelialen Neoplasie, einer präkanzerösen Veränderung am Gebärmutterhals.

Lanxess, ehemals der Chemieteil von Bayer, hat in seiner in Südafrika betriebenen Chromerz-Mine zusätzliche Erzreserven von 80 Millionen Tonnen entdeckt. Das Erz wird für die Herstellung von Ledergerbstoffen verwendet.

Ealing Catalog Inc. und LOT-Oriel gehen eine strategische Partnerschaft ein. Die kalifornische Ealing Catalog ist einer der weltweit führenden Hersteller von hochwertigen optischen und mechanischen Komponenten. Die Geschichte dieser Firma reicht zurück bis in das 19. Jahrhundert. Das Produktspektrum, das jetzt im LOT-Zentrallager in Europa vorgehalten wird, umfasst eine Fülle nützlicher Komponenten für einen flexiblen Laboraufbau, nicht nur im Forschungsbereich.

Sartorius expandiert. Die Kartellbehörden Deutschlands, der USA und Spaniens haben den mehrheitlichen Erwerb der Stedim Biosystems S. A. durch die Sartorius AG ohne Auflagen genehmigt. Sartorius plant, die Transaktion im Sommer 2007 abzuschließen.

Olympus Mikroskopie gibt jetzt den „Olympus Mikroskopie Newsletters“ heraus. Dieser vierteljährlich erscheinende Online-Rundbrief wird zukünftig über neue Olympus Produkte, Veranstaltungen, kundenbezogene Firmen-Neuigkeiten sowie aktuelle Jobangebote innerhalb des Geschäftsbereichs Mikroskopie informieren.

Eppendorf und Qiagen beleben ihre strategische Allianz von Anfang 2006. Nun bieten beide Unternehmen gemeinsame Produktdemonstrationen an, in denen Anwender sich ein Bild von der Performance machen können, die Qiagen PCR-Reagenzien zusammen mit Eppendorf PCR-Cyclern leisten.

Qiagen investiert in Hilden

Neues Produktions-/Logistikzentrum

Qiagen, weltweiter Anbieter auf dem Gebiet biologischer Proben- und Testtechnologien, eröffnete am 24. April sein neues Produktions- und Logistikzentrum am Standort Hilden. Gemeinsam mit Professor Dr. Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, nahm Peer M. Schatz, Vorstandsvorsitzender von Qiagen, den modernen Bau in Betrieb.

Qiagen hat ca. neun Millionen Euro in die Errichtung der Fertigungsanlage und in die Prozessoptimierung bei der Herstellung seiner über 500 Produkte investiert. Neben den finalen Produktionsschritten sind auch alle logistischen Funktionen des Standortes Hilden hier untergebracht. 80 zuvor am Standort Erkrath beschäftigte Mitarbeiter werden hier arbeiten. Mit dem in nur siebenmonatiger Bauzeit fertig gestellten Zentrum setzt Qiagen den Weg fort, zusätzliche Bereiche in Hilden zu konzentrieren und den Standort weiter auszubauen. Bereits zuvor hat das Unternehmen Funktionen aus Standorten in Hamburg und Norwegen hierhin verlagert.

„Das neue Produktions- und Logistikzentrum macht uns produktiver und trägt den sich verändernden Anforderungen unserer Kunden und Partner Rechnung. Mit ihm werden wir unsere weltweit führende Position im Forschungsmarkt und in den Bereichen Molekulare Diagnostik und Angewandte Testverfahren weiter ausbauen. Nachhaltige Investitionen in die Hochtechnologie sind der Schlüssel dazu, die Konkurrenzfähigkeit in Deutschland zu stärken und international wettbewerbsfähige Arbeitsplätze zu schaffen. Allein in diesem Jahr werden wir ca. 120 neue Mitarbeiter hier am Standort einstellen“, sagte Peer Schatz.

Seit 2005 verfolgt sein Unternehmen eine besonders starke Expansion. Man forciert die Eigenentwicklung neuer Produkte, hat weltweit 15 Unternehmen erworben und zuvor Geschäftsfelder aus Nicht-Kernbereichen abgestoßen. Allein im letzten Jahr legte Qiagen beim Umsatz um 17% zu. In diesem Jahr strebt das Unternehmen mit Niederlassungen in 19 Ländern Umsatzerlöse zwischen 518 und 535 Millionen US-Dollar an (ca. 399 Millionen bis 412 Millionen Euro).

Chemie-Mindestbezüge:

Bei Akademikern plus 3 Prozent

In der Chemie tätige Naturwissenschaftler und Ingenieure mit einem Diplom-Abschluss erhalten künftig mindestens 49 930 Euro, Promovierte 58 180 Euro Jahresbezüge.

Darauf einigten sich der Führungskräfteverband Chemie (VAA) und der Bundesarbeitgeberverband Chemie (BAVC) in den Tarifverhandlungen am 26. April in Wiesbaden.

Der neue Tarifvertrag legt die Jahresbezüge für das zweite Beschäftigungsjahr fest und gilt für

die alten Bundesländer sowie das ehemalige Westberlin.

Gleichzeitig verständigten sich die Tarifvertragsparteien darauf, dass der Master-Abschluss von Universitäten und Technischen Hochschulen dem Diplom gleichzusetzen ist. Somit gilt der jetzt neu verhandelte Gehaltstarifvertrag auch für Akademiker mit einem Master-Abschluss. Offen blieb die Frage, wie künftig Master-Abschlüsse von Fachhochschulen tariflich eingestuft werden sollen.

Rohstahlproduktion in Deutschland:

Höchste Werte – trotzdem sinkende Beschäftigung

In Deutschland wurde im vergangenen Jahr mit einer Rohstahlproduktion von 47,2 Millionen Tonnen der höchste Wert seit der Wiedervereinigung erreicht. Das RWI Essen geht davon aus, dass auch 2007 und 2008 gute Jahre für die deutschen Stahlproduzenten werden. Die Produktion dürfte in beiden Jahren etwas über der von 2006 liegen, aber nicht mehr steigen, da Kapazitätsgrenzen erreicht werden. Die Zahl der Beschäftigten wird voraussichtlich wegen erhöhter Produktivität durch technischen Fortschritt trotzdem weiter sinken, allerdings moderat. Für die Weltstahlproduktion prognostiziert das RWI Essen, dass sie 2007 und 2008 weiter um 6,0% beziehungsweise 4,6% zunehmen wird.

Die deutschen Stahlproduzenten haben im vergangenen Jahr einen regelrechten Boom erlebt. Die Rohstahlproduktion stieg um 6,3% auf 47,2 Millionen Tonnen und damit den höchsten Wert seit der Wiedervereinigung. Dies führte dazu, dass die Stahlwerke zu durchschnittlich 90,5% ausgelastet waren. Noch stärker als die inländische Fertigung erhöhten sich die Einfuhren, sie nahmen um 18% zu. Dies dürfte zum einen darauf zurückzuführen sein, dass Betriebsstörungen bei der inländischen Rohstahlerzeugung durch Importe ausgeglichen werden mussten, um die Walzstraßen auszulasten. Zum anderen steigerte die Bauindustrie ihre Produktion. Sie verarbeitet vorwiegend Stahl einfacher Qualitäten, der kaum mehr in Deutschland hergestellt und daher vorwiegend importiert wird.

Vieles spricht dafür, dass die Bedingungen für die deutschen Stahlproduzenten günstig bleiben: die Weltwirtschaft wird voraussichtlich zwar mit etwas geringeren, langfristig aber immer noch relativ hohen Raten wachsen, der Konjunkturaufschwung in Deutschland andauern.

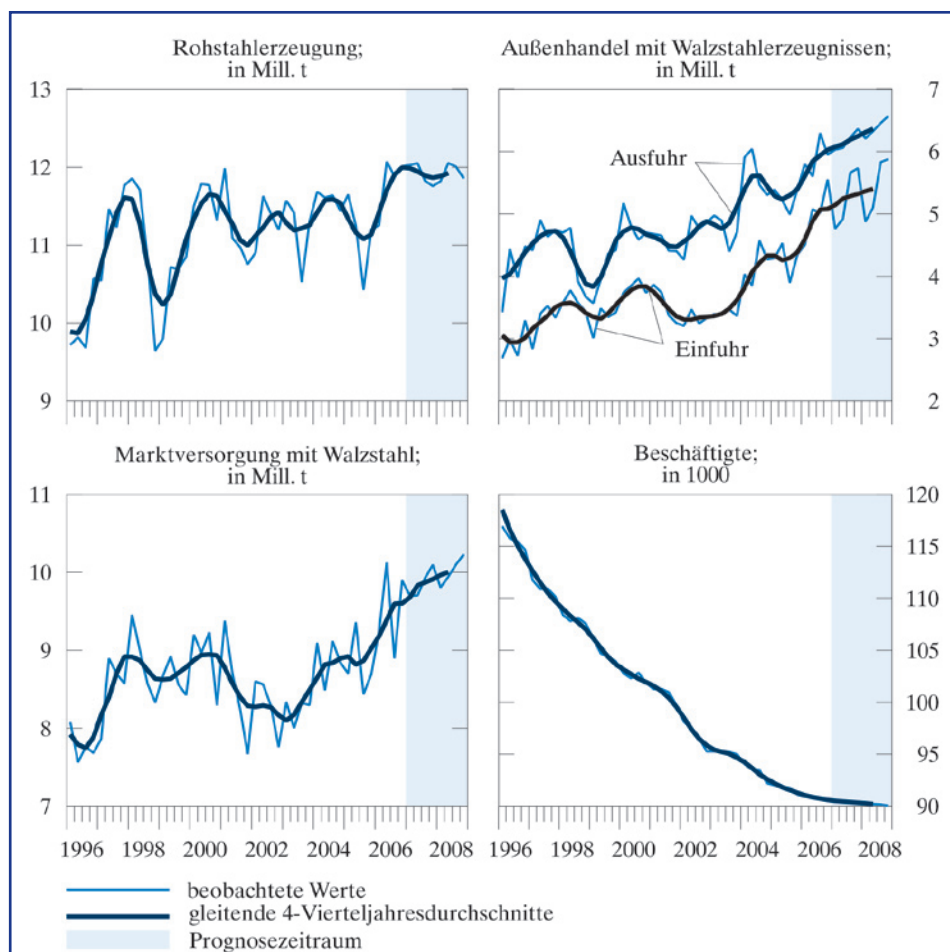
Die Nachfrage nach Stahl dürfte kräftig bleiben. Dies gilt umso mehr, als der Aufschwung 2007 insbesondere von den „stahlintensiven“ Ausstattungsinvestitionen getragen wird. Vor diesem Hintergrund wird die deutsche Rohstahlproduktion voraussichtlich in diesem Jahr leicht auf 47,6 Millionen Tonnen zunehmen und im kommenden Jahr auf diesem Niveau verharren. Trotz der anhaltend hohen Kapazitätsauslastung wird jedoch die Zahl der Beschäftigten weiter sinken. Grund ist, dass die Arbeitsproduktivität aufgrund des technischen Fortschritts weiter zunehmen wird. Allerdings dürfte der Stellenabbau moderat ausfallen und daher im Rahmen der üblichen Fluktuation verwirklicht werden.

Die Weltstahlproduktion stieg im vergangenen Jahr um 8,8% auf 1,24

Milliarden Tonnen. Treibende Kraft war wie in den Jahren zuvor China - das inzwischen gut ein Drittel der weltweiten Erzeugung auf sich vereinigt - mit einem Zuwachs von 17,7%. In der EU-25 und in der GUS wurden gegenüber 2005 jeweils etwa 6% mehr Rohstahl produziert, in den USA und Japan 3,8% beziehungsweise 3,3%.

Das RWI Essen erwartet, dass die weltweite Rohstahlproduktion in diesem Jahr um 6% auf 1,31 Milliarden Tonnen und 2008 um weitere 4,6% auf 1,37 Milliarden Tonnen steigen wird. Die Expansion wird voraussichtlich nicht mehr allein von China getragen, sondern zunehmend auch von Russland, Indien und Brasilien, die zur Zeit in der Weltstahlproduktion auf dem vierten, siebten und zehnten Rang liegen.

Produktion, Außenhandel und Beschäftigung in der deutschen Stahlindustrie 1996 - 2008 (Abb.: RWI nach Angaben des Statistischen Bundesamtes).



BfEL Prof. Dr. Gerhard **Rech-**
kemmer (55) ist neuer Präsident
der Bundesforschungsanstalt für
Ernährung und Lebensmittel (BfEL)
in Karlsruhe. Davor war er Ordina-
rius des Stiftungslehrstuhls für Bio-
funktionalität der Lebensmittel am
Wissenschaftszentrum Weihenste-
phan der Technischen Universität
München.

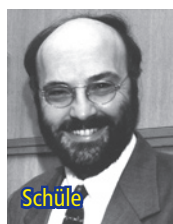


Rechkemmer

DGG Hans-Joachim **Kümpel**
(56), Direktor des Instituts für Ge-
owissenschaftliche Gemeinschafts-
aufgaben (GGA-Institut) in Hannover
und Professor für Methoden der An-
gewandten Geophysik an der Leib-
niz-Universität Hannover, ist der
neue Präsident der Deutschen Geo-
physikalischen Gesellschaft (DGG)
e.V. Zu den Forschungsschwerpunk-
ten des neuen Präsidenten gehören
unter anderem die Auswirkungen
von Druckänderungen im Grund-
wasser auf den Untergrund.



Strassburg



Schüle



Kümpel

ESF Neuer „commander-in-chief“
der European Science Foundation
wird **Dr. John Marks**, Nachfolger
von Prof. Bertil Andersson, der die
ESF verlässt. Dr. Marks, bis dahin
Direktor für „Wissenschaft und
Strategie“ in der ESF, übernimmt
den Posten, bis ein neuer CEO ge-
wählt wird.

IZK Nach mehr als 15 Jahren
verlässt **Haimo Emminger** das
Informationszentrum Kunststoff-
verpackungen (IZK), der größte Fach-
verband auf dem Kunststoffsektor in
Europa. Der engagierte Verfechter
der Interessen der Kunststoffin-
dustrie ist über Branchengrenzen
hinweg bekannt. Nachfolger in der
Geschäftsführung des IZK wird **Ulf**
Kelterborn.



Seeberger

WCO Prof. Dr.-Ing. **Michael**
Schütze, Institutsleiter Werkstoffe
des Karl-Winnacker-Instituts der De-
chema Gesellschaft für Chemische
Technik und Biotechnologie e.V. in
Frankfurt am Main, wurde in Nash-
ville/TN zum Präsidenten der World
Corrosion Organization (WCO) ge-
wählt. Derzeit sind in der WCO
etwa 40 Länder aus Amerika, Asien,
Australien und Europa vertreten.



Schütze

EHRUNGEN

Der **Paul-Martini-Preis** wird jähr-
lich von der Paul-Martini-Stiftung
in Berlin für Leistungen in der
klinisch-therapeutischen Arznei-
mittelforschung verliehen und ist
mit 25 000 Euro dotiert. Dieses
Jahr wurde er an **Prof. Dr. med.**
Christian Strassburg von der Me-
dizinischen Hochschule Hannover,
und an **Prof. Dr. Roland Schüle**
von der Universität Freiburg ver-
geben. Prof. Strassburg entdeckte,
warum bestimmte Krebs- und
HIV-Medikamente bei einigen Pa-
tienten schwere Nebenwirkungen
wie etwa Gelbsucht hervorrufen.
Schuld sind demnach ererbte Mu-
tationen in Enzymen, die für den
Abbau von Wirkstoffen sorgen.
Prof. Schüle zeigte, an welchen
Molekülen sich die Aggressivität
eines Prostatakrebses erkennen
lässt. Krebspatient am besten be-
handelt werden sollte.

Der ETH-Professor **Peter Seeber-**
ger erhält den mit 750 000 Euro
dotierten **Körber-Preis** für Euro-
päische Wissenschaft 2007. Der
Biochemiker forscht an vorder-
ster Front, damit Impfstoffe gegen
Krankheiten wie Malaria, Aids
und Vogelgrippe entwickelt wer-
den können. Peter Seeberger wird
für seine bahnbrechenden For-
schungsarbeiten auf dem Gebiet
der Zucker-Synthese geehrt. Ins-
besondere habe Professor Seeber-
ger in jahrelanger Feinarbeit eine
automatische Synthese-Maschine
für Kohlehydrate entwickelt, die
dabei hilft, neuartige synthetische
Impfstoffe auf Zuckerbasis her-
zustellen (siehe auch den Artikel
„Zuckerhaltige Impfstoffe“ ab Seite
148). Peter Seeberger studierte an
der Universität Erlangen-Nürnberg
Chemie und promovierte 1995 als
Fulbright Stipendiat an der Uni-
versity of Colorado at Boulder, USA,
in Biochemie. 1998 wurde er As-
sistant Professor am MIT im Cam-
bridge, USA, und avancierte dort
2002 zum Firmenich Associate
Professor of Chemistry. Seit 2003
ist er Professor für Organische
Chemie an der ETH Zürich.



Am 25. April 2007 erhielt **Joach-**
im Treusch, Präsident der Ja-
cobs University Bremen, den mit
10 000 Euro dotierten **Arthur**
Burkhardt-Preis 2007 (Foto,
v.l.: Prof. Dr. Ernst-Ludwig Win-
nacker, Generalsekretär des Eu-
ropäischen Forschungsrates und
Vorsitzender des Stiftungsrates
der Arthur Brukhardt-Stiftung,
Hannelore Windhorst, Tochter
des Stiftungsgründers Burkhardt,
Prof. Dr. Joachim Treusch). Die
Arthur Brukhardt-Stiftung für
Wissenschaftsförderung würdige
te mit der Auszeichnung Treuschs
herausragende Verdienste um die
Weiterentwicklung des Dialogs
zwischen Wissenschaft und Öf-
fentlichkeit und seine innovati-
ven Beiträge zur Erneuerung des
Wissenschaftssystems.

Erstmalig verleiht die bayerische
Stadt Burghausen am 12. Mai den
„**Burghausen Chemistry Award**“,
den „Chemie-Diamanten“. Preis-
träger ist der renommierte ame-
rikanische Energieforscher Prof.
Daniel G. Nocera. Der mit
30 000 Euro dotierte Preis wird
im Rahmen des dreitägigen in-
ternationalen Chemie-Symposiums
DICHEM 2007 verliehen. Daniel
G. Nocera konzentriert sich in sei-
nen Forschungsarbeiten am Mas-
sachusetts Institute of Technology
(MIT) auf die Nutzung chemi-
scher, lichtinduzierter Elementar-
prozesse für die Erzeugung und
Speicherung von Energie. Er stu-
diert die grundlegenden Mecha-
nismen der Energieumwandlung
in biologischen und chemischen
Prozessen. Sein besonderes In-
teresse gilt der Aufspaltung von
Wasser in Wasserstoff und Sauer-
stoff. Der 49jährige ist seit 1997
am MIT tätig.

Herzforschung

Die Deutsche Stiftung für Herzforschung vergibt auch 2007 den August Wilhelm und Lieselotte Becht-Forschungspreis. Ausgezeichnet wird eine wissenschaftlich hochwertige und zugleich patientennahe Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Herz-Kreislauf-Krankheiten. Teilnahmeberechtigt sind in Deutschland tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die das 40. Lebensjahr noch nicht überschritten haben. Der Preis ist mit 15 000 Euro dotiert. Die Arbeiten dürfen einen Gesamtumfang von 25 Seiten nicht übersteigen und in dieser Form noch nicht veröffentlicht sein. Eine Zusammenfassung in deutscher Sprache ist sowohl englischsprachigen Arbeiten als auch deutschen Texten voranzustellen. Die Bewerbungsunterlagen mit tabellarischem Lebenslauf sind in dreifacher Ausfertigung und mit Einverständniserklärung der Co-Autoren bis zum **17. Juli 2007** (Poststempel) an die Deutsche Stiftung für Herzforschung, Vogtstraße 50, 60322 Frankfurt am Main, einzusenden. Die Preisverleihung erfolgt im Rahmen der Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie im Oktober 2007 in Köln.

Schmerzforschung

Wissenschaftler, die in der klinischen oder der angewandten Grundlagenforschung einen Beitrag zur Verbesserung der Therapie akuter und chronischer Schmerzen geleistet haben, können sich noch bis zum **31. Mai 2007** um den Förderpreis für Schmerzforschung 2007 bewerben. Die Deutsche Gesellschaft zum Studium des Schmerzes e.V. (DGSS) und die Grünenthal GmbH vergeben in beiden Kategorien je einen ersten mit 7000 Euro dotierten und einen zweiten mit 3500 Euro dotierten Preis. Die Verleihung findet beim Deutschen Schmerzkongress in Berlin (24. bis 27. Oktober 2007) statt. Den gesamten Ausschreibungstext finden Sie im Internet unter www.dgss.org/foerderpreis.asp. Berücksichtigt werden sowohl Arbeiten, die klinische medizinische und/oder psychologische Untersuchungen zur Diagnostik und Therapie von Schmerzpatienten behandeln als auch experimentelle Arbeiten, die sich Problemen der Pathogenese und/oder der pharmakologischen Forschung bei der Entstehung von Schmerz, der Diagnostik und Therapie von Schmerzen widmen.

Technikjournalismus

acatech, die zukünftige Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, verleiht auch 2007 wieder den „Punkt“, den Preis für Technikjournalismus. „Um das Verstehen für komplexe technische Zusammenhänge zu fördern und damit sowohl die wertfreie Beurteilung als auch die Akzeptanz technischer Innovationen zu fördern, ist guter Technikjournalismus unerlässlich“, betont Prof. Dr. Joachim Milberg, Präsident von acatech. Deshalb werden mit dem PUNKT sowohl journalistische Texte als auch Pressefotografien prämiert, die innovative Technik originell, allgemeinverständlich und mit Blick auf ihre Anwendungsmöglichkeiten darstellen. Der Einsendeschluss in der Kategorie Text ist am **1. Juli 2007**, der Einsendeschluss in der Kategorie Foto ist der **1. September 2007**.

Für die Kategorie Text können Bewerbungen in den Sparten Tageszeitung/Wochenzeitung und Magazin/Zeitschrift eingereicht werden, in der Kategorie Foto in den Sparten Einzelfoto und Fotoserie. Jede Sparte ist mit 5000 Euro dotiert. Weitere Informationen finden sich unter www.acatech.de.

Produktionsforschung: Finanzvolumen von 350 Millionen Euro

Die Kräfte von Wissenschaft und Wirtschaft zu bündeln ist eines der wichtigsten Ziele der Hightech-Strategie der Bundesregierung. Insbesondere in der Produktionsforschung ist die Vernetzung zwischen der Wissenschaft und den kleinen und mittleren Unternehmen wichtig, die keine eigenen großen Forschungsabteilungen haben. Um die Kooperationen mit der Wirtschaft weiter zu stärken, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms „Forschung für die Produkte von morgen“ bis 2009 mehrere Ideenwettbewerbe. Insgesamt werden im Rahmen dieses Programms Projekte

mit einem Gesamtvolumen von 350 Millionen Euro finanziert. Schwerpunkte der Förderung sollen die Steigerung der Qualität und die Erhöhung der Ressourceneffizienz in der Produktforschung sein.

Als wichtigste Forschungsfelder in der Produktionsforschung wurden die Themen „Management und Virtualisierung der Produktentstehung“ und „Mess- und Regelsysteme für verfahrenstechnische Fertigungsprozesse“ identifiziert, die jetzt im Rahmen eines neuen Ideenwettbewerbs ausgeschrieben werden. Konsortien aus Wissenschaft und Wirtschaft sind deshalb aufgerufen, sich bis zum **20. Juli 2007** mit Vorschlägen für

Verbundforschungsprojekte beim Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe zu bewerben.

Dass die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft in der Produktionsforschung wichtig ist, zeigt das Ergebnis einer aktuellen Evaluierung: Geförderte Unternehmen investieren mehr eigene Mittel in die Forschung, sie führen deutlich mehr Markt- und Produktneuheiten ein, beschäftigen besser qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und sind innovations- und wettbewerbsstark. Dadurch schaffen sie neue Arbeitsplätze in Deutschland. Weitere Informationen gibt es unter www.bmbf.de oder www.produktionsforschung.de.

Zu viele Fremdstoffe im Menü?

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Wenn ein Gast den Ober fragt: „Warum stehen eigentlich immer die Lottozahlen auf der Speisekarte?“, dann ist das nicht verwunderlich. 53 Farbstoffe, 50 Konservierungsstoffe, 13 Antioxidantien, 93 chemische Verbindungen aus der Gruppe der Emulgatoren, Stabilisatoren, Säuerungsmittel, Geliermittel, Verdickungsmittel, Trägerstoffe und 113 Sonstige Lebensmittelzusatzstoffe lässt das Deutsche Lebensmittelschutzgesetz derzeit zu, ganze 322 Extrakte, organische Syntheseprodukte, Minerale, Metalle, Salze, Säuren und Laugen. Ein chemisches Labor wäre gut bestückt, verfügte es über alle diese Stoffe in seinen Regalen und Lagern. Welche Stoffe werden uns diskret unters Essen gemischt? Warum geht es nicht ohne? Welche der europaweit festgelegten Lebensmittelzusatzstoffe mit ihren E-Nummern sind in Deutschland erlaubt?

1. Europaweit kodierte E-Stoffe

„Was schauen sie so suchend auf die Speisekarte, Madame?“ fragte der Kellner eine Dame, die ihre Brille auf die Stirn geschoben hatte und mit zusammengekniffenen Augen seit Minuten die Karte untersuchte. „Ich prüfe, ob nicht unter den vielen Nummern die E 605 dabei ist!“ entgegnete sie ängstlich.

Es wäre in der Tat verhängnisvoll. Denn das bekannte Kontaktgift und Pflanzenschutzmittel führt u. a. zu Erbrechen, Durchfall Atemlähmungen und Krämpfen, die schließlich auch tödlich enden können [LD_{50} (Mensch) = 5-10 mg/kg Körpergewicht].

Beim Parathion, dem Ester der Thiophosphorsäure, der seit 1947 auf dem Markt ist, steht das Synonym „E605“ für Entwicklungsnummer (Abbildung 1), während sich die Code-Nummern der Lebensmittelzusatzstoffe von der Europäischen Union als Zulassungsstelle ableiten.

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.

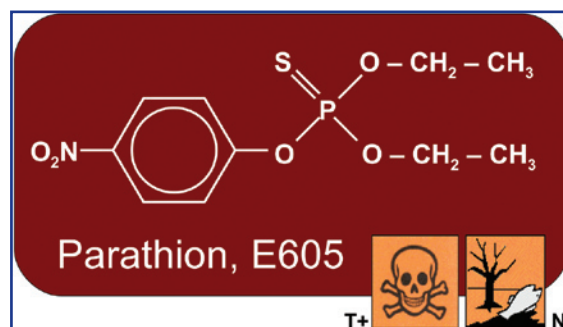


Abbildung 1: Mittel gegen Insekten und Milben, das Entwicklungsprodukt E605 (kein Nahrungsergänzungsmittel!!!).

Die in Deutschland zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe geben in der Regel keinen Anlass zu Besorgnis. Jedoch hängt es auch sehr von den Essgewohnheiten jedes Einzelnen ab, ob er bestimmte Lebensmittel übermäßig bevorzugt und dadurch die üblicherweise nicht erreichten Höchstgrenzen für Lebensmittelzusatzstoffe überschreitet.

Das von der Europäischen Gemeinschaft festgelegte Nummerncode-System ermöglicht sprachunabhängig in ganz Europa, die Lebensmittelzusatzstoffe in aller Kürze auszuweisen. So sind sie auf Speisekarten und Verpackungen zu finden. Auf bestimmte Allergene sensibel reagierende Leute können auf diese Weise für sie ungeeignete Menüs oder Lebensmittel erkennen.

Manche Zusatzstoffe haben verschiedene Eigenschaften: beispielsweise wirken sie als Säure und als Antioxidationsmittel, wie die bekannte L-Ascorbinsäure, unser Vitamin C (E300). Unter den Säuren ist es jedoch nicht gelistet, sondern gleich an erster Stelle unter den Antioxidantien.

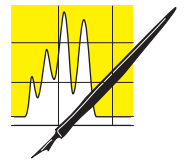
Die einzelnen Gruppen an Lebensmittelzusatzstoffen mit einigen Beispielen enthält die Tabelle 1.

Mittlerweile mussten einige Code-Nummern noch mit Buchstaben versehen werden, da Salze und Derivate nachträglich, jedoch vorteilhafterweise zum Einsatz kamen. Beispiele dafür sind die

- Diphosphate (E450a),
- Triphosphate (E450b),
- Polyphosphate (E450c).

Noch krasser geht es bei den Lebensmittelfarbstoffen zu: von den orangefarbenen Xanthophyllen sind gleich acht Derivate unter der E-Nr. 161 aufgeführt:

- Xanthophyll (E161),
- Flavoxanthin (E161a),



Klasse	E-Nummernbereich	Beispiele
Lebensmittelfarben	100 bis 180	Chlorophyll E140 - Titandioxid E171 - Aluminium E173 - Gold E175
Konservierungsmittel	200 bis 290	Sorbinsäure E200 - Benzoesäure E210 - Kohlendioxid E290
Antioxidationsmittel	300 bis 385	Ascorbinsäure E300 - Propylgallat E310 - Lecithin E322
Säuerungsmittel, Säure-regulatoren	296 bis 380	Zitronensäure E330 - Weinsäure E334 - Natriumorthophosphat E339
Gelier-, Verdickungs-, Feuchthaltemittel	400 bis 425	Natriumalginat E401 - Aga Agar E406 - Johannisbrotmehl E410
Emulgatoren, Schaummittel	430 bis 499	Pektin E440 - Methylzellulose E461 - Na-Speisefettsäuren E470a
Verschiedene Zusatzstoffe	500 bis 585	Kaliumkarbonat E500, E501 - Salzsäure E504, E507 - Kaolin E559
Geschmacksverstärker	620 bis 650	Na-Glutamat E621, Inosinat E630 - Guanylat E626 - Glycin E640
Treibgase	938 bis 949	Stickstoff E941 - Lachgas E942 - Propan E944 - Wasserstoff E949
Süßstoffe	950 bis 967	Cyclamat E952 - Saccharin E954 - Maltit E965 - Lactit E966 - Xylit E967
Schaummittel	E999	Quillaja-Extrakt
Füllstoff	1.200 bis 1.202	Polydextrose E1.200 - Polyvinylpyrrolidon E1.201
Modifizierte Stärken zur Verdickung	1.404 bis 1.451	Acetylierte oxidierte Stärke
Trägerstoffe	1.505 bis 1.520	Triethylcitrat E1.505 - Diacetin E1.517 - Proylenglykol E1.520

Tabelle 1: Lebensmittelzusatzstoff-Gruppen.

- Lutein (E161b) (in Hummerschalen),
- Kryptoxanthin (E161c),
- Rubixanthin (E161d),
- Violaxanthin (E161e),
- Rhodoxanthin (E161f),
- Canthaxanthin (E161g).

Diese Xanthophylle sind von sehr ähnlichem molekularen Aufbau und kommen in der Natur zwar mitunter nur in geringen Konzentrationen jedoch weit verbreitet vor (Abbildung 2).

2. Lebensmittelzusatzstoffe in Deutschland

Die Lebensmittelzusatzstoffe lassen sich aufgrund ihrer Eigenschaften in bestimmte Gruppen aufteilen (Tabelle 1). Mitunter weisen sie, wie beschrieben, mehrere Eigenschaften auf, die sie in Lebensmitteln unterstützend einbringen können.

Da sind die Lebensmittelfarben, Konservierungsmittel, Antioxidationsmittel, die Säuerungsmittel oder Säureregulatoren, die Gruppe der Gelier-, Verdickungs- und Feuchthaltemittel, Emulgatoren und Schaummittel, Geschmacksverstärker, Treibgase, Süßstoffe, Füllstoffe und Trägerstoffe.

Sie alle erschöpfend zu behandeln, würde Bücher füllen. So beschränken wir uns auf einige ausgewählte Gruppen an Lebensmittelzusatzstoffen.

2.1 Lebensmittelfarbstoffe

Unter Lebensmittelfarbstoffen versteht man natürliche und synthetische Farbstoffe und Pigmente, die zum Färben von Nahrungs-, Genuß- und Arzneimittel zugelassen sind.

Schon 1887 führten Vergiftungsfälle durch Verwendung von Schwermetallverbindungen zu gesetzlichen Regelungen im Umgang mit Lebensmittelfarbstoffen.

Da auch nach Markteinführung synthetischer Farben bei der Verwendung in Lebensmitteln Bedenken auftraten, waren weitere gesetzliche Eingriffe und Beschränkungen notwendig. Grundnahrungsmittel dürfen nicht gefärbt werden.

Allgemeine Verwendung ist in Lebensmitteln nur mit den Farben

- Lactoflavin (E101),
 - β -Carotin (E160),
 - Zuckercouleur (150) sowie
 - Silber (E174) und Gold (E175)
- gestattet.

Die Verwendung von Aluminium, Titanoxid und Eisenoxide ist auf bestimmte Süßwaren beschränkt. Der Azofarbstoff Rubipigment BK (E180) ist nur zum Anfärben von Käseüberzügen vorgesehen. Andere Farbstoffe eignen sich ebenfalls nur zur äußeren Anwendung, wie das Bemalen von Ostereiern.

In die Kritik geraten sind die beiden Azofarbstoffe Tartrazin (E102) und Amaranth (E123): das gelbe Tartrazin soll Allergien auslösen und das rote Amaranth (Naphtholrot S) wurde 1976 in USA als krebserregend

Abbildung 2:
Zwei ähnliche
Orange-Farbstoffe
der Xanthophylle.

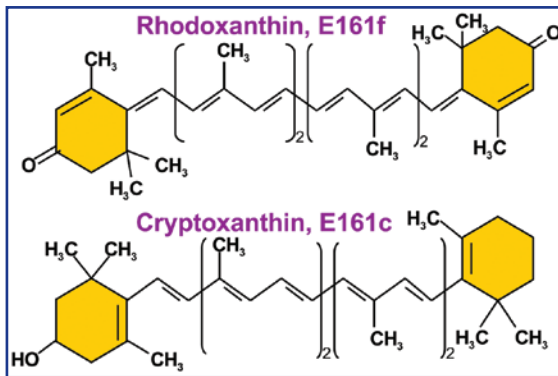


Abbildung 3:
Gelbe Farben als
Lebensmittelzu-
satzstoffe.

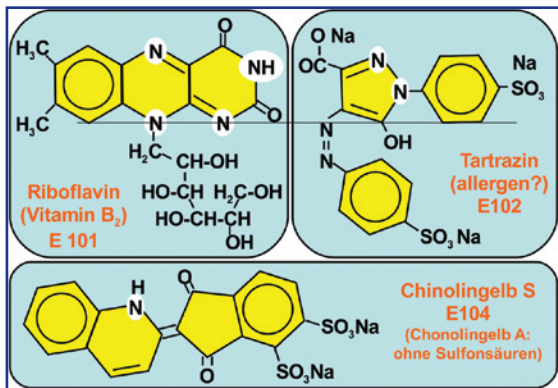


Abbildung 4:
Beispiele für rote
Lebensmittelfar-
stoffe.

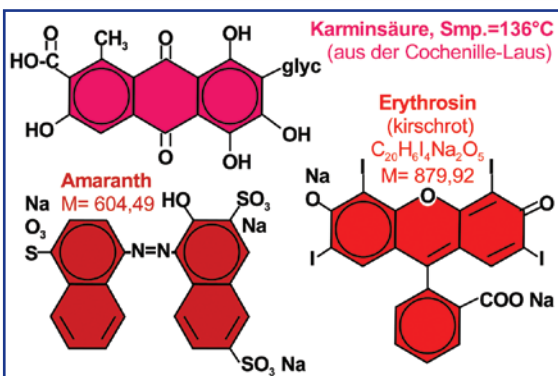
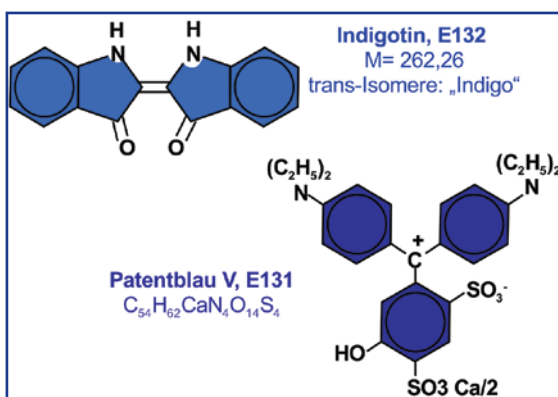


Abbildung 5:
Zwei der blauen
Lebensmittelfar-
stoffe .



eingestuft und dort nicht mehr als Lebensmittelfarbstoff eingesetzt. Die entsprechenden Tierversuche gelten allerdings als umstritten.

Einige Rotfarbstoffe lassen sich aus der Rote Beete-Knolle (E162) sowie aus Preiselberren und Holunder (E163) extrahieren.

$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	$\alpha\text{-FeOOH}$	Fe_3O_4
Hämatit (Spanischrot, Persischrot)	Eisenoxidhydrate (ocker)	Magnetit (schwarz)
Herstellverfahren (1 Mio. t/Jahr):		
3. Thermolyse $2 \text{FeSO}_4 \times \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{SO}_3$		
6. Penniman-Zopf-Verfahren $2 \text{Fe} + 3 \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeOOH} + 2 \text{H}_2$		
9. Anilin-Verfahren: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 2 \text{Fe} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2 \text{FeOOH}$		

Abbildung 6: Eisenoxid- und hydroxid-Farbpigmente, E172.

Die Strukturen einiger Farbstoffe sind den Abbildungen 2 – 6 zu entnehmen.

2.2 Konservierungsmittel

Sorbinsäure (E200) und Benzoesäure (E210) sowie ihre Salze sind Verbindungen, die auf Verpackungen häufiger anzutreffen sind.

Neben den natürlichen Konservierungsmitteln, wie Essig, Zucker und Salz haben eine Vielzahl weiterer Stoffe folgende Aufgaben in der Haltbarmachung:

- bakteriozide und fungizide Wirkungen,
- Verzögern chemischer Veränderungen, wie Oxidation, Hydrolyse,
- Veresterung, Polymerisation und Ranzigwerden von Fetten,
- Verzögern physikalischer Veränderungen, wie Absetzen, Trennen, Austrocknen,
- Verhindern von Schädlingsbefall, Pflanzenschutzmittel, Keimhemmungsmittel.

Während Sorbinsäure in allen Lebensmitteln einsetzbar ist, wird die Benzoesäure in Backwaren und im Wein vermieden.

Nitrite (E250) und Nitrate (E251) sind auf Fleisch- und Fischwaren beschränkt. Die Einsatzkonzentrationen belaufen sich in der Regel zwischen 0,01 bis 0,1%.

Besonders niedrig sollte der tägliche Verzehr nitrithaltiger Nahrung (0,01%) sein, denn unbedenklich sind nur 0,2 mg/kg Körpergewicht.

Die chemische Struktur einiger Konservierungsmittel zeigt die Abbildung 7.

Einige der Konservierungsmittel (E210 - E233) können bei mengenmäßig größerem Verzehr Kopfschmerzen hervorrufen. Biphenyl (E230) und Thiabendazol (E233) sind künstlich hergestellte pilztötende Stoffe zur Konservierung von Schalen der Zitrusfrüchten und Bananen.

2.3 Antioxidantien

Antioxidationsmittel erhöhen die Haltbarkeit von Lebensmitteln, da sie reduzierend wirken und so der oxidativen Wirkung des Luftsauerstoffs entgegenwirken. Natürliche Stoffe sind den E-Nummern 300 bis 309

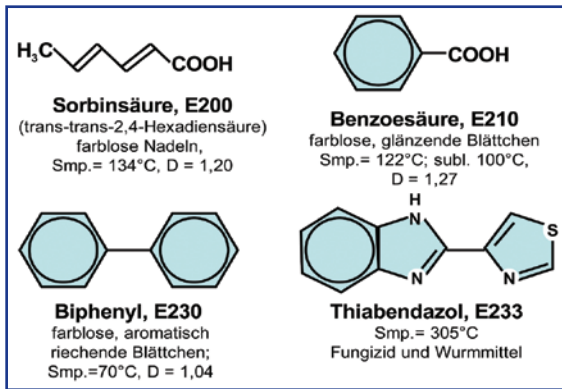


Abbildung 7: Konservierungsstoffe.

zugeordnet, E310 bis E321 sind künstliche Substanzen. Kopfschmerzen und allergische Reaktionen werden auch nach üppigem Verzehr von Lebensmitteln beobachtet, die einen hohen Anteil von Antioxidantien enthalten. Besonders betroffen sind vor allem Kinder.

Überempfindlichkeitsreaktionen und Allergien können das Butylhydroxyanisol (BHA, E320) und das Butylhydroxytoluol (BHT, E321) hervorrufen. E321 ist oft in Kaugummi zu finden.

Abbildung 8 zeigt die Redox-Reaktion zwischen Ascorbinsäure, unserem Vitamin C, und der Dehydroascorbinsäure sowie die Struktur von BHA und BHT.

Die in vielen Früchten und Pflanzen vorkommende L-Ascorbinsäure ist selbst in höheren Konzentrationen unschädlich. Der zweifache Nobelpreisträger Linus Carl Pauling (1901 – 1994, Chemie 1954, Frieden 1962) machte sich offensichtlich in seinen letzten Jahren noch Hoffnung auf einen dritten dieser Auszeichnungen, denn mit Verbissenheit konsumierte er trotz Warnungen von Kollegen täglich 30 g des segensreichen Vitamins, dass ihn vor Schnupfen und gar Krebs bewahren sollte.

2.4 Emulgatoren, Stabilisatoren, Säuerungsmittel, Geliermittel, Trägerstoffe

Mit dem natürlichen Emulgator der Milch, dem Lecithin (E322), beginnt eine bunte Gruppe von organischen und anorganischen Stoffen, die im Allgemeinen gut vertragen werden, obwohl sie auch in größeren Mengen in unserer Nahrung enthalten sein können.

Milch ist das Paradebeispiel einer Emulsion: Fett-Tröpfchen sind in einer wässrigen Lösung homogen verteilt. Auch nach vielen Tagen setzt sich das Fett nicht an der Oberfläche ab. Diese Stabilität bewirkt der Emulgator Lecithin, dessen chemische Molekülstruktur in der Abbildung 9 dargestellt ist.

Lecithin ist ein Ester des Glycerins von hoher Polarität und einem hydrophoben Bereich.

Viele kosmetische Feuchtigkeits-Cremen enthalten Emulgatoren, um das Wasser gleichmäßig in dem Öl verteilt zu halten.

Um Lebensmitteln und Speisen eine belebende Säure zu verleihen, stehen vor allem die Fruchtsäuren der Zitrone, der Äpfel und der Weintrauben zur Verfügung

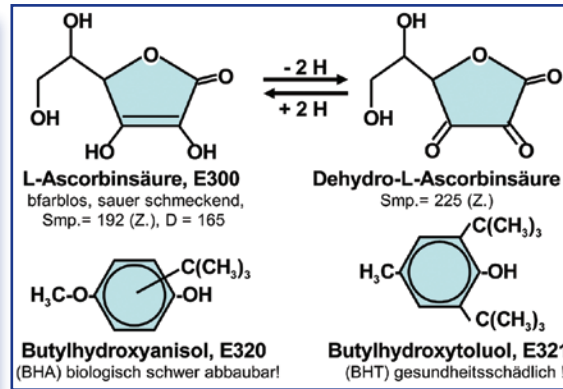


Abbildung 8: Antioxidantien.

(Abbildung 10). Mit den entsprechenden Salzen lassen sich zu hohe Säurekonzentrationen abpuffern.

Zu den Säuerungsmitteln gehört aber auch die Phosphorsäure (E338), wie sie beispielsweise in coffeinhaltigen Limonaden enthalten ist.

Die Ortho-Phosphorsäure zählt zu den starken Mineralsäuren. Sie darf in Lebensmitteln bis zu 0,7g/ kg enthalten sein. Ihr und ihren Salzen wird bei stärkerem Verzehr die Förderung von Hyperaktivität bei Kindern nachgesagt.

Geliermittel, wie die Alginat, Agar-Agar und Carrageen werden zum größten Teil aus Algen gewonnen (Abbildung 11). Sie sind völlig ungefährlich. Das gleiche gilt für die Verdickungsmittel vom Johannisbrotkernmehl (E410) und Guarkernmehl (E412) bis zu dem bekannten Gummi arabicum (E414) aus den tropischen Gummibäumen.

2.5 Geschmacksverstärker

Geschmacksverstärker bezeichnet eine Klasse von Verbindungen, die selbst ohne Eigengeschmack sind, jedoch spezielle Geschmacksnoten verstärken. Die Verstärkungseffekte können sich auf die „Fülle“, das „Volumen“ und den „Körper“ eines Aromaeindrucks beziehen, aber auch auf die Geschwindigkeit, mit der sich ein aromatischer Geschmack einstellt. In Japan heißen

Abbildung 9: Glycerin-Ester als Emulgatoren (A., B.) und Emulsion (C.).

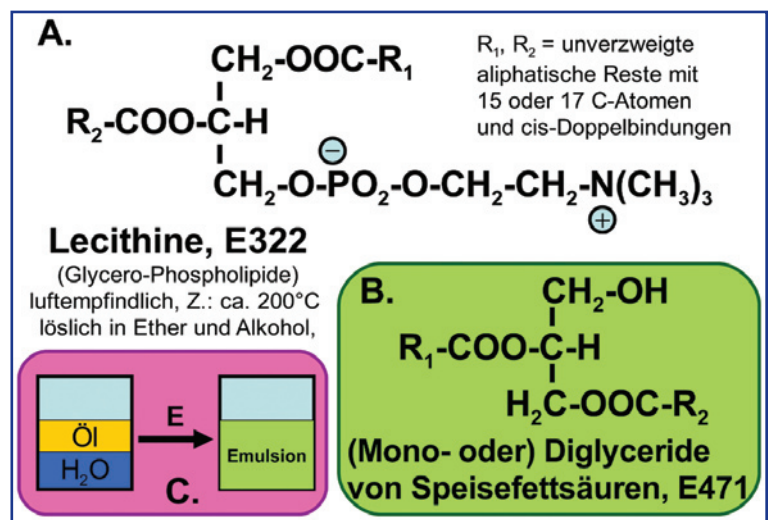
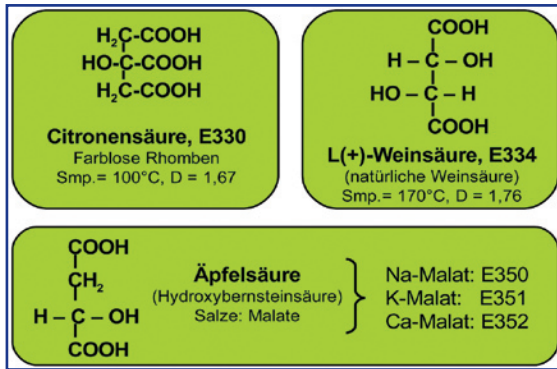


Abbildung 10: Säuerungsmittel aus der Natur.



diese Geschmacksverstärker „Umami“ (= köstlicher Geschmack).

So steigert Maltol (3-Hydroxy-2-methyl-4-pyron) in Kohlehydrat enthaltenden Lebensmitteln den Eindruck der Süße.

Viel Verwendung finden Glutaminsäure (E620) und vor allem das Mononatriumsalz (Abbildung 12). Es verstärkt den Eigengeschmack von salzigen Speisen.

Diese Gruppe der Aroma verstärkenden Glutamate stehen auch seit vielen Jahren in der Kritik: ÖkoTest urteilt, dass die Zulassung dieser Klasse als Lebensmittelzusatzstoffe wegen gesundheitlicher Bedenken widerrufen, zumindest aber einzuschränken ist (www.oekotest.de).

Einen ganzen Sonderdruck widmet die Zeitschrift „Vegetarisch genießen“ aus Kreuzwertheim im Heft 1/2007 dem Glutamat unter der Überschrift „Der (un)heimliche Krankmacher“.

Als Fazit daraus lässt sich zusammenfassen:

- aus der Babynahrung sollten Glutamate grundsätzlich verschwinden.
 - Schwangere sollten Glutamate meiden.
 - Glutamate wirken als Nervenzellgift und können Krankheiten wie Alzheimer, Parkinson und Multiple Sklerose fördern,
 - Glutamate können die Augen irreversibel schädigen,
 - Glutamate fördern Heißhunger und Übergewicht.
- Sie sind in Gewürzmischungen, Hefeextrakten, Tütensuppen anzutreffen. Dieses ist um so besorgniserregender, da die weltweit hergestellten Mengen an Glutamaten, vorwiegend das Mononatriumglutamat, in den letzten Jahren erheblich zugenommen haben (Abbildung 13).

Aktiv als Geschmacksverstärker ist auch hier nur die L-Modifikation des Moleküls. Die dazu spiegelbildliche

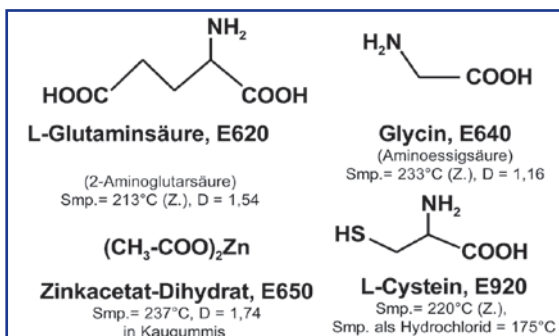


Abbildung 12: Einfach aufgebaute Geschmacksverstärker.

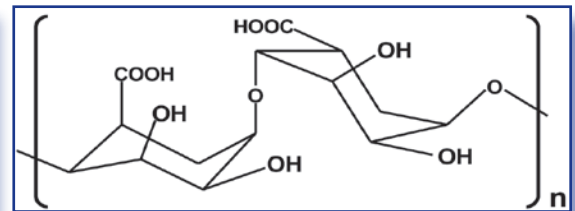


Abbildung 11: Verdickungsmittel Alginsäure E400 (aus Braunalgen gewonnenes farbloses Polysaccharid mit Carboxylgruppen) M = ca. 200.000, bindet 200 – 300-fache des Gewichtes an Wasser; unlöslich in organischen Lösungsmitteln; die Viskosität lässt sich mit Ca-Alginat steuern. Ihre Salze: Na-Alginat: E401 - K-Alginat: E402 - NH4-Alginat: E403 - Ca-Alginat: E404.

R-Form, bei der die Aminogruppe $-NH_2$ nach rechts zeigt, weist keine geschmacksverstärkende Wirkung auf (Abbildung 14).

Noch um den Faktor 10-20 höher geschmacksverstärkend wirken Inosinmonophosphat (IMP, Abbildung 15) und Guanosinmonophosphat (GMP). Gleichzeitig steigern sie noch die Wirkung der Glutamate. Sie sind hydrolysestabil und halten Temperaturen bis zum Siedepunkt des Wassers aus. Gegen Inosinate bestehen derzeit keine gesundheitlichen Bedenken.

2.6 Süßungsmittel

Mittlerweile sind eine Reihe verschiedener Synthetischer Süßstoffe auf dem Markt, die vor allem von Diabetikern als Alternative zu dem üblichen Rüben- oder Rohrzucker zu konsumieren ist. Sie besitzen eine zigfache Süßkraft im Vergleich zu den natürlichen Disacchariden und brauchen daher auch nur in kleinen Konzentrationen eingesetzt zu werden. Tabelle 2 zählt die in der Liste der Lebensmittelzusatzstoffe enthaltenen Süßstoffe mit den täglich unbedenklichen Mengen auf.

Im Gegensatz dazu betrachtet der „Öko-Test“ vor allem das Aspartam (E951) als gesundheitlich sehr bedenklich. Kritisch sollte man auch mit Acesulfam K (E950), Cyclamat (E952), Saccharin (E954) sowie Neohesperidin (E959) umgehen.

3. In Deutschland erlaubte Lebensmittelzusatzstoffe

Viele Lebensmittel werden immer hochtechnisierter. Sie sind heute maßgeschneiderte Produkte der Lebensmittelindustrie. Täglich finden wir neue Produkte in den Regalen der Supermärkte. Diese „food-designten“ Waren werben mit „leicht“, „kalorienarm“, „leicht in der Zubereitung“, „gesund“ und „natürlich“.

Auf der anderen Seite folgt die Lebensmittelindustrie einem Bedarf an ästhetischen, haltbaren und wohl-schmeckenden Produkten. Das geht so weit, dass wir aus frischem Gemüse bereitete Suppen als fade empfinden, wenn wir nicht noch Würze mit Geschmacksverstärkern aus der Streudose oder der Tischflasche hinzusetzen können.

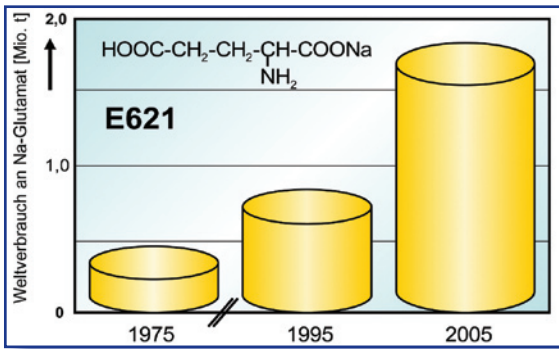


Abbildung 13: Weltweit steigender Absatz von Natrium-L-glutamat.

Der Wunsch nach schnell zuzubereitenden Lebensmitteln und Fertiggerichten wächst. Wir gewöhnen uns daran, und bleiben auch mit zunehmendem Alter bei dieser „Design-food“-Nahrung hängen.

Ob Lebensmittelzusatzstoffe unseren Organismus negativ beeinflussen, ist noch relativ wenig untersucht. Sie gelten auf der einen Seite als unbedenklich, vom Gesetzgeber geprüft und zugelassen, auf der anderen Seite geben Betroffene ihnen die Schuld an Unverträglichkeiten, Allergien, Asthma, Kopfschmerzen und Migräne.

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bekräftigt die gesundheitliche Unbedenklichkeit der zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe und verweist auf ihre „Webseite des Bundesinstitutes für Risikobewertung, BfR“. Auf die Pflichtangaben auf Verpackungen wird ausdrücklich hingewiesen: sie müssen Klassennamen (Lebensmittelfarbstoff, Süßstoff,...) und die Verkehrsbezeichnung (chemischer Name) oder die E-Nummer enthalten.

Zur Überprüfung greife ich mal in meine Naschkiste am Schreibtisch: Die gesetzlichen Vorschriften bezüglich dieser Angaben wurden eingehalten:

Die Erdnussflips enthalten Geschmacksverstärker: Mononatriumglutamat, die Hülle der Vollmilchschokolade weist den Emulgator Sojalecithin aus und auf dem Beutel mit Lakritzkonfekt sehe ich den deutlichen

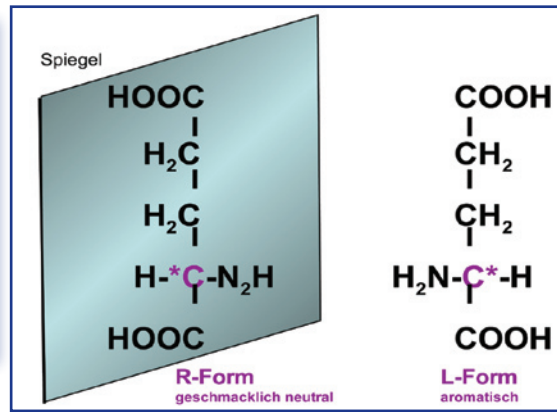
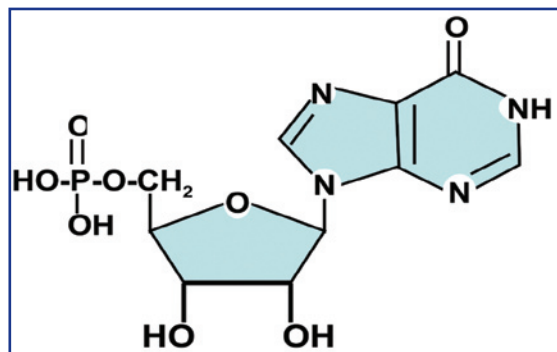


Abbildung 14: R- und L-Formen der Glutaminsäure, E620.

Abbildung 15: Inosinsäure E630 (Inosin-5-monophosphorsäure) und ihre Salze (Na₂-Inosinat E631 K₂-Inosinat E632 Ca-Inosinat E633) als Geschmacksverstärker.



Vermerk „ohne künstliche Farbstoffe“, bei den Zutaten, jedoch etwas zurückhaltender die Farbstoffe (E160c und E162) sowie den Emulgator E471. Da muss ich in die Liste der Lebensmittelzusatzstoffe (z.B. www.lebensmittellexikon.de) sowie in ein Chemielexikon (z.B. RÖMPP) schauen, um zu wissen, dass es sich um

- E160c: Capsanthin, Carotinoid aus der roten Paprika,
- E162: Betanin, der rot-violette Farbstoff der Roten Beete und
- E471: Mono- und Diglyceride von Fettsäuren handelt.

CLB

Süßstoff	E-Nr.	Unbedenkliche Tagesmenge [mg/kg Körpergewicht]	bei 70 kg Körpergewicht [mg]	bei 80 kg Körpergewicht [mg]	bei 90 kg Körpergewicht [mg]	bei 100 kg Körpergewicht [mg]
Acesulfam	950	9	630	720	810	900
Aspartam	951	40	2.800	3.200	3.600	4.000
Cyclamat	952	7	490	560	630	700
Saccharin	954	5	350	400	450	500
Sucralose	955	15	1.050	1.200	1.350	1.500
Thaumatococin	957	unbedenklich				
Neohesperidin	959	5	350	400	450	500
Aspartam-Acesulfam-K, 64:36%	962	29	2.030	2.320	2.610	2.900

Tabelle 2: Kalorienfreie Süßstoffe.

Innovative Energiesysteme

Wolfgang Schnitzhofer, Johann Bergmair, Rudolf Hopf, Steyr (Österreich)

Die Profactor Produktionsforschungs GmbH ist ein privates Forschungsinstitut, lokalisiert in Steyr und Seibersdorf, Österreich. Rund 100 Mitarbeiter aus verschiedenen Disziplinen (Physik, Mathematik, Chemie, Software, Elektrotechnik, Maschinenbau, Verfahrenstechnik, etc.) bieten Lösungen in verschiedensten Bereichen der Produktionsforschung, wie Robotik, Automatisierung, Bildverarbeitung, Simulation von Prozessen, Fertigungstechnologie, Nanotechnologie und Energiebereitstellung.

Energieforschung im Umfeld der Produktionsforschung

Als ursprünglich kleiner Nebenbereich der zentralen Forschungsthemen von Profactor entwickelte sich der Fachbereich ‚Innovative Energiesysteme‘ zu einer eigenständigen Gruppe mit Fokus auf Nutzung regenerativer Energiequellen.

Die heutige Energieversorgung basiert weltweit vor allem auf fossilen Energieträgern wie Erdöl und Erdgas. Auch das Schreckgespenst der Atomenergie erlebt angesichts der stark steigenden Energiepreise verstärkten Zuspruch. Österreich hat sich mit der Unterzeichnung des Kyoto Protokolls zu einem Umdenken in der Energieversorgung entschlossen und ist seit jeher Vorreiter bei der Nutzung erneuerbarer Energieressourcen. Dennoch deckt Österreich auch in den heutigen Tagen nur knapp über 20 % des Gesamtenergiebedarfes aus erneuerbaren Quellen, vor allem über Wasserkraft. Vermehrt setzt Österreich, wie auch Deutschland, auf die Nutzung von Biomasse als Energieträger. Diese Entwicklung wird von Profactor nicht nur mitgetragen, sondern bestmöglich vorangetrieben, woraus sich folgende Schwerpunktforschungsthemen etablierten:



Schnitzhofer



Bergmair



Hopf

Autoren:

Dr. Wolfgang Schnitzhofer, Biotechnologe, seit 2005 bei Profactor, Projektleiter diverser nationaler und europäischer Projekte. Wissenschaftlich zuständig für biologische Wasserstoffherzeugung und Prozesskontrolle.

DI Johann Bergmair, Verfahrenstechniker, seit 2001 bei Profactor, Projektleiter diverser nationaler und europäischer Projekte, Wissenschaftlich zuständig für Biogas, Biogasaufbereitung und solare Kühlung.

Rudolf Hopf, Chemielaborant, seit 1996 bei Profactor, vorher 25 Jahre in einem Labor der Fahrzeugindustrie, zuständig für Analytik (vor allem Gaschromatographie und IR/NIR-Spektroskopie) mit Spezialgebiet Spektroskopie und Chemometrie.

- Innovative Biogasnutzung: Entschwefelung von Biogas und Konzeptierung von Gesamtaufbereitungsanlagen
- Biowasserstoffherzeugung: Reaktortechnik
- Prozesskontrolle von Anaerobprozessen
- Solare Kühlung: Adsorptionskältemaschinen
- Konzepte zur Biogaserzeugung: Akzeptanz von BGAs und optimierte Betriebsführung, Konzepte

Biogasaufbereitung als Schlüsseltechnologie für neue Nutzungsformen

Die Erzeugung von Biogas mittels anaerober Vergärung von landwirtschaftlichem Dünger, nachwachsenden Rohstoffen, organischen Abfällen, etc. stellt eine zukunftsweisende Technologie zur Bereitstellung von erneuerbarer Energie dar. Derzeit wird in Deutschland und Österreich das Biogas üblicherweise am Ort der Produktion zumeist in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zu Strom und Wärme umgewandelt.

Abbildung 1: Filtersegment der biologischen Entschwefelung nach dem Profactor-Verfahren.



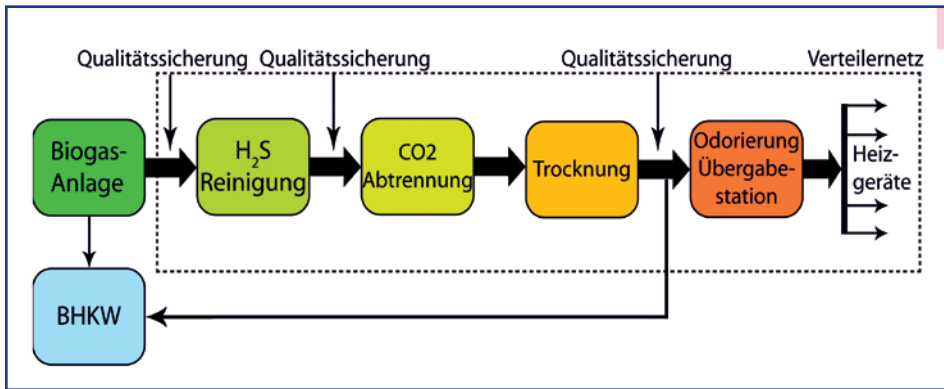


Abbildung 2: Biomethan-Einspeisung ins Erdgasnetz: Biogas-Aufbereitung auf Erdgasqualität.



Entschwefelung des Biogases.

Um höhere Standzeiten zu gewährleisten werden von den BHKW-Herstellern immer niedrigere Schwefelwasserstoffkonzentrationen im Biogas gefordert. Daher macht es zunehmend Sinn, eine externe Biogasreinigung zur Entschwefelung zu betreiben.

Vollkommen entschwefeltes Biogas kann in Hochtemperatur-Brennstoffzellen eingesetzt werden, die einen höheren elektrischen Wirkungsgrad und niedrigere Emissionen aufweisen als Gasmotoren.

Aufbereitung zu Erdgasqualität.

Häufig ist es nicht möglich die Wärmeenergie am Standort einer geeigneten Nutzung zuzuführen, da Biogasanlagen meist in dünn besiedelten ländlichen Gebieten stehen. Die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz stellt eine interessante alternative Möglichkeit der Biogasnutzung dar. Damit ergeben sich folgende Vorteile:

- Bereitstellung von (Bio-)Methan für Gaskunden
- Höhere elektrische Wirkungsgrade durch Verstromung an einem zentralen Ort
- Verminderung von Gärguttransport durch dezentrale Biogasanlagen optimierter Größe
- Nutzung als Treibstoff möglich

Durch die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas erhält man einen flexiblen und einfach leitungsgebundenen transportierbaren Energieträger, der unabhängig vom Ort der Produktion für verschiedene Zwecke (Stromerzeugung, Wärmebereitstellung, Prozessenergie, Treibstoff) eingesetzt werden kann. Damit steigt das Nachfragepotenzial für den erneuerbaren Energieträger Biogas enorm.

Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz

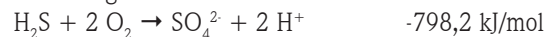
Im Juni 2005 wurde in Pucking/Oberösterreich die erste Biogaseinspeisungs-Anlage Österreichs in Betrieb genommen. Sie speist gereinigtes Biogas in das bestehende Erdgas-Leitungsnetz ein. Mit einer Leistung von 10 m³ Biogas pro Stunde erzeugt die Anlage nach dem Reinigungsprozess 6 m³ zu Erdgas-Qualität

aufbereitetes Biogas. Die Erdgas OÖ als Betreiber der Anlage kann somit jährlich bis zu 400 000 kWh an erneuerbarer Energie zur Verfügung stellen, was dem durchschnittlichen Jahresbedarf von rund 40 Wohnungen entspricht. Im Probebetrieb wurden bis Jänner 2007 bereits über 30 000 m³ Biomethan eingespeist!

Für die Einspeisung von Biogas aus landwirtschaftlicher Produktion ins Erdgasnetz sind neben dem hohen geforderten Methangehalt die Grenzwerte für Wassergehalt, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff ausschlaggebend. Die Entschwefelung des Biogases stellt dabei eine besondere Herausforderung dar. Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren wird in Pucking das Biogas ohne direktes Einblasen von Luft biologisch entschwefelt (Abbildung 1). Dieses Verfahren wurde von Profactor in zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten entwickelt und patentiert.

Das Prinzip der Entschwefelung basiert auf der bekannten biologischen Oxidation von Sulfid, zum Beispiel durch Thiobacilli:

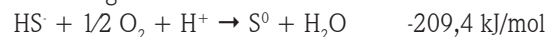
Gleichung 1:



Gleichung 2:

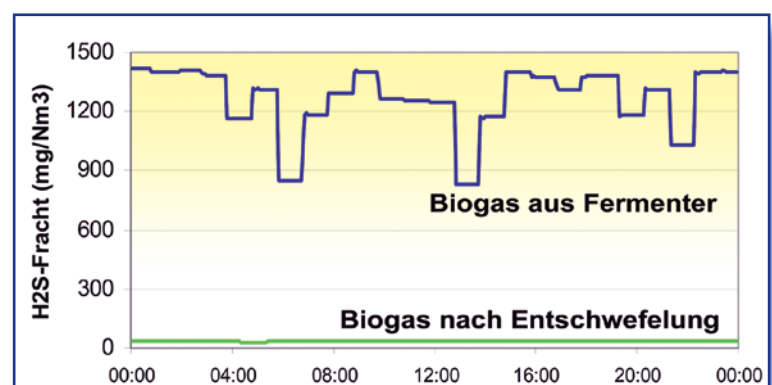


Gleichung 3:



Das innovative Projekt „Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz“ (Abbildung 2) in Pucking hat beim Internationalen Energy Globe Award 2005 in der Kategorie Luft den 1. Preis gewonnen. Ein typischer Verlauf der Abbauleistung der Entschwefelungsanlage ist in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3: Entschwefelungsleistung: Tagesverlauf biologische Entschwefelung (Pucking).



Biowasserstoff

Neue Wege im Energiebereich zu beschreiten heißt nicht nur den Gegebenheiten der Zeit Rechnung zu tragen, sondern nachhaltig in die Zukunft zu weisen. Es geht nicht nur um den sukzessiven Ersatz fossiler Energieträger gegen jene aus erneuerbaren Rohstoffen, sondern auch um ökologische Faktoren, allem voran die Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Wasserstoff wird in der zukünftigen Energiewirtschaft eine wichtige Rolle als sauberer, CO₂-neutraler Energieträger zugeordnet, unter anderem für die Anwendung in Brennstoffzellensystemen. Die Entwicklung der Wasserstofftechnik hat hohe Priorität sowohl in Europa (Forschungsrahmenprogramm), als auch in den USA und Japan. Insbesondere wird die wechselseitige Transformierbarkeit von Wasserstoff und Elektrizität als einer der großen Vorteile dieses Energieträgers angesehen.

Wasserstoff könnte bereits in den nächsten beiden Dekaden im Transportsektor und später für die dezentrale Energieerzeugung eingesetzt werden. Dafür sind kosteneffiziente Technologien, Speichersysteme und entsprechende Infrastruktur notwendig.

Wasserstoffgewinnung: Konventionell wird Wasserstoff durch Elektrolyse oder Reformierung aus fossilen Treibstoffen erzeugt. Auf lange Sicht jedoch muss Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen, zum Beispiel aus Biomasse, generiert werden.

Es existieren diverse Wege zu Wasserstoff aus Biomasse, wie thermochemische (Vergasung, Pyrolyse) und fermentative Prozesse (Abbildung 4).

Besonders vielversprechend ist der Prozess der Dunkelfermentation. Dabei wird der bei der anaeroben Vergärung als Intermediärprodukt entstehende Wasserstoff von der Methanisierung entkoppelt und als Endprodukt gesammelt. Die Energie-Konversion von

Biomasse zu Wasserstoff ist höher als jene zu Methan – ein Argument für diesen Weg.

Für eine effiziente Verwertung müssen die biogenen Substrate sorgfältig ausgewählt werden, wobei komplexe Substrate in einem separaten Prozessschritt mittels physikalisch/chemischen oder enzymatischen Methoden zu einfacheren Komponenten transformiert werden: Miscanthus, Zuckerhirse, Kartoffelschalen, diverse Obst- und Gemüseabfälle wurden bereits erfolgreich getestet.

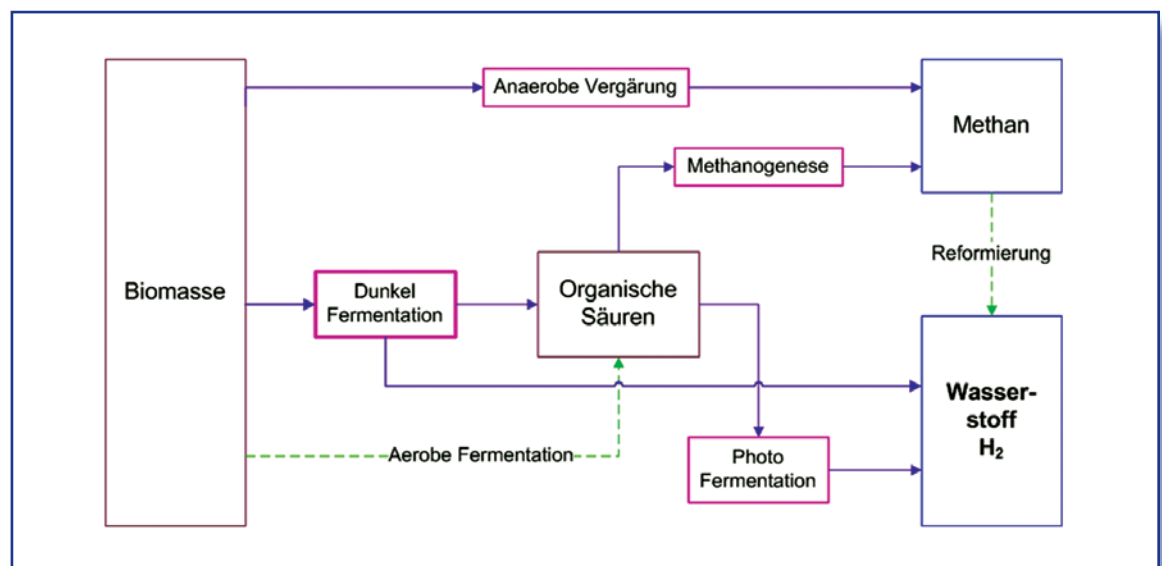
Die Produkte sind Wasserstoff, CO₂ und organische Säuren, vor allem Acetat, wobei der Anteil an Wasserstoff im Gas 60 bis 70 % beträgt. Die organischen Säuren können einer weiteren Verwertung zugeführt werden und entweder zu Methan umgesetzt oder in einem photobiologischen Schritt vollständig zu Wasserstoff umgewandelt werden.



Es gibt relativ viele Mikroorganismen, die zu dieser Umsetzung befähigt sind, wobei insbesondere mit hyperthermophilen Organismen (Kultivierung bei 70° C) sehr hohe Ausbeuten erzielbar sind (80 bis annähernd 100 %). Die H₂ Produktivitäten betragen zwischen 10 und 120 mmolL⁻¹h⁻¹. Ein Zusatzeffekt des Hochtemperaturverfahrens ist die gleichzeitige Hygienisierung, die bei Einsatz von biogenen Abfallstoffen von Bedeutung ist.

Dieses Verfahren ist Gegenstand intensiver Forschung bei Profactor und befindet sich derzeit im Stadium von Laborversuchsanlagen. Profactor arbeitet an der Umsetzung dieses Prozesses, an der verfahrenstechnischen Optimierung der Bioreaktoren, wobei bis 2008 ein entsprechender Prototyp gebaut werden wird.

Abbildung 4: Biologische Wege von Biomasse zu Wasserstoff.



Prozessmonitoring und -kontrolle von Anaerobprozessen

Um die beschriebenen Prozesse überwachen zu können beziehungsweise auch Steuerungsparameter für diese zu finden wurden eine Reihe von Methoden entwickelt. Die optimierten Methoden finden in Form von individuell zusammengestellten ‚Monitoringprogrammen‘ Anwendung in Projekten.

Offline Analytik

Gaschromatographie: Bestimmung der Biogashauptkomponenten. Die Methode erlaubt die simultane Bestimmung von CH_4 , CO_2 , N_2 , O_2 , Ethan und Propan.

Bestimmung von H_2S : Diese Methode erlaubt die Bestimmung von Schwefelwasserstoff, Methylthiol und Ethylthiol (optional auch Kohlenoxisulfid) COS im Messbereich von 0.1 bis 3000 ppm

Bestimmung von H_2 : Die Methode erlaubt die Bestimmung von H_2 in verschiedenen Konzentrationsbereichen.

Flüchtige Fettsäuren (VFA): Die Bestimmung der VFAs ist besonders wichtig für die Beurteilung eines Anaerobprozesses. Um die bestmögliche Methode zu finden, wurde ein Vergleich verschiedener gaschromatographischer Methoden durchgeführt. Neben der Direktaufgabe der Probe wurden Headspace/GC und SPME/GC (Solid phase micro extraction) Messungen durchgeführt und der jeweilig beste Einsatzbereich der Methoden evaluiert.

Infrarotspektroskopie: Es wurde eine off-line MIR-Substratanalytik speziell für H_2 -Fermentationsbrühen etabliert. Für die Probenaufbereitung ist lediglich Zentrifugation notwendig, und die Probe kann direkt auf die Horizontal-ATR Einheit aufgebracht und vermessen werden. Derzeit ist die simultane Bestimmung von Glucose beziehungsweise Saccharose, sowie Acetat und Lactat möglich. Die Kalibration erfolgte mit einer Reihe von Standards und anschließender chemometrischer Auswertung.

On-line Analytik

Prozess Infrarotspektroskopie: Die Einsatzmöglichkeit von MIR-ATR für on-line monitoring von Fermentationsprozessen zur Wasserstoffherzeugung wird geprüft. Es sollen neben verschiedenen Zuckern gleichzeitig auch Säuren bestimmt werden können.

Tests von Neuentwicklungen: In Kooperation mit namhaften Sensorherstellern werden neue Messprinzipien für die online Messung von Biogaszusammensetzung und Durchfluss getestet.

Solares Kühlen

Verschiedene solar betriebene Klimaanlage oder Kälteaggregate sind bereits am Markt erhältlich, doch decken diese Maschinen lediglich den Leistungsbereich

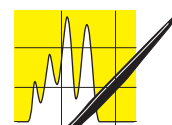
jenseits der 50 kW ab, sind groß, kompliziert in der Handhabung und teuer.

Hier setzen nun die Bestrebungen von Profactor an. Zusammen mit internationalen Partnern soll die solare Klimatisierung auch im kleinen Leistungsbereich konkurrenzfähig gemacht werden, um selbst Einfamilienhäuser mit dieser zukunftsweisenden Technik ausstatten zu können.

Das Herzstück der Kältemaschine stellt eine Zeolith-Füllung dar. Zeolithe sind natürlich vorkommende Mineralien auf Basis von Alkali- oder Erdalkalialuminiumsilikaten. Sie zeichnen sich durch interkristalline Hohlräume und Kanäle aus, die zu einer immens großen inneren Oberfläche führen, auf der bis zu 40 % Wasser physikalisch gebunden werden kann. Für die technische Verwendung werden Zeolithe meist künstlich hergestellt.

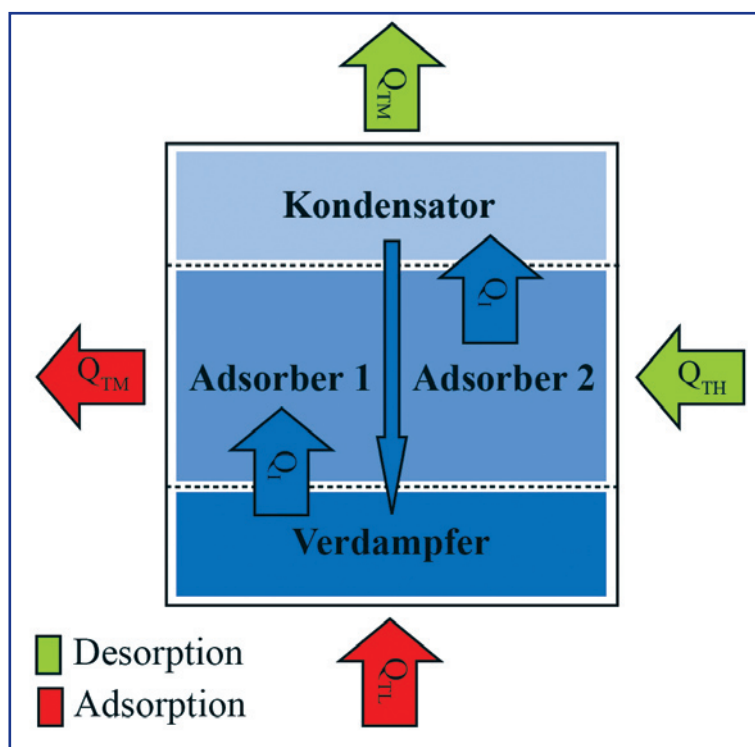
Die in der Raumluft gespeicherte Wärme bewirkt, dass das Kältemittel, in diesem Fall Wasser unter sehr niedrigem Druck, verdampft und damit die Lufttemperatur im Gebäude absinkt. Der Kältemitteldampf wird nun durch das thermodynamische Prinzip der Adsorption aus dem Verdampfer „abgesaugt“ und am Zeolith angelagert. Im Verdampfer ist somit wieder Platz für weiteren Kältemitteldampf und es kann kontinuierlich Wärme von der Raumluft an die Kältemaschine abgegeben werden (Abbildung 5).

Da das Adsorptionsmittel ein beschränktes Potenzial zur Wasseraufnahme hat, muss es nach jedem Zyklus regeneriert werden. Für eben diesen Regenerationsprozess des Silikagels wird die Sonnenwärme verwendet. Das Wasser wird aus dem Adsorptionsmit-



AUFSÄTZE

Abbildung 5: Prinzip der Adsorptionskältemaschine.



tel ausgetrieben, kondensiert, entspannt und wieder dem Verdampfer zugeführt. Da während der Regenerationsphase keine Kälteerzeugung möglich ist, bedarf es mindestens zweier baugleicher Adsorber, um einen quasikontinuierlichen Prozess zu ermöglichen.

Solar angetriebene Kältemaschinen haben drei markante Vorteile gegenüber konventionellen Kompressionskältemaschinen: Erstens benötigen sie lediglich einen Bruchteil der Primärenergie ihrer strombetriebenen Konkurrenten, zweitens kommt mit Wasser ein äußerst umweltfreundliches Kältemittel zum Ein-

satz und drittens erhöht sich der Nutzungsgrad der solarthermischen Kollektoren enorm, da diese typischerweise während der Sommermonate lediglich zur Warmwasserbereitung herangezogen werden.

Thermische Kältemaschinen können mit jeder Form von Abwärme betrieben werden, vorausgesetzt ihr Temperaturniveau reicht aus, um das Adsorptionsmittel zu regenerieren.

Kontakt: Dr. Werner Ahrer Profactor Produktionsforschungs GmbH Im Stadtgut A2 A-4407 Steyr Gleink Österreich E-Mail: Werner.Ahrer@profactor.at. **CLB**

Unternehmensprofil Profactor

Profactor ist die größte außeruniversitäre Forschungsgruppe für Produktionstechnologien in Österreich. Forschung bei Profactor bedeutet Forschung durch Menschen. Über 100 Mitarbeiter aus multidisziplinären Fachbereichen arbeiten an den Standorten Steyr und Seibersdorf an innovativen technologischen Lösungen für die produzierende Industrie.

Moderne Forschung ist breit angelegt und verwandelt unterschiedlichstes Wissen zum Nutzen des Kunden. Profactor verweist auf langjähriges spezielles Know-how in den Bereichen:

- Sensorgeführte Robotik für die Automatisierung kleiner Losgrößen
- Inspektionssysteme zur Qualitätssicherung und Prozessregelung
- Simulationsgestützte Planung und Optimierung von Logistikprozessen
- Design & Implementierung von intelligenten Software- und Steuerungssystemen
- Fertigungskonzepte und -strategien in der spanenden Bearbeitung
- Technologien zur Charakterisierung und Produktion von Oberflächen und Beschichtungen
- Mechatronische Komponenten und Systeme zur aktiven Schwingungs- und Lärmunterdrückung
- Erforschung und Entwicklung alternativer Energiesysteme
- Robotik für medizinische Anwendungen

Konsequent verbindet das Team von Profactor die Welt der Wissenschaft mit der Welt der Wirtschaft. Die intensiven Kontakte zu nationalen und internationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen öffnen Zugänge zu neuem Wissen und Technologien. Mit diesen Kenntnissen ermöglicht Profactor sowohl Klein- und Mittelbetrieben als auch „Global Players“ der Industrie die Einführung neuer Technologien und Produktionsverfahren.

Mehr als 400 Projekte mit rund 300 Partnern hat die Bilanz der Forschungsgruppe bereits aufzuweisen. Forschungs-Know-how im Wert von 200 Millionen Euro wurde damit der österreichischen Industrie als Transferleistung zur Verfügung gestellt. Besonders engagiert war Profactor bei nationalen und internationalen Forschungsförderungsprogrammen. Allein 2006 startete die Produktionsforschungs GmbH elf neue, geförderte Forschungsprojekte. Insgesamt wurden 98 bilaterale Forschungsprojekte (d.h. Aufträge seitens der Industrie) begonnen. 70 Prozent der Kostenbeiträge stammten im vergangenen Jahr aus eigenakquirierten Industrie-Projekten und Projekten aus nationalen und internationalen Forschungsprogrammen. 2007 strebt die ProfactorGruppe einen Gesamtumsatz von 10,5 Millionen Euro an.



Gebäude-Teilansicht von Profactor

250 Stationen für die „Lust am realen Entdecken“

Phaeno – Experimentierlandschaft in Wolfsburg



Georg Schwedt, Bonn

In der Stadt des Volkswagens entstand gegenüber der Autostadt, neben dem ICE-Bahnhof, von März 2001 bis November 2005 ein spektakuläres Bauwerk der Star-Architektin Zaha Hadid – das Science Center Phaeno. 250 Experimentierstationen, Life-, Bio- sowie TechLab laden zu eigenem Experimentieren ein. Das Bauwerk selbst wird als „größte begehbare Skulptur Deutschlands“ bezeichnet. Die Stadt Wolfsburg hat das Gesamtprojekt mit etwa 78 Millionen Euro finanziert.

Am 24. November 2005 wurde das Science Center Phaeno eröffnet. Im Herbst 1998 hatte der damalige Kulturdezernent der Stadt Wolfsburg, Dr. Wolfgang Guthardt (heute Direktor von Phaeno) im Städtischen Lenkungsausschuss einen konkreten Vorschlag für die Errichtung eines Science Centers nach dem Vorbild des „Exploratorium“ in San Francisco vorgelegt. Im Juli 1999 beschloss der Rat den Bau. Es wurde ein internationaler Architekturwettbewerb ausgeschrieben, zu dem 23 Beiträge aus 8 Ländern gingen. Die Londoner Architektin Zaha Hadid (geb. in Bagdad 1950) erhielt den ersten Preis. Sie zählt zu den führenden Vertreterinnen des Dekonstruktivismus, mit ungewöhnlichen Raumkonstruktionen, die sie als Aufbruch zu neuen Lebensformen versteht. Als Kurator der Experimentierstationen konnte der Amerikaner Joe Ansel gewonnen werden, der bereits 1972 im „Exploratorium“ unter der Leitung des Gründungsdirektors Dr. Frank Oppenheimer gearbeitet hatte. 1992 gründete Ansel ein eigenes Unternehmen. „Für Phaeno hat er die Experimentierstationen zusammengestellt, 31 Science Center und erfahrene Exponat-Hersteller aus acht verschiedenen Ländern Europas und Amerika bauten sie. Ein besonderes Extra sind 40 von Künstlern gestaltete Stationen.“

In der zur Eröffnung von Phaeno herausgegebenen Broschüre ist über die „Definition der Bauaufgabe“ von Christoph Stözl (2000 Senator für Wissenschaft, Forschung und Kultur in Berlin) als Herausgeber Folgendes zu lesen:

„Das Science Center als Symbolbau (Abbildung 1) sollte einen städtebaulichen Gegenpol zum mächtigen Kraftwerk des Volkswagenwerks bilden, dem bis dato dominanten, von den Städtegründern städtebaulich wie symbolisch präzise gesetzten Zeichen des gigantischen Industrieareals mit seiner neuen Publikumsattraktion und Kommunikationsplattform, der Autostadt. Das kraftvolle Industriedenkmal mit seinen vier riesi-



Abbildung 1:
Der Entwurf der Londoner Architektin Zaha Hadid (geb. in Bagdad 1950) erhielt den ersten Preis (Foto: Klemens Ortmeier).

gen Schornsteinen sollte auf Stadtseite ein baulich adäquates Gegenüber erhalten, das eine sich von Volkswagen emanzipierende, selbstbewusstere werdende Stadt markierte. Das kommunikative Angebot sollte ein weiteres wichtiges Signal senden: Partnerschaft zwischen Stadt und Industrie.“

Wer heute den ICE-Bahnhof Wolfsburg verlässt und die Autostadt besuchen will, kann unter dem faszinierenden Bauwerk des Phaeno hindurch, mit Einblicken in die Experimentierlandschaft, und über die Brücke des Kanals sich davon überzeugen, dass diese Ziele erreicht worden sind (Abbildung 2). Er wird der Einladung zum Besuch des Phaeno nach diesem ersten Eindruck kaum widerstehen können.

Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, war von 1987 bis zu seiner Emeritierung 2006 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal. Jetzt lebt er in Bonn und widmet sich in vielfacher Weise der Aufgabe, die Naturwissenschaften den Menschen nahe zu bringen.





Abbildung 2:
Schon ein
Gang unter
das Gebäude
hindurch lädt
zum Besuch ein
(Foto: Klemens
Ortmeyer).

Themencluster im Phaeno

Als Ausgangspunkt für diese einmalige „Experimentierlandschaft der Naturwissenschaften“ sind Phänomene aus der Natur gewählt worden. Die „Lust am realen Entdecken“, an der eigenständigen Durchführung oft spektakulärer Experimente, die spielerische Annäherung an die Gesetze der Natur stehen im Mittelpunkt des Konzeptes, und eines Besuches. Es handelt sich somit um interaktive, insgesamt 250 Experimentierstationen.

Eine „Kleine Gebrauchsanweisung“, als Faltblatt im Eingangsbereich erhältlich, informiert über die Themencluster Materie, Mikro-Makro, Bewegung, Wind und Wetter, Energie, Leben, Licht und Sehen sowie Informationen. Phaeno verfügt über einen Shop mit Experimentierkästen, Büchern und Spielen, einen Picknick-Bereich sowie über das Restaurant da Vinci (und SB-Restaurant „Cantina italiana“).

Im „Phaeno-Check“ des genannten Faltblattes werden einige Beispiele (Exponate) zu den Themenclustern genannt, die ein Besucher unbedingt ausprobieren sollte, zum Beispiel: Materie: „Was geschieht im freien Fall?“ oder „Waren Sie entspannt genug, um die Kugel zu bewegen?“; Mikro-Makro: „Aus ‚L‘ und ‚T‘ wird... ein Stuhl?“; Bewegung: „Wie fühlt sich eine Eisprinzessin?“; Wind und Wetter: Warum ist das Bermuda-Dreieck so gefährlich?“; Energie: „Haben Sie die Hitze des Feuertornados (Abbildung 3) gespürt?“; Leben: „Papier wird zur Rose und zum Hot-Dog, oder?“ und beispielsweise „Wie wirkungsvoll sind antimikrobielle Spülmittel?“; Licht und Sehen: „Sind die schwarz-weißen



Abbildung 3:
Exponat zum
Themencluster
Energie – der Feu-
ertornado (Foto:
phæno/Rainer
Jensen).

Kacheln gerade oder schief?“; Information: „Ist Ihr Schatten gefroren?“. Alle Formulierungen machen entsprechend des allgemeinen Konzeptes zunächst neugierig und verraten noch nicht allzu viel von den überwiegend physikalischen Phänomenen, die sich dahinter verbergen.

Die Anleitungen an den Exponaten sind leicht verständlich abgefasst, ebenso die tiefer gehenden Erläuterungen. Sollte es aber Schwierigkeiten bei der Durchführung und hinsichtlich des Verständnisses geben, so stehen „phaeno(women)“ in roten Westen zur Verfügung, die man ansprechen und um Hilfe (auch bei der Suche nach speziell interessierenden Experimenten) bitten kann. Es gilt auch hier die Formulierung von Oppenheimer für das Exploratorium in San Francisco: „Ich möchte nicht, dass jemand aus meinem Haus geht, voller Bewunderung, wie schlaue ein anderer war; sondern mit dem Zutrauen, selber etwas zustande bringen zu können.“

Joe Ansel über das Entdecken

Der Autor hat den „Macher“ der Exponate persönlich kennen gelernt. Joe Ansel hat stets das Ziel verfolgt, „eine Ausstellung zu produzieren, die Spaß macht und uns positiv verändert“. Seine Vorstellungen sind an einem Beispiel beschrieben: „Den Besuchern wird ihr Erleben nicht in Kategorien vorgegeben... Die Besucher berühren, verändern, kontrollieren die Parameter der Exponate. Sie engagieren sich, sie stecken sich gegenseitig mit ihrer Entdeckerfreude an. Die Simulation einer Pendelschwingung etwa kann kein Gefühl für die Abläufe vermitteln, denn es existiert keine mit den Händen spürbare Kraft, die den Besucher erfahren lässt, dass das Pendelgewicht „zurückschwingen“ will. Dieses Wirken in beide Richtungen – die Besucher verändern die Bedingungen, das Exponat lässt sie die Auswirkungen spüren – lässt eine Beziehung zwischen Exponat und Besucher entstehen.“

Und über die Phänomene insgesamt schreibt Joe Ansel: „Man muss sie sehen, berühren, hören und sogar riechen, um sie zu verstehen. Warum sollten wir sonst diese Experimentierstationen brauchen? Dennoch, es sind Phänomene, die wunderschön sind wie im Seifen-Film-Exponat, das Strömungen regenbogen-schillernd sichtbar macht, dramatisch sind wie Ned Kahns fünf Meter hoher Tornado, den ganzen Körper involvieren wie das Gyroskop zum Reiten, unsere Intuition widerlegen wie der Bernoulli-Ball, ein Geheimnis enthüllen wie das Pferdeschwanz-Exponat.“

Mitmachlabors – Ideenforum – Wissenschaftstheater

Zum Konzept von Phaeno gehört es, dass außer der Welt der Exponate auch drei Mitmachlabors (Tech Lab, Life Lab und Bio Lab), ein Showkrater, in dem zum Beispiel Experimental-Shows stattfinden können,

CLB – Memory

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

April 2007

Umweltbundesamt rät:

Klimawandel einplanen

Martin Ittershagen

Der zweite Teil des Weltklimaberichts der Vereinten Nationen (UN) warnt vor fehlenden Schutz- und Anpassungsmaßnahmen. Wir müssen den Klimawandel in unseren Planungen stärker berücksichtigen. Das gilt vor allem für langfristige Investitionen in die Infrastruktur.

„Im Küstenschutz haben wir es vorgemacht, nun müssen andere Bereiche folgen, wie Raum- und Stadtplanung, Gesundheitswesen, Naturschutz und Finanzwirtschaft“, so kommentierte Andreas Troge, Präsident des Umweltbundesamtes (UBA) in Dessau den zweiten Teil des UN-Klimaberichts.

Der Bericht der Arbeitsgruppe II des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimafragen (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) zeigt, dass Klimaänderungen unsere Umwelt bereits heute weltweit beeinflussen. Unter dem Strich führe die von den Fachleuten erwartete raschere Erwärmung mit großer Wahrscheinlichkeit zu deutlich negativen Auswirkungen – auch in Europa und in Deutschland.

Mögliche Folgen des Klimawandels

Nach Auffassung der Fachleute dürften die Klimaänderungen zahlreiche Ökosysteme in diesem

Jahrhundert überfordern. Steigt etwa die Temperatur um mehr als 1,5 bis 2,5 Grad Celsius, könnten rund 20 bis 30 Prozent der Tier- und Pflanzenarten aussterben, so der IPCC.

Anstieg des Meeresspiegels

Das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ braucht mehr Aufmerksamkeit, weil die Verringerungen der klimaschädlichen Treibhausgase erst in mehreren Jahrzehnten wirken werden. Nur in einigen Bereichen stieg bisher die Aufmerksamkeit für Anpassungsnotwendigkeiten – etwa, sobald es um den prognostizierten Anstieg des Meeresspiegels geht.

Europa wäre von diesem stark betroffen. Bis 2080 könnten Überschwemmungen europäischer Küsten die Lebensräume von bis zu 2,5 Millionen Menschen gefährden. In Deutschland haben die Verantwortlichen die Bedeutung eines möglichen intensiveren Sturmgeschehens sowie des beschleunigten Meeresspiegelanstiegs für den Küstenschutz erkannt. Jetzt gilt es, das Wissen über künftige regionale Klimaänderungen und deren Folgen in das vorhandene rechtliche, organisatorische und technische Instrumentarium des Küstenschutzes zu integrieren und die Grundlagen für die Planung, Bewertung und Investition langfristiger Infrastrukturprojekte neu zu justieren.

Hier kann eine integrierte und langfristig ausgelegte deutsche Strategie zur Anpassung an den Klimawandel Hilfestellung leisten. Der IPCC-Bericht macht hierzu Eines klar: Diese Strategie muss auch Antworten darauf geben, wie stark Deutschland und die EU insgesamt betroffen sind und wie die EU und Deutschland vor allem armen Ländern dabei helfen werden, die negativen Wirkungen des Klimawandels zu lindern. Bisherige Aktivitäten hierzu sind nicht ausreichend.

Das Kompetenzzentrum für Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt (KomPass) unterstützt Bund und Länder bei der bereits angelaufenen Identifizierung und Umsetzung einer solchen Strategie mit Daten, wissenschaftlichen Erkenntnissen und konzeptionellen Vorschlägen.

Anfang Februar hatte der UN-Klimaausschuss seinen Sachstandsbericht Teil 1 der Öffentlichkeit vorgestellt. Im Mai wird der dritte Teil des UN-Klimaberichts veröffentlicht. Er befasst sich mit Maßnahmen zur Linderung des Klimawandels – also mit der weltweiten Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen. Der komplette Bericht für 2007 wird im November dieses Jahres vorliegen.

Weitere Informationen unter www.anpassung.net und www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm.

Nützliche Ratgeber 80 – 83

Zum Hören, Lesen und Lernen

Zwei Audiomagazine



Das monatliche Audiomagazin „Chemie der Innovationen“ berichtet über Entwicklungen und neue Technologien aus der BASF-Forschung. Die erste Sendung befasst sich mit Energiesparkonzepten beim Hausbau, die einen Beitrag für den Klimaschutz leisten. Das Audiomagazin berichtet leicht verständlich, informativ und auf unterhaltsame Art und Weise darüber, wie die Chemie hilft, unsere Zukunft zu gestalten. Jede Sen-

dung hat eine Länge von ungefähr 10 Minuten und richtet sich an ein wissenschaftlich interessiertes, breiteres Publikum.

Der „Chemie Reporter“ liefert in kurzen Clips Antworten auf Fragen zur Chemie, die den Menschen im Alltag begegnet. Gestartet wird die Serie mit der Frage „Was macht bügelfreie Hemden bügelfrei?“. Zuhörer können über E-Mail Fragen stellen, die im Rahmen der Serie beantwortet werden sollen.

In Zukunft: Digitale Gesundheitshelfer

Auf dem Weg zum Arzt oder während einer ärztlichen Therapie sind wir Menschen voller guter Vorsätze: Wir wollen gesünder leben, uns mehr bewegen, das Richtige essen und uns kleine Sünden verkneifen. Meist vergessen wir die guten Vorsätze direkt nach dem Arztbesuch.

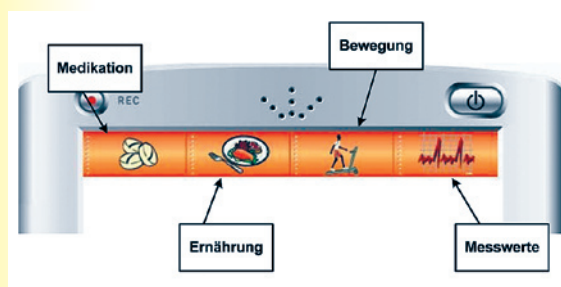
Für Menschen, die unter keiner chronischen Erkrankung leiden, ist das auch kein großes Problem. Sind aber schwerere Erkrankungen diagnostiziert, gilt es, sich einen neuen Lebensstil anzueignen und diesen auch durchzuhalten. Weil dabei nicht ständig der Arzt an der Seite seiner Patienten sein kann, hat das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST digitale Assistenten entwickelt, die beim Durchhalten helfen: Digitale Patientenbegleiter.

Wie kann Technik dabei helfen, das Therapieverhalten zu verbessern? Wie kann Isolation verhindert

werden? Wie können Tagebuchfunktionen und personalisierte Ratgeber abgebildet werden? Die IT-Fachleute des Fraunhofer ISST haben sich bei der Konzeption dieser Dienste Experten für psychologische Therapien und Mediziner als Unterstützung an Bord geholt.

Ergebnis ist der „Digitale Patientenbegleiter“, der in Zukunft unter anderem in einer Fachklinik für Menschen mit Adipositas (krankhaftem Übergewicht) eingesetzt wird. Auf der CeBIT in Hannover zeigten die Forscher des Fraunhofer ISST gemeinsam mit Kollegen anderer Institute eine Variante für Patienten mit Herz-Kreislauf-Problemen, die neben den psychologischen Komponenten auch eine Erfassung von Vitalparametern über ein per Sensor-T-Shirt abgenommenes Elektrokardiogramm ermöglichen wird.

Im Umfeld „Smart Living“ geht es um die Abnahme von Vitalparametern in der eigenen Wohnung, die lästige Routinekontrollen beim Arzt überflüssig macht, wenn alle Werte in Ordnung sind. Denn werden kritische Werte über- oder unterschritten, sendet in diesem Demonstrator die Wohnung gleich einen Notruf an den Arzt oder Pflegedienst (www.isst.fraunhofer.de).



Interaktives PSE

Woher kommt der Name des Elements Helium? Wann wurde Kupfer entdeckt und was ist Darmstadium? Die interaktive Tabelle des Periodensystems der Elemente von Merck gibt die Antworten auf diese Fragen in Sekunden. Sie enthält Informationen über die Eigenschaften und die Geschichte der einzelnen Elemente. Mit dem Puzzle zum Periodensystem können Nutzer ihr chemisches Wissen testen (www.pse.merck.de).

Fernstudien an der FH

Die Zentralstelle für Fernstudien an Fachhochschulen (ZFH) hat einen aktualisierten Ratgeber für Fernstudien an Fachhochschulen 2007 herausgegeben. Er stellt alle Fernstudienangebote der ZFH vor.

Zugangsvoraussetzungen, Studiendauer und Abschlüsse werden erläutert, es gibt Tipps zum Ablauf und zur Organisation eines Fernstudiums. Im zweiten Teil findet der Leser eine Tabelle mit dem Fernstudienangebot an staatlichen und privaten Fachhochschulen mit staatlicher Anerkennung. Der Ratgeber schließt mit Quellen für weitergehende Informationen und Recherchetipps ab.

Die Broschüre kann bei der ZFH kostenlos angefordert oder im Internet unter www.zfh.de unter der Rubrik „Rund um das Fernstudium“ heruntergeladen werden. Anmeldeunterlagen und detaillierte Informationen zu den einzelnen Fernstudiengängen können bei der ZFH in Koblenz angefordert werden. Hier werden auch allgemeine Studienberatungen zum Fernstudium angeboten.



Hochschulinstitute stellen sich vor:

Praktische Forschung für Industrie und Medizin

TU Berlin: Biotechnologen im Brauereiwesen

Kristina R. Zerges, Berlin

Bier gehört mit zu den beliebtesten Getränken nicht nur in Deutschland. Hier entstand das Deutsche Reinheitsgebot, das älteste Lebensmittelgesetz der Welt. Es wurde 1516 vor 491 am 23. April erlassen und schreibt Malz, Hopfen, Hefe und Wasser als Zutaten für das „reine“ Bier vor.

Dass man dem alkohol- und kohlenstoffhaltigen Getränk mit langer Geschichte auch heute noch Neues entlocken kann, beweisen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TU Berlin. Das Fachgebiet Brauwesen beschäftigt sich mit Forschung, Lehre und Beratung rund um das Bier. Es befindet sich in dem 1874 gegründeten Institut für Gärungsgewerbe und Biotechnologie. „Wir beschäftigen uns in unserer großen Versuchsanstalt beispielsweise mit der Geschmacksstabilität, der Würzeherstellung, der Entwicklung von Biochips zum Monitoring von Brauereihefen oder mit der Entwick-

lung von bierähnlichen Getränken“, zählt der Fachgebietsleiter Frank-Jürgen Methner auf.

Die Studiengänge

Viele ausländische Studierende zieht es an die Spree, um sich das neueste Wissen rund ums Bierbrauen in Deutschland anzueignen. Derzeit kann man das Fachstudium „Diplom-Braumeister“ oder den Diplomstudiengang Biotechnologie mit der Vertiefung Brauwesen belegen. Neue Bachelor- und Masterstudiengänge sind in Planung.

„Die Brauwissenschaft hat sich in Berlin mit der Gründung der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei im Jahre 1883 etabliert. Bereits vorher schon wurde an der königlich preußischen Hochschule für Landwirtschaft entsprechende Forschung und Lehre betrieben. Die beiden aktuellen Studiengänge des Faches Brauwesen garantieren eine weitgefächerte ingenieurwissenschaftliche Ausbildung. Der intensive Bezug zur Praxis ermöglicht sehr gute Berufschancen in Brauereien, Mälzereien und ent-

sprechenden Zulieferbetrieben sowie in Forschung und Entwicklung“, ergänzt der Berliner Bier-Professor.

Das „BrauLab“

Für die Werbung von interessierten Schülerinnen und Schülern hat das Fachgebiet Brauwesen kürzlich das „BrauLab“ eingerichtet und öffnet es nun interessierten Experimentatoren. Es ist für Schulklassen oder einzelne Schülerinnen oder Schüler ab der elften Klasse geeignet, die ein besonderes Interesse für Chemie, Biologie oder Biotechnologie mitbringen. Sie erhalten dort Einblicke in die technischen und technologischen Vorgänge des Bierbrauens mit Wasser, Malz, Hopfen und Hefe.

Den nächsten öffentlichen Auftritt bestreitet das Fachgebiet während der „Langen Nacht der Wissenschaften“ am 9. Juni an der TU Berlin mit einer Biershow. Dort wird dann auch das für diesen Anlass gebraute „TU-Bier“ – mittlerweile ein Klassiker – zur Verkostung angeboten.

Aktuelle Forschungsthemen im Brauereiwesen

Das Fachgebiet Brauwesen untersucht Fragen zu Rohstoffen, mälzerei- und brauereitechnische Themen sowie Biotechnik- und Umweltaspekte:



- Einfluss von Aminosäuren auf die Geschmacksstabilität
- Elektronenspinresonanzspektroskopie zur Bestimmung des antioxidativen Potentials von Bier
- Geschmacksaktive Aldehyde während der Bieralterung und Einflussfaktoren auf deren Entstehung
- Entstehungsmechanismen von Dicarbonylen während der Würze- und Bierherstellung
- Optimierung der Bittersäuren-Ausbeute
- Hopfeninhaltsstoffe und deren Einfluss auf das Aromaprofil
- Entwicklung von Biochips zur Bestimmung spezieller Eigenschaften und zum Monitoring von Brauereihefen
- Entwicklung von Bier- und bierähnlichen Getränken mittels Mischkulturen mit dem Schwerpunkt „Bildung spezieller Gärungs-Nebenprodukte“
- Crossflow-Filtration von Bier und Gelägerhefe und deren Optimierung
- Biofilm-Bildung in Brauereien
- Neue Ansätze bei der Mälzungsarbeit

Uni München: Mit künstlichen Viren zielstrebig in die Zelle

Luise Dirscherl, München

Vielen Leiden wie Krebs oder Erbkrankheiten liegen genetische Defekte zugrunde. Diese Mutationen verhindern, dass das betroffene Gen seine normale Funktion erfüllt. In einer Gentherapie sollen Viren gesunde Gene in die Zellen einschleusen, so dass diese die defekten Kopien ersetzen. Ein Ansatz nutzt künstliche Viren, also eigens geschaffene molekulare Transporteinheiten. Diese Fähren erkennen möglichst nur die erkrankten Zellen und docken an sie an, um in das Zellinnere aufgenommen zu werden.

Wissenschaftler der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München erprobten jetzt verschiedene künstliche Viren und verfolgten deren Weg in Tumorzellen mit bislang unerreichter Auflösung, wie in der Fachzeitschrift „Molecular Therapy“ berichtet. Wie mikroskopische Aufnahmen zeigen, beschleunigte und erleichterte die Wechselwirkung mit diesem Molekül die Aufnahme der künstlichen Viren deutlich.

Das Team um Christoph Bräuchle, Department für Chemie und Biochemie der LMU, sowie Ernst Wagner, Department für Pharmazie, analysierte die Effizienz von drei künstlichen Viren. Wagner berichtet: „In unserem Testsystem nutzten wir drei nicht-virale Vektoren, die aus DNA komplexiert mit Polyethylenimin (PEI) bestanden: Polyplexe.“ Reine PEI-DNA-Polyplexe gelangen mit hoher Effizienz in die Zellen, wenn auch nur sehr unspezifisch. Ihre Oberfläche ist positiv geladen. Bei einer zweiten Variante wurde das PEI teilweise durch ein Fusionsprodukt aus PEI mit Polyethylenglykol ersetzt, wodurch die Oberfläche eine neutrale Ladung erhielt. Bei einer dritten Variante schließlich wurde noch ein weiteres Molekül in die Oberfläche eingebracht: der „Epidermal Growth Factor“, kurz EGF.

Dieses Protein spielt eine wichtige Rolle bei der Regulation des Wachstums der Zelle, ihrer Differenzierung und anderen essentiellen Prozessen. EGF bindet an der Zelloberfläche hoch spezifisch an ein anderes Molekül: an seinen Rezeptor. Dieser „Epidermal Growth Factor Receptor“, kurz EGFR, liegt verstärkt an der Oberfläche von Tumorzellen bei einer ganzen Reihe verschiedener Krebserkrankungen des Menschen vor – und ist damit ein Zielmolekül für Therapien.

Das gilt auch für den Einsatz künstlicher Viren. „Wir hoffen, dass die Transportvehikel systemisch verabreicht werden können, sich dann aber gezielt im Tumorgewebe – oder einem anderen Zielgewebe – ansammeln und dort aktiv werden“, meint Manfred Ogris, der Korrespondenzautor der Arbeit. Als Modellsystem für ihre Untersuchungen wählten die Wissenschaftler humane Leberkrebszellen. „Ein spezifisches Merkmal dieser Zellen ist die hohe Expression von EGFR an der Zelloberfläche“, so Ogris. „Deshalb waren sie besonders geeignet für die Untersuchung mit unseren künst-

lichen Viren, die EGF enthielten.“ So bestand die Möglichkeit, dass über die Wechselwirkung zwischen dem Wachstumsfaktor und seinem Rezeptor die molekularen Transportvehikel mit besonders hoher Effizienz in die Zellen geschleust würden.

Schnellerer Transport mit dem Wachstumsfaktor

„Frühere Arbeiten haben gezeigt, dass die Aufnahme der künstlichen Viren über EGFR erhöht ist“, berichtet Bräuchle. „Unbekannt war aber, worauf dieser Effekt im Detail beruht. In unserer Arbeit haben wir nun unspezifische Polyplexe mit solchen verglichen, die EGF an der Oberfläche enthielten.“ Dazu wurden einzelne, fluoreszent markierte Polyplexe auf ihrem Weg in die Zelle mit hoch auflösender Fluoreszenzmikroskopie verfolgt und in Videosequenzen aufgenommen.

„Die Analyse dieser Filme zeigte, dass Polyplexe mit EGF deutlich schneller in die Zelle aufgenommen werden und kürzer an der Zelloberfläche verweilen“, so Bräuchle. „Unspezifische Polyplexe dockten auch sehr gut an die Zelloberfläche an, wurden aber deutlich schlechter aufgenommen. Damit ist uns zum ersten Mal gelungen, die Dynamik von zielgerichteten künstlichen Viren bei der Aufnahme in die und dem Transport in der lebenden Zelle im Detail zu beobachten und aufzunehmen.“

Dabei wurde auch deutlich, dass der gesamte Vorgang aus drei Phasen besteht: Der erste Abschnitt endet mit der Aufnahme in die Zelle, im zweiten Abschnitt bewegen sich die Partikel im Zellinneren und im dritten dann werden sie entlang zellulärer Stützstrukturen zum Zielort gebracht. „Die Wechselwirkung zwischen EGF und EGFR verkürzt dabei die erste Phase deutlich und beschleunigt vor allem die Aufnahme des Partikels in die Zelle“, berichtet Bräuchle.

Über Viren

Viren (von lat. virus „Schleim, Saft, Gift“) können sich nur vermehren, indem sie in andere Zellen eindringen. Diese Fähigkeit macht sie zu potentiellen Transportern in der Gentherapie. Um unerwünschte Nebenwirkungen möglichst gering zu halten, greift die Forschung zunehmend auf „künstliche Viren“ zurück.

Viren bestehen aus Proteinen und Nukleinsäuren: entweder Desoxyribonukleinsäuren (DNA) oder Ribonukleinsäuren (RNA). Einige Viren sind zusätzlich von einer Membran umgeben, einer Virushülle. Viren haben keinen eigenen Stoffwechsel, ihnen fehlen Ribosomen, Mitochondrien und Zytoplasma. Daher können sie allein keine Proteine herstellen, keine Energie erzeugen und sich auch nicht selbst replizieren. Im Wesentlichen ist ein Virus also eine Nukleinsäure, auf der die Informationen zur Steuerung des Stoffwechsels einer Wirtszelle enthalten sind.

TU Graz: Farm für Mikroorganismen

Alice Senarclens de Grancy, Graz

Umweltfreundliche Lösungen für Verpackungsmaterialien entwickeln Forscher am Institut für Biotechnologie und Bioprozesstechnik der TU Graz: Sie erzeugen Biokunststoffe aus industriellen Abfallstoffen. Die BASF stellt den Wissenschaftlern nun eine neue Anlage zur Verfügung, mit der sie wissenschaftlich neue Wege beschreiten und die Qualität des Materials besser beeinflussen können.

Vom Kaffeebecher bis zur Plastiktüte können Biokunststoffe heute schon Materialien aus Erdöl teilweise ersetzen. Hergestellt werden die Produkte aus natürlichen Stämmen von Mikroorganismen aus nachwachsenden Rohstoffen, für die sonst kaum Verwendung besteht oder die als Abfälle anfallen. „Unsere neue Anlage funktioniert wie eine Farm für Mikroorganismen. Wir halten die Bakterien quasi als Mini-Nutztiere für die Produktion von biologischem Kunststoff“, erläutert Gerhart Braunegg, Projektleiter der Arbeitsgruppe Angewandte Physiologie.

Zuerst müssen die Bakterien allerdings hungern, damit sie bereit sind, andere Nährstoffe als Reserve aufzunehmen: „Wie der Mensch sich in Zeiten knapper Nahrungszufuhr Fettreserven ansammelt, legen die Mikroorganismen Biopolyester als Speicher an“, verdeutlicht Braunegg. Als „Futter“ bekommen die Bakterien industrielle Abfallprodukte wie etwa Molke, die in Käserieseien tonnenweise übrig bleibt. In der neuen Anlage sind mehrere Bioreaktoren, also Behälter, in denen die Mikroorganismen leben, miteinander verbunden. Die Forscher können so auf die einzelnen Stufen im Prozess Einfluss nehmen und damit die Qualität der Materialeigenschaften steuern.

Kunststoff kompostieren

Werden biologisch abbaubare Kunststoffe selbst zu Abfall, so verrotten sie innerhalb einiger Wochen und könnten daher sogar auf dem Komposthaufen bedenkenlos entsorgt werden. „Damit entsteht ein natürlicher Kreislauf, in dem die Kohlendioxid-Bilanz theoretisch völlig ausgeglichen ist“, erklärt Braunegg.



Die neue Anlage an der TU Graz steuert die Eigenschaften von Biokunststoffen.

Vision der Forscher ist, dass Unternehmen die Erkenntnisse direkt im Produktionsprozess integrieren, wo der Abfall anfällt: „Wir wollen den perfekten biotechnologischen Prozess finden, um Biokunststoffe herzustellen. Die Produktion selbst bleibt Aufgabe der Industrie und sollte idealerweise direkt beim Unternehmen stattfinden.“

TU Dresden: Bruchfeste Keramik selbst gestrickt

Kim-Astrid Magister, Dresden

Am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden werden Hochleistungskomponenten aus Textilverbundkeramiken entwickelt und Prototypen hergestellt.

Textilverbundkeramiken zeichnen sich durch geringe Dichte, hohe Festigkeit und Steifigkeit, gute Temperaturstabilität, sehr gute Thermoschock-, Korrosions- und Abrasionsbeständigkeit sowie durch schadenstolerantes Bruchverhalten aus. Die Textilverbundkeramik ist aufgrund ihrer Eigenschaften besonders prädestiniert für Brennkammerauskleidun-

gen oder Thermalschutzsysteme in Flugzeug- und Raketentriebwerken, für Hochleistungskomponenten in der Chemie-, Energie- und Umwelttechnik sowie für tribologisch hoch belastete Bauteile.

Die Herstellung der bruchtoleranten Textilverbundkeramiken erfolgt im Polymerinfiltrations- und Pyrolyseverfahren. Besonders unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bietet diese Fertigungstechnik den Vorteil, dass für die Herstellung der Polymervorstufe auf einschlägige Verfahren und Einrichtungen der Faserverbundkunststoff-Produktion zurückgegriffen werden kann. Nachdem die textilen Faserhalbzeuge mit einem flüssigen,

organometallischen Precursor imprägniert worden sind, erfolgt die Formgebung, Konsolidierung und Keramisierung.

Textilverbundkeramik

Mit Endlosfasern verstärkte Keramiken haben eine Mikrostruktur, die die Ausbreitung von Rissen behindert, und deshalb im Gegensatz zu klassischen monolithischen Keramikwerkstoffen eine hohe Schadenstoleranz, d. h. geringe Sprödigkeit. Im Vergleich zu Metallen zeichnen sie sich durch eine höhere Temperaturbeständigkeit und eine geringere Dichte aus. Diesen positiven Eigenschaften stehen heute noch relativ hohe Kosten und die begrenzte Langzeitbeständigkeit in oxidierender Umgebung gegenüber.

Hochschule Niederrhein: Vom Leinöl zum Linoleum

Rudolf Haupt,
Hochschule Niederrhein

Wenn von Linoleum die Rede ist, denken viele an ihre Schulzeit: Es war dieser typische Duft, der einem im Treppenhaus entgegenschlug. Auch an der Hochschule Niederrhein im Labor für Instrumentelle Analytik riecht es derzeit nach Linoleum: Im Auftrag eines Herstellers von Bodenbelägen erforscht die Masterstudentin Melissa Erling die molekulare Struktur von Linoleum und seinen Vorstufen.

Was die einen morgens über ihr Müsli schütten – nämlich Leinsamenkerne –, treten die anderen als Linoleum mit den Füßen. Dazwischen liegen allerdings eine Reihe von Produkten. Durch Erwärmung und Sauerstoffzufuhr wird Leinöl immer zähflüssiger, bis es die für die Linoleumherstellung notwendige Viskosität erreicht hat.

Von zwölf Zwischenprodukten, als Proben gezogen im Abstand von jeweils einer Stunde, analysierte Melissa Erling die molekulare Struktur. Dafür nutzte sie ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziertes Massenspektrometer im Labor von Prof. Dr. Harald Weber. „Die Länge der



Der molekularen Struktur des Leinöls und seiner Produkte waren Melissa Erling und Harald Weber auf der Spur.

Molekülketten und deren Vernetzungen geben Aufschluss über den Grad Viskosität des Materials“, erläutert der Chemiker.

Die Produktionstechniker bei Armstrong Floor Products Europe im schwäbischen Bietigheim können ihre Erfahrungswerte nun wissenschaftlich untermauern. Nicht zuletzt kann nach der Masterarbeit die wünschenswerte Qualität des Rohstoffs Leinöl definiert werden.

Zugleich taten sich neue Fragen auf: Wie verändert sich die Viskosität in Abhängigkeit von Temperatur und Produktionszeit? Und warum hat Linoleum bei gleicher

Viskosität manchmal andere Eigenschaften? „Mit dieser Masterarbeit haben wir die Tür für 20 weitere aufgestoßen“, lächelt Weber.

Für Melissa Erling ist die „Reise“, die mit dem Studium der Organischen Chemie an der Hochschule und der gleichzeitigen Ausbildung zur Chemielaborantin begann, sich über das Diplom fortsetzte und in Kürze mit dem Master of Science abschließt, vorerst zu Ende. Die Duisburgerin erwartet, dass sie sich mit dem Mastergrad auf dem Arbeitsmarkt erfolgreicher gegen Absolventen von Universitäten durchsetzen kann.

Uni Jena: Urzeitliches Leben aus der Retorte

Ute Schönfelder, Jena

Man nehme: eine winzige Hülle aus Fetten oder fettartigen Molekülen, kleiner als ein Millionstel Meter im Durchmesser. In diesen winzigen Bläschen (Liposomen) lasse man chemische Reaktionen ablaufen, die Energie für weitere chemische Prozesse liefern. Außerdem füge man Gene und Eiweiße hinzu und überlasse das Ganze anschließend sich selbst.

So oder ähnlich könnte sie aussehen, die erste Bauanleitung für eine künstliche „Minimalzelle“, die Forscher der Friedrich-Schiller-Universität Jena herstellen wollen. Es sollen einfache zellähnliche Reaktoren entstehen, die einen eigenen Stoffwechsel aufweisen.

„Das bedeutet, in ihnen sollen Stoffwechselprozesse ablaufen, sie sollten sich selbst vermehren und auf veränderte Umweltbedingungen reagieren können“, nennt der Biophysiker Alfred Fahr die

wichtigsten Kriterien, die die künstlichen Zellen einst erfüllen sollen.

Für den Inhaber des Lehrstuhls für Pharmazeutische Technologie der Jenaer Universität steht dabei nicht die Erschaffung eines neuen Organismus im Mittelpunkt. „Es geht uns vielmehr darum, herauszufinden, wie sich die Entstehung der ersten Ur-Organismen vor etwa 3,7 bis 3,9 Milliarden Jahren auf der urzeitlichen Erde abgespielt haben könnte.“ Denn dar-

über liege naturgemäß bis heute nur bruchstückhaftes Wissen vor.

Für ihre Untersuchungen stellen die Forscher mögliche Bedingungen der Zeit vor etwa 3,8 Milliarden Jahren im Labor nach. „Neben Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefelwasserstoff und Wasser gab es vor allem reichlich Stickstoff und Eisen-Schwefelverbindungen, beispielsweise Eisensulfid“, zählt der Chemiker Wolfgang Weigand auf. Das Eisensulfid ist in der Lage mit Schwefelwasserstoff zu reagieren. „Diese Reaktion setzt so viel

Energie und Wasserstoff frei, dass größere Biomoleküle wie Fette und einfache Eiweiße entstehen können“, so der Professor für Anorganische Chemie der Universität Jena weiter.

In den kommenden drei Jahren wollen Weigand und Fahr nun Liposomen herstellen, die Eisensulfid-Nanopartikel enthalten. Sie prüfen dann, ob die urzeitliche Energiegewinnung der „Eisen-Schwefel-Welt“ auch im Labor funktioniert. Gelingt dies, wollen später die dänischen und französi-

schen Partner des Projekts „Synthecells“ die einfachen Zellvorläufer mit genetischer Information sowie größeren Eiweißen ausstatten. P. Luigi Luisi aus Rom koordiniert das Projekt, die Europäische Union fördert es im 6. Forschungsrahmenprogramm mit 1,4 Millionen Euro.

Erste Eisensulfid-haltige Liposomen haben die Wissenschaftler der römischen und Jenaer Arbeitsgruppen bereits in einer vorherigen Zusammenarbeit hergestellt.

Uni Würzburg: Laboranalysen mit Laserlicht

Robert Emmerich, Würzburg

Gesundheits-Check beim Arzt: Der Patient bekommt Blut und Urin abgenommen. Die Proben gehen dann in ein Labor, wo sie zum Beispiel auf das Vorhandensein bestimmter Proteine untersucht werden. Solche Laboranalysen sollen in Zukunft genauer, schneller und kostengünstiger werden.

Die Forschergruppe um Sebastian Schlücker vom Institut für Physikalische Chemie hat dazu mit Kollegen aus Chemie und Medizin ein neuartiges Verfahren entwickelt: Winzig kleine Partikel aus Edelmetallen wurden so verändert, dass sie ganz gezielt an Proteine, DNA oder andere Zielmoleküle andocken. Werden sie dann mit Laserlicht bestrahlt, geben sie charakteristische Streusignale ab, die sich messen lassen.

Der Vorteil: Bei diesem Verfahren kann man eine zu analysierende Probe gleich mit mehreren Partikeln zusammenbringen, die jeweils unterschiedliche Moleküle enttarnen. „Das spart Zeit und Geld“, sagt Schlücker, „weil sich in der Probe in einem Aufwasch zum Beispiel viele verschiedene Proteine analysieren lassen“. Außerdem ist das Verfahren quantitativ. Es weist die gesuchten Moleküle al-

so nicht nur nach, sondern erfasst auch ihre Menge.

Die Technik wurde zum Patent angemeldet und eignet sich auch für andere Einsatzfelder. Etwa für die Suche nach krankheitserregenden Mikroorganismen in Kliniken oder für die Analyse von Krebsgeschwulsten. Tumore haben oft sehr spezielle Eigenschaften, die im Labor anhand von Gewebeproben ermittelt werden. Das Ergebnis dieser Untersuchungen bestimmt wesentlich mit, welche Therapie die beste ist. Das Verfahren, das Schlücker und sein Team entwickelt haben, könnte auch Tumoranalysen noch genauer machen.

Um ihre innovative Methode zur Marktreife zu entwickeln, planen Schlückers Mitarbeiter Manuel Bauer, Bernd Küstner und Max Schütz nun die Gründung eines Unternehmens. Sie wollen ihm den Namen Raman BioMed geben, weil ihr Nachweisverfahren auf der Raman-Spektroskopie beruht. Diese Technik ist nach dem indischen Physiker C.V. Raman benannt, der für seine Arbeiten 1930 den Nobelpreis für Physik erhielt.

Die Firmengründer werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit 100 000 Euro unterstützt.

Aus der Bildungslandschaft

- Der Masterstudiengang **Applied Polymer Science** an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wird mit dem Wintersemester 2007/2008 neu ausgerichtet. Die Lehrinhalte des englischsprachigen Studiengangs erhalten einen mehr naturwissenschaftlich orientierten Charakter. „Die Neuausrichtung erfolgt entsprechend der Schwerpunktsetzung der Universität“, sagt Jörg Kreßler vom Institut für Chemie. Ingenieurwissenschaftliche Komponenten wird es weiterhin geben. Zugangsvoraussetzung für das Studium ist ein Bachelor-Abschluss in Chemie oder Physik, aber auch Absolventen, die Pharmazie, Bio- oder Ingenieurwissenschaften studiert haben, können sich bewerben. Nichtchemiker/-physiker müssen das entsprechende Wissen auf den Gebieten der Chemie, Physik und Mathematik nachweisen. Der Studiengang unterliegt einem örtlichen Numerus Clausus.
- An sieben Universitäten in Frankreich (Bordeaux und INP Grenoble), Belgien (Liège und Louvain La Neuve), Portugal (Aveiro) und Deutschland (Augsburg und Darmstadt) können sich Studenten ab dem Wintersemester 2007/08 in einem Master-Studiengang des EU-Exzellenznetzwerks **Functionalized Advanced Materials and Engineering** auf neue Funktionsmaterialien spezialisieren (www.fame-master.com).
- Die kostenlos erhältliche Broschüre **Chemie studieren** der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) gibt Oberstufenschülerinnen und -schülern Tipps für den Einstieg in das Chemiestudium und die sich damit erschließenden beruflichen Möglichkeiten (www.gdch.de).
- Die Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg vergibt ab dem Wintersemester 2008/2009 Bonuspunkte für Studienbewerber, die **Kenntnisse in Latein oder Altgriechisch** nachweisen können. Der Altphilologenverband von Sachsen-Anhalt begrüßt diese Entscheidung.

Qualitative Analyse – Trennungsgänge

Kationentrennungsgang: Lösliche Gruppe

1 Welche Ionen sind in der Löslichen Gruppe?

- A Mg^{2+}
- B Na^+
- C Ca^{2+}
- D K^+
- E Li^2+

2 Mit welcher Prozedur trennt man die Elemente der Löslichen Gruppe weiter?

- A Mit HCl und Zn aufschließen.
- B Aus der vorherigen Gruppe in die Lösung gelangtes Ammonium abrauchen; mit Oxin fällen.
- C Essigsäure im Verhältnis 1:1 zusetzen bis zum Ausfällen von Natriumacetat.
- D Die Lösung mit H_2O_2 versetzen: Beim Erwärmen fällt Mg aus.
- E Lösung stark verdünnen und mit H_2S die Elemente nacheinander fällen.

3 Wie weist man typischerweise Magnesium im Trennungsgang nach?

- A Als $Mg(OH)_2$
- B Als Magnesia
- C Als $MgNH_4PO_4 \cdot 6 H_2O$
- D Als $MgCl_2$
- E Als Magnesiumoxinat

4 Wie wird Magnesium genutzt?

- A In der organischen Chemie zur Herstellung von Grignard-Verbindungen.
- B Im Kroll-Prozess zur Herstellung von Titan.

C Als Brennstoff für Fackeln, die unter Wasser brennen.

- D Als Mineralstoff für Lebewesen.
- E Für die Härtung von Aluminiumlegierungen.

5 Welche Flammenfärbung kann man unter Elementen der löslichen Gruppe finden (Fotos: Wikipedia, Herge)?

- A B C D E (siehe unten)

6 Welches Molekülion zeigt auf Grund seiner Größe ähnliche Eigenschaften wie K^+ und wird auch in der Löslichen Gruppe nachgewiesen?

- A NH_4^+
- B PO_4^{3-}
- C OH^-
- D CH_3COO^-
- E H_3O^+

7 Welche schwerlösliche Verbindung lässt sich mit Natrium bilden?

- A $Na_4[SiMo_{12}O_{40}]$
- B $Na[Sb(OH)_6]$
- C $NaClO_4$
- D $K_4NaHV_{10}O_{28} \cdot 10H_2O$
- E $KNa(C_4H_4O_6)$

8 Als welches Mineral kommt Natrium hauptsächlich vor?

- A NaCl
- B $NaNO_3$
- C $Na[AlSi_3O_8]$
- D Na_2CO_3
- E $Na_3[AlF_6]$

9 Welches Mineral enthält Natrium?

- A Tinkal
- B Steinsalz
- C Muskovit
- D Feldspat
- E Kryolith

10 Kalium ist im Vergleich zu Natrium ...

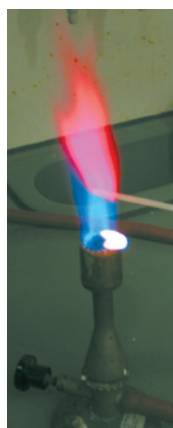
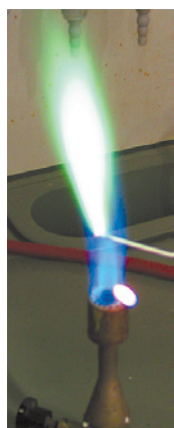
- A physiologisch für den Körper in größeren Mengen notwendig.
- B ein wichtiger Bestandteil in Düngemitteln.
- C als Element viel weniger reaktiv.
- D in seinen Salzen häufig schwerlöslicher.
- E in seinen Salzen niemals kristallwasserfrei.

11 Welche schwerlösliche Verbindung lässt sich mit Kalium bilden?

- A $KClO_4$
- B $KH(C_4H_4O_6)$
- C $K_2Na[Co(NO_2)_8]$
- D $K_2[PtCl_6]$
- E $K_2CuPb(NO_2)_6$

12 Welche Aussage ist richtig?

- A Li zeigt in seinen Eigenschaften enge Verwandtschaft zu Mg.
- B Li ist das leichteste Metall.
- C LiCl ist schwerlöslich.
- D Li_3PO_4 ist schwerlöslich.
- E Butyllithium findet sich in heißen Quellen.



Lösungen zu Seite M24 (CLB 03/2007):

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

(Alle Lösungen zu Seite M32 finden Sie in CLB 05/2007 sowie auf www.clb.de)

ein Wissenschaftstheater mit 230 Plätzen für Vorträge oder Theateraufführungen und ein Ideeforum als „Ort für neue Ideen und vertiefte Einsichten“ (also auch für spezielle Ausstellungen und Veranstaltungen als Brücke zur aktuellen Forschung und Technik) mit eingerichtet wurden.

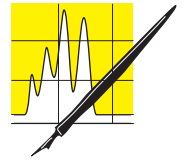
So können im Life Lab auch chemische Experimentierkurse nach dem Konzept des Clausthaler Super-Lab mit Produkten aus dem Supermarkt durchgeführt werden. Vor den Mitmachlaboren befindet sich auch ein vielbesuchtes (und vielbenutztes) Exponat, wo das Prinzip der Chromatographie mit Hilfe von Farbstoffen aus Filzschreibern und Papier selbst angewendet (Abbildung 3) und das Ergebnis des Experiments auch mitgenommen werden kann (Abbildung 5). Die Mitmachlabore stehen für vielfältige Aktivitäten für Besucher und speziell auch für Schüler (nach Anmeldung) zur Verfügung (Abbildung 4). Die TechLabs (ein TechLab ist dem Ideenforum angeschlossen) werden als Multifunktionslabore bezeichnet, mit Themen zur Physik, Technik und Mathematik, die sich nicht in robusten Exponaten darstellen lassen. Das Gleiche gilt für die beiden anderen Labore, die direkt von der Ausstellung zugänglich infolge der Teilverglung auch eingesehen werden können. Im LifeLab lassen sich außer chemischen Experimenten auch biologische, speziell auch gentechnische Versuche der Sicherheitsstufe 1 durchführen. Die Themen der Experimentier-Workshops wechseln etwa alle zwei Monate. Eines der Labore ist an den Wochenenden auch als Besucherlabor geöffnet, wo kurze, leicht verständliche Experimente von jedem Besucher zu unterschiedlichen Themen durchgeführt werden können (ohne Anmeldepflicht, aber immer in Anwesenheit von einer/einem phaeno(wo)man zum Nachfragen). Das jeweilige Thema ist im aktuellen Tagesprogramm vor Ort zu finden.

Stiftung phaeno

Die gegründete Stiftung (mit ihrem Präsidenten, dem Astronauten Dr. Ulf Merbold unter Vorsitz des „Vaters“ von Phaeno Dr. Guthardt) versteht sich als „Partner für populäre Wissenschaft und Technik“. Sie will die Voraussetzungen für „einen inspirierenden Ort“ schaffen, „an dem sich Wissenschaft mit Entdeckerlust und Faszination verbindet; einen Ort erstaunlicher Effekte, die sonst oft hinter Formeln und Vorurteilen verborgen bleiben.“ Insgesamt soll der Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Schule und Öffentlichkeit gefördert werden. Als Tochter der Stiftung hat die phaeno gGmbH den Betrieb der Ausstellungen, von Events und der kommerziellen Einrichtungen (s.o.) übernommen. Wer als Besucher und Experimentator das Science Center Phaeno nach mehreren Stunden mehr oder weniger freiwillig verlässt, hat sich einen bleibenden und faszinierenden Einblick in die Welt der Naturwissenschaften verschafft, und verspürt häufig (fast immer) den Wunsch,

er müsse noch einmal (oder mehrmals) wiederkommen. Ausführliche Informationen im Internet unter „<http://www.phaeno.de>“.

CLB



AUFSÄTZE

Literatur

- Christoph Stölzl (Hrsg.): phaeno – Die Experimentierlandschaft. Erschienen anlässlich der Eröffnung von phaeno – Die Experimentierlandschaft in Wolfsburg, 24. November 2005



Abbildung 3 (oben): Experimentier-Arbeitsplatz zur Verdeutlichung des Prinzips der Chromatographie mit Hilfe von Farbstoffen aus Filzschreibern und Papier.



Abbildung 4 (rechts): Schülerin bei der Durchführung der Chromatographie.

Abbildung 5 (unten): Das Ergebnis des Experiments kann auch mitgenommen werden (Fotos: phaeno).



Pflanzenschutz – chemisch betrachtet

Volker Wiskamp, Darmstadt

In ihrer Vertiefungsausbildung in Organischer Chemie lernen die Studierenden an der Hochschule Darmstadt wichtige Standbeine der Industriellen Organischen Chemie kennen: Petrochemie und Nachwachsende Rohstoffe, Zwischenprodukte, Waschmittel, Farbstoffe, Kunststoffe, Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel [1-9]. An ausgewählten Beispielen werden die angehenden Chemieingenieure in die Denk- und Arbeitsweisen der Großchemie eingeführt. Dies geschieht oft in einem historischen Ansatz. Warum wurden bestimmte Produkte hergestellt, welche ökonomischen, ökologischen und gesellschaftspolitischen Probleme ergaben sich, wie wurden einzelne Produkte weiter entwickelt oder durch andere verdrängt? Darüber hinaus werden an den besprochenen Stoffen chemische Prinzipien, insbesondere Struktur-Eigenschaftskorrelationen, reaktives Verhalten und Reaktionsmechanismen, die aus der Grundvorlesung bekannt sind, wiederholt und vertieft. Das Ausbildungskonzept wird im Folgenden am Beispiel des Pflanzenschutzes, eines Themas, dem vier 90minütige Vorlesungseinheiten gewidmet sind, näher erläutert.

Anhand von Overhead-Folien [10] wird gezeigt, welchen Schaden Insekten, Pilze und Unkräuter an Nutzpflanzen verursachen können und warum deshalb der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Insektiziden, Fungiziden, Herbiziden) gerechtfertigt ist.

DDT

Die Entdeckung der insektiziden Wirkung von Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) ist ein Meilenstein in der Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln. Die Ausgangsstoffe, Chlorbenzol und Trichloracetaldehyd (Chloral), sind durch Chlorierung von Benzol bzw. Ethanol leicht und preisgünstig zugänglich; die Synthese, eine doppelte elektrophile Aromatensubstitution, einfach und mit hoher Ausbeute durchführbar [11] (Abbildung 1).

Der Einsatz von DDT trug in vielen Gebieten zur Ausrottung der Anopheles-Mücke, welche die Krankheit Malaria überträgt, bei, so dass Millionen Menschen

das Leben gerettet wurde. So weit eine Erfolgsgeschichte. Von erheblichem Nachteil erwies es sich allerdings, dass DDT unter natürlichen Bedingungen nur sehr schwer abbaubar ist – die Kohlenstoff-Chlor-Bindung ist eben sehr stabil und kaum hydrolyseempfindlich. Aufgrund dieser Persistenz und seiner Lipophilie konnte sich DDT über die Nahrungskette global verteilen, wobei in Lebewesen, insbesondere Vögeln, chronisch-toxische Grenzwerte überschritten wurden. Ein weiteres Problem ergab sich in Regionen, in denen DDT intensiv und wiederholt zum Einsatz kam – das der Resistenzbildung. Einzelne Mücken einer Population waren nämlich gegen den Stoff unempfindlich, vererbten ihre DDT-Resistenz an ihre Nachkommen, so dass nach einiger Zeit wieder eine Mücken-Plage da war, der mit DDT nicht mehr beizukommen war. Daraus lernten die Insektizid-Forscher. Heute ist die wirkungsvollste Methode zur Verhütung von Resistenzen ein Wechsel der Bekämpfungsmethoden und Wirkstoffe. In den meisten Industrieländern darf DDT nicht mehr angewendet werden. Wenige Länder, vor allem Indien, nutzen DDT aber weiterhin mit dem humanitären Argument, dass die Vorteile zur Malaria-Bekämpfung und damit der Gesundheitsschutz der Bevölkerung die ökologischen Nachteile überwiegen.

Trichlorphenol-Derivate

Vielseitig lehrreich wie die DDT-Geschichte ist auch die der Trichlorphenol-Derivate [12]. Die Stammverbindung ist durch nukleophile Substitution von 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol zugänglich (Abbildung 2). Die Reaktion dieser Verbindung mit Natronlauge verläuft wegen der zahlreichen elektronenziehenden Substituenten am aromatischen Kern viel besser als z. B. die von Chlorbenzol zu Phenol, die den Studierenden aus der Grundvorlesung bekannt ist. Das Trichlorphenolat wird anschließend mit Chloressigsäure in einer S_N2 -Reaktion zu 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure, einem wirkungsvollen Unkrautvernichtungsmittel, umgesetzt.

Dessen Butylester ist eine Hauptkomponente des im Vietnam-Krieg zur Entlaubung des Dschungels eingesetzten Agent Orange. Das Versprühen von mehr als 40 Millionen Litern davon zu militärischen Zwecken mit der Folge einer jahrzehntelangen Vergiftung der Zivilbevölkerung und der Umwelt ist ein scheußliches Beispiel für den Missbrauch chemischer Produkte mit der dahinter stehenden, zu verachtenden Haltung „Im



Der Autor

Dr. Volker Wiskamp, Professor für Chemie an der Hochschule Darmstadt, Fachbereich Chemie- und Biotechnologie, Hochschulstraße 2, 64289 Darmstadt, E-Mail: wiskamp@h-da.de.

Krieg sind alle Mittel erlaubt.“ Dies muss den Studierenden eindeutig gesagt werden (vgl. [13, 14]).

Die toxische Wirkung wird hauptsächlich von 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin, kurz Dioxin, welches schon unter relativ milden Bedingungen durch eine doppelte nukleophile Substitution aus zwei Äquivalenten Trichlorphenol entstehen kann (Abbildung 3), verursacht. Traurige Berühmtheit erlangte Dioxin 1976 bei einem Unfall im italienischen Seveso, als ein Ansatz zur Herbizid-Herstellung „durchging“ mit der Folge, dass zahllose Tiere auf den umliegenden Weiden umkamen und Menschen schwere Hautverletzungen erlitten.

Lindan

Pflanzenschutzmittel sind Gifte. Richtig appliziert und dosiert sind sie sehr wertvoll; überdosiert oder gar missbraucht können sie großen Schaden für Mensch und Natur bewirken. Sie dürfen nicht persistent sein, wie man vom DDT gelernt hat (s. o.). In diesem Sinne war das Insektizid γ -Hexachlorcyclohexan, Lindan, ein Fortschritt. Die Verbindung ist nämlich leichter flüchtig und kann sich deshalb – anders als DDT – nicht über die Nahrungskette verteilen und zu keinem globalen Umweltgift werden.

Bei der Fotochlorierung von Benzol entstehen alle acht cis-trans-Isomere des 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexans (Abbildung 4). Dass das γ -Isomere dabei ein Hauptprodukt ist, kann mit der Energiegleichheit seiner beiden Sesselformen erklärt werden: In jeder Form befinden sich nämlich drei Chlorsubstituenten in axialen und die anderen drei Chlorsubstituenten in äquatorialen Positionen am Sechsring (Abbildung 5) [15].

Phosphorsäureester

Zu einer ganz anderen Klasse als die oben diskutierten chlororganischen Verbindungen gehören Phosphorsäure- und Thiophosphorsäureester [10]. Das erste unter dem Handelsnamen Parathion (E 605) verkaufte Insektizid aus dieser Reihe wurde aus Thiophosphorsäurechlorid und Natriumethanolat sowie 3-Nitrophenolat hergestellt (Abbildung 6). Es wirkte sofort und wurde hydrolytisch rasch abgebaut, so dass

Abbildung 6 (unten): Herstellung von Parathion (E 605).

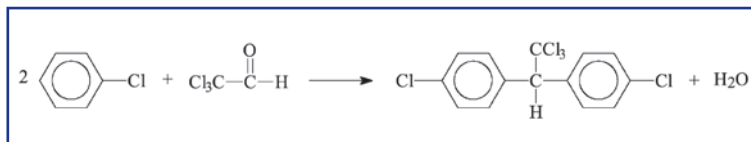


Abbildung 1: Synthese von Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT).

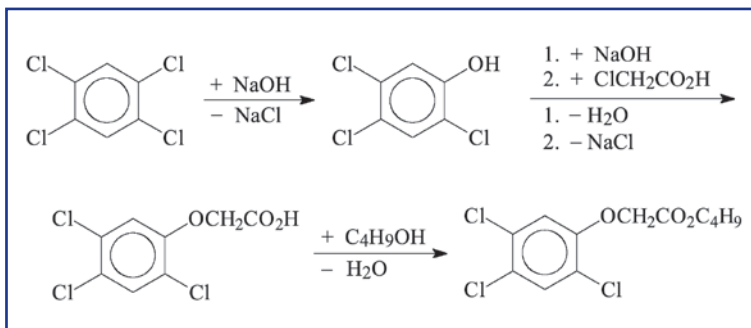


Abbildung 2: Synthese von Trichlorphenol und zwei Folgeprodukten.

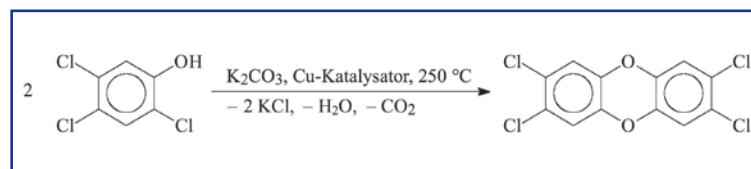


Abbildung 3: Relativ leichte Dioxinbildung aus Trichlorphenol.

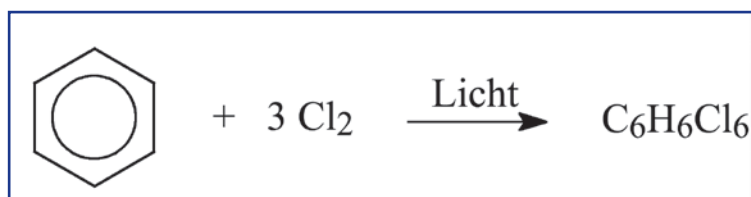


Abbildung 4: 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexane durch Fotochlorierung von Benzol.

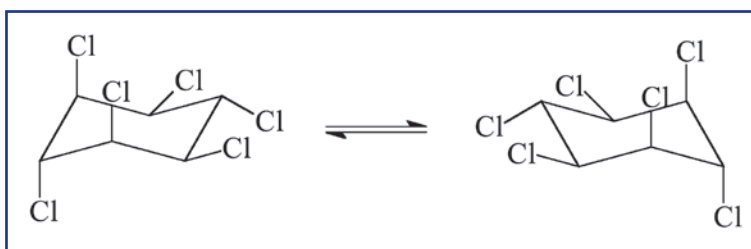
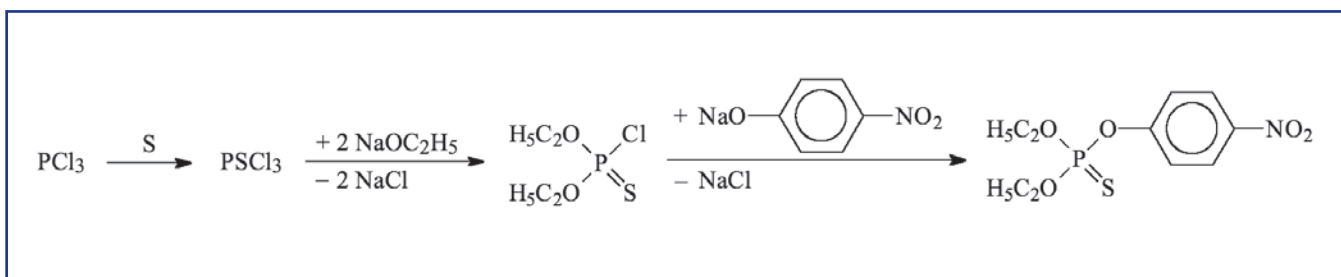
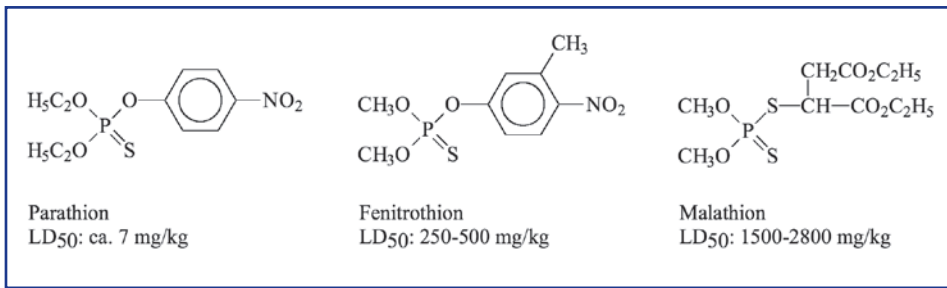


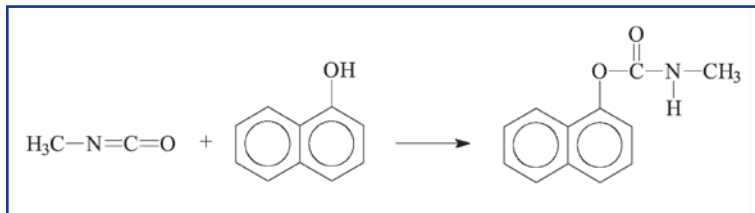
Abbildung 5: Energiegleiche Sesselformen des γ -Hexachlorcyclohexans.





fall verbunden. 1984 führte im indischen Bhopal eine Leckage zum Austritt des Gases, welches über 2000 Menschen tötete und noch viele mehr teilweise schwer verletzte. Die Katastrophe zeigt auf drastische Weise eine Negativseite der Globalisierung. Hätte der Unfall auch in den USA (oder in Deutschland) passieren können? Wurde eine gefährliche Technologie von dort ins Ausland verlagert, um zuhause teure Auflagen zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz zu umgehen?

Abbildung 7: Giftigkeit dreier Phosphorsäureester im Vergleich. (Der LD₅₀-Wert gibt die Konzentration – letale Dosis – an, bei der 50 % einer Rattenpopulation im Test sterben. Je kleiner der Wert ist, desto giftiger ist der Stoff.)



Wieso ist das Isocyanat giftig? Nukleophile Seiten-

gruppen von Biomolekülen greifen das Molekül genauso an wie 1-Naphthol. Danach sind die Biomoleküle blockiert und können ihre lebenswichtigen Funktionen nicht mehr erfüllen.

Abbildung 8: Herstellung von Sevin.

keinerlei Persistenz auftrat. Dies war von großem Vorteil. Nachteilig war allerdings die hohe akute Toxizität des Stoffes. Durch Variation der Substituenten am Phosphor konnte diese Problematik mit späteren Produkten entschärft werden (Abbildung 7).

Vorsicht: Aus Phosphorhalogeniden, Phosphorsäurechlorid und Thiophosphorsäurechlorid können relativ leicht chemische Kampfstoffe hergestellt werden. Im terroristischen Untergrund oder in einer Fabrik, die als Produktionsstätte für Pflanzenschutzmittel getarnt wird.

Sevin

1-Naphthyl-N-methylcarbamate, Sevin, ist ein Beispiel für ein Insektizid aus der Klasse der Carbamate. Es wird durch Addition von 1-Naphthol an Methylisocyanat synthetisiert (Abbildung 8) [16]. Diesen Reaktionstyp kennen die Studierenden bereits von der Herstellung der Polyurethane.

Mit Methylisocyanat, hergestellt aus Methylamin und Phosgen, ist der bislang schlimmste Chemie-Un-

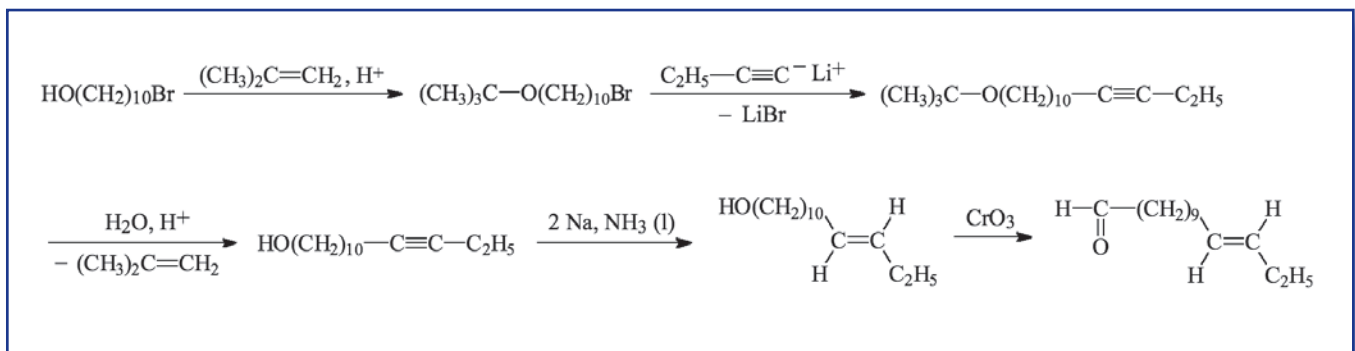
Pflanzenschutz mit einem Sexuallockstoff

Ein völlig anderes Prinzip des Pflanzenschutzes funktioniert so: Man verspricht den Schädlingen Sex und lockt sie damit von den Pflanzen weg in eine Falle. Trans-11-Tetradecen-1-al beispielsweise ist der Sexuallockstoff des Fichtenknospenswurms. In einer Falle deponiert lenkt er das Insekt von seinem Fresstrieb ab. Die Methode ist besonders umweltfreundlich, weil die zu schützende Pflanze und ihr Nährboden gar nicht mit einer Chemikalie in Kontakt kommen.

Es lohnt sich, die Herstellung des Pheromons (Abbildung 9) mit den Studierenden zu besprechen und sie dabei exemplarisch in die systematische Syntheseplanung (Retrosynthese) einzuführen [17].

Ausgehend von 10-Brom-1-decanol soll das Pheromon hergestellt werden. Wenn man Ausgangs- und Endverbindung vergleicht, fällt auf, dass der Bromrest durch einen trans-Alkenylrest substituiert und die Alkohol- zu einer Aldehydfunktion oxidiert wurde. Wie baut man einen trans-Butenylrest in die Ausgangsverbindung ein? Durch eine S_N2-Reaktion zwischen der bromorganischen Verbindung und 1-Butynyllithium. (Diese salzartige Verbindung ist aus dem C-H-Aziden 1-Butin und der starken Base Butyllithium unter Freisetzung von Butan zugänglich.) Das resultierende Alkin

Abbildung 9: Synthese des Sexuallockstoffes trans-11-Tetradecen-1-al.



(11-Tetradecin-1-ol) kann anschließend mit Natrium in flüssigem Ammoniak selektiv zum gewünschten trans-Alken (trans-11-Tetradecen-1-ol) reduziert werden. (Zum Vergleich werden die Studierenden daran erinnert, wie ein Alkin selektiv zum cis-Alken hydriert werden kann: mit Hilfe des Lindlar-Katalysators.) Eine abschließende Reaktion mit Chrom(VI)-oxid wandelt den Alkohol in den Aldehyd (trans-11-Tetradecen-1-al) um. Der gesamte Syntheseweg ist allerdings nur dann von Erfolg gekrönt, wenn die Alkoholfunktion der Ausgangsverbindung zuerst durch Veretherung (sauer katalysierte Addition an iso-Buten) geschützt wird. Das verwendete Butyllithium würde sonst zur Deprotonierung des Alkohols verbraucht werden. (Aus der Grundvorlesung wissen die Studierenden, dass metallorganische und S_N2 -Reaktionen nur in einem aprotischen Medium möglich sind.) Nach der Einführung der Dreifachbindung muss die Schutzgruppe wieder entfernt werden (Eliminierungsreaktion). **CLB**

Literatur

- [1] V. Wiskamp, Einführung in die Makromolekulare Chemie, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 1999
- [2] V. Wiskamp, Präparatives Praktikum für Chemieingenieure, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 2004
- [3] V. Wiskamp, V. Kramb, Nachwachsende Rohstoffe, chimica didactica 22 (1996), S. 67-83
- [4] V. Wiskamp, A. Nintschew, D. Radsziwill, D. Schoepe, A. Trizzino, Zuckerchemie im Rahmen einer ökologisch orientierten Chemieausbildung, CLB (Beilage Memory) 48 (1997), S. 18-19, 44-46, 62 und 65-67
- [5] V. Wiskamp, M. Wirth, M. Watzke, Experimente für ein industrieorientiertes Organisches Praktikum, CLB (Beilage Memory) 49 (1998), S. 12-13
- [6] V. Wiskamp, M. Holfeld, Steroide – Aufbau, Wirkung und Analytik, CLB (Beilage Memory) 44 (2004), S. 17-20
- [7] V. Wiskamp, N. Schön, Kunststoffadditive, CLB 49 (1998), S. 305-307 und S. 332-335
- [8] V. Wiskamp, D. Flassak, E. Schüler, D. Werle, Chemie rund um die Benzoesäure – ein abfallreduziertes Praktikum in der Chemielaborantenausbildung, CLB (Beilage Memory) 48 (1997), S. 34-36
- [9] V. Wiskamp, Industrielle Chemie – Wissenschaft, Anwendung und Kommunikation – eine Arbeitsgemeinschaft hochbegabter Schüler, CLB 52 (2001), S. 304
- [10] Fonds der Chemischen Industrie (Hrsg.), Pflanzenschutz (Folienserie mit Textheft 10), Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt 1992
- [11] K. C. P. Vollhardt, N. E. Schore, Organische Chemie, 4. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2005, S. 128 und 798-799
- [12] Wie [11], S. 1169
- [13] V. Wiskamp, H.-L. Krauß, Vermittlung von Wertebewusstsein im Chemieunterricht – Mutig wissenschaftliche Ergebnisse auch gegen falsche Behauptungen benennen, CLB 56 (2005), S. 298-305
- [14] V. Wiskamp, H.-L. Krauß: Verantwortung des Naturwissenschaftlers – ein Kurs für hoch begabte Mittelstufenschüler, CLB 57 (2006), S. 136-139
- [15] Wie [11], S. 173-175
- [16] Wie [11], S. 1057
- [17] Wie [11], S. 651



AUFsätze

Ein Problemfall für den chemischen Pflanzenschutz

Dass Pflanzenschutz manchmal besser ohne chemische Mittel auskommt zeigt die weiß blühende Rosskastanie. Anders als die rot blühende Rosskastanie, die aus Kanada kommt, ist sie nicht gegen die Miniermotte resistent. Praktisch überall in Deutschland tritt ein Befall mit dieser Motte auf, die erst 1984 in Mazedonien entdeckt wurde. 1994 wurde sie in Österreich nachgewiesen. Ihre extreme Vermehrung wird mit dem Fehlen natürlicher Feinde begründet. In den befallenen Bäumen kommt es zu zahlreichen braunen Flecken auf den Blättern, bis diese schließlich verwelken. Der Grund: Die schlüpfenden Junglarven fressen einen Gang, die „Mine“, zuerst etwa zwei Millimeter parallel zu einem Blattnerve. In weiteren Larvenstadien wird die Mine erweitert. Zur Zeit ist kein sicher wirkendes Pflanzenschutzmittel gegen die Kastanien-Miniermotte bekannt. 2002 wurde für einen Wirkstoff eine Ausnahmegenehmigung für das Anwendungsgebiet „Rosskastanienminiermotte an Kastanienarten“ mit dem Einsatzgebiet „Baumschulen“ durch die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erteilt. Für den privaten Bereich sind jedoch keine Pflanzenschutzmittel gegen die Kastanienminiermotte zugelassen. Die sicherste Möglichkeit, einer befallenen Kastanie zu helfen, ist die sorgfältige Entfernung und Entsorgung des heruntergefallenen Laubes. Dies ist zur Zeit die einzige praktikable Methode zur Verminderung der weiteren Verbreitung der Miniermotte. Untersuchungen zeigen: Wo im Vorjahr gründlich Kastanienlaub gesammelt und entfernt (oder unter einer etwa zehn Zentimeter dicken Erdschicht begraben) wurde, sind im Frühjahr teilweise bis zu 80 Prozent weniger Motten geschlüpft. Was die Baumschulen angeht: Diflubenzuron, eine Substanz, welche die Synthese des Chitins verhindert und somit die Häutung der Larven unterbindet, kann gezielt bei befallenen Bäumen, etwa Bonsai-Kastanien, eingesetzt werden. Der Wirkstoff ist nach heutigem Stand zugelassen bis zum 31. Dezember 2014. **RK**



Zuckerhaltige Impfstoffe zur Eindämmung tropischer Infektionskrankheiten

In der Arbeitsgruppe des Laboratoriums für Organische Chemie der ETH Zürich stehen komplexe Oligosaccharide im Mittelpunkt, speziell solche, die auf Zelloberflächen mit Proteinen wechselwirken, welche Wachstum und Differenzierung beeinflussen. Oft spielen derartige Kohlenhydrate als biologische Marker für Tumorzellen oder in bakteriellen und parasitären Infektionszyklen eine Rolle. Lassen sich mit synthetischen Zuckerbausteinen gezielt Immunantworten auslösen, so können sie als Wirkstoffkandidaten zur Vorbeugung oder Therapie von tropischen Infektionserkrankungen, Entzündungsreaktionen und Krebs dienen (siehe auch CLB 11/2006, Seiten 418 ff). In fünf Projekten zum Thema „Glycomics“ beschäftigen sich die Wissenschaftler nicht nur mit neuen Impfstoffen gegen Malaria, Leishmaniose und Aids, sondern auch mit Methoden zur Herstellung von Oligosacchariden sowie der Optimierung eines neuartigen, automatischen „Oligosaccharid-Synthesizers“. Dafür erhält der ETH-Professor Peter Seeberger im September den mit 750 000 Euro dotierten Körber-Preis für Europäische Wissenschaft 2007 (s.S. 126). Außerdem stehen die modulare Synthese von Heparin-Glycosaminglykanen und das Design von Aminoglycosid-Antibiotika auf dem Programm.

Schlüsselrolle der komplexen Oligosaccharide in vielen Krankheitsprozessen

Die meisten Zucker auf der Oberfläche von Zellen sind mit Proteinen oder Lipiden verbunden und vor allem an der Übertragung von Signalen während der Zellkommunikation beteiligt. Krankheitserreger beispielsweise erkennen ihre bevorzugten Wirtszellen an charakteristischen Kohlenhydraten und interagieren mit diesen Rezeptormolekülen. Die Glykokonjugate auf der Oberfläche von Tumorzellen und Infektionserregern weisen üblicherweise hochspezifische Strukturen mit häufig unvollständigen oder ungewöhnlichen Zuckern auf. Diese können in manchen Fällen dazu beitragen, erschwerte Umweltbedingungen besser zu tolerieren, müheloser in die Wirtszelle einzudringen oder der Immunabwehr und Verdauungsenzymen einfacher

Die Autorin:

Dr. Barbara Brauckmann ist Diplombiologin. Sie promovierte über „Low grade ore leaching by microorganisms“, bearbeitete dann umweltmikrobiologische Forschungsthemen im Zentraltechnikum der Preussag AG. Journalistisch arbeitete sie als Redaktorin bei der „Chemischen Rundschau“. Es folgten Aufbau und Betrieb der Science Communications bei Hoffmann-La Roche. Sie ist Leiterin der Öffentlichkeitsarbeit des Departements Chemie und angewandte Biowissenschaften der ETH Zürich.



zu entgehen. Kann das Immunsystem gezielt dazu angeregt werden, gegen derartige Antigene Antikörper zu bilden, ließen sich mit Hilfe von therapeutischen Impfstoffen solche Toxine oder Krebszellen erkennen und zerstören.

Als Arzneimittel sind Moleküle denkbar, die bestimmte Enzyme für den Auf- oder Abbau von zuckerbestückten Proteinen und Lipiden hemmen oder als „blockierende Zucker-Imitate“ die infektiöse Erkennungsreaktion verhindern. Um schädigende Wechselwirkungen von Kohlenhydraten mit Proteinen, Lipiden oder Nukleinsäuren kontrolliert unterbrechen zu können oder eine Immunantwort auf derartige Glykokonjugate auszulösen, müssen die identifizierten Wirkstoffkandidaten in ausreichendem Maß in gleich bleibender Qualität zur Verfügung stehen.

Bis vor einigen Jahren bereitete die Herstellung genügender Mengen vollsynthetischer Kohlenhydrate (KH) jedoch noch Schwierigkeiten, die sich vor allem auf die strukturelle Vielfalt der Zuckermoleküle zurückführen ließen. Ihre Bestandteile können sich an vielen Stellen miteinander verbinden oder unterschiedlich zueinander orientieren und so komplexe, verzweigte Strukturen bilden.

Abhilfe schaffte eine bereits Anfang der 90er Jahre geborene Idee für einen automatisierten Oligosaccharid-Synthesizer mit einem System zur Flüssigkeits- und Festphasen-Synthese von Oligosacchariden, die im Jahr 2001 in die Tat umgesetzt wurde. In dem inzwischen optimierten Synthesizer lassen sich ausgewählte Zuckerbausteine miteinander verknüpfen. Dazu ist jeder Zucker zunächst an eine Polystyrol-Kugel fixiert, welche eine wachsende Zucker-Kette enthält, die sich nach jeder Reaktion mit einem weiteren Zucker stetig weiter verlängert. Auf diese Weise können auch komplexe und verzweigte Zucker hergestellt werden. Eine mit konventionellen Methoden einige Monate dauernde Herstellung von Oligosacchariden aus zwölf Zuckereinheiten kann nun schon in 18 Stunden abgeschlossen werden. Um diese Technologie in der Wirkstoffentwicklung einzusetzen, wurde die Firma Ancora Pharmaceuticals gegründet.

Lipo-Glycosylphosphate als erfolgversprechender Ansatz gegen Leishmania

Mit Hilfe des Synthesizers ist es den Chemikern gelungen, ein Antigen zur Impfstoffbildung gegen den Verursacher der Leishmaniose herzustellen. Diese Infektionskrankheit lässt weltweit mehr als 25 Milli-

onen Menschen an Symptomen wie Hautgeschwüre, Anämie, Fieber, Leber- und Milzveränderungen leiden. Pro Jahr werden etwa 1,5 bis 2 Millionen Menschen neu infiziert. Das Verbreitungsgebiet der Infektion liegt in etwa 88 Ländern der tropischen und subtropischen Breiten.

Die Übertragung auf den Wirt erfolgt in der „Alten Welt“ durch Sandfliegen der Gattungen *Phlebotomus* und *Lutzomyia* in der „Neuen Welt“. Zur Gattung des Erregers *Leishmania* (Klasse Flagellata, Ordnung Kinetoplastida) gehören protozoische Parasiten, die obligat intrazellulär in Phagozyten von Reptilien und Säugetieren leben und sich dort asexuell vermehren. Abhängig vom Erregertyp und der Immunantwort des Menschen äußert sich die Infektion in unterschiedlich schweren Krankheitsbildern, die als kutane („Orient“- oder „Aleppobeule“), mukokutane („Espundia“) und viszerale Leishmaniose („Kala-Azar, schwarzes Fieber“) bezeichnet werden oder Hautleishmaniose, innere Leishmaniose und Schleimhautleishmaniose. Die meisten *Leishmania*-Arten infizieren vorwiegend Säugetiere wie wildlebende Nager, aber auch Hunde und andere Fleischfresser. Ausnahmen bilden *Leishmania donovani* (genannt nach ihren Entdeckern, dem britischen Tropenarzt Sir W. B. Leishman und C. Donovan), der Erreger der viszeralen Leishmaniose in Indien, und die kutane Leishmaniose, sofern sie von *Leishmania tropica* hervorgerufen wird. Beide Arten werden von Mensch zu Mensch übertragen und haben kein tierisches Reservoir.

Der Lebenszyklus der Parasiten beginnt mit ihrer Aufnahme durch die Sandmücken beim Stich. Die Leishmanien entwickeln und vermehren sich dann im Darm des Insekts. Nach fünf bis acht Tagen sind sie infektiös und wandern in den Stechrüssel der Mücke, von wo aus sie in den nächsten Wirt gelangen. Zunächst nehmen Makrophagen die Parasiten auf. Sind die Immunzellen nicht in der Lage, die Erreger abzutöten, vermehren sich diese bis zum Aufplatzen der infizierten Zelle und befallen dann weitere Zellen.

Für eine Infektion der kutanen Leishmaniose reicht ein einziger Stich aus. An der Einstichstelle entwickelt sich zunächst eine sich vergrößernde Papel, aus der bei den meisten Betroffenen eine trockene oder feuchte Wunde mit erhabenen Rändern und einem zentralen Krater entsteht. Die Läsionen hinterlassen flache, atrophische entstellende Narben. Ein Teil der Betroffenen, die durch *Leishmania brasiliensis* oder nahe verwandte Arten an mukokutaner Leishmaniose erkranken, entwickelt oft Monate bis Jahre nach einer primären Hautläsion Schleimhautschäden in Nase, Mund, Rachen und Kehlkopf. Es kommt zur Geschwürsbildung der Nasenschleimhaut, Lippen und Wangen, zur Zerstörung der Weichteile des Gaumens bis zur völligen Entstellung des Gesichtes. Die gefährlichste Form der Leishmaniose ist die viszerale Form der Erkrankung. Hervorgehoben wird sie von *Leishmania donovani*, *L. infantum* und *L. chagasi*. Dabei wandern die Leishmanien ins Knochenmark, die Milz und die Lymphknoten. Durch

die Beteiligung der lymphatischen Organe wird die Zahl der Immunzellen stark reduziert, so dass die Betroffenen meist an sekundären bakteriellen oder viralen Infekten sterben.

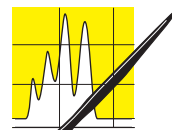
Zur Behandlung der Erkrankung stehen nur wenige klinisch erprobte Medikamente zur Verfügung. Auch begrenzt die Toxizität der meist Antimon enthaltenden Präparate deren Einsatz. Zudem haben die Leishmanien in vielen Gebieten Resistenzen gegen die Antimonpräparate entwickelt. Gemessen an der Wirksamkeit und dem Nebenwirkungsprofil, scheint liposomales Amphotericin B derzeit das beste Medikament gegen die Leishmaniose zu sein. Der hohe Preis steht jedoch einer weiträumigen Behandlung in den Endemiegebieten entgegen. So bleibt der Schutz vor den Stichen der Sandmücken meist die einzige durchführbare Präventionsmethode.

Schätzungsweise befinden sich etwa 20 000 mit *Leishmania* infizierte Hunde in Deutschland. Auch die sonst eher an mediterranes Klima angepasste Sandmücke konnte im Rhein-Main-Gebiet mehrfach nachgewiesen werden. Die Bereitstellung eines effizienten Impfstoffes wird also auch in Europa immer dringlicher.

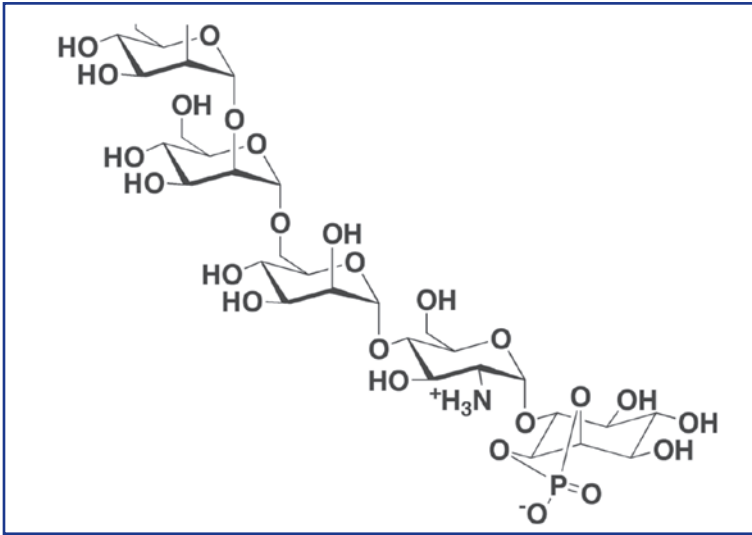
Eine neue Chance bieten nun die Forschungsergebnisse der ETH-Chemiker. Ihnen gelang die lineare Synthese eines Tetrasaccharid-Antigens, welches sich sozusagen als Spitze auf dem *Leishmania*-Lipophosphoglycan befindet. Es wurde mit dem Immunostimulator Lipopeptid Pam3 Cys verbunden. So kann es als vollsynthetisches KH-Vakzin dienen oder zusammen mit einem Trägerprotein als semisynthetisches Vakzin. Beide Konstrukte rufen eine Immunantwort der B- und T-Zellen in Mäusen hervor und stehen derzeit in der Präklinischen Entwicklungsphase.

Jährlich sterben zwei Millionen Menschen an Malaria

40 Prozent der Weltbevölkerung in rund 90 Ländern sind dem Malariarisiko ausgesetzt. Jedes Jahr werden zwischen 200 und 500 Millionen neue Malariafälle gemeldet, und circa 2 bis 3 Millionen Menschen sterben daran. Das Krankheitsbild wurde bereits lange vor der christlichen Zeitrechnung in Indien, Ägypten und auch in China beschrieben. Die Malaria ist eine durch Plasmodien verursachte Protozoeninfektion, die über den Stich des weiblichen Moskitos der Gattung *Anopheles* von Mensch zu Mensch übertragen wird. Im Wesentlichen existieren vier für den Menschen bedrohliche Malariaformen, die durch verschiedene Plasmodienarten hervorgerufen werden: *Plasmodium (P.) falciparum* verursacht die gefährlichste der Malariaerkrankungen, die *Malaria tropica*, die unbehandelt in bis zu einem Drittel der Fälle zum Tode führt. *P. vivax* ist der Erreger der *Malaria tertiana* und *P. ovale* der von *Malaria ovale*. *P. malariae* ruft die mildeste Form der Malaria hervor, die *Malaria quartana*.



AUFsätze



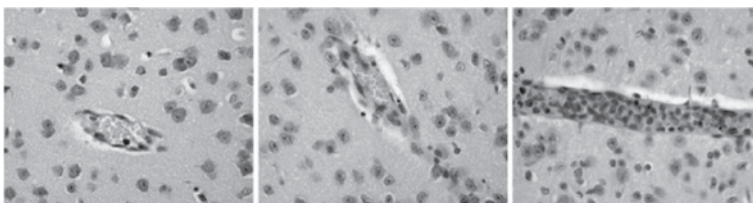
Das Malariatoxin GPI (Glycosylphosphatidylinositol) wurde 2002 identifiziert. Die synthetische Verbindung wird als Anti-Toxinimpfstoff eingesetzt (Quelle: L. Schofield, M. C. Hewitt, K. Evans, M. Siomos, P. Seeberger, Nature 2002, 418, 785).

Die geographische Verbreitung der Malaria entspricht der geographischen Verbreitung der Anopheles. Im tropischen Afrika oder in Papua-Neuguinea ist das Malariarisiko sehr hoch. Zwischen dem Stich der Mücke und dem Auftreten der ersten Symptome liegen etwa 8 bis 15 Tage. Meist, aber nicht zwingend, tritt periodisch eine Erhöhung der Körpertemperatur auf über 38,5 °C ein. Entscheidende Kriterien für eine schwere Malariaerkrankung nach den Richtlinien der WHO sind: zerebrale Malaria mit Koma, Anämie, Niereninsuffizienz, Lungenödem, Hypoglykämie, Kreislaufschock, Spontanblutungen, wiederholte generalisierte Krämpfe, Azidose und/oder Hämoglobinurie.

Als Heilmittel dienten im Laufe der Jahrhunderte sowohl Arsenalze als auch die Rinde des Fieberbaums (*Cinchona succirubra*). Nach der Identifizierung des Malariaerregers und seines Lebenszyklus vor über 100 Jahren begannen die Menschen in vielen Ländern, die Brutgebiete der Mücken trocken zu legen. Die Forschung auf dem Gebiet der synthetischen Malariamittel wurde durch die beiden Weltkriege, den Koreakrieg und den Indochinakrieg, ausgelöst und intensiviert.

Für die Endemiegebiete der Tropen und Subtropen eröffneten sich 1939 mit der Entdeckung von DDT

Histologische Schnitte durch das Großhirn einer Maus (Sektionsschnitte, mit Hämatoxylin-Eosin angefärbt; v.l.: gesund; geimpft; nicht geimpft). Die mit dem KLH-Glycan-Malaria-Vakzin immunisierten Mäuse entwickelten keinen zerebralen Verschluss (rechtes Bild: Placebo; Quelle: Peter Seeberger, ETHZ in Kooperation mit Louis Schofield, WEHI Institute Australia).



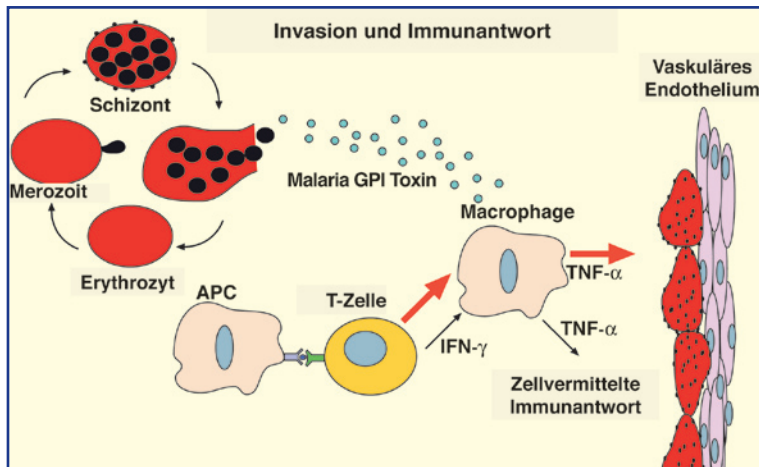
neue Wege der Bekämpfung. Die in vitro-Kultivierung von Malariaerregern schaffte die Grundlagen zur Entwicklung von Impfstoffen. Probleme dabei ergeben sich vor allem wegen der verschiedenen sexuellen und asexuellen Vermehrungsstadien, des mannigfaltigen Formenwandels, der vielen natürlich vorkommenden Parasitenantigenvarianten sowie der unterschiedlichen Übertragungsdynamik in verschiedenen Endemiegebieten mit einer wachsenden Resistenz der Anopheles gegenüber den gebräuchlichen, wirksamen Insektiziden, insbesondere dem DDT. Inzwischen wurden jedoch viele, potenzielle Antigene charakterisiert und in Tiermodellen als Impfstoffkandidaten geprüft.

Impfstoffherstellung mit synthetischen Glycokonjugaten

Da vielfach insbesondere die Zucker in den Zellhüllen der Parasiten der menschlichen Immunabwehr entgehen, stellt die Entwicklung von Kohlenhydrat-Impfstoffen gegen diese Tropenkrankheit ein wichtiges Projekt am Laboratorium für Organische Chemie dar. Voraussetzungen dafür sind, die molekularen und zellulären Mechanismen der Teilimmunität zu kennen sowie geeignete Testsysteme, Applikationsformen und Adjuvanzen für die Impfstoffkandidaten zu ermitteln. Um die Pathophysiologie von Infektionskrankheiten eingehend untersuchen zu können, bedarf es geeigneter Tiermodelle. Am häufigsten wird das Mausmodell verwendet; denn Mäuse erkranken ähnlich wie Menschen an Malaria.

Je nach Zellart und Entwicklungsstadium der Protozoen spielen Glycolipid-Membrananker bei der Reifung von Membranproteinen eine große Rolle, da sie zur Verankerung von Glycosylphosphatidylinositol (GPI)-Proteinen in der Plasmamembran dienen. Freie, aber auch Protein-gebundene GPIs sind an intrazellulären Signaltransduktionsvorgängen sowie an der Pathogenitäts-Auslösung beteiligt. Ursache für die typischen Fieberschübe, zerebralen Entzündungen und Krämpfe als Folge der Malaria ist das von *Plasmodium falciparum* in den Körper ausgestoßene Glycolipid-Endotoxin. Der Grundstoff des neuartigen Vakzins besteht daher aus einem Derivat des Glycosylphosphatidylinositols.

Inzwischen haben die ETH-Forscher eine synthetische Version des Malariatoxins, das GPI-Glycan der Sequenz „NH₂-CH₂-CH₂-PO₄-Man α (1-2) 6 Man α 1-2 Man α 1-6 Man α 1-4 GlcNH₂ 1-6 myo-inositol-1,2-cyclic-phosphat“ chemisch hergestellt und es mit einem Trägereiweiß konjugiert. Darauf reagieren Mäuse mit der Bildung von Antikörpern, welche an das natürliche Toxin binden. Mit dieser Substanz liessen sich die getesteten Mäuse tatsächlich gegen Symptome der Malaria wie Azidose, Lungen-Ödeme, Gehirnschäden mit Todesfolge immunisieren. Der neuartige Malaria-Impfstoff befindet sich inzwischen in der Endstufe der vorklinischen Studien; 2008 soll er erstmals am Menschen erprobt werden. Auch werden klinische



Invasionszyklus der Malariaerreger und ausgelöste Immunantworten (Quelle: Gruppe P. Seeberger, D-CHAB)



Studien für die aktive und passive Immunisierung vorbereitet. Die Forscher beschäftigen sich nun vermehrt mit Sicherheitsaspekten, aber auch mit neuartigen Synthesewegen für die Produktion größerer Mengen an Impfstoffen. Außerdem werden weitere Impfstoffkandidaten an Mäusen erprobt.

Eine weitere Klasse von Glykosphingolipiden, die Lewis-Antigene, ist essentiell für die normale Zellanheftung und -erkennung, aber ebenfalls für Entzündungsreaktionen, Krebs und bakterielle Infektionen. Auch in diesem Bereich finden sich vermutlich neue Impfstoffkandidaten. Der Oligosaccharid-Synthesizer bietet außerdem das Potenzial zur Herstellung verbesserter Heparine. Die Substanzen dieser Gruppe sind nicht nur an der Blutgerinnung beteiligt, sondern als Wachstumsfaktoren auch an fast 40 Hauptkrankheitsgebieten wie beispielsweise BSE, Krebs oder Alzheimer Demenz.

Seit etwa 1935 wird der Heparin-Naturstoff bei Operationen vorbeugend gegen Thrombosen verabreicht. Bisher mußte das Polysaccharid aus der Schleimhaut von Schweinedärmen extrahiert werden. Das auf diese Weise gewonnene Gemisch aus Molekülketten mit 200 bis 250 Einzelbausteinen verursachte jedoch in etlichen Fällen unerwünschte Nebenwirkungen. Um einen verlässlichen Herstellungsweg für hochwirksame und definierte, kleinemolekulare Heparin-Varianten zu entwickeln, wurde am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge eine modulare Synthese-Strategie entwickelt. Inzwischen ist es der Arbeitsgruppe an der ETH gelungen, die gewünschten Heparinsequenzen synthetisch herzustellen. **CLB**

M.D. Disney, P. H. Seeberger: „The Use of Carbohydrate Microarrays to Study Carbohydrate-Cell Interactions and to Detect Pathogens“; Chem. Biol. 2004, 11, 1701-1707.

Barbara Brauckmann: „Mit einem Saccharid-Synthesizer gegen tropische Infektionskrankheiten und Krebs“; ETH Zürich, Hauszeitung Molekül 6/2003, Seite 6

Carina Dennis: „Sweet revenge“; Nature, Vol. 423, 5 June 2003

Thomas Maeder: „Süße Medizin“; Spektrum der Wissenschaft, Februar 2003

Eddie W. Adams, Jörn Ueberfeld, Daniel M. Ratner, Barry R. O'Keefe, David R. Walt, Peter H. Seeberger: „Encode Fiber-Optic Microsphere Arrays for Probing Protein-Carbohydrate Interactions“; Angew. Chem. Int. Ed. 2003, 42, 5317-5320

Charles Schmidt: „Carbohydrate Synthesizer Could Yield Treatments for Malaria and Other Major Diseases“; The MIT Report November 2002

Louis Schoffeld, Michael C. Hewitt, Krystal Evans, Mary-Anne Sioimos, Peter Seeberger: „Synthetic GPI as a candidate antitoxic vaccine in a model of malaria“; Nature, Vol 418, 15 August 2002

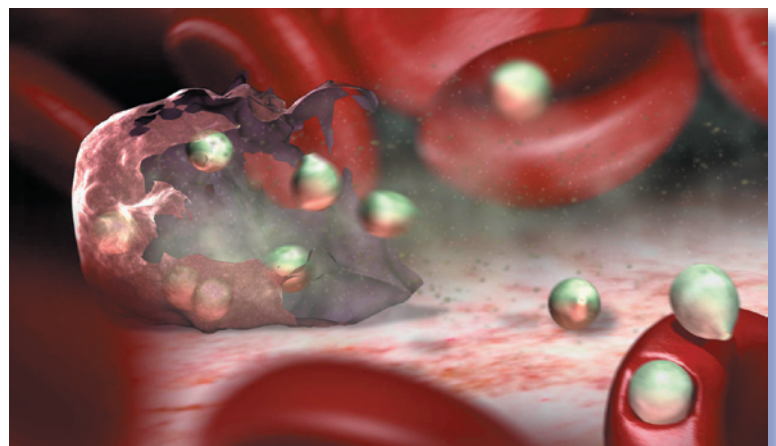
Barbara Brauckmann: „Vielseitige Zucker mit Einsatzmöglichkeiten gegen Entzündung oder Krebsmetastasen“; Molekül-Mix 3, ETH Zürich, September 2002

Obadiah J. Plante, Emma R. Palmacci, Peter Seeberger: „Automated Solid-Phase Synthesis of Oligosaccharides“; Science Vol 291, 23 February 2001

www.chab.ethz.ch/seeberger

www.wehi.edu.au/wehi-tv

Teile des Lebenszyklus der Malariaerreger. Ein befallenes rotes Blutkörperchen platzt und setzt weitere parasitäre Einheiten frei (Quelle: WEHI-TV).



Auswahl verwendeter Literatur (2005-2001):

D.M. Ratner, E.R. Murphy, M. Jhunjhunwala, D.A Snyder, K.F. Jensen, P.H. Seeberger: „Microreactor-based Reaction Optimization in Organic Chemistry – Glycosylation as a Challenge“; Chem. Comm. 2005, 578-581.

X. Liu, Y.-U. Kwon, P.H. Seeberger: „Convergent Synthesis of a Fully Lipidated Glycosylphosphatidylinositol Anchor of Plasmodium falciparum“; J. Am. Chem. Soc. 2005, 127, 5005-5006

Alles andere als nur Rohre

Die Technik der Teleskope

Das Wichtigste für Teleskope ist natürlich deren Optik. Sie ist die Grundlage zum Verständnis der Funktionsweise von Fernrohren.

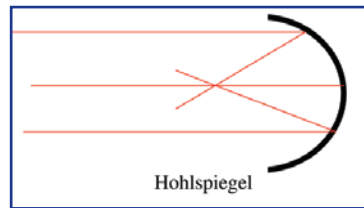
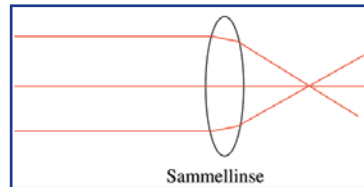
Was macht überhaupt ein Fernrohr, damit man Objekte größer sehen kann? Es vergrößert den Sehwinkel, unter dem man ein Objekt betrachtet. Die Vergrößerung eines Teleskops ist definiert als Verhältnis des Sehwinkels mit Fernrohr und des Sehwinkels ohne Fernrohr.

In der Abbildung unten kann man einen grünen Pfeil sehen, der dieselbe Größe hat wie der Blaue. Der blaue Pfeil ist das grüne Objekt nur von einem Fernrohr näher herangeholt. Damit ist der Winkel α_b größer als α_g . Somit erscheint der blaue Pfeil genauso groß, wie der Hellblaue, der viel weiter entfernt ist.

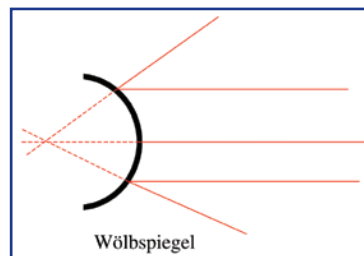
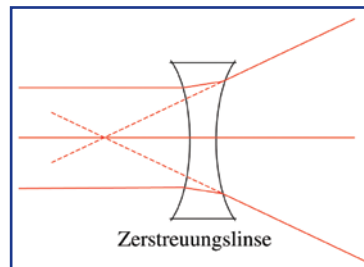
Aufbau

Teleskope besitzen mindestens ein Objektiv, das immer eine Sammellinse ist, und ein Okular, das je nach Fernrohrart eine Zerstreuung- oder eine Sammellinse sein kann. Sammellinsen brechen die einfallenden Lichtstrahlen in Richtung der optischen Achse. Grund dafür ist, dass sie eine gewölbte Oberfläche haben und die Strahlen durch den Übergang von dünnem (Luft) zu dichtem (Glas) Medium zur Mitte (zum Lot) gebrochen werden. Diese Umlenkung verstärkt

sich nochmals beim Austritt der Strahlen aus der Linse. Heute können auch Hohlspiegel verwendet werden an Stelle von Sammellinsen.



Bei der Zerstreuungslinse ist es genau umgekehrt. Die Ursache dafür ist die Oberfläche, die von beiden Seiten „ausgehöhlt“ ist. Die gleiche Funktion haben auch Wölbspiegel.

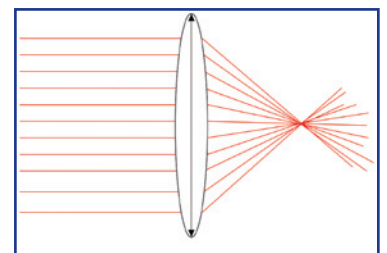
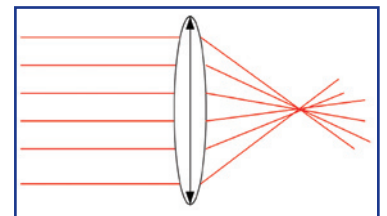


einer Lupe ausgeschlossen. Das gesehene Bild wäre dabei kleiner und verzerrt als ohne Lupe. Bei einem Teleskop vergrößert das Okular das vom Objektiv erzeugte Bild unverzerrt.

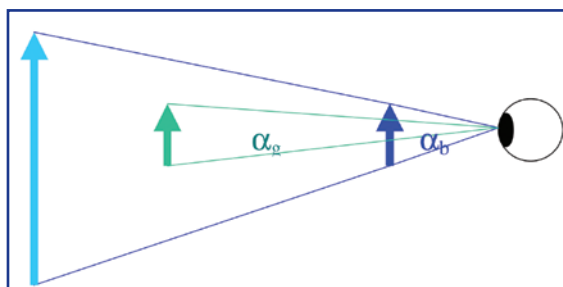
Was machen jedoch die einfallenden Strahlen im Teleskop? Entweder erzeugen sie ein reelles Bild im Fernrohr, das vom Okular vergrößert wird und man sieht ein virtuelles Bild, so ist es beim Keplerschen Fernrohr, oder es entsteht kein reelles Bild und die Strahlen werden durch das Okular parallel ins Auge geleitet und man sieht ein virtuelles Bild. So finden wir es beim Galileischen Fernrohr vor. Das heißt ein reelles Bild ist eine verkleinerte Kopie des beobachteten Gegenstandes, das im Fernrohr entsteht. Ein virtuelles Bild hingegen ist das Bild, das man durch ein Fernrohr sieht.

Lichtstärke

Doch wie kann mehr Licht vom Fernrohr eingefangen werden, damit das gesehene Bild heller wird? Für die Lichtstärke eines Teleskops ist der Objektivdurchmesser zuständig. Das heißt: Je größer der Objektivdurchmesser ist, desto höher ist die Lichtstärke.



Vergrößerung:
 $v = \alpha_b / \alpha_g$

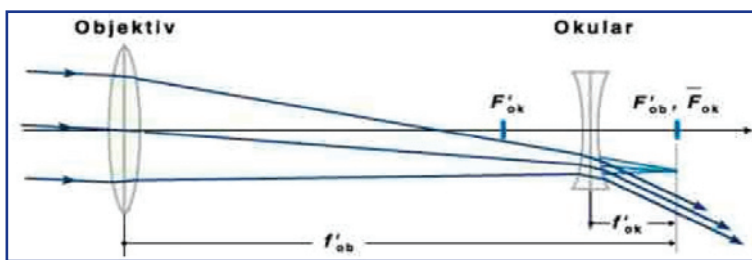


Für die Vergrößerung mit einer Lupe wird nur ein Objektiv beziehungsweise eine Linse benötigt. Das ist bei einem Fernrohr nicht möglich, weil die Entfernung zum Objekt hier viel größer ist. Somit ist eine Vergrößerung weit entfernter Gegenstände mit

Manchmal werden auch Feldlinsen im Keplerschen oder Astronomischen Fernrohr eingesetzt, um schräg eintreffende Strahlen noch in Richtung Okular zu brechen.

Von großem Einfluss auf die Bildqualität ist die Lichtstärke. Zudem ist auch das Auflösungsvermögen von entscheidender Bedeutung. Ein gutes Auflösungsvermögen bedeutet, dass nahe beieinander liegende Punkte, die man mit bloßem Auge nur als einen Gegenstand erkennt, getrennt werden. Die Bildqualität wird gestört durch Farbfehler aufgrund der unterschiedlichen Lichtbrechung. Das bedeutet, das Licht wird beim Übergang in die Linse in seine Spektralfarben zerlegt. Dieses Fehlerbild wird chromatische Aberration genannt (chromatisch für farblich und Aberration für Fehler). Es wird durch Dublett-Linsen behoben. Das sind zusammengesetzte Linsen, die aus unterschiedlichen Glassorten bestehen. Geht ein weißer Lichtstrahl durch den 1. Teil der Linse, dann wird er in seine Farbbestandteile gebrochen. Dies gleicht der 2. Teil der Linse aus, indem er die Farben wieder zurückbricht, damit zuletzt wieder ein weißer Strahl die Linse verläßt.

Die Bildqualität kann auch durch Linsenfehler bei der Herstellung beeinträchtigt werden. Das äußert sich in einer unregelmäßigen Oberfläche. Um dies auszugleichen muss die Schleiftechnik verbessert werden. Viele Linsen weisen auch den Fehler auf, dass Strahlen parallel zur optischen Achse, die auf den Linsenrand einfallen, sich nicht im Brennpunkt treffen, sondern schon vorher. Diese Linsen haben sozusagen als Oberfläche zwei „aneinandergesetzte“ Kugelausschnitte mit demselben Radius, da diese leichter herzustellen und damit kostengünstiger sind. Diesen Fehler nennt man sphärische Aberration. Die optimale Linse hätte die Form einer Parabel.



Aufbau und Strahlengang des Galileischen Fernrohrs

Linsenfernrohre

Es gibt verschiedene Fernrohrtypen. Die wichtigsten sind Linsenfernrohre und Spiegelteleskope.

Die Linsenfernrohre werden auch als Refraktoren bezeichnet. Bei diesen Teleskopen bestehen Objektiv und Okular aus Linsen, wobei meist die Objektivlinse eine Dublett-Linse ist. Je nach Fernrohrart können die gesehene Bilder aufrecht oder umgekehrt sein. Joseph Fraunhofer verringerte die Fehler bei den Refraktoren durch neue Linsenkombinationen, andere Glassorten und verbesserter Schleiftechnik. Mit diesen Verbesserungen entdeckte er 1846 den Planeten Neptun.

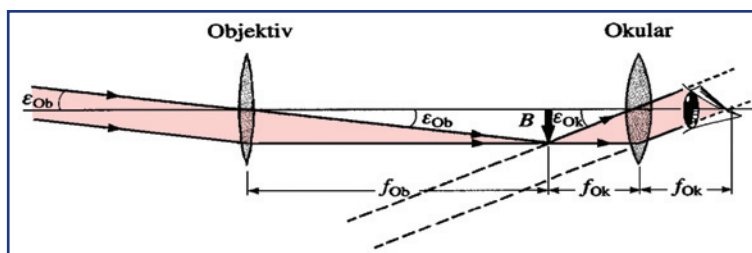
Das Galileische Fernrohr

Das älteste Linsenfernrohr ist das Galileische oder Holländische Fernrohr. Zunächst interessiert, wer dieses Teleskop erfunden hat. Galilei war weder der Entdecker, noch war er Holländer. Es wurde vom niederländischen Brillenmacher Hans Lippershey erfunden, der es aus Brillengläsern zusammensetzte. 1609 baute Galilei dieses Teleskop nach und machte viele astronomische Beobachtungen. Damals wurde das Galileische Fernrohr in der Astronomie verwendet. Als Objektiv hat dieses Teleskop eine

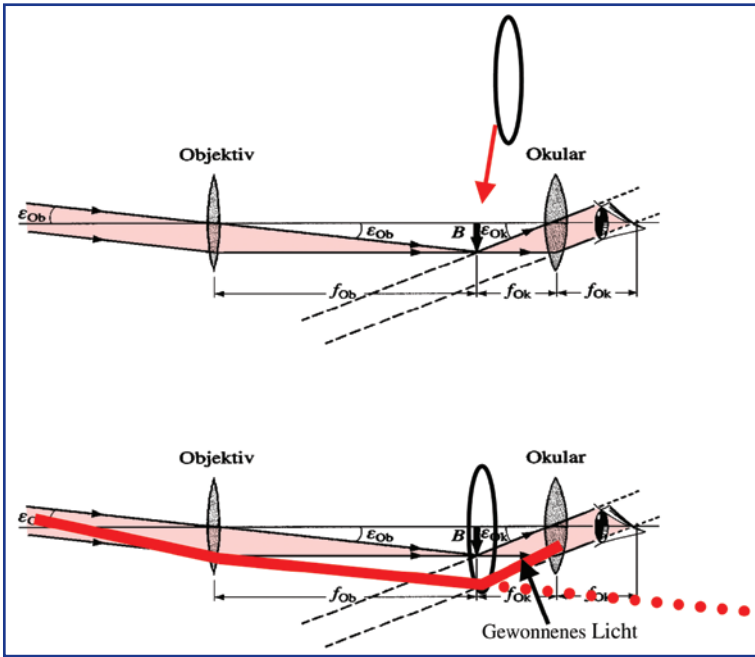
Konvex- oder Sammellinse. Das Okular besteht aus einer Konkav- oder Zerstreuungslinse. Da die Linsen beim Galileischen Teleskop eine bestimmte Position einnehmen müssen, um ein scharfes Bild zu erzeugen, setzt sich seine Baulänge aus der Differenz der Brennweite des Objektivs und der Brennweite des Okulars zusammen. Die Brennweite ist die Strecke vom Linsenmittelpunkt zum Brennpunkt. In diesem Punkt auf der optischen Achse treffen sich die gebrochenen Lichtstrahlen, die senkrecht zur Linsenmitte auf die Linse einfallen. Durch die richtige Positionierung der Brennpunkte beim Holländischen Fernrohr sieht man ein virtuelles Bild. Weil dadurch ein aufrechtes Bild gesehen wird, hat das Galileische Fernrohr heute als Opernglas Verwendung.

Das Keplersche Fernrohr

Die zweite Art eines Linsenfernrohrs ist das Keplersche oder Astronomische Fernrohr. 1611 zeigte Kepler, dass auch zwei Sammellinsen, das Objektiv und das Okular, ein Fernrohr ergeben können. Die Brennpunkte beider Linsen müssen dabei auf denselben Punkt fallen. Hinter dem Objektiv entsteht ein verkleinertes, umgekehrtes, reelles Bild des beobachteten Objekts. Dieses reelle Bild wird vom Okular wie von ei-



Aufbau und Strahlengang des Keplerschen Fernrohrs.



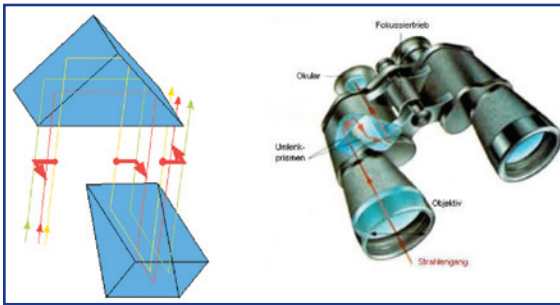
Spiegelteleskope

Durch die Entwicklung der Spiegelteleskope wurde die Qualität der Fernrohre verbessert. Wegen der fehlenden Objektivlinsen tritt keine chromatische Aberration auf, sofern die Spiegel parabelförmig sind. Als Objektiv besitzen alle Spiegelteleskope einen Hohlspiegel, der dieselbe Wirkung hat wie die Objektivlinsen bei Linsenfernrohren, nämlich

die Lichtstrahlen zu sammeln. Diese gesammelten Strahlen werden von einem zweiten, kleineren Spiegel im Fernrohr in das Okular reflektiert, das eine Sammellinse ist. Wohin das Licht reflektiert wird, hängt vom Spiegelteleskop ab. Es kann entweder seitlich aus dem Fernrohr oder durch ein Loch im Objektiv ins Okular gelangen. Auch die Form des Zweitspiegels ist variabel.

Newton-Spiegel

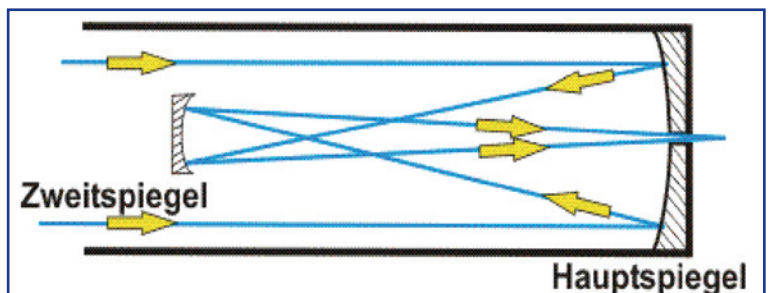
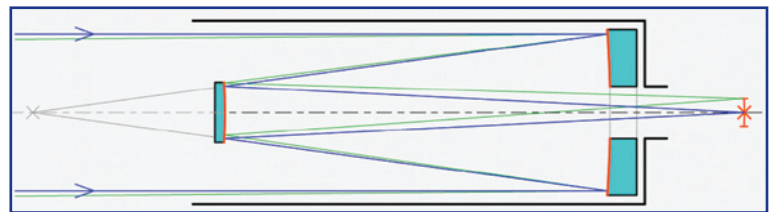
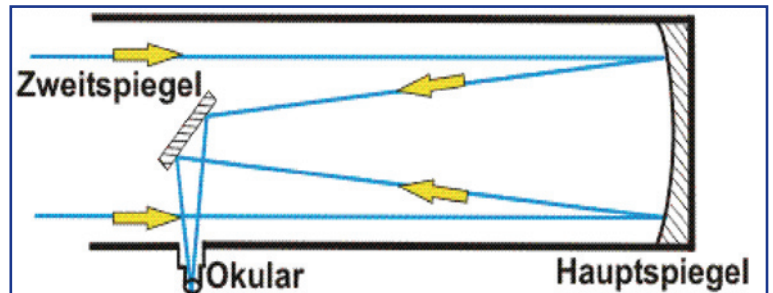
1671 erfand Isaac Newton das Spiegelteleskop. Dieses wird deshalb auch Newton-Spiegel genannt. Es besitzt als Objektiv einen Hohlspiegel, der parabolisch geformt ist. Wenn die Lichtstrahlen vom Objektiv abprallen, kommen sie auf den Fangspiegel in der Mitte, der 45° gegen die optische Achse geneigt ist. Dieser reflektiert die Strahlen an der Seite des Fernrohrs in das Okular, das eine Linse ist.

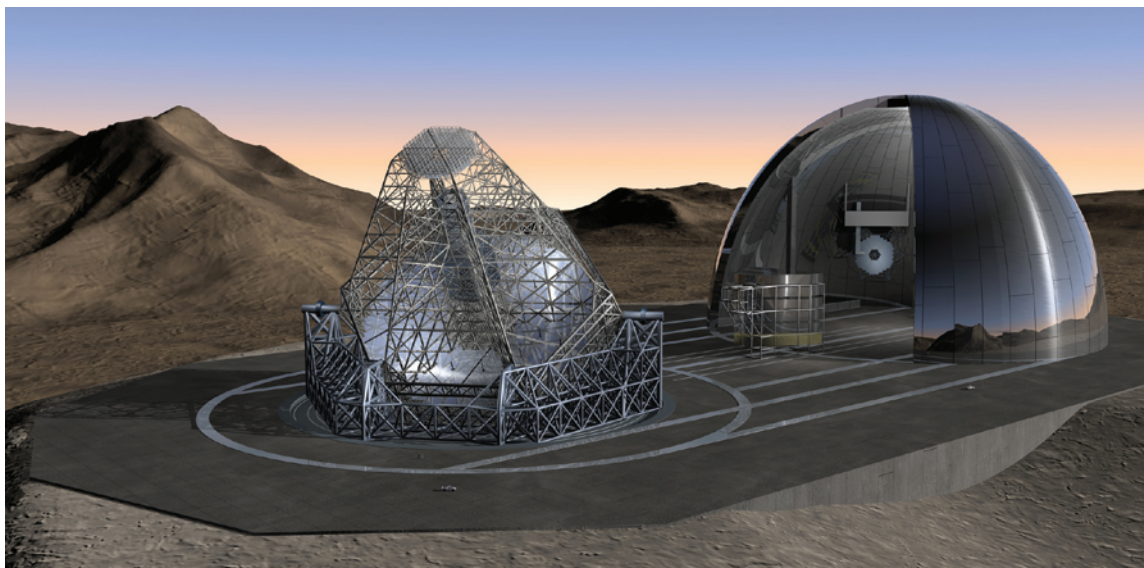


Aufbau und Strahlengang des Newton-Spiegels (oben), des Cassegrain-Teleskops (Mitte) sowie des Gregorianischen Spiegels (unten).

Keplersche Fernrohre haben manchmal eine Feldlinse im Brennpunkt, um die Lichtstärke zu erhöhen. Schräg ins Fernrohr einfallende Strahlen, die normalerweise auf die Teleskopinnenwand zwischen Objektiv und Okular treffen und damit verloren gehen würden, werden von der Feldlinse noch in Richtung Okular gebrochen. Prismenferngläser, auch bekannt als Feldstecher, sind Keplersche Fernrohre mit Umkehrprismen. Letzere bewirken, dass das Bild nicht mehr auf dem Kopf steht.

ner Lupe vergrößert. Die Baulänge l dieses Fernrohrs setzt sich aus der Summe der Brennweite des Objektivs und der Brennweite des Okulars zusammen. Auch Terrestrische Fernrohre, die man von den Seeräubern her kennt, haben eine große Ähnlichkeit mit dem Keplerschen Fernrohr. Sie besitzen zusätzlich eine Umkehrlinse. Dadurch werden sie sehr unhandlich, denn die Gesamtlänge setzt sich aus der Brennweite des Objektivs, des Okulars und der vierfachen Brennweite der Umkehrlinse zusammen.





Das „überwältigend große Teleskop“ der ESO soll einen Objektivdurchmesser von 100 Metern haben (Abb.: ESO).

Cassegrain-Spiegel

Als nächstes wurde der Cassegrain-Spiegel entwickelt. Auch er besitzt als Objektiv einen Hohlspiegel, nur hat dieser primäre Spiegel ein Loch in der Mitte, indem sich das Okular, eine Linse, befindet. Zudem gibt es einen zweiten Spiegel, der aber ein Wölbspiegel ist. Er steht orthogonal zur optischen Achse und befindet sich vor dem Brennpunkt des Primärspiegels. Der Zweitspiegel reflektiert die vom Hohlspiegel kommenden Strahlen durch das Loch ins Okular. Der zweite Spiegel muss gewölbt sein, damit alle Strahlen, die auf diesen Spiegel treffen, ins Okular kommen. Das heißt, wenn er eben wäre, würde das Licht in einem falschen Winkel reflektiert werden, da immer gilt: Einfallswinkel = Ausfallswinkel. Deshalb werden die Spiegel in ihrer Form angepasst.

Gregorianischer Spiegel

Der Gregorianische Spiegel ist dem Cassegrain-Spiegel sehr ähnlich. Das Objektiv ist wieder sammelnd mit einem Loch in der Mitte für die Linse (Okular). Der Sekundärspiegel ist auch orthogonal zur optischen Achse ausgerichtet, nur befindet er sich hinter dem Brennpunkt des Objektivs und ist deshalb ein Hohlspiegel. Auch hier werden die Strahlen in das Loch des primären Spiegels reflektiert. Der sekundäre Spiegel ist jedoch hohl, da er hinter dem Brennpunkt des Objektivs sitzt und das Licht deshalb von der Mitte her auf ihn fällt. Mit solch einem Fernrohr entdeckte 1871 Herschel den Planeten Uranus.

Fernrohre in der Gegenwart

Heutzutage gibt es viele Sternwarten mit gigantischen Spiegelteleskopen.

Mt. Palomar-Teleskop

1949 wurde ein riesiges Spiegelteleskop auf dem Mt. Palomar in den USA errichtet. Das Objektiv hat einen Durchmesser von 5000 mm. Die Reichweite beträgt 10 Milliarden Lichtjahre. Die Empfindlichkeit ist so extrem hoch, dass man schwach strahlende Objekte wie eine Kerzenflamme noch in 5000 km Entfernung erkennen kann.

Hubble-Space Teleskop

Da man die Bedingungen für astronomische Beobachtungen verbessern wollte, hat man im Jahre 1990 das Hubble-Space Teleskop, das einen Durchmesser von 2400 mm hat, mit Hilfe eines Space-Shuttle ins All transportiert. Seitdem befindet es sich in der Erdumlaufbahn. Im All gibt es keine erwärmte, verschmutzte Luft und keine störenden Lichtquellen. Inzwischen wurden mit

	Galileisches Fernrohr	Keplersches Fernrohr	Spiegelteleskop
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Klein, handlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Bildhelligkeit (vgl. G.F.) • Größeres Gesichtsfeld (vgl. G.F.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine chromatische, sphärische Aberration (nur beim parabolischen Spiegel) • Geringes Gewicht • Kaum Lichtverluste durch Totalreflektion
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Kleines Gesichtsfeld (G. sah nur Viertel des Vollmonds) • Früher Farbringe durch chromatische Brechung • max. Linsengröße: 1m 	<ul style="list-style-type: none"> • Bilder auf dem Kopf (kein Nachteil in Astronomie) • Größere Baulänge als G.F • Früher Farbringe • max. Linsengröße: 1m 	<ul style="list-style-type: none"> • Bilder auf dem Kopf (kein Nachteil in Astronomie) • unhandlich

Die Tabelle zeigt die Vor- und Nachteile der verschiedenen Teleskope.

diesem Weltraumteleskop viele unbekannte Galaxien entdeckt.

„Very Large Telescope“

Die bislang größte Sternwarte wurde in Nordchile erbaut. Sie trägt den Namen „Very Large Telescope“. Das Einzigartige daran ist, dass vier Spiegelteleskope mit jeweils einem Objektivdurchmesser von 10 000 mm zu einem Riesenteleskop vernetzt sind. Diese Sternwarte gehört der ESO („European Southern Observatory“), die ihren Hauptsitz in Garching bei München hat. Für 2015 plant die ESO den Bau des „überwältigend großen Teleskops“ (Overwhelmingly Large Telescope OWL). Es soll einen Objektivdurchmesser von 100 m haben. Das entspricht fast der Höhe der Cheops-Pyramide, die 137 m hoch ist. Mit dieser Forschungsstation möchte man Objekte, die kurz nach dem Urknall entstanden sind, beobachten.

Sonstige Teleskope

Um Informationen über die Temperaturverteilung und die Zusammensetzung des Universums zu erlangen, gibt es auch Teleskope, die Strahlung außerhalb des sichtbaren Bereichs empfangen und zu einem Computerbild verarbeiten. Diese Bilder können dann von Wissenschaftler interpretiert werden. Ein Beispiel eines solchen Teleskops ist das Radioteleskop, das Radiowellen empfangen kann. Aber es können auch Röntgen- oder IR-Strahlen sichtbar gemacht werden. Es gibt noch viel mehr über Fernrohre und deren Technik zu berichten, dass es unmöglich ist, in diesem Artikel alles zu erläutern.

Visualisierung

Um die Grundlagen der Optik und die Technik der Fernrohre besser verständlich zu machen, habe ich während meiner Powerpointpräsentation über dieses Thema im Fach Physik ein selbst erstelltes Computerprogramm verwendet. Mittels eines Beamers kann man mit diesem Programm z.B. den



Unterschied zwischen einem reellem und virtuellem Bild durch Verschieben der Linsen ad hoc projizieren. Außerdem kann damit verdeutlicht werden, wie sich der Objektivdurchmesser auf die Helligkeit des gesehenen Bildes auswirkt. Auch der Einfluss einer unregelmäßigen Linsenoberfläche auf das Auflösungsvermögen und die Bildqualität kann dargestellt werden. Die Komposition „Die Planeten“ von Gustav Holst ist schließlich noch geeignet, das Thema „Fernrohr“ akustisch zu untermalen.

Matthias Wüstenhagen



Das Hubble-Weltraumteleskop umkreist seit 1990 die Erde in 590 Kilometern Höhe. Es wird wohl im nächsten Jahr mit der Service Mission 4 ein letztes Mal gewartet. Es erhält dann zwei weitere Instrumente: Die „Wide Field / Planetary Camera 3“ (WFPC3) und den „Cosmic Origins Spectrograph“ (COS; Abb.: ESA).

Dieser Artikel war der Wettbewerbsbeitrag des Gymnasiasten Matthias Wüstenhagen aus Holzgerlingen bei Stuttgart zum Wettbewerb „Jugend lehrt“. Er stellte ihn zusammen mit einer Visualisierung als Vortrag beim Abendprogramm der InCom/LifeCom am 12. März an der Universität Düsseldorf vor (Foto). Die Visualisierung der Fernrohrfunktionen erreichte Matthias durch ein selbst erstelltes Computerprogramm. Die effektvolle Darstellung wurde vom Publikum mit großem Beifall belohnt. Für seine Arbeit, die beispielhaft die Anforderungen des Wettbewerbs „Jugend lehrt“ zeigen soll, erhielt der 17-jährige von Rolf Kickuth, Gründer des Wettbewerbs, ein Anerkennungs-Preisgeld über 1000 Euro. Aktuelle Informationen zu „Jugend lehrt“ stehen demnächst in der CLB.

Namensgeber von SI-Einheiten (Teil 18)

Alessandro Volta (1745–1827)

Alessandro Volta (Abbildung 1) wurde am 18.2.1745 in Como/Norditalien geboren. Nach seinem Studium wurde er Physik-Professor und lehrte von 1774 bis 1778 in seinem Geburtsort Como, anschließend ab 1779 dann in Pavia.

Im Jahre 1786 beobachtete der italienische Anatomie- und Medizin-Professor Luigi Aloysius Galvani (1737 bis 1798) beim Experimentieren mit Froschschenkeln seltsame Erscheinungen. Sobald er einen Froschschenkel, der an einem Eisengitter hing, mit einem Seziermesser berührte, stellte er Muskelkontraktionen fest. Galvani veröffentlichte 1791 mit der Schrift „De viribus electricitatis in motu musculari“ seine interessanten Beobachtungen. Jedoch kam er zu der nicht richtigen Erkenntnis, dass es sich um „tierische Elektrizität“ handele.

Erst Alessandro Volta, ein Landsmann von Luigi Galvani, fand für das Auftreten der „tierischen Elektrizität“ die richtige Erklärung und prägte für die Erscheinung den Begriff „Galvanismus“. Volta erkannte, dass zwischen zwei verschiedenen Metallen, die sich in einer stromleitenden Flüssigkeit befinden, eine elektrische Spannung entsteht. Er entwickelte im Jahre 1799 das erste galvanische Element und baute eine aus mehreren Elementen bestehende Spannungsquelle, die als „Volta-Säule“ bezeichnet wurde. Mit der „Volta-Säule“ bekam die Menschheit ihre erste elektrische Spannungsquelle, die größere Ströme liefern konnte.

Am 20.3.1800 berichtete Alessandro Volta in einem Brief an den Präsidenten der Royal Society in London erstmals über seine erfundene elektrochemische Span-



Abbildung 1: Alessandro Volta (1745–1827)

nungsquelle, und am 21.11.1801 demonstrierte er seine „Volta-Säule“ dem französischen Ersten Konsul General Napoleon Bonaparte. Auf dieses Ereignis ließ Napoleon eine Medaille schlagen. Als Napoleon Kaiser war, erhob er Volta in den Grafenstand. Alessandro Graf Volta starb am 5.3.1827 im 83. Lebensjahr in seinem Geburtsort Como/Norditalien.

Mit diesem 18. Teil „Namensgeber von SI-Einheiten“ endet die Serie.

Volt

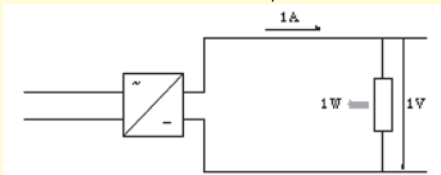
Volt (V) ist die abgeleitete SI-Einheit der elektrischen Spannung oder elektrischen Potenzialdifferenz.

Definition des Volt (V)

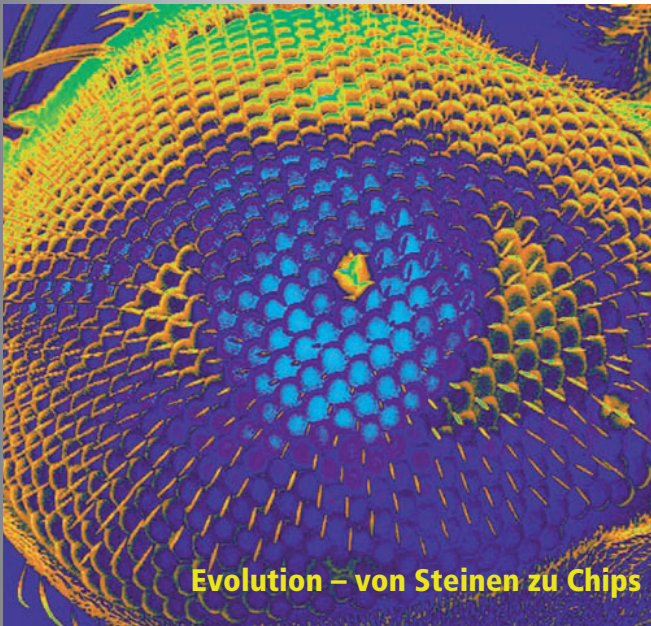
1 Volt ist die elektrische Spannung oder Potenzialdifferenz zwischen zwei Punkten eines homogenen und gleichmäßig temperierten metallischen Leiters, in dem bei einem zeitlich unveränderlichen Strom der Stärke 1 Ampere (A) zwischen den beiden Punkten die Leistung 1 Watt (W) umgesetzt wird (siehe Bild unten). Es gilt:

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ W}}{1 \text{ A}} = \frac{1 \text{ Nm}}{1 \text{ As}} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{A s}^3}$$

Anmerkung: Heute wird das Volt in allen dafür verantwortlichen Instituten (zum Beispiel der PTB in Braunschweig) mit Hilfe des in speziellen Supraleiter-Anordnungen auftretenden Josephson-Effektes dargestellt. Der britische Student Brian D. Josephson sagte die nach ihm benannten Effekte im Alter von 22 Jahren voraus. Später erhielt er dafür den Nobelpreis.



Festlegung der SI-Einheit der elektrischen Spannung.



Evolution – von Steinen zu Chips

Im Wissenschaftsteil: Sieben Beiträge junger Forscher

- Wie man einen Bücherscanner baut
- Pseudoprimezahlen sorgen für Sicherheit
- Ein Holzvergaser hilft beim Rasen mähen
- Ob der Aralesee austrocknet
- Entwicklung eines Refraktometers
- Ein Büchereiprogramm für Schulen
- Seifenblasen – mathematisch schön

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

Für 30 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent vierteljährlich die „Junge Wissenschaft“.

**Dazu als Abogeschenk das
CLB-Buch Alles Repetio...**



... das Buch gibt es natürlich auch bei einem Abo der CLB!

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die „Junge Wissenschaft“ abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die Zeitschrift zunächst für ein Jahr (=4 Ausgaben) zum Preis von 30,00 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 4,80 Euro, Ausland: 8,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 91,35 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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



Neue UV-Dissolution-Software für die Wirkstofffreisetzung

Die neue Varian UV-Dissolution-Software wurde für die Varian-Dissolutionstester der Serie VK 7000 und 705-DS entwickelt. Sie arbeitet mit dem automatischen Filterwechsler VK 808, dem Probensammler VK 8000 und dem UV-Spektrometer Cary 50 zusammen.

Die Software steuert die genannten Geräte an und nimmt die UV-Spektral-

können unabhängig voneinander mit unterschiedlichen Methoden gesteuert und ausgewertet werden.

Aufgrund der hohen Spektrenaufnahmegeschwindigkeit des Spektrophotometers können Messwerte bei einer definierten Wellenlänge ermittelt werden. Jetzt ist es möglich ganze Spektren aufzunehmen oder die Spektrenaufnahme mit der Messung bei

einer Wellenlänge zu kombinieren.

Der Reportgenerator kann Messwerte markieren, die außerhalb der vorgegebenen Toleranz liegen.

Optional sind Multikomponentenanalysen mit der „The Unscrambler“-Software der Firma Camo.

Weiterhin enthält die Software vordefinierte Methoden zu Überprüfung der Spektrophotometereigenschaften entsprechend der EP und USP. Selbstverständlich wird der Anwender auch bei der Einhaltung der 21 CFR 11 Regularien unterstützt.



Varian Deutschland GmbH
64289 Darmstadt
Tel 06151 703 0
Fax 06151 703 237
www.varianinc.com

NEWS ANALYTIK

ONLINE-STELLENMARKT

Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 200.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.400 Abonnenten
- kostenlose Veröffentlichung von Stellengesuchen
- kostenlose Veröffentlichung von Stellenangeboten an Universitäten und gemeinnützigen Forschungseinrichtungen
- Unternehmen inserieren Ihre offenen Stellen schon ab **99,- Euro**

Weitere Informationen und zahlreiche aktuelle Ausschreibungen finden Sie online unter <http://www.analytik-news.de>

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



Köttermann GmbH & Co KG
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.de,
systemlabor@koettermann.de

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



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

CLB-Geschichte

Fortsetzung von Umschlagseite 3

366

Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

Sorbinsäure ist eine ungesättigte Fettsäure mit kurzer Kette; sie kommt in den Früchten des Vogelbeerbaumes (*Sorbus aucuparia*) vor und kann auch synthetisch hergestellt werden.

Benzoessäure ist eine vom Benzol abgeleitete organische Säure, die in den Preiselbeeren und in vielen Harzen vorkommt.

PHB-Ester sind Verbindungen, die aus para-Hydroxybenzoessäure und Äthyl- bzw. Propylalkohol unter Wasserabspaltung entstehen.

Ameisensäure ist die einfachste organische Säure, die im Sekret der Ameisen, Bienen und Brennesseln vorkommt.

Hexamethylentetramin ist eine Verbindung aus Ammoniak und Formaldehyd, das langsam abgespalten wird und dann durch Härten des Eiweißes konservierend wirkt.

Neben den ersten vier Konservierungsmitteln ist Hexamethylentetramin, kurz „Hexa“ genannt, noch bis zum 31. Dezember 1961 zugelassen zur Konservierung von Fischmarinaden, Bratfischwaren, Muschelerzeugnissen, Salzherings-erzeugnissen, Fischwaren aus Rogen u. a. Gesundheitliche Bedenken sind der Grund zu der zeitlichen Begrenzung der Zulassung; bis dahin muß ein vollwertiger Ersatz erarbeitet sein. Schließlich sei noch die schweflige Säure erwähnt, die konservierende Wirkung hat.

Lebensmittelfärbung

Die Verwendung von Farbstoffen bei der Lebensmittelherstellung ist geregelt durch die „Verordnung über die Zulassung färbender fremder Stoffe“ vom 19. Dezember 1959. Auch hier gilt: Nur zugelassene Farbstoffe dürfen verwendet werden; nur speziell aufgeführte Lebensmittel dürfen gefärbt werden; Kennzeichnung ist Pflicht.

Aus der Vielzahl der Farbstoffe hat die Farbstoffkommission 6 gelbe, 3 orange, 4 rote, 2 blaue, 2 grüne und 2 schwarze Farbtöne zugelassen, die ihrer chemischen Natur nach organische Stoffe, meist Azofarbstoffe sind. Dazu kommen einige Pigmente anorganischer Natur, wie Calciumcarbonat, Calciumsulfat, Titan-dioxyd, Eisenoxyde, Aluminium und noch ein speziell angeführter Farbstoff für Käse und Gelbwurst. 17 weitere Farbstoffe dürfen nur so verwendet werden, daß sie nicht mit verzehrt werden, also Stempelfarben und Ostereierfarben. Außerdem sind einige wenige Trägerstoffe für die Farben zugelassen, z. B. Hartparaffin zum Überzug für Käse.

Grundlebensmittel dürfen nicht gefärbt werden. Erlaubt ist jedoch das Färben von einzelnen Fisch-Erzeugnissen, z. B. Anchosen, und Obsterzeugnissen, z. B. Marmeladen und Konfitüren, Cremespeisen, süßen Suppen u. ä., verschiedenen Zuckerwaren, Margarine nur mit Bixin unter Mitverwendung von Carotin.

So farbenfreudig unsere Lebensmittel — auch mit der neuen Farbstoff-Verordnung — noch sind, so vielgestaltig sind die Probleme, die es zu lösen galt und noch gilt, und die hier nur zum Teil angedeutet werden konnten.

362 Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

Neue Lebensmittelgesetzgebung

Die Neuregelung der Lebensmittelgesetzgebung war grundlegend und umwälzend. Das wesentliche der Neuregelung läßt sich an der Umstellung des Grundgedankens der Gesetzgebung erkennen, d. h. man ging vom Mißbrauchsprinzip zum Verbotsprinzip über oder mit anderen Worten: Lautete bisher der Grundsatz, was nicht ausdrücklich verboten ist, ist erlaubt, nur bei Mißbrauch wird es speziell verboten, so heißt es jetzt, was nicht ausdrücklich erlaubt ist, ist verboten. Das heißt also, daß jeder Stoff außer den Grundnährstoffen nicht verwendet werden darf, wenn er nicht speziell zugelassen ist. Vorher konnte man jeden Stoff verwenden, der sich aus irgendeinem Grund für irgendeine Herstellung besonders eignete, sofern er nicht speziell durch eine Verordnung verboten oder seine Verwendung eingeschränkt war. Heute muß bei einem zu verwendenden Stoff die Unschädlichkeit erwiesen sein, ehe er verwendet werden darf. Bei der Prüfung auf Unschädlichkeit wird in erster Linie an Krebs, Stoffwechsel- und Kreislaufstörungen und Hauterkrankungen zu denken sein. Auf Grund dieser Forderung ist z. B. eine Liste aller Farbstoffe aufgestellt worden, von denen nach jahrelangen Versuchen angenommen werden kann, daß sie keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften besitzen.

Novelle zum Lebensmittelgesetz

Auf Grund der Lebensmittelgesetz-Novelle von 1958 ist nunmehr im wesentlichen folgendes festgelegt:

Fremde Stoffe dürfen zu Lebensmitteln nur verwendet werden, wenn sie ausdrücklich zugelassen sind. Ausnahmen sind notwendig, da es ja eine ganze Reihe von Stoffen gibt, die zwar nicht Grundstoffe der Ernährung sind, wie Fett und Eiweiß, aber selbstverständlich zu unserer Nahrung gehören, wie z. B. Kochsalz.

Unter fremden Stoffen versteht man Stoffe, die nach § 1 des Lebensmittelgesetzes zu Lebensmitteln werden, d. h. die dazu bestimmt sind, von Menschen verzehrt zu werden — also z. B. keine Futtermittel — und die keinen Gehalt an verdaulichen Kohlenhydraten, verdaulichen Fetten, verdaulichem Eiweiß, oder keinen Gehalt an natürlichen Vitaminen, Provitaminen, Geruchs- oder Geschmacksstoffen haben, oder bei denen ein solcher Gehalt nicht dafür maßgebend ist, daß sie als Lebensmittel verwendet werden.

Fremde Stoffe sind weiterhin auch solche Stoffe, die nur der Oberfläche von Lebensmitteln zugesetzt und nicht mit diesen verzehrt werden, z. B. Konservierungsmittel auf Schalen von Orangen und Citronen, Farbstoffe auf Eierschalen. Es zählen dazu sogar Stoffe, die nur an dem Verpackungsmaterial haften, aber von diesem auf die Lebensmittel übergehen können, also z. B. Diphenyl an den Einwicklern von Citrusfrüchten.

Dagegen sind nach obiger Definition unter vielen anderen also ohne weiteres zugelassene Kochsalz und Essig als natürliche Geschmacksstoffe, Gärhefe, Back-

363 Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

hefe und Gelatine, weil sie Eiweiß enthalten bzw. aus Eiweiß bestehen und ihre Funktionen an dieses Eiweiß gebunden sind. Keine Fremdstoffe in diesem Sinn weiterhin und sogar speziell aufgezählt sind Trinkwasser, Tafelwasser, Wasserdampf, Luft, Stickstoff, Kohlensäure, Trinkbranntwein sowie Vitamine, Provitamine, Geruchs- und Geschmacksstoffe, die den natürlichen in ihrem Aufbau chemisch gleich sind.

Zum ersten Mal in der Lebensmittelgesetzgebung sind die lebensnotwendigsten Stoffe Luft und Wasser erwähnt. Mit der Anerkennung als Lebensmittel geht die Notwendigkeit des besonderen Schutzes Hand in Hand.

Wasserdampf und Stickstoff sind bei der Konservierungstechnik häufig gebrauchte Stoffe (Blanchieren der Gemüse mit Wasserdampf, Abfüllen unter Stickstoff zur Vermeidung von Oxydationsvorgängen bei Luftzutritt). Zu den Stoffen, die keine Fremdstoffe sind, gehören z. B. auch Milchsäure, Citronensäure, Ascorbinsäure (Vitamin C), Vanillin, die den natürlichen chemisch gleich sind; durch Gärung gewonnene Stoffe wie Milchsäure werden nicht einmal als künstlich angesprochen.

Lebensmittel dürfen technische Hilfsstoffe nur in solchen Anteilen enthalten, die technisch nicht vermeidbar sind, eine an sich selbstverständliche Forderung, die aber doch betont werden mußte. Hierzu ein Beispiel: Kalkmilch wird zu manchen Gemüsekonserven zugesetzt, sie verbleibt in der Konserve; sie gilt als fremder Stoff, auch wenn es sich nur um kleinste Mengen handelt. Sie wird in viel größeren Mengen bei der Zuckerfabrikation verwendet, aber ist im fertigen Zucker nicht mehr vorhanden: Hier gilt sie also als technischer Hilfsstoff.

Die Behandlung der Lebensmittel mit Strahlen ist zulassungspflichtig; dertat behandelte Lebensmittel sind zu kennzeichnen.

Es ist weiterhin verboten, zugelassene fremde Stoffe oder zugelassene Behandlungsverfahren so anzuwenden, daß sie die Verderbenheit eines Lebensmittels verdecken können.

Der Zusatz von fremden Stoffen ist kenntlich zu machen; Einzelheiten hierzu bestimmen die Rechtsverordnungen, die auch Ausnahmen zulassen, wenn dies der allgemeinen Rechtsauffassung entspricht, z. B. braucht Backpulver, in bestimmten Backwaren, die ohne dieses gar nicht hergestellt werden können, oder ein Konservierungsmittel, das nur in geringsten Mengen mit einem damit haltbar gemachten Aromastoff in ein Lebensmittel gelangt, nicht kenntlich gemacht zu werden.

Wir können also etwa nachstehende Gruppen unterscheiden:

1. Grundnährstoffe.
2. Stoffe, die zwar keine Grundnährstoffe, aber ihrer Bestimmung nach Lebensmittel sind, z. B. Kochsalz, Essig, Trinkwasser, Gewürze usw.
3. „Fremde Stoffe“, die einer besonderen Zulassung bei der Herstellung und Zubereitung bedürfen. Sie müssen den Reinheitsanforderungen des Deutschen

364 Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

Arzneibuches genügen. Diese Stoffe werden so allgemein verwendet, z. B. Natronlauge bei der Herstellung von Laugenbrezeln, Wasserglas und Kalkmilch zum Einlegen von Eiern, daß auf die Kenntlichmachung verzichtet werden kann. Es braucht also am Brezelkorb nicht angeschlagen zu werden, daß die Brezeln in 4%ige Natronlauge getaucht wurden, oder daß für Süßwaren Blattgold verwendet wurde, oder daß Obstpektine, Pektinsäure, Alginsäure, Agar-Agar, Traganth, Gummi arabicum als Verdickungsmittel — natürlich nur da, wo sie erlaubt sind, z. B. Traganth bei Speiseeis — verwendet wurden.

Das Bestreben geht dahin, Fremdstoffe aus der Produktion möglichst auszuschalten. Bei dieser Fremdstoff-Verordnung (vom 19. XII. 1959) ist jedoch berücksichtigt, daß es einerseits bisher noch nicht geglückt ist, manche Herstellungsverfahren so umzustellen, daß ein Zusatz eines fremden Stoffes nicht mehr notwendig ist, andererseits auf diese Erzeugnisse nicht verzichtet werden kann. In solchen Fällen ist ein Termin gesetzt, bis zu dem der Zusatz noch erlaubt ist. Zum Beispiel dürfen Orthophosphorsäure als Stabilisierungsmittel für koffeinhaltige Erfrischungsgetränke, Salpeter zur Erhaltung der Farbe bei Lachs und Anchosen, Silberzusätze zu Tafelwasser und Erfrischungsgetränken gegen Befall von Bakterien nur noch bis zum 23. Dezember 1960 zugesetzt werden. Der Zusatz von Natriumcarbonat, Dinatriumphosphat und Trinatriumcitrat zur Milchbehandlung bei der Herstellung von Dosenmilch zur Vermeidung des Ausflockens der Milch beim Sterilisieren muß bis zum 23. Dezember 1960 neu geregelt sein.

4. Zur vierten Gruppe gehören jene Stoffe, die als unbedingt unerwünscht anzusehen sind, die aber aus technischen Gründen noch nicht ausgeschaltet werden können: in erster Linie Konservierungsmittel und Farbstoffe. Diese Stoffe sind ihrer speziellen Verwendung nach in verschiedenen Verordnungen zusammengefaßt.

Gemeinsam ist diesen Verordnungen, daß die Auswahl der zugelassenen fremden Stoffe sehr streng getroffen wurde und prinzipiell eine Kennzeichnung gefordert wird.

Lebensmittelkonservierung

Der Verderb der Lebensmittel beruht vorwiegend auf einer mikrobiellen Zersetzung, d. h. Abbau der Substanz durch Mikroorganismen. Die Zersetzung erfaßt das ganze Lebensmittel oder Teile davon. Säuerung der Milch durch Milchsäurebakterien ist zunächst als Verderb zu werten, wenn sie nicht besonders gewollt und gepflegt wird. Abbau der Kohlenhydrate, speziell der Zucker, unter Entwicklung von Kohlensäure ist die Grundlage der Gärung, d. h. Zersetzung mit Hilfe von Hefepilzen, z. B. bei Fruchtsäften und Marmeladen. Auf der Zersetzung des Eiweißes auf bakterieller Grundlage beruht der Verderb von Fleisch und Fisch. Der gemeinsame Feind aller Lebensmittel ist der Schimmelpilz, der die Oberfläche der Lebensmittel besiedelt. Nahrungsmittel können

365 Die Lebensmittelchemie und das neue Lebensmittelgesetz

aber auch durch chemische Umsetzungen ihre Genußtauglichkeit verlieren, z. B. bei dem auf oxydativen Vorgängen durch Luftfeuchtigkeit beruhenden Ranzigwerden des Fettes.

Die gesamten Erscheinungen des Verderbens sind temperatur- und feuchtigkeitsabhängig. Sie lassen sich durch Senken der Temperatur und Wasserentzug mehr oder weniger verzögern.

Auf dem Senken der Temperatur baut die hochentwickelte Gefriertechnik auf, die darin gipfelt, die Lebensmittel in geschlossener Kühlkette bis zum Verbraucher zu bringen. Bei Tiefkühlung beträgt die Haltbarkeit oft Monate bei verhältnismäßig geringem Vitaminverlust und Erhaltung des Aussehens und des Geschmacks.

Eine andere Art der Haltbarmachung ist der Entzug des Wassergehaltes: Trockenmilch, Trockenei, Suppenwürfel, Trockenobst usw. Schließlich sei auf die Anwendung von Hitze hingewiesen, d. h. Abtöten der im Lebensmittel vorhandenen Mikroorganismen und ihrer Dauerformen und Abschluß gegen die Umgebung: Dosenkonserven von Fleisch, Gemüse, Obst und sterile Getränke wie Milch und Fruchtsäfte.

Es gibt aber eine Reihe von Lebensmitteln, vor allem Halbfabrikate und Fischkonserven, bei denen auf eine chemische Konservierung nicht verzichtet werden kann. Solche Stoffe, die in geringen Mengen zum Lebensmittel zugesetzt oder auf die Oberfläche gegeben den mikrobiellen Verderb hintenan halten, sind z. B. Salicylsäure, Borsäure, Benzoesäure und Natriumbenzoat, Sorbinsäure und ihre Natrium-, Kalium- und Calciumsalze, Ameisensäure und ihre Salze, Formaldehyd, Wasserstoffperoxyd, Thioharnstoff, Nipagin, Hexamethylentetramin, schweflige Säure und manche andere.

In der Verordnung über die Zulassung fremder Stoffe zum Schutz gegen mikrobiellen Verderb von Lebensmitteln vom 19. Dezember 1959 wurde nun genau geregelt, welche Konservierungsmittel überhaupt noch verwendet werden dürfen, welche Lebensmittel Konservierungsmittel enthalten dürfen, und zwar welches Mittel und wieviel davon genommen werden darf.

Als Konservierungsmittel sind zugelassen:

Kenn-Nummer	Stoffe	Bezeichnung
Nr. 1	Sorbinsäure u. ihre Natrium-, Kalium- u. Calcium-Verb.	„Sorbinsäure“
Nr. 2	Benzoesäure u. ihre Natrium-Verb.	„Benzoesäure“
Nr. 3	para-Hydroxybenzoesäure-äthylester, para-Hydroxybenzoesäure-propylester u. deren Natrium-Verb.	„PHB-Ester“
Nr. 4	Ameisensäure u. ihre Natrium-, Kalium- u. Calcium-Verb.	„Ameisensäure“

Wir fordern Engagement und anerkennen Leistung.

Holcim (Baden-Württemberg) GmbH gehört zum weltweit tätigen Baustoffkonzern Holcim Ltd. Die Kernbereiche des Unternehmens sind Zement, Kies und Beton. Als zuverlässiger und zielorientierter Partner engagieren wir uns für die hohe Qualität unserer Dienstleistungen und Produkte.

Für den Bereich Qualitätssicherung am Standort Dotternhausen suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n

Labormitarbeiter/in

Ihr Profil: Wir wenden uns an engagierte Persönlichkeiten mit einem abgeschlossenen Chemieingenieurstudium, Ausbildung zum Chemietechniker oder Chemielaboranten. Gerne geben wir auch Berufseinsteigern eine Chance. Sie verfügen über Kenntnisse im Umgang mit Analysegeräten, sind flexibel, haben eine hohe Eigenmotivation sowie eine zielorientierte und systematische Arbeitsweise. Englischkenntnisse sind von Vorteil.

Ihre Aufgaben: Im Mittelpunkt dieser ausbaufähigen Position stehen Anwendungs- sowie Entwicklungsprüfungen im Mörtel-, Beton-, Spezialbindemittel- und Chemielabor. Sie erhalten im Rahmen eines intensiven Einarbeitungsprogrammes die Möglichkeit, verschiedene Bereiche/Abteilungen kennen zu lernen.

Wir bieten: Ein intensives Einarbeitungsprogramm in unterschiedlichen Bereichen sowie ein verantwortungsvolles Tätigkeitsfeld bei leistungsgerechter Bezahlung, eine angenehme Arbeitsatmosphäre in einem sehr erfolgreichen international agierenden Unternehmen. Gute Weiterbildungs- und Weiterentwicklungsmöglichkeiten sowie ausgezeichnete Sozialleistungen sind bei uns selbstverständlich.

Fühlen Sie sich angesprochen? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagekräftigen Unterlagen an Frau Edeltraud Guse. Gerne können Sie sich telefonisch (07427/79-215) oder per eMail (edeltraud.guse@holcim.com) an uns wenden.



Holcim (Baden-Württemberg) GmbH

D-72359 Dotternhausen
www.holcim.com/deub