

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

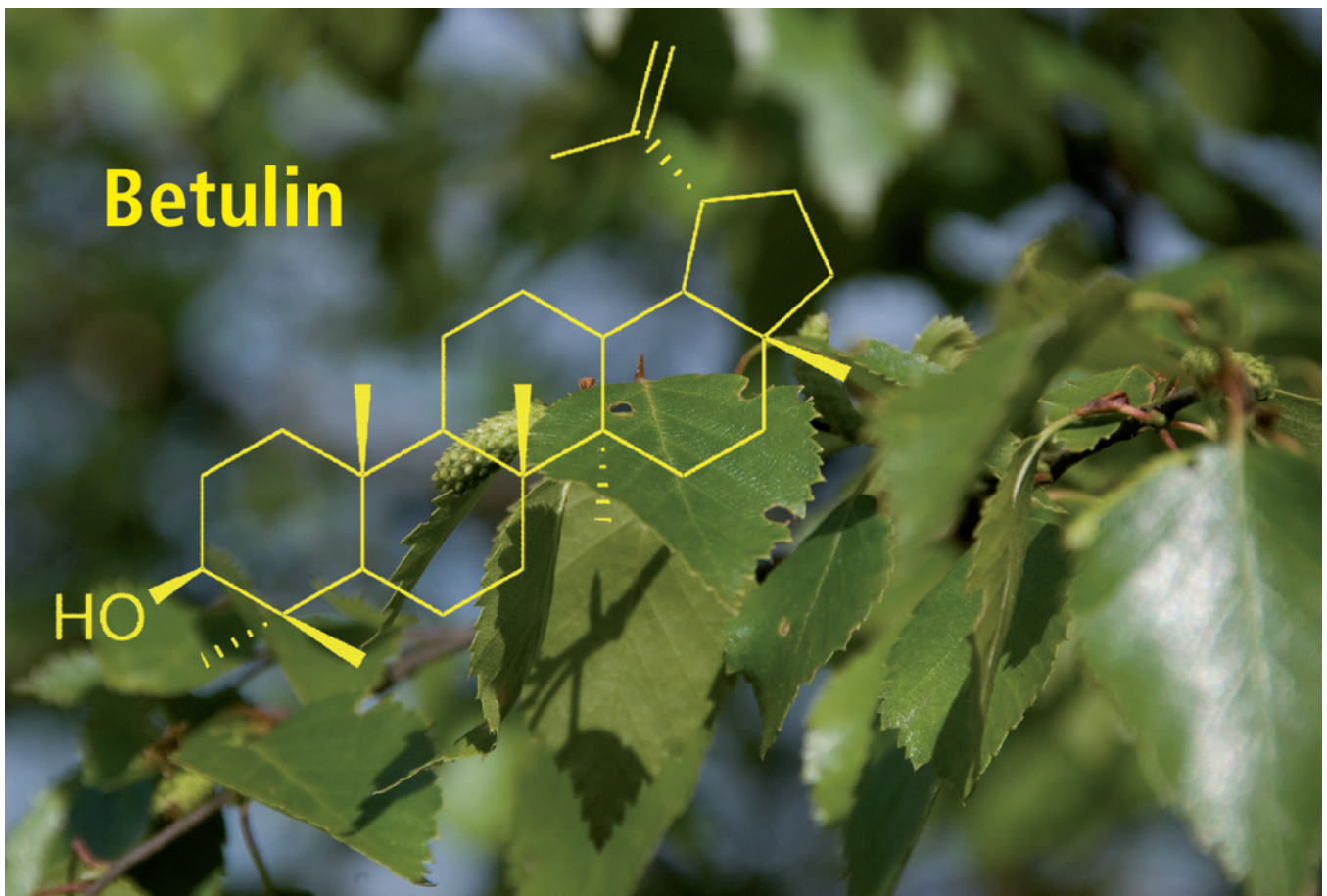
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Birken und Betulin
- Fluoreszierende Kombinatorik
- Portland-Zement und Hermann Bleibtreu
- Sicherheit im OC-Praktikum

Die Entaktivierung von radioaktivem Abwasser mit chemischen Fällungsmethoden wird häufig durch die Gegenwart von Komplexbildnern wie Citronensäure oder Äthylendiamintetraessigsäure erschwert, die mit den radioaktiven Nukliden stabile Komplexe bilden und dadurch die Fällung unwirksam machen. Man kann jedoch durch Zusatz inaktiver Ionen die radioaktiven Ionen aus den Komplexen verdrängen, wenn die Stabilität der hierbei gebildeten neuen Komplexe die der Komplexe mit radioaktiven Ionen übertrifft. Hierfür eignet sich Cu^{2+} , das in Form von $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ bei der Eisenhydroxid- und Phosphatfällung zugesetzt werden kann. Dieser Methode sind aber wirtschaftliche Grenzen gesetzt. (Chemie-Ing.-Techn. 38, A 445 [1966].)

Tiguvon* ist ein neues Mittel der Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen, zur Bekämpfung der Larven der Dasselfliege. Es handelt sich um einen organischen Phosphorsäureester, der als gebrauchsfertige Lösung für Landwirtschaft und Veterinärmedizin geliefert wird. Mit ihm können die Larven schon im jugendlichen Stadium im Herbst erfaßt werden, so daß die befallenen Rinder von Schäden verschont bleiben.

900 Millionen Rechenoperationen stündlich. Das Deutsche Rechenzentrum in Darmstadt, eine Stiftung privaten Rechts, hat seine Rechenanlage IBM 7090 in die noch schnellere IBM 7094 umgewandelt. Damit konnte die Leistungsfähigkeit des Deutschen Rechenzentrums, das allen deutschen wissenschaftlichen Hochschulen und Forschungsinstituten zur Verfügung steht, um 30 bis 40 Prozent gesteigert werden. Das war notwendig, da die bisherige Großrechenanlage IBM 7090 bereits praktisch ohne Pause im Rund-um-die-Uhr-Betrieb gearbeitet hatte.

Die Bedeutung des 1961 gegründeten Deutschen Rechenzentrums sollen einige

wenige Zahlen veranschaulichen: Insgesamt 260 wissenschaftliche Institute der Bundesrepublik, davon allein fast 200 Hochschulinststitute, haben sich im Vorjahr des Deutschen Rechenzentrums bedient (1964 waren es 169 Institute, 1963 etwa 90 Institute). Mit Hilfe des Computers wurden im Jahre 1965 insgesamt 622 wissenschaftliche Probleme bearbeitet. Die Anlage war dabei fast 8000 Stunden in Betrieb, das heißt, sie lief das ganze Jahr über Tag und Nacht nahezu ununterbrochen.

Im Deutschen Rechenzentrum werden nur umfangreiche und rechenintensive Aufgaben bearbeitet, für deren Bewältigung sogar die vorhandene große Datenverarbeitungsanlage im Durchschnitt je Problem mehr als 20 Stunden benötigt. Um der ständig zunehmenden Zahl von Forschungsprojekten — dabei mag es sich um die Auswertung von Intelligenztests, um die Traglastermittlung von Stahlbetonstützen, um die Ermittlung der chemischen Daten des Indischen Ozeans, um Staubmessungen, um automatische Satzkonstruktionen oder um eine Futterwertabelle für Wiederkäuer handeln — gerecht zu werden, wird das Deutsche Rechenzentrum in naher Zukunft einen um das Zehnfache leistungsfähigeren Rechner einsetzen. Die von der IBM Deutschland jetzt auf Grund eines Vertrages mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Eigentümerin der IBM 7090 unentgeltlich verbesserte Anlage kann daher nur als eine Übergangslösung angesehen werden.

Es ist übrigens der einzige Großrechner IBM 7094, der gegenwärtig in der Bundesrepublik arbeitet. Die Leistung von 900 Mio Rechenoperationen je Stunde, die dieser Computer erbringt, kann sich der Laie kaum vorstellen. Sie entspricht der Arbeit von etwa 20 Menschen, die ihr ganzes Berufsleben — rund 40 Jahre, 8 Stunden werktätlich — an einer Büro-Rechenmaschine tätig sind. (s. nebenst. Bild)

Am Forschungszentrum Jülich, Standort des schnellsten Computers in Europa, will man sich im nächsten Jahr für einen Petaflop/s-Rechner stark machen (s.S. 430: Supercomputer berechnet die exakte Nukleonenmasse). Vor 41 Jahren, als es noch keine Personal Computer gab, erkannte man allerdings schon das strategische Potential dieser Maschinen — und auch ihren gesellschaftlichen Einfluss, wie die CLB im November 1967 anhand von visionären Äußerungen des Chemie-Nobelpreisträgers Glenn T. Seaborg berichtete (siehe die Seiten 515 und 516 unten). Dabei sah damals auch die Supercomputerwelt nach heutigen Gesichtspunkten eher kümmerlich aus: Gerade mal 250 000 Flop/s — kein Peta, Tera, Giga, nicht mal Mega — schaffte damals der schnellste deutsche Rechner (Seite links, Bild unten, aus CLB 10/1966).

In welcher Entwicklungsliga damals die Spurenanalytik spielte, die jetzt neueste Lasertechnik einsetzt (s.S. 432: Quantenkaskaden-Spektrometer: Kohlendioxid in der Atmosphäre), zeigt der Artikel „Spurenanalyse II“ auf Umschlagseite 3.



Universität und „Kybernetische Revolution“

Von Dr. Glenn T. Seaborg*)
Vorsitzender der US-Atomenergie-Kommission

Computer übernehmen von Jahr zu Jahr mehr Funktionen in Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und Industrie. Sie führen Gehalts- und Personalisten, machen Inventur, prüfen Steuererklärungen, analysieren Versuchsergebnisse, erleichtern die medizinische Diagnose, überwachen den Straßenverkehr, steuern Fabrikationsprozesse, lehren und lernen und programmieren sogar schon andere Computer. 1960 gab es etwa 300 Anwendungsmöglichkeiten, heute sind es mehr als 1000.

Die Computer nehmen dem Menschen eintönige und zeitraubende Arbeit ab. Damit verändern sie aber auch die Bedeutung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Werte. Die tatsächlichen Auswirkungen der „kybernetischen Revolution“ auf das Berufs- und Arbeitsleben, nicht zuletzt auf das menschliche Denken und Handeln, sind gegenwärtig noch gar nicht abzusehen.

Die Maschinen zwingen die Menschen in Berufe, die höhere Ansprüche an den Einzelnen stellen. Sie verlangen eine umfassendere Ausbildung und ein höheres geistiges Niveau. Und das bedeutet, daß der Kreis von Personen mit unzureichender Ausbildung ständig größer wird — gleichgültig, ob sie noch in Arbeit stehen oder nicht. Dieser Prozeß bezieht nach und nach auch hochqualifizierte Spezialisten ein, sofern diese nicht fähig sind, sich neuen Verhältnissen anzupassen.

Die Universitäten sind aufgerufen, die „stille Revolution“ der Computer in gesunde Bahnen zu lenken. Sie haben dabei eine viel gewichtigere Aufgabe zu erfüllen als im Rahmen der wissenschaftlichen Revolution der letzten Jahrzehnte. Es ist eine Folge dieser wissenschaftlichen Revolution und der von ihr ausgelösten explosiven Ausweitung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und des technischen Fortschritts, daß der Mensch die Spezialisierung weiter zu perfektionieren sucht. Diese Tendenz hält zweifellos an. In der Konkurrenz mit dem Computer liegt darin eine Gefahr, die allerdings mit Hilfe dieser Maschinen gemeistert werden könnte.

Eine Voraussetzung dafür ist das Niederreißen der Barrieren, die zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen, zwischen Berufsständen und gesellschaftlichen Schichten bestehen. Spezialisierung bringt zwar neues Wissen, aber die Welt braucht mehr — sie braucht Weisheit. Wir erreichen sie am ehesten, wenn wir die Probleme unserer Welt in einer Atmosphäre des Miteinanders, der Zusammenarbeit zu lösen suchen. Diese Entwicklung verlangt eine Verlagerung unseres Erziehungswesens, insbesondere an den Universitäten. Eine Überprüfung der heute gültigen Ziele und Wertbegriffe wird unerlässlich sein.

*) Glenn T. Seaborg, geboren 1912 in Isipeming (Michigan/USA) erhielt 1951 (zusammen mit Edwin M. McMillan) den Nobelpreis für Chemie für seine Entdeckung der Elemente 95 und 96.

Die meisten Universitäten und Schulen orientieren ihre Bildungspläne an den Forderungen des industriellen Zeitalters und versuchen, einer Gesellschaft gerecht zu werden, an deren Entwicklung sie nur innerhalb gewisser Grenzen Anteil haben. Diese Rolle wird sich auf eine Ebene verlagern, auf der die Gesellschaft als Ganzes mehr und mehr von der geistigen Atmosphäre der Universität geprägt wird und die Industriegesellschaft sich Ziele setzt, die aus diesem Denken erwachsen.

Das soll nicht heißen, daß in Zukunft in Amerika oder sonstwo in der Welt die Professoren die Führung an sich reißen. Was ich von den Universitäten erwarte, ist die Gestaltung eines Bildungswesens, das Menschen mit umfassender Allgemeinbildung, mit Weitblick und Einfühlungsvermögen hervorbringt — Menschen, die fähig sind, in schöpferischer Gemeinschaft mit ihrgleichen und mit der Maschine zu leben. Eine solche Bildung ist nicht in einem vierjährigen Studium, auch nicht in einem achtjährigen Studium zu erwerben. Sie müßte schon im ersten Schuljahr, wenn nicht gar noch früher beginnen und ein ganzes Menschenleben hindurch angestrebt werden.

Bildung im Zeitalter der kybernetischen Revolution ist nicht auf „Broterwerb“, sondern auf ein „erfülltes Dasein“ gerichtet.

Die Computer werden uns den Weg dahin erleichtern. Sie geben uns wertvolle Lehrmittel und Lernhilfen an die Hand. In der Ansammlung, Sichtung und Auswertung von Informationen vollbringen sie wahre Wunder. Sie sind in der Lage, die Bibliotheken und Archive zu einem wohlgeordneten Netz zu verbinden, das wie ein riesiges Gehirn reagiert.

Bildung wird im Verein mit unseren neuen Erfahrungen, die wir mit den Maschinenautomaten sammeln, mit der Zeit auch unsere Begriffe von Arbeit und Freizeit wandeln. Die Unterschiede zwischen ihnen werden nahezu verschwinden. Unter Arbeit wird man physische, geistige und künstlerische Leistungen verstehen, die mit Mühsal nichts mehr zu tun haben. Und in dieser Situation müßten wir auch dahinkommen, die Beziehungen zu unseren Mitmenschen zu verbessern und mehr Verständnis für sie aufzubringen. Die Heuchelei im gesellschaftlichen Zusammenleben wird weitgehend verschwinden, und es werden sich ehrlichere Beziehungen zueinander herausbilden, wenn die Intensität des Wettbewerbs im Zuge der Entwicklung nachläßt.

Die Universitäten sind aufgerufen, die neuen Ideen und Ideale zu prägen und zu verbreiten, mit denen ein besseres Menschengeschlecht aufwachsen kann. Wenn es stimmt, daß der Mensch heute „die Zukunft erfindet“, dann müssen die Universitäten der Welt zu den Werkstätten des menschlichen Geistes werden. Dabei müssen wir sicherstellen, daß die Instrumente, die wir schaffen und propagieren, auch wirklich den höchsten Zielen dienen. Und dafür müssen wir heute sorgen. Denn zum Handeln wäre es zu spät, wenn uns die moderne Technik über den Kopf wächst und wir uns plötzlich inmitten einer Krisensituation sehen. (AD)

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

täglich gibt es neue schlechte Nachrichten. Geht unsere Welt jetzt unter? Sicher nicht – und selbst wenn: Trifft ein Planet einen anderen: „Pass auf, ich habe Homo Sapiens.“ Der andere Planet: „Macht nichts, das geht schnell vorüber.“

Was diese paar Zeilen sagen sollen: Die Erde käme auch ohne uns aus. Wir haben es in der Hand, wie die Zukunft aussieht. Es falsch, Blasen ins Leben zu rufen, die nach kurzer Zeit zerplatzen. Das war der Fehler, das war die Lüge, die die jetzigen Probleme ausgelöst haben. Richtig ist es jedoch, Investitionen anzustoßen und zu tätigen, die neue wünschenswerte Funktionalitäten für die Menschen bringen. Damit lassen sich neue Werte schaffen, für die man auch gerne wieder Geld auszugeben bereit ist.



Der Schlüsselbegriff hier ist „neue Werte“. Alte Werte waren geheizte Häuser, warmes Wasser, Eisenbahnen und Autos. Alles das brachte den Menschen früher ungekannte Annehmlichkeiten und schaffte neue Möglichkeiten. Nicht vergessen: Noch zu Großeltern Zeiten waren Plumpsklos üblich, ging man meist zu Fuß, geheizt wurde ein Raum im Haus, gebadet einmal die Woche, die Familienmitglieder nacheinander. Jetzt hat man weit verbreitet Zentralheizungen, Autos, sogar Flugzeugen. Neue Werte heute sind erst einmal eine intakte Umwelt, nicht negativ beeinflusst von den Nebenwirkungen gerade dieser Errungenschaften: Die Atmosphäre muss geschützt werden, andere Umweltbelastungen nach Möglichkeit vermieden. Darauf zielen viele Innovationen der heutigen Zeit ab, seien es u.a. die Elektrochemie und Materialwissenschaften für Photovoltaik, Bauchemie für Hausdämmung, Batterietechnik für Elektroautos, LEDs als sparsame Lichtquellen, Biokraftstoffe der zweiten Generation für die Verwertung kompletter Pflanzen.

Zum Anderen gibt es natürlich auch wünschenswerte neue bzw. auszubauende Funktionalitäten in unseren Lebensbereichen. Das betrifft zunächst einmal die Fürsorge für den Menschen, von der Kindheit bis ins Alter. Wie oft habe ich schon an der Ausbildung herumgemäkelt. Dort gibt es Bedarf für viele Menschen, gerade wenn man erkennt, wie sinnvoll es ist,

Kinder individuell zu fördern, von den Eignungstests her bis zur entsprechenden Ausbildung.

Dazu kommen Hilfsmittel für Servicearbeiten, sei es das Teppichsaugen, Rasenmähen oder die Essensversorgung von kranken und alten Menschen. Man muss sich wohl erst an den Gedanken gewöhnen, aber hier werden in nicht so ferner Zukunft Roboter gewinnbringend eingesetzt werden.

Nun will ich nicht für eine Zukunft mit Robotern plädieren – wer aber die Entwicklung vorbehaltlos beobachtet wird ihre Unausweichlichkeit erkennen, von den rasanten Fortschritten der Robotertechnik einerseits wie von den demoskopischen wie auch pflegeorientierten Anforderungen andererseits. Zudem werden unsere Verbindungen mit der Technik selbst zunehmen, sei es zunächst nur die Interaktivität über das Internet, das bei unseren Jugendlichen als Medium Zeitung und Fernsehen mittlerweile abgehängt hat. Später werden unmittelbare Gehirn-Computer-Verbindungen die Funktionalität des Menschen ebenso sehr verändern wie es in den vergangenen Jahrzehnten durch den Autoverkehr passiert ist. Wer hätte vor 150 Jahren dieses riesige Straßennetz für möglich gehalten?

Fragen wir uns doch einfach mal, was wir uns wünschen, und arbeiten wir darauf hin, dies zu erreichen. Sicherlich stehen Umweltschutz und nebenwirkungsfreie Mobilität, Gesundheit und ein langes Leben dabei auf vordersten Plätzen. Diese Ziele zu erreichen helfen gerade die fortschrittlichen, soliden Unternehmen in unserem Land; mit Fortschritten in Chemie, Pharmazie und den Ingenieurwissenschaften lässt sich positiv in die Zukunft blicken. Muss man da jammern, wenn die BASF oder auch andere Unternehmen gerade mal Anlagen abschalten, um sie wegen kurzfristig mangelnder Nachfrage vorzeitig zu warten? Sicher nicht.

Ihr

P.S. Zum Glück bleibt uns Sarah Palin als US-(Vize-)Präsidentin erspart ;-)

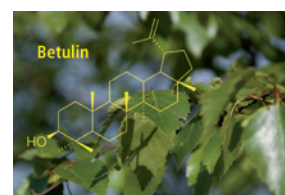
INHALT

Aufsätze

Fluoreszierende Kombinatorik Experimente zu modernen Synthesestrategien _____	408
Hermann Bleibtreu patentierte das Portland-Verfahren Vom Portland-Zementwerk zum Innovationspark am Bonner Rheinbogen _____	416
Birken Die Bräute unter den Bäumen _____	422

Rubriken

Editorial _____	401
Impressum _____	403
F & E im Bild _____	403
Unternehmen _____	404
Personalia _____	406
Förderungen / Preise _____	407
Umschau _____	430
Supercomputer berechnet die exakte Nukleonenmasse: Quantenchromodynamik bestätigt	
Forschung und Technik _____	432
Umfeld Wissenschaft _____	434
Literatur _____	436
Neue Produkte _____	437
Bezugsquellenverzeichnis _____	439

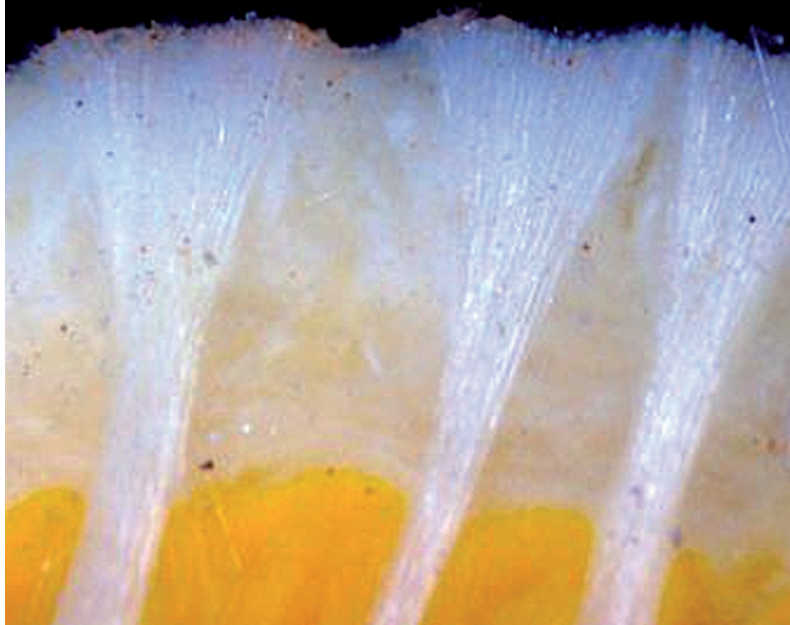


Zum Titelbild
Birken und deren Inhaltsstoffe
sind Thema des Artikels von
Wolfgang Hasenpusch ab Seite
422 (Foto: Lasse Bruhn).

CLB-Memory

OECD-Kommission zur Prüfung hautreizender Wirkungen von Stoffen: Weltweite Einigung auf tierversuchsfreie Methode _____	M81
Sicherheitsbelehrung im OC-Praktikum Chemisches Verständnis für Gefahren vermitteln _____	M82
Insekten transparent gemacht Durchblick mit Wasserstoffperoxid _____	M85
Chancengleichheit von Mann und Frau in Deutschland Transparenz durch neuen Gender-Index _____	M86
Chemie und Englisch Mehrere richtige Antworten sind möglich _____	M88

Lichtleiter in Schwämmen



Schwämme (Porifera), die entwicklungsbiologisch ältesten, mehrzelligen Tiere, sind in der Lage, mit Hilfe von amorphen Silikatstrukturen Licht weiterzuleiten. Schon vor über zehn Jahren erregten Funde photosynthetisch aktiver Organismen im Inneren von Schwämmen Aufmerksamkeit. Bereits damals stellten die Meeresbiologen Elda Gaino und Michele Sara aus Genua (Italien) die These auf, dass eventuell Licht ins Innere der Schwämme geleitet wird. Marine Zoologen der Universität Stuttgart und des Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften an der Universität Kiel haben nun im Rahmen des Forschungsprojektes BIOTECmarin den Nachweis erbracht, dass die Silikat-Skelettelemente (Spiculae) des marinen Schwammes *Tethya aurantium* tatsächlich Umgebungslicht in das Innere des lebenden Schwammes weiterleiten. Bisher konnte die Lichtleiterfunktion nur an herauspräparierten Skelettnadeln mit eingekoppeltem Laserlicht gezeigt werden. Das Bild links zeigt drei der zahlreichen radiär verlaufenden Nadelbündel in *Tethya*. Rechts die Meerorange (*Tethya aurantium*) in ihrem natürlichen Lebensraum, hier im Limskikanal nördlich von Rovinj (Kroatien) in der Nordadria (Fotos: Universität Stuttgart/Zoologie).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

Ständige Mitarbeiter:
Dr. Maren Bulmahn, Bensheim;
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg;
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen;
PD Dr. Röbbbe Wünschiers, Quedlinburg.

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft – außerhalb des Abonnements – 10,00 Euro, im persönlichen Abonnement jährlich 98,35 Euro zuzüglich Versandkosten; ermäßigter Preis für Schüler, Studenten und Auszubildende (nur gegen Vorlage der Bescheinigung) jährlich 76,45 Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7% MWSt. Ausland sowie Firmenabonnements (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt.

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

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

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder Störung durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Roche Diagnostics und die dänische Firma Exiqon A/S, ein Anbieter von Produkten im Bereich hochwertiger Genexpressionsanalyse, haben eine Lizenzvereinbarung über die Nutzung des SYBR Green Reagenz für PCR Anwendungen geschlossen. Im Rahmen der Vereinbarung erhält Exiqon von Roche eine nicht-exklusive Lizenz zur Verwendung von SYBR Green I in der Real-Time PCR Analyse zur Identifizierung und Zählung von PCR Produkten.

Evonik Industries plant am Petrochemiekomplex von Triunfo bei Porto Alegre (Südbrasilien) mit einer Investition von 45 Millionen Euro den Neubau einer Anlage für Wasserstoffperoxid, das in der schnell wachsenden Papier- und Zellstoffindustrie eingesetzt wird. Anfang 2011 soll die Produktion mit einer Jahreskapazität von 40 000 Tonnen starten. Evonik ist mit einer jährlichen Kapazität von mehr als 600 000 Tonnen bereits heute weltweit der zweitgrößte Hersteller von H_2O_2 .

Die Sartorius Stedim Biotech GmbH (SSB), eine Konzerngesellschaft des Biotechnologie-Zulieferers Sartorius Stedim Biotech, hat das Schweizer Technologieunternehmen Wave Biotech AG erworben. Neben gemeinsamen Forschungsprojekten vertreibt die SSB exklusiv das Produktportfolio von Wave, das Einweg-Bioreaktoren und weitere Geräte für die biopharmazeutische Forschung und Produktion umfasst.

Heraeus Quarzglas (Hanau) hat mit dem Erwerb des Quarzglas-Blockmaterial- und Spectrosil Geschäfts, der in Wallsend, Großbritannien ansässigen Saint-Gobain Quartz Ltd. seine Technologieführerschaft in der Herstellung und Verarbeitung von hochreinem Quarzglas weiter ausgebaut. Die Akquisition umfasst drei ehemalige Saint-Gobain Quartz Standorte in Korea, Japan und Großbritannien mit rund 125 Mitarbeitern und Verkaufstätigkeiten in Nordamerika. Die neue Gesellschaft firmiert unter dem Namen Heraeus Quartz UK Ltd..

Laboratoires Sérobiologiques (LS), der auf kosmetische Wirkstoffe spezialisierte Bereich von Cognis Care Chemicals, hat mit der Modernisierung und Erweiterung seiner Produktionsanlagen in Pulnoy begonnen. Bis 2010 werden mehr als sieben Millionen Euro investiert, um den Standort in Frankreich als Technologiezentrum für die Forschung, Entwicklung und Produktion von leistungsstarken Wirkstoffen weiter auszubauen.

Bayer CropScience hat mit der Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS) eine Vereinbarung zur gemeinsamen Entwicklung und Vermarktung von Agrarprodukten unterzeichnet, um sein Saatgut- und Traitsgeschäft in China zu erweitern.

Santhera Pharmaceuticals, ein auf neuromuskuläre Erkrankungen fokussiertes Schweizer Spezialpharmaunternehmen, gab bekannt, dass sich Ares Life Sciences, ein Investmentvehikel der Familie Bertarelli, im Rahmen einer Privatfinanzierung mit CHF 15,9 Millionen am Unternehmen beteiligt.

BASF und Gazprom weiten Erdgasförderung aus Langfristiges Joint Venture

Die BASF und die russische OAO Gazprom haben die Erdgasproduktion des Gemeinschaftsunternehmens ZAO Achimgaz in Sibirien gestartet. Das deutsch-russische Joint Venture fördert Erdgas und Kondensat aus der namensgebenden Achimov-Formation der Lagerstätte Urengoi.

Nach dem Erdgasfeld Juschno Russkoje, das 2007 in Betrieb genommen wurde, ist Achimgaz, rund 3500 Kilometer nordöstlich von Moskau, bereits das zweite große gemeinsame Erdgasförderprojekt von Gazprom und BASF in Sibirien.

Das Joint Venture plant, aus der Achimov-Formation über einen Zeitraum von mehr als 40 Jahren insgesamt bis zu 200 Milliarden Kubikmeter Erdgas und 40 Millionen Tonnen Kondensat zu fördern. Die jährliche Erdgasförderung soll während der späteren Plateauphase bei bis zu 7,5 Milliarden Kubikmeter liegen.

Derzeit liefert Gazprom rund 40 Milliarden Kubikmeter Erdgas im

Jahr nach Deutschland. Ausgehend von dieser Liefermenge können allein die Lagerstätten Juschno Ruskoje und Achimgaz alle russischen Gasexporte nach Deutschland für weitere 20 Jahre gewährleisten.

Darüber hinaus engagieren sich BASF und Gazprom auch in der europäischen Erdgasversorgung. Die Investitionen fließen vor allem in den Bau der Ostseepipeline Nord Stream sowie den Ausbau des deutschen Transportsystems und in den Bau neuer Erdgasspeicher in Europa. So sind zwei neue Erdgasleitungen auf dem deutschen Festland vorgesehen, die OPAL (Ostsee-Pipeline-Anbindungs-Leitung) sowie die NEL (Nord-deutsche Erdgas-Leitung). Nach Inbetriebnahme 2011 sollen bis zu 55 Milliarden Kubikmeter Erdgas von Russland aus über die Nord Stream nach Deutschland strömen. Russisches Erdgas wird aufgrund der rückläufigen Produktionsmengen aus der Nordsee bei gleichzeitig steigendem Bedarf immer wichtiger für Mittel- und Westeuropa.

Bayer und UHR entwickeln Holographie-Träger Farbige Hologramme in Masse

Die Bayer MaterialScience AG und das kanadische Unternehmen Ultimate Holographic Reproductions Inc. (UHR) haben im November ein Joint Development Agreements vereinbart. Ziel des Entwicklungsabkommens ist, die breite Vermarktung qualitativ hochwertiger und farbechter holographischer Bilder voranzutreiben.

Dazu liefert Bayer MaterialScience vollfarbig belichtbare, einfach zu prozessierende Photopolymere, die sich für die Massenreplikation von farbechten Masterhologrammen von

Ultimate Holographic Reproductions besonders eignen. Farbige Hologramme haben ein breites Einsatzpotenzial – so etwa in der Werbung, in der Verpackungs- und Unterhaltungsindustrie, bei der Herstellung verschiedenster hochwertiger Druckerzeugnisse und im Produktdesign.

Hologrammherstellern soll eine attraktive Alternative zu bisher erhältlichen, schwierig zu prozessierenden Materialklassen angeboten werden. Beide Unternehmen gehen davon aus, dass die Zusammenarbeit die Nachfrage nach hochwertigen, farbechten Bildhologrammen steigern wird.

Deutsches Krebsforschungszentrum und Bayer Schering Pharma AG Forschungsallianz im Wert von 3,5 Mio. Euro

Das Deutsche Krebsforschungszentrum und die Bayer Schering Pharma AG haben eine strategische Forschungsallianz vereinbart.

Die Zusammenarbeit soll die schnellere Nutzung von Forschungsergebnissen für die Entwicklung neuer Arzneimittel gegen Krebs ermöglichen und eine bessere Bewertung innovativer Therapieansätze für Tumorerkrankungen erlauben.

Dafür werden Bayer und das Deutsche Krebsforschungszentrum in den nächsten zwei Jahren insgesamt 3,5 Millionen Euro in die gemeinsame Krebsforschung investieren – jeweils 1,75 Millionen Euro von jedem der Partner. Die zunächst auf zwei Jahre angelegte Allianz geht dabei neue Wege: Die gemeinschaftlich bereitgestellten Gelder werden flexibel für aktuelle Projekte verwendet. Ein gemeinsames Komitee entscheidet über die Auswahl der jeweiligen

Projekte und die Mittelvergabe. Im Mittelpunkt der Kooperation sollen gemeinsame anwendungsnahe Projekte zur Erforschung von Molekülen, Mechanismen und Modellen stehen, die Impulse für die Entwicklung neuer Therapien gegen Krebs geben können. Zudem sollen neue Diagnoseverfahren untersucht werden, die den individuellen Krankheits- und Therapieverlauf überwachen sowie den Behandlungserfolg vorhersagen können.

Konsortium für organische Photovoltaik gegründet

Kostengünstig zehn Prozent Wirkungsgrad

Das BMBF wird ein Entwicklungsprojekt für organische Photovoltaik eines Konsortiums mehrerer Unternehmen und wissenschaftlicher Einrichtungen mit knapp zwei Millionen Euro jährlich über eine Laufzeit von vier Jahren unterstützen.

Die Merck KGaA, als Konsortialführer dieses Projektes, wird zusammen mit den weiteren Partnern Schott Solar AG Mainz, Konarka Technologies Nürnberg, Varta Microbattery GmbH Ellwangen und Instituten der Universitäten Ilmenau, Karlsruhe, Oldenburg sowie dem Zentrum für Sonnenergie- und Wasserstoff-Forschung in Stuttgart flexible, organische Solarzellen/module entwickeln.

Der Innovationsantrieb dieses Vorhabens liegt in einer deutlichen Steigerung des Wirkungsgrades auf mindestens zehn Prozent gegenüber heute bekannten Ansätzen zu organischen Solarzellen. Ein weiteres Ziel ist, die Produktion dieser Zellen mit kostengünstigen Druckverfahren zu demonstrieren. Diese Lösungen stellen dann Alternativen zu den bekannten anorganischen Solarzellen/module dar.

Merck nutzt hier auch sein Forschungszentrum Chilworth im

englischen Southampton, wo bereits organische halbleitende Materialien entwickelt und verkauft werden. Das „Chilworth Technical Centre“ wird mit drei Millionen Euro weiter ausgebaut. Auf rund 400 Quadratmetern entstehen bis Juni 2009 Labore für Forschung und Produktentwicklung an den Themen „Organische Photovoltaik“ und „Materialien für Flexible Displays“.

Erste wirtschaftlich verwertbare Ergebnisse sollen der Planung zufolge bereits 2012 zur Verfügung stehen. Zum Beispiel können flexible Solarzellen Anwendung finden für die externe Stromversorgung von mobilen Geräten, Beleuchtungen bis hin zu funktionalisierten Textilien oder einer integrierten Stromversorgung für transportable Gebäude.

Einweihung einer neuen Fritsch-Produktionshalle

In den vergangenen fünf Jahren steigerte Fritsch den Umsatz um 50 Prozent. Folge: Aus Produktions-Platzmangel entschied man sich für einen Neubau in Georg-Weierbach. Insgesamt wurden 3,5 Millionen Euro inklusive zweier moderner CNC-Maschinen investiert. Mit der neuen Halle lassen sich jetzt zusätzliche Kapazitäten in der Teilefertigung und noch kürzere Lieferzeiten realisieren. Neben den Belangen von Mensch und Maschine wurden beim Neubau auch ökologische Aspekte berücksichtigt: Das Gebäude ist energieeffizient gebaut und wurde deshalb von der Investitions- und Strukturbank gefördert. In der neuen Produktionsstätte mit 1200 Quadratmetern Hallenfläche sind nun das Rohmaterial-Lager und die komplette CNC-Teilefertigung untergebracht. Die Montage, Fertigteilelager und die gesamten kaufmännischen Abteilungen verbleiben an dem bisherigen Firmensitz in Idar-Oberstein.



ACATECH Prof. Gerhard Kreysa (63), Geschäftsführer der Dechema Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., wurde zum Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) gewählt. acatech vertritt die Technikwissenschaften im In- und Ausland und berät Politik und Gesellschaft in technikbezogenen Zukunftsfragen.

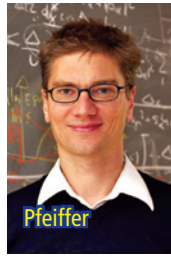
BDE Das Präsidium des Bundesverbands der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. (BDE), größter deutscher Interessenverband der privaten Entsorgungswirtschaft, hat den Juristen **Matthias Raith** (58) als neuen Hauptgeschäftsführer bestellt.

DURAN Der Wirtschaftsingenieur **Michael Merz** (38) wurde zum Geschäftsführer der Duran Group GmbH mit Sitz in Mainz bestellt. Herr Merz wird die Geschäfte zusammen mit Herrn Armin Reiche führen und maßgeblich die Ressorts Marketing und Vertrieb verantworten. Herr Merz war seit April 2006 Vertriebsleiter der Duran Group.

IUPAP Der Bochumer Plasmaphysiker **Prof. Dr. Padma Kant Shukla** (58) wurde von der International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP) für drei Jahre zum Vorsitzenden der Kommission für Plasmaphysik gewählt. Die IUPAP mit Sitz in der Schweiz ist die weltweit größte Vereinigung zur Förderung und Vernetzung der Physik.

MPI Der Physiker **Prof. Dr. Günther Hasinger** (54) ist zum Wissenschaftlichen Direktor des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (IPP) in Garching und Greifswald gewählt worden. Er folgt Prof. Dr. Alexander M. Bradshaw, der das IPP seit 1999 leitete.

ROCHE Ab 1. Januar 2009 wird der Schweizer Chemieingenieur **Per-Olof Attinger** (48) zum Leiter Corporate Communications und Mitglied der Erweiterten Konzernleitung ernannt. Attinger, seit



1992 bei Roche, tritt die Nachfolge von Rolf Schläpfer an, der zurücktritt.

VDI Der Bau-Ingenieur **Sascha Hermann** (42) hat die Geschäftsführung der VDI Technologiezentrum GmbH in Düsseldorf übernommen, als Nachfolger von Dr. Ralph Jürgen Peters. Die letzten drei Jahre war Hermann beim VDI e.V. Bereichsleiter „Beruf und Gesellschaft“. Diese Funktion wird er kommissarisch beibehalten.

EHRUNGEN

Prof. Dr. Astrid Westendorf (34) erhielt in Berlin den mit 5000 Euro dotierten **Robert-Koch Postdoktorandenpreis** für Immunologie. Die Juniorprofessorin des Instituts für Mikrobiologie am UK Essen trug mit ihren Forschungen an T-Lymphozyten der Darmschleimhaut wesentlich zum Verständnis der Immunabwehr im Darm sowie zur Entstehung chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen bei. Die Robert-Koch-Stiftung unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten Horst Köhler vergibt jedes Jahr drei Postdoktoranden-Preise an Nachwuchswissenschaftler der Gesellschaften für Hygiene und Mikrobiologie, Immunologie und Virologie.

Der Göttinger Chemiker **Prof. Dr. George M. Sheldrick** (66) wird von der Schwedischen Akademie der Wissenschaften für seine Entwicklungen auf dem Gebiet der Strukturchemie mit dem „**Amirnof Prize in crystallography 2009**“ ausgezeichnet. Der Wissenschaftler von der Universität Göttingen hat das Software-Paket SHELX zur Bestimmung kristalliner Strukturen entwickelt; es steht allen Forschern zur Verfügung und kann von der Mineralogie bis zur Molekularen Medizin eingesetzt werden. Prof. Sheldrick erhält den mit 100 000 Schwedischen Kronen dotierten Preis gemeinsam mit einem Wissenschaftler aus Cambridge (UK).

Der mit 100 000 Euro dotierte **European Science-to-Business Award** von Evonik mit dem Schwerpunktthema Weiße Biotechnologie geht dieses Jahr an **Dr. Paul Dalby**, 35, vom University College London. Ziel des Preises ist es, die schnelle und effiziente Umsetzung von neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse in erfolgreiche Produkte zu fördern. Dalby entwickelte eine Methode, Enzyme miteinander zu kombinieren und maßgerecht auf neue Aufgaben zuzuschneiden; ein biokatalytischer Prozess, durch den sich neue Medikamente und Stoffgruppen auf biotechnischem Weg herstellen lassen.

Der **Nationale Latsis-Preis 2008** geht an **Prof. Dr. Franz Pfeiffer** (35), Forschungsleiter am Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Villigen. Der mit 100 000 Franken dotierte Preis wird jährlich vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) im Auftrag der Latsis-Stiftung in Genf vergeben. Im Rahmen seiner Arbeit mit einer Synchrotron-Röntgenquelle hat der Physiker die Phasenkontrastbildgebung perfektioniert. Mit dieser Technik können gewöhnliche Röntgengeräte aufgerüstet werden, um scharfe und kontrastreiche Aufnahmen nicht nur der Knochen, sondern auch aller Weichteile zu erhalten.

Die Graduiertenschule Mainz der Johannes Gutenberg-Universität zeichnet **Prof. Dr. Michele Parrinello** (63) von der ETH Zürich mit dem **Gutenberg Lecture Award 2008** aus. Den mit 10 000 Euro dotierten Preis erhält der bekannte Physiker und Materialforscher für seine, zusammen mit Roberto Car entwickelte, Ab-initio-Molekulardynamik. Dieses Verfahren, das als Car-Parrinello Methode bekannt wurde, eröffnet ein neues Forschungsgebiet und hat im Bereich der Berechnung von elektronischen, strukturellen und dynamischen Eigenschaften von Festkörpern, Flüssigkeiten und Molekülen einen Durchbruch ermöglicht.

Für ein neuartiges Konzept zum Design selektiver Wirkstoffe hat **Prof. Dr. Peter Gmeiner**, Inhaber des Lehrstuhls für Pharmazeutische Chemie der Universität Erlangen-Nürnberg, zusammen mit seiner Arbeitsgruppe und dem Lehrstuhl für Klinische Nuklearmedizin den mit 10 000 Euro dotierten **Phoenix-Pharmazie-Wissenschaftspreis 2008** erhalten. Prof. Gmeiner entwickelte D3-selektive Wirkstoffe als Leitstrukturen für das moderne Drug Discovery und als potenzielle PET (Positronen-Emissions-Tomographie)-Liganden. Eine durch einen D3-Rezeptor vermittelte Neurotransmission wird mit einer Reihe zentral-nervöser Störungen wie der Schizophrenie oder der Parkinsonschen Krankheit in Zusammenhang gebracht.

Zum 14. Mal verlieh **Eppendorf den Young Investigator Award**, der auf europäischer Ebene herausragende Arbeiten biomedizinischer Forschung honoriert. In diesem Jahr freut sich **Dr. Simon Boulton** vom London Research Institute - Clare Hall Laboratories, UK. Der Engländer ist 35 Jahre alt. Er wurde für seine bahnbrechenden Arbeiten an SPAR1, einer neu entdeckten Helikase, ausgezeichnet. SPAR1 spielt eine wesentliche, steuernde Rolle bei der Reparatur von doppelsträngigen DNA-Brüchen durch HRC (homologe Rekombination). So sterben Mäuse, bei denen SPAR1 ausgeschaltet wurde, bereits nach elf Tagen an einer dramatischen Genominstabilität. Diese Mechanismen spielen, z.B. auch bei der Entstehung bestimmter Tumore, eine entscheidende Rolle. Basierend auf genauen Einblicken in diese SPAR1 Funktion sind bereits Therapieansätze für spezifische Tumore entwickelt worden. Ein potentiell Medikament ist bereits in der klinischen Erprobung.



Prävention in der Medizin

Der Felix Burda Award wird bereits zum siebten Mal von der Felix Burda Stiftung ausgeschrieben. Der Preis in der Kategorie „Medical Prevention“ ist mit Unterstützung von Pentax Europe mit 10 000 Euro dotiert. Bewerben können sich bis zum **22.12.2008** Privatpersonen, Institutionen, Organisationen und Unternehmen, die mit innovativen medizinischen und/oder wissenschaftlichen Pro-

jekten im Jahr 2008 zur Förderung der Darmkrebsvorsorge und -früherkennung in Deutschland gezielt und nachhaltig beigetragen haben. Die Preisträger der insgesamt fünf Kategorien werden im Rahmen der Felix Burda Award Gala am 29.03.2009 in Berlin bekannt gegeben und geehrt. Die Bewerbungsunterlagen sowie weitere Informationen finden Sie auf www.felix-burda-award.de.

Haniel-Stiftung fördert Auslandsstudien

Seit 1992 unterhält die Haniel Stiftung (www.haniel-stiftung.de) in Zusammenarbeit mit der Studienstiftung des deutschen Volkes ein Stipendienprogramm „Auslandsstudium & Praktikum“. Hierbei handelt es sich um ein Aufbaustudium (Master) für deutsche Hochschulabsolventen im Ausland.

Hohe Qualifikation und die Bereitschaft, einen mindestens zweisemestrigen Studienaufenthalt im europäischen oder außereuropäischen Ausland mit einem mehrmonatigen Praktikum in einem Wirtschaftsunternehmen des Gastlandes zu verbinden, sind die Grundlage der Förderung im Haniel-Stipendienprogramm.

Ziel des Programms ist es, dem vielfach beklagten Mangel an auslandserfahrenen, weltläufigen deutschen Führungskräften in internationalen Organisationen und multinationalen Unternehmen zu begegnen.

Teilnahmevoraussetzungen sind:

- Abgeschlossenes Hochschul- oder Fachhochschulstudium (mindestens Bachelor);
- Offen für Studierende aller Fächer, die ein vertieftes Interesse an wirtschaftlichen Fragestellungen haben;
- In Ausnahmefällen auch Studierende höherer Semester;

- Höchstalter bei Bewerbung: 30 Jahre;
- Mindestnote „gut“, bei Juristen „vollbefriedigend“.

Der Programmablauf für die unterstützten Studenten sieht dann wie folgt aus: Sie absolvieren ein wirtschaftsbezogenes Aufbaustudium im Ausland mit international anerkanntem Abschluss. Es findet zudem ein mindestens zweimonatiges Praktikum bei einem Unternehmen des Gastlandes statt. Die Dauer des Programms beträgt zwölf bis maximal zwanzig Monate. Eine Teilfinanzierung von Ph.D-Programmen und Promotionen ist nicht möglich.

Teilnehmer erhalten ein monatliches Vollstipendium. Es beträgt für EU-Länder 1000 Euro, für die USA 1500 Euro. Eine Übernahme von Studiengebühren kann bis zu 10 000 Euro erfolgen. Es gibt ein Startgeld sowie Reisekosten. Jährlich werden bis zu acht Stipendien vergeben.

Von der Haniel-Stiftung gibt es auch spezielle Stipendienprogramme für Studien und Praktika in Osteuropa (Go East – Studium & Praktikum in Osteuropa), Asien (Kurzzeitstudium & Praktikum in Asien) und den USA (McCloy Academic Scholarship Program).

Experimente zu modernen Synthesestrategien

Patricia Pustowka und Hans Joachim Bader, Frankfurt

Trotz aller Fortschritte in der modernen Medizin sind viele Krankheiten auch heute nicht heilbar. Dies gilt zum einen für verbreitete Krankheiten wie HIV-Infektionen und Demenzerkrankungen. Zum anderen gilt dies aber auch für solche, von denen nur wenige Menschen betroffen sind, da Anstrengungen, wirksame Medikamente zu entwickeln dort kaum unternommen werden. Der geringe Umsatz lässt unter Berücksichtigung der vorab entstehenden Kosten kaum Gewinn erwarten. Es ist somit in der Pharmaforschung eine nahe liegende Aufgabe, nach Strategien zu suchen, die den Zugang zu neuen Wirkstoffen mit geringem Aufwand in kurzer Zeit ermöglichen. Aber auch auf vielen anderen Gebieten der Chemie ist es von großem Interesse, neue Wege zu Substanzen mit gewünschten Eigenschaftsprofilen zu finden.

Zwei sehr unterschiedliche Ansätze zur Lösung dieser Probleme seien hier aufgeführt:

- Es kann versucht werden, durch den Einsatz von Rechenprogrammen geeignete Moleküle am Bildschirm nach Maß zu schneiden und diese dann zu synthetisieren. Dieser Zugang führt in einzelnen Fällen zum Erfolg. Die noch vor einigen Jahren gehegten hohen Erwartungen haben sich bisher allerdings nicht erfüllt.
- Weiterhin kann man sich bemühen, die „Nadel im Heuhaufen“ zu finden, indem möglichst viele unterschiedliche Substanzen synthetisiert und untersucht werden. Ausgangspunkt ist eine Verbindung mit einer Struktur, die man als grundlegend geeignet ansieht. Die Molekülstruktur wird systematisch variiert, wodurch man zu „Substanzbibliotheken“ gelangt, die im Erfolgsfall eine oder mehrere Verbindungen mit dem gewünschten Eigenschaftsprofil enthalten.



Die Autoren

Prof. Dr. Hans Joachim Bader leitet an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt/Main das Institut für Didaktik der Chemie.

Patricia Pustowka studierte Chemie und ist jetzt Doktorandin am Institut für Didaktik der Chemie.

Beide Strategien ergänzen sich. Die letztgenannte soll im vorliegenden Beitrag näher betrachtet und ein experimenteller Zugang für den Chemieunterricht vorgestellt werden.

Moderne Synthesestrategien als Thema des Chemieunterrichts?

Die Ansprüche, die an den Chemieunterricht gestellt werden, sind aus methodisch-didaktischer und inhaltlicher Sicht hoch. Betrachten wir hier nur die inhaltlichen Aspekte, so bewegen sich diese in einem Spannungsfeld, das die Vermittlung von Grundlagen, die Herstellung von Bezügen zur Alltags- und Lebenswelt und die Berücksichtigung neuer wichtiger Entwicklungen umfasst. Offensichtlich besteht dabei die Gefahr der stofflichen Überfrachtung, weshalb immer wieder geprüft werden sollte, welche Inhalte vor dem Hintergrund der Ziele des Unterrichts für die Lernenden relevant sind. Allerdings ist es nicht zu verantworten, neue Entwicklungen unter dem Hinweis, die Schüler verständen ja nicht einmal die einfachsten Grundlagen der Chemie, zu ignorieren. Die Schule gerät sonst in Gefahr, ein Bild der Chemie zu vermitteln, das veraltet ist. In der letzten Zeit wurde sogar die Vermutung geäußert, dass die Vernachlässigung des Neuen mit zur Unbeliebtheit des Chemieunterrichts beitrage. Prenzel führt dazu aus: „In der Schule wird oft tote Wissenschaft präsentiert. ... Wenn die Schüler mitkriegen, was für spannende Sachen in der Wissenschaft passieren, die sie auch selbst betreffen, ist das ungeheuer motivierend“ [1].

Oftmals erscheinen die Möglichkeiten, Fortschritte der Naturwissenschaften im Unterricht zu berücksichtigen, kaum gegeben, da diese als prinzipiell schwer verständlich angesehen werden. Dies mag in einigen Fällen richtig sein, doch eröffnen sich oft Wege, bei entsprechender didaktischer Reduktion auch Neues erfolgreich zu vermitteln. Ein solches Beispiel ist der hier beschriebene kombinatorische Ansatz zur Synthese von Substanzbibliotheken. Schülerinnen und Schüler lernen eine Strategie kennen, die die zeitaufwändige Herstellung, Reinigung und Charakterisierung einzelner

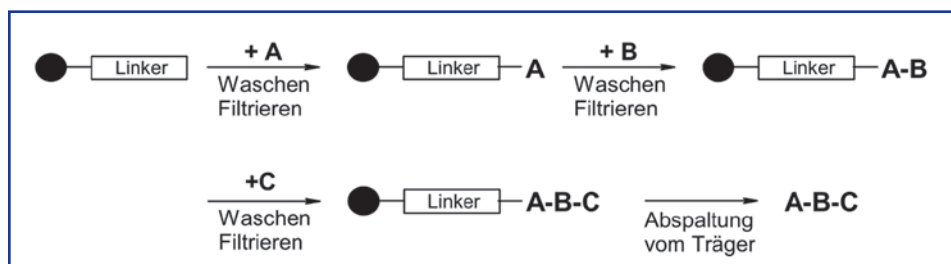
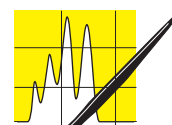


Abbildung 1:
Festphasensynthese nach R.B. Merrifield.



AUFsätze

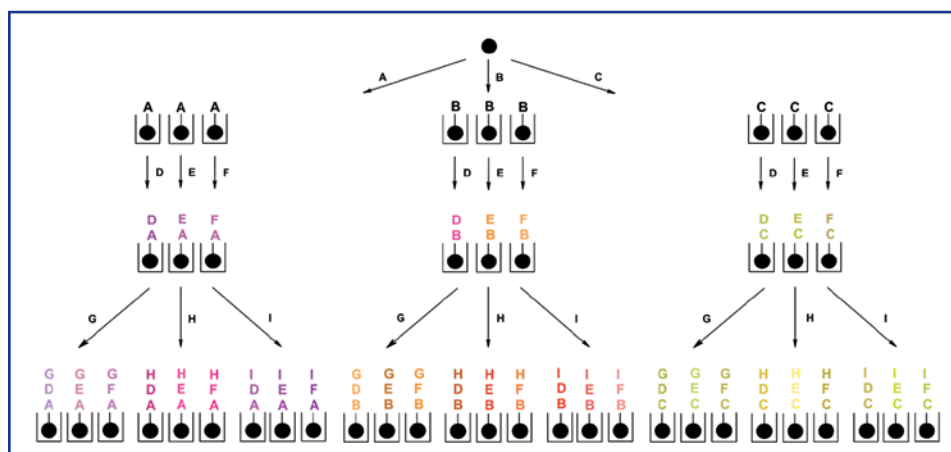


Abbildung 2:
Parallelsynthese an der festen Phase.

Substanzen umgeht, in dem Synthesen auf der Oberfläche von Harzkugeln durchgeführt werden. Unterrichtliches Ziel ist es dabei, das Grundprinzip dieses Ansatzes – aber auch seine Grenzen – zu verstehen. Die gewählten Beispiele treten dagegen eher in ihrer Bedeutung zurück. So ist es nicht anzustreben, etwa die Nomenklaturbezeichnungen der unten hergestellten Verbindungen abzuleiten.

Um im Rahmen des Chemieunterrichts in kurzer Zeit zu einem experimentellen Ergebnis zu kommen, eignet sich besonders die Herstellung von Farbstoffen. Auf diese Weise kann auf eine weitergehende Analytik verzichtet werden, das Ergebnis ist mit bloßem Auge zu erkennen. Wir haben deshalb in einem ersten Schritt Schulversuche zur kombinatorischen Synthese von Farbstoffen unter Nutzung der Azokupplung entwickelt [2, 3]. Die hier vorgestellten Beispiele zeigen darüber hinausgehend, wie eine Kondensation als zentraler Syntheseschritt eingesetzt werden kann und sie haben den besonderen Reiz, dass fluoreszierende Farbstoffe entstehen.

Da die besprochenen Synthesen aus dem Bereich der Organischen Chemie stammen, sollten Schülerinnen und Schüler über ein entsprechendes Vorwissen verfügen.

Was ist Kombinatorische Chemie?

Bei einer klassischen Synthese liefert die Reaktion zwischen einer Substanz A und einer Substanz B eine Verbindung AB, wobei überwiegend in flüssiger Phase gearbeitet wird. Oftmals schließen sich noch

aufwändige Isolierungs- und Reinigungsschritte wie Destillation oder Kristallisation an. Eine andere Strategie der gezielten Synthese von Verbindungen wurde in ihren Grundzügen bereits in den 60iger Jahren des 20. Jahrhunderts von Merrifield (Nobelpreis 1984) für die Peptidsynthese entwickelt [4, 5].

Die Reaktionen finden auf einem polymeren Träger (Harz) mit einer reaktionsfähigen Ankergruppe (= Linker) statt. Abbildung 1 zeigt dies schematisch. Das Harz wird mit einem Überschuss der Lösung des Reaktionsbausteins A versetzt. A trägt eine reaktive Gruppe, die – etwa durch Salzbindung – mit der Ankergruppe reagiert und somit an das Harz gebunden wird. Reinigung des Harzes erfolgt durch einfaches Waschen und Filtrieren. In einem weiteren Schritt wird nun eine Lösung von B zugesetzt, die mit A zu AB, gebunden an das Harz, reagiert. Die Synthese kann mit geeigneten Bausteinen fortgesetzt werden. Da die Reaktanden jeweils im Überschuss zugesetzt werden, entstehen die Produkte auf der Harzoberfläche in hohen Ausbeuten. Der Vorteil liegt in der Vereinfachung und Beschleunigung der Arbeitsschritte und der Möglichkeit der Automatisierung. Weiterhin stellt die Festphasensynthese die Basis für kombinatorische Methoden in der Chemie dar, wobei hier auf die Parallelsynthese, die Split and Combine-Methode und die Teabag-Methode eingegangen wird.

Bei der Parallelsynthese werden mehrere Substanzen gleichzeitig an räumlich getrennten Trägerportionen synthetisiert. Man erhält Arrays (Reihen) von Verbindungen, Abbildung 2. Der polymere Trä-

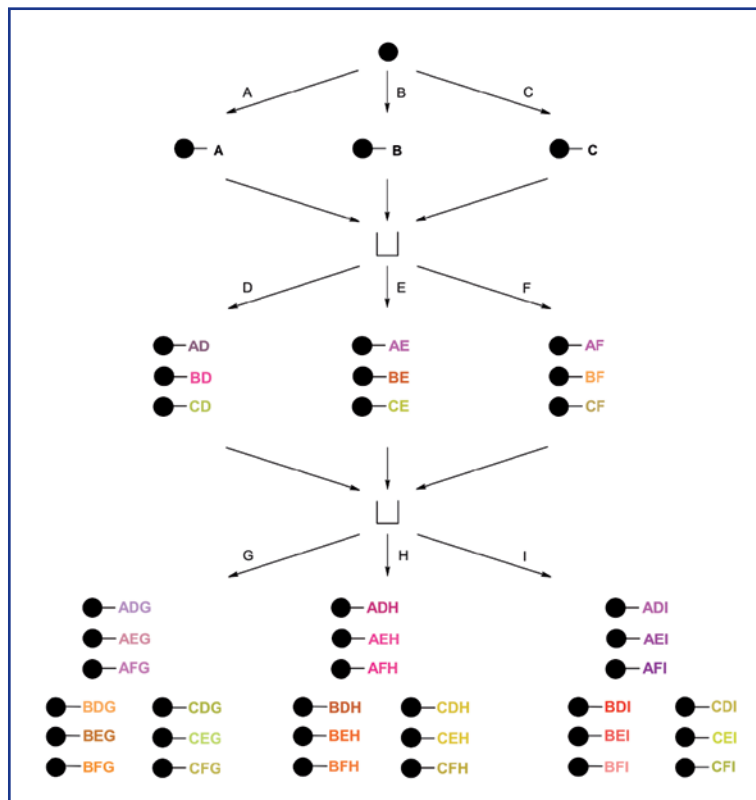
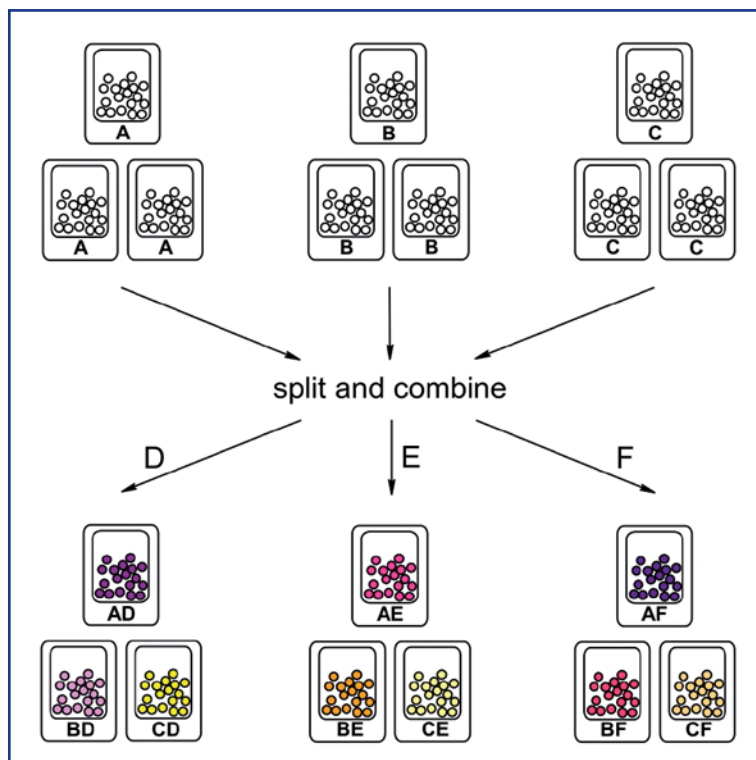


Abbildung 3: Split and Combine-Methode

ger wird beispielsweise mit den Substanzen A, B und C gekuppelt und auf je drei Gefäße aufgeteilt. Je eine Portion wird im nächsten Schritt mit D, E und F umgesetzt, erneut aufgeteilt und mit G, H und I zur Reaktion gebracht. Auf diese Weise erhält man insgesamt 27 Verbindungen.

Abbildung 4: Kombinatorische Synthese – Teabag-Methode.

Eine Erweiterung stellt die Split and Combine-Methode dar. Hierbei kommt es zu einer enormen



Verringerung der Arbeitsschritte, da mehrere Verbindungen auf einem polymeren Träger in einem einzigen Gefäß synthetisiert werden [6]. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen (Abbildung 3): Der polymere Träger wird mit drei Substanzen A, B und C gekuppelt, gemischt und auf drei Gefäße aufgeteilt. Der Inhalt eines Gefäßes wird mit D, einer mit E und einer mit F umgesetzt. Eine weitere Reaktionsfolge mit den Substanzen G, H und I liefert insgesamt 27 Verbindungen, je neun in jedem Gefäß.

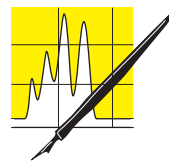
Man kann nun zunächst summarisch, ohne dass Substanzen von den Harzkugeln abgelöst werden, prüfen, welche Fraktion Verbindungen mit geeigneten Eigenschaften enthält. So kann dies in bestimmten Fällen mittel eines geeigneten Enzymtests durchgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich sehr schnell ganze Gruppen von Substanzen ausschließen, beispielsweise könnten in Abbildung 3 alle mit H umgesetzten Verbindungen nicht reagieren. Anschließend müssen die in Frage kommenden Substanzen durch Parallelsynthese hergestellt und untersucht werden. Alternativ kann man einzelne Kugeln, die eine positive Reaktion ergeben, auslesen und die Substanzen isolieren und analysieren.

Eine elegantere Lösung, die die Rückverfolgung der durchgeführten Reaktionen gewährleistet, bietet sich durch die Verwendung kleiner Polypropylenetze an, die mit der Festphase gefüllt, codiert (Markierung mit RFID, Laser, Beschriftung etc.) und der Reaktion unterworfen werden („Teabag-Methode“; siehe Abbildung 4) [7]. In der Schule können ganz gewöhnliche Teebeutel für die Experimente eingesetzt werden.

Fluoreszierende Kombinatorik

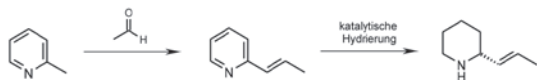
Das Prinzip der Kombinatorischen Synthese soll hier vereinfacht anhand der Synthese von Fluoreszenzfarbstoffen gezeigt werden. Die für die folgenden Versuche eingesetzten Substanzen sind käuflich erhältlich. Sie wurden so ausgewählt, dass von ihnen eine möglichst geringe Gefährdung ausgeht und die entstehenden Farbstoffe optisch gut unterschieden werden können.

Fluoreszenzfarbstoffe werden in der Herstellung von fluoreszierenden Briefmarken, Reklamedrucken im Siebdruckverfahren, Anfärben von Kunststoffen und Lacken eingesetzt. Darüber hinaus werden sie auch in der Fluoreszenzspektroskopie für qualitative und quantitative Bestimmungen sowie Strukturuntersuchungen in der Chemie, in den Biowissenschaften und der Medizin verwendet. Die Fluoreszenzfarbstoffe der Pyridinreihe, die hier hergestellt werden, werden für biologische Screenings eingesetzt. Ihr lipohiler und kationischer Charakter erlaubt die Kennzeichnung von Mitochondrien, um deren Struktur und Funktion aufzuklären [8, 9].

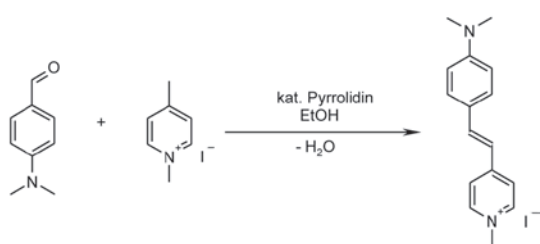


AUFSÄTZE

Die Reaktion, die bei unseren Beispielen zum Einsatz kommt, wurde bereits 1886 von Ladenburg bei der ersten Synthese eines Alkaloids – Coniin – genutzt [10]:



α -Picolin ist durch den elektronenziehenden Effekt des Pyridinrings CH-acide und reagiert deshalb unter Wasserabspaltung in einer Knoevenagel-Kondensation mit dem Aldehyd. Durch analoge Reaktion gelingt die Herstellung einer Reihe von Fluoreszenzfarbstoffen, wobei durch die Verwendung eines Pyridiniumsalzes (oder Chinoliniumsalzes) die Aktivierung der Methylgruppe noch verstärkt wird:



Dieser Farbstoff wird als einführendes Beispiel in Lösung synthetisiert.

Versuch 1: Synthese eines Fluoreszenzfarbstoffs

Geräte: Erlenmeyerkolben mit Schliff (50 mL), Quickfit (NS 29), Glasrohr als Rückflusskühler, Rührfisch, Heizplatte, vier Pipetten, UV-Lampe (366 nm)

Chemikalien: 4-Dimethylaminbenzaldehyd (leichtentzündlich F, reizend Xi) ($c = 0,1$ mol/L, gelöst

in Ethanol), 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (reizend Xi) ($c = 0,1$ mol/L, gelöst in Ethanol), Pyrrolidin (leichtentzündlich F, ätzend C), Ethanol (leichtentzündlich F)

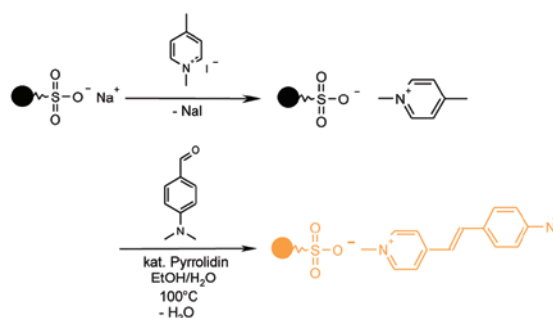
Durchführung: In einem Erlenmeyerkolben mit Rührfisch werden 5 mL Ethanol vorgelegt. Die Lösung wird mit 1 mL 4-Dimethylaminbenzaldehyd-lösung, 1 mL 1,4-Dimethylpyridiniumiodid-lösung und 0,1 mL Pyrrolidin versetzt. Der Erlenmeyerkolben wird mit dem Quickfit mit Glasrohr versehen. Die Lösung wird bei 100°C unter starkem Rühren 6 min erhitzt. 1 mL der Lösung des entstandenen Fluoreszenzfarbstoffs werden mit 5 mL Ethanol versetzt und unter dem Licht einer UV-Lampe betrachtet.

Beobachtung: Die Lösung fluoresziert orange (Abbildung 5).

Entsorgung: Die Lösungen werden in die organischen Abfälle entsorgt.

Hinweis: Die Synthese dieses Fluoreszenzfarbstoffs kann auch in einem Mikrowellenofen durchgeführt werden. Als Lösungsmittel wird Ethylenglykol und als Reaktionsgefäß ein Erlenmeyerkolben (100 mL), der mit Glaswolle verschlossen wird, verwendet. Die Reaktion wird bei 120 W durchgeführt, die Reaktionszeit beträgt 4 min.

Der identische Farbstoff kann nach folgendem Schema auf einem Kationenaustauscher, einem vernetzten Polystyrol mit Sulfonsäuregruppen, durchgeführt werden:



Das Pyridiniumsalz reagiert zunächst mit der Ankergruppe des Ionenaustauschers. Im zweiten Schritt wird das belegte Harz mit dem Benzaldehyd und Katalysator unter Wärmeeinwirkung umgesetzt. Die Synthese des Fluoreszenzfarbstoffs erfolgt ausschließlich auf dem Ionenaustauscher und nicht in der Lösung.

Versuch 2:

Festphasensynthese eines Fluoreszenzfarbstoffs

Geräte: Becherglas (50 mL), Erlenmeyerkolben mit Schliff (50 mL), Quickfit (NS 29), Glasrohr als Rückflusskühler, Mikrospatel, Spatel, Trichter, Filterpapier, Rührfisch, Heizplatte, drei Pipetten, UV-Lampe (366 nm)

Chemikalien: 4-Dimethylaminbenzaldehyd (leichtentzündlich F, reizend Xi) ($c = 0,1$ mol/L, gelöst

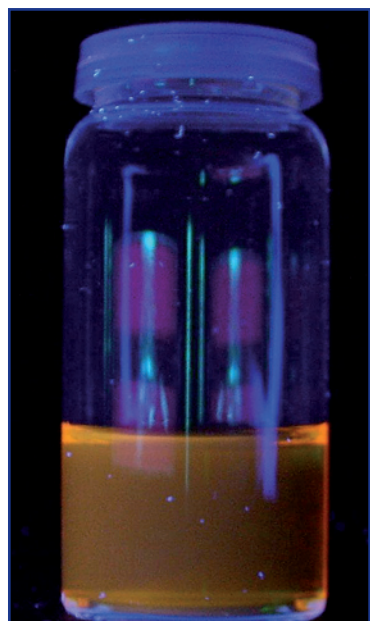
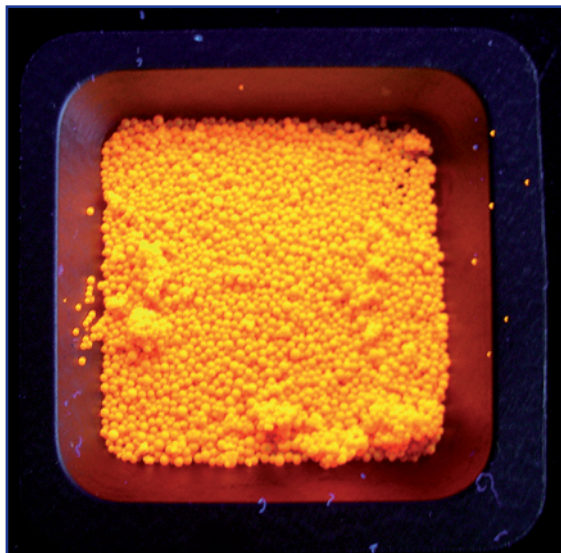


Abbildung 5: Lösung des Fluoreszenzfarbstoffs (Versuch 1) der Pyridinreihe unter UV-Licht.

Abbildung 6: Festphasensynthese eines Fluoreszenzfarbstoffs.



in Ethanol), 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (reizend Xi), Pyrrolidin (leichtentzündlich F, ätzend C), Ethanol (leichtentzündlich F), stark saurer Ionenaustauscher (Amberlite IR-120 Na-Form), Aceton (leichtentzündlich F, reizend Xi), dest. Wasser

Durchführung: In einem Becherglas wird ein Mikrospatel 1,4-Dimethylpyridiniumiodid in 10 mL dest. Wasser gelöst und mit einem Spatel Ionenaustauscher versetzt. Nach einer Einwirkzeit von 20 min werden die Perlen filtriert und mehrmals mit dest. Wasser gewaschen. Die Perlen werden in einen Erlenmeyerkolben mit Rührfisch überführt

und mit 8 mL dest. Wasser, 3 mL 4-Dimethylaminbenzaldehyd und 5 Tropfen Pyrrolidin versetzt. Der Erlenmeyerkolben wird mit dem Quickfit mit Glasrohr versehen. Die Lösung wird zum Sieden unter starkem Rühren 10 min erhitzt. Die Perlen werden abfiltriert mehrmals mit dest. Wasser und einmal mit Aceton gewaschen, getrocknet und unter dem Licht einer UV-Lampe betrachtet.

Beobachtung: Die Perlen fluoreszieren orange (Abbildung 6).

Entsorgung: Die Lösungen werden in die organischen Abfälle entsorgt. Die Feststoffe werden getrocknet und in der Feststofftonne entsorgt.

Hinweis: Die Festphasensynthese dieses Fluoreszenzfarbstoffs kann auch in einer Mikrowelle durchgeführt werden. Als Lösungsmittel wird Ethylenglykol und als Reaktionsgefäß ein Erlenmeyerkolben (100 mL), der mit Glaswolle verschlossen wird, verwendet. Die Reaktion wird bei 120 W durchgeführt, die Reaktionszeit beträgt 5 min.

Mit Hilfe der Parallelsynthese können aus zwei Aldehyden und zwei Pyridiniumsalzen in sehr kurzer Zeit vier verschiedene Farbstoffe entstehen. Diese werden im folgenden Experiment wiederum auf dem Ionenaustauscher synthetisiert. Zum Einsatz kommen als Pyridiniumsalze 1,4-Dimethylaminpyridiniumiodid und 2-Ethyl-1-Methylquinoliniumiodid. Als Aldehyde werden 4-Dimethylaminbenzaldehyd und 2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehyd eingesetzt. Exemplarisch wird hier die Reaktion im Mikrowellenofen beschrieben.

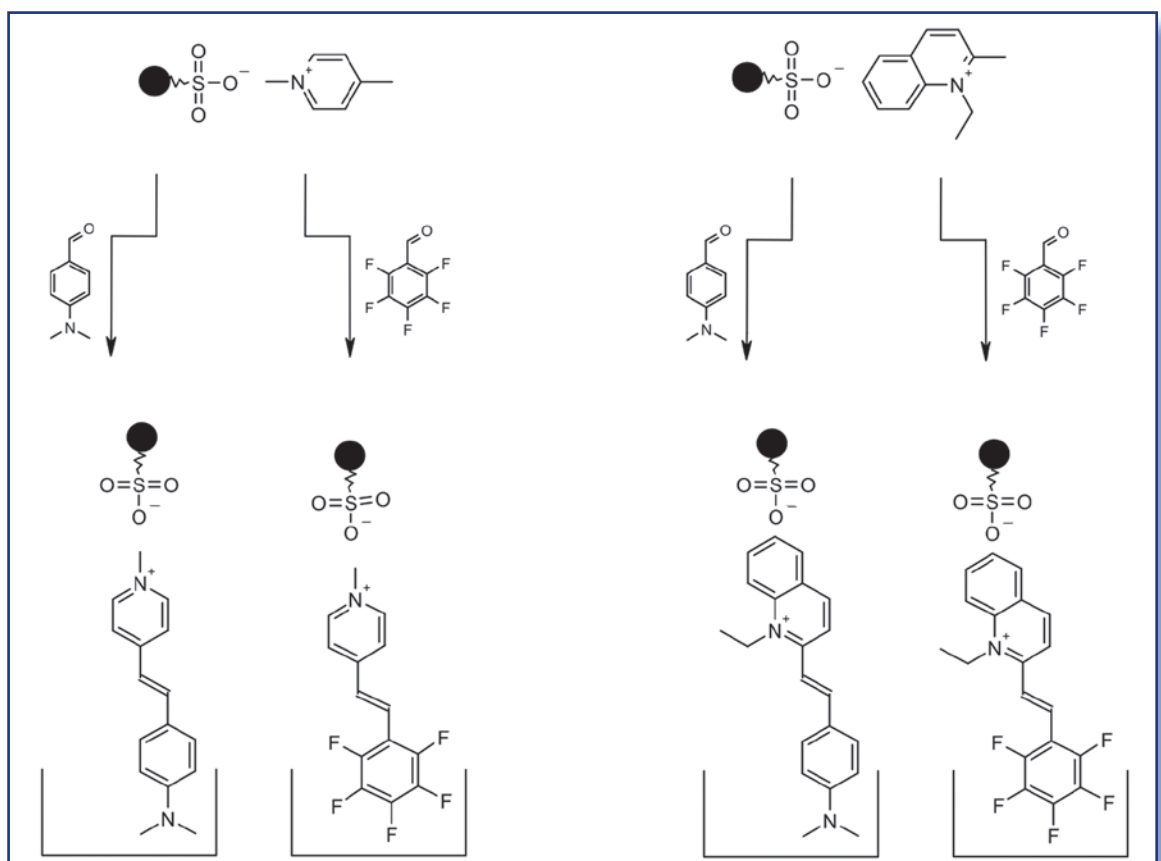


Abbildung 7: Parallelsynthese von vier Fluoreszenzfarbstoffen.

Versuch 3: Parallelsynthese von Fluoreszenzfarbstoffen auf der Festphase (Abbildung 7)

Geräte: Zwei Bechergläser, vier Erlenmeyerkolben (50 mL), Mikrospatel, Spatel, vier Pipetten, Trichter, Filterpapier, Glaswolle, Haushaltsmikrowellenofen, wasserfester Stift, UV-Lampe (366 nm)

Chemikalien: 4-Dimethylaminbenzaldehyd (leichtentzündlich F, reizend Xi) ($c = 0,1 \text{ mol/L}$, in Ethylenglykol gelöst), 2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehyd (reizend Xi, gesundheitsschädlich Xn) ($c = 0,1 \text{ mol/L}$, in Ethylenglykol gelöst), 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (reizend Xi), 1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid (reizend Xi), Pyrrolidin (leichtentzündlich F, ätzend C), Ethylenglykol (ätzend C, gesundheitsschädlich Xn), stark saurer Ionenaustauscher (Amberlite IR-120 Na), Aceton (leichtentzündlich F, reizend Xi), dest. Wasser

Durchführung: Je ein Mikrospatel 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (A) und 1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid (B) werden jeweils in einem Becherglas in 10 mL dest. Wasser gelöst und mit einem Spatel Ionenaustauscher versetzt. Nach einer Einwirkzeit von 20 min werden die Perlen getrennt filtriert und mit dest. Wasser gewaschen. Die vier Erlenmeyerkolben werden mit 1, 2, 3 und 4 beschriftet. In die Erlenmeyerkolben 1 und 2 wird je ein Spatel des Ionenaustauschers mit A, in die Erlenmeyerkolben 3 und 4 des Ionenaustauschers B gegeben.

In die Erlenmeyerkolben 1 und 3 werden je 8 mL dest. Wasser, 3 mL 4-Dimethylaminbenzaldehydlösung und 5 Tropfen Pyrrolidin gegeben. In die Erlenmeyerkolben 2 und 4 werden je 8 mL dest. Wasser, 3 mL 2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehydlösung und 5 Tropfen Pyrrolidin gegeben. Alle vier Erlenmeyerkolben werden mit Glaswolle verschlossen und bei 120 W 10 min erhitzt. Die Perlen werden abfiltriert mehrmals mit dest. Wasser und einmal mit Aceton gewaschen, getrocknet und unter dem Licht einer UV-Lampe betrachtet.

Beobachtung: In jedem Erlenmeyerkolben ist ein Fluoreszenzfarbstoff entstanden (Abbildung 8), dessen Farbe der Tabelle 1 entnommen werden kann.

Tabelle 1	1,4-Dimethylpyridiniumiodid	1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid
4-Dimethylaminbenzaldehyd	Rotorange (Erlenmeyerkolben 1)	Dunkelrot (Erlenmeyerkolben 3)
2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehyd	Gelb (Erlenmeyerkolben 2)	Orange (Erlenmeyerkolben 4)

Deutung: Mit Hilfe der Parallelsynthese auf fester Phase sind aus zwei Aldehyden und zwei Pyridiniumsalzen in sehr kurzer Zeit vier verschiedene Kombinationen der vier Ausgangsstoffe entstanden, die keiner aufwendigen Reinigung und Isolierung bedürfen.

Entsorgung: Die Lösungen werden in die organischen Abfälle entsorgt. Die Feststoffe werden getrocknet und in der Feststofftonne entsorgt.

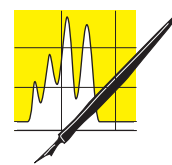
Die oben beschriebene Split and Combine-Methode kann ebenfalls an dem hier gewählten Beispiel gezeigt werden, Abbildung 9. In den folgenden Experimenten werden zwei Versuchsvarianten beschrieben, wobei die zweite im Mikrowellenofen durchgeführt wird. Eine vereinfachte Teabag-Methode findet man in Versuch 5.

Versuch 4: Synthese von Fluoreszenzfarbstoffen mit der Split and Combine-Methode

Geräte: Drei Bechergläser (50 mL), zwei Erlenmeyerkolben mit Schliff (50 mL), zwei Quickfits (NS 29), zwei Glasrohre als Rückflusskühler, zwei Rührfische, zwei Heizplatten, Mikrospatel, Spatel, drei Pipetten, Filterpapier, Trichter, UV-Lampe (366 nm)

Chemikalien: 4-Dimethylaminbenzaldehyd (leichtentzündlich F, reizend Xi) ($c = 0,1 \text{ mol/L}$, in Ethanol gelöst), 2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehyd (reizend Xi, gesundheitsschädlich Xn) ($c = 0,1 \text{ mol/L}$, in Ethanol gelöst), 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (reizend Xi), 1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid (reizend Xi), Pyrrolidin (leichtentzündlich F, ätzend C), Ethanol (leichtentzündlich F), stark saurer Ionenaustauscher (Amberlite IR-120 Na-Form), Aceton (leichtentzündlich F, reizend Xi), dest. Wasser

Durchführung: Je ein Mikrospatel 1,4-Dimethylpyridiniumiodid und 1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid werden jeweils in einem Becherglas in 10 mL dest. Wasser gelöst und mit einem Spatel Ionenaustauscher versetzt. Nach einer Einwirkzeit von



AUFSÄTZE

Abbildung 8: Parallelsynthese von vier Fluoreszenzfarbstoffen auf der Festphase.

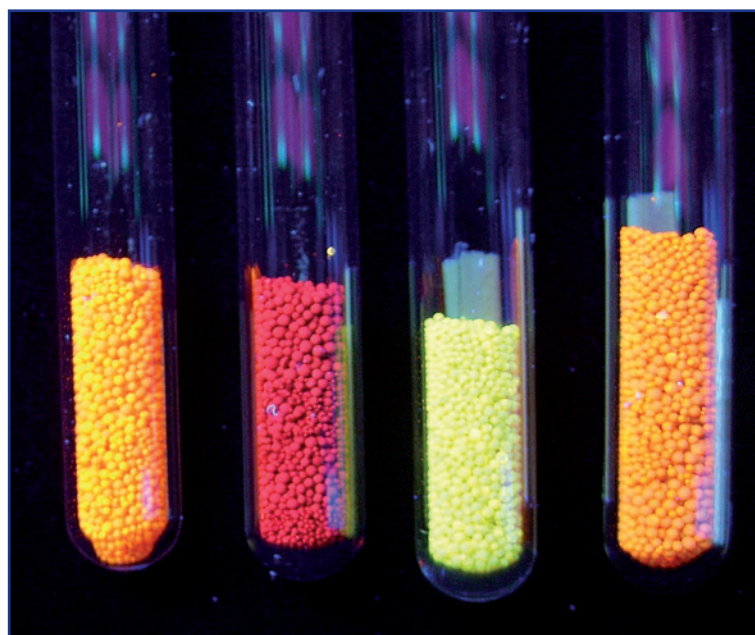
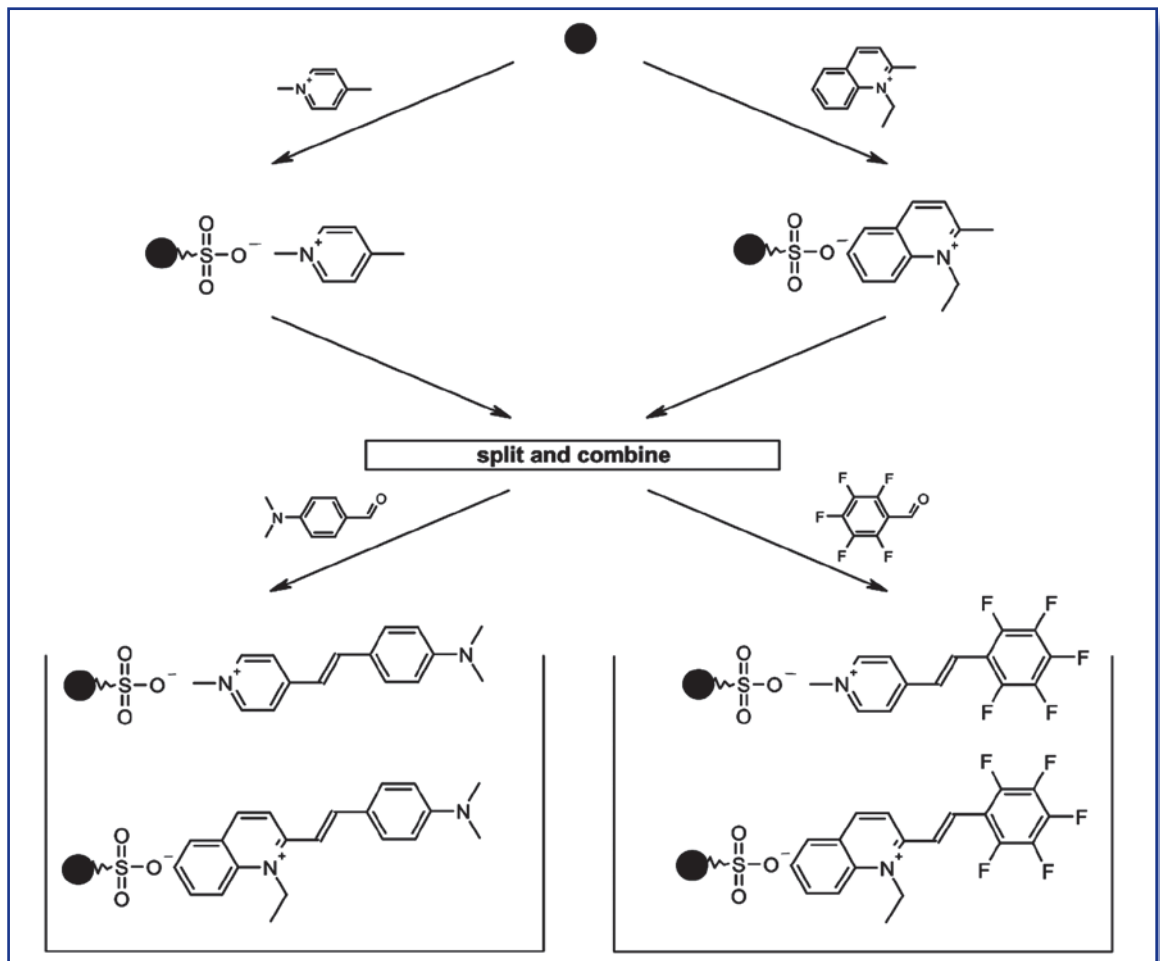


Abbildung 9:
Synthese von
Fluoreszenz-
farbstoffen
mit der Split
and Combine-
Methode.



20 min werden die Perlen getrennt filtriert und mit dest. Wasser gewaschen. Die Perlen werden in ein Becherglas überführt, gemischt und auf zwei Erlenmeyerkolben verteilt. Je 10 mL dest. Wasser, 5 mL der Benzaldehyde und 5 Tropfen Pyrrolidin werden in je einen der Erlenmeyerkolben mit vorbereitetem Ionenaustauscher gegeben. Die Erlenmeyerkolben werden mit je einem Rührfisch und Quickfit mit Glasrohr versehen. Die Lösungen werden bei zum Sieden unter starkem Rühren 10 min erhitzt. Die Perlen werden abfiltriert mehrmals mit dest. Wasser und einmal mit Aceton gewaschen, getrocknet und unter dem Licht einer UV-Lampe betrachtet.

Beobachtung: Es tritt eine Verfärbung der Perlen auf. In jedem Erlenmeyerkolben entstehen zwei Fluoreszenzfarbstoffe (Abbildung 10).

Erlenmeyerkolben 1	orange, gelbgrün
Erlenmeyerkolben 2	rot, orangerot

Deutung: Mit der Split and Combine-Methode lässt sich in sehr kurzer Zeit mit sehr wenig Aufwand eine Vielzahl an Verbindungen synthetisieren.

Entsorgung: Die Lösungen werden in die organischen Abfälle entsorgt. Die Feststoffe werden getrocknet und in der Feststofftonne entsorgt.

Hinweis: Dieser Versuch kann auch in einer Mikrowelle durchgeführt werden. Als Lösungsmittel wird Ethylenglykol und als Reaktionsgefäß ein Erlenmeyerkolben (100 mL), der mit Glaswolle verschlossen wird, verwendet. Die Reaktion wird bei 120 W durchgeführt, die Reaktionszeit beträgt 10 min.

Versuch 5: Synthese von Fluoreszenzfarbstoffen mit der Teabag-Methode

Geräte: Zwei Bechergläser (50 mL), zwei Erlenmeyerkolben mit Schliff (50 mL), zwei Quickfits (NS 29), zwei Glasrohre mit Spitze als Rückflusskühler, zwei Rührfische, zwei Heizplatten, vier Teebeutel, Mikrospatel, Spatel, vier Pipetten, Trichter, Filterpapier, UV-Lampe (366 nm), Bleistift

Chemikalien: Siehe Versuch 4

Durchführung: Je ein Mikrospatel 1,4-Dimethylpyridiniumiodid (A) und 1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid (B) werden jeweils in einem Becherglas in 20 mL dest. Wasser gelöst.

Die Teebeutel werden geöffnet, entleert und mit einem Spatel Ionenaustauscher befüllt. Je zwei Teebeutel mit A und B beschriftet (Bleistift). Die Teebeutel A werden in die 1,4-Dimethylpyridiniumiodid-lösung A getaucht, die Teebeutel B in die

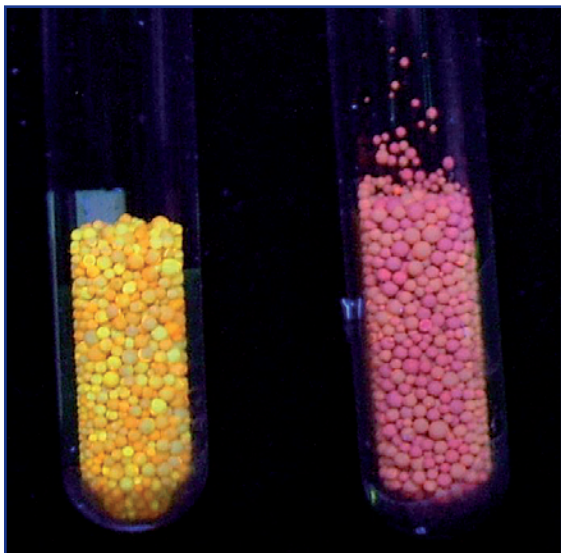


Abbildung 10: Split and Combine-Methode.

1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid-lösung B. Nach ca. 30 min Einwirkzeit werden die Teebeutel aus den Lösungen genommen und gründlich mit dest. Wasser gewaschen.

In zwei Erlenmeyerkolben werden jeweils 20 mL dest. Wasser, 10 mL der Benzaldehyde und 0,1 mL Pyrrolidin gegeben. In jede der Lösungen wird jeweils ein Teebeutel mit der Beschriftung A und B getaucht (Vorher sinngemäß mit D, E kennzeichnen!). Die Erlenmeyerkolben werden mit je einem Rührfisch und Quickfit mit Glasrohr versehen. Die Lösungen werden bei 100°C unter starkem Rühren 10 min erhitzt.

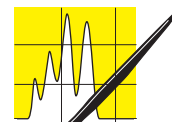
Die Teebeutel werden aus den Erlenmeyerkolben herausgenommen, aufgemacht und die Perlen mehrmals mit dest. Wasser und einmal mit Aceton gewaschen. Die Perlen werden anschließend getrocknet und mit einer UV-Lampe zur Fluoreszenz gebracht. *Beobachtung:* Es tritt eine Verfärbung der Perlen auf. In jedem Teebeutel entsteht ein Fluoreszenzfarbstoff.

Deutung: Mit der Teabag-Methode lässt sich in sehr kurzer Zeit mit sehr wenig Aufwand eine Vielzahl an Verbindungen synthetisieren. Anhand der Beschriftung (Codierung) lässt sich der Syntheseweg der Verbindung zurückverfolgen.

Entsorgung: Die Lösungen werden in die organischen Abfälle entsorgt. Die Feststoffe werden getrocknet und in der Feststofftonne entsorgt.

Literatur

- [1] Brandt, A.; Koch, J.; Verbeet, M., Land der kleinen Forscher. Der Spiegel 2007, (49), 84-100.
- [2] Pustowka, P.; Bader, H. J., Kombinatorische Chemie oder: Wie kann man den Aufwand bei der Suche nach neuen Wirkstoffen verringern? Chemkon 2007, 14, (4), 176-184.
- [3] Pustowka, P.; Bader, H. J., Synthese von Substanzbibliotheken - Parallelsynthese von Azofarbstoffen im Chemieunterricht. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 2008, in print.
- [4] Merrifield, R. B., Solid Phase Peptide Synthesis. I. The Synthesis of a Tetrapeptid. Journal of the American Chemical Society 1963, 85, (14), 2149-2154.
- [5] Merrifield, R. B., Solid Phase Synthesis. Angewandte Chemie. International Edition in English. 1985, 24, (10), 799-810.
- [6] Furka, Á.; Sebestyén, F.; Asgedom, M.; Dibó, G., General method for rapid synthesis of multicomponent peptide mixtures. International Journal of Peptide and Protein Research 1991, 6, (37), 487-493.
- [7] Houghten, R. A., General method for the rapid solid-phase synthesis of large numbers of peptides: Specificity of antigen-antibody interaction at the level of individual amino acids. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 1985, 82, (15), 5131-5135.
- [8] Rosania, G. R.; Lee, J. W.; Ding, L.; Yoon, H.-S.; Chang, Y.-T., Combinatorial approach to organelle-targeted fluorescent library based on styryl scaffold. Journal of the American Chemical Society 2003, 125, (5), 1130-1131.
- [9] Zheng, Q.; He, S. G.; Lin, T.-C.; Prasad, P. N., Synthesis and properties of substituted (p-aminostyryl)-1-(3-sulfoxypropyl)pyridinium inner salts as a new class of two-photon pumped laser dyes. Journal of Material Chemistry 2003, 13, (10), 2499-2504.
- [10] Falbe, J.; Regitz, M., Römpp. 9 ed.; Thieme: New York - Berlin - Wien, 1990; Vol. 2.



AUFSÄTZE

Name	CAS-Nummer	Firma
4-Dimethylaminbenzaldehyd	100-10-7	Acrôs
2,3,4,5,6-Pentafluorbenzaldehyd	653-37-2	Aldrich
1,4-Dimethylpyridiniumiodid	2301-80-6	Fluka
1-Ethyl-2-methylquinoliniumiodid	606-55-3	Fluka

Tabelle 2:
Chemikalienliste.

Hermann Bleibtreu patentierte das Portland-Verfahren

Vom Portland-Zementwerk zum Innovationspark am Bonner Rheinbogen

Georg Schwedt, Bonn

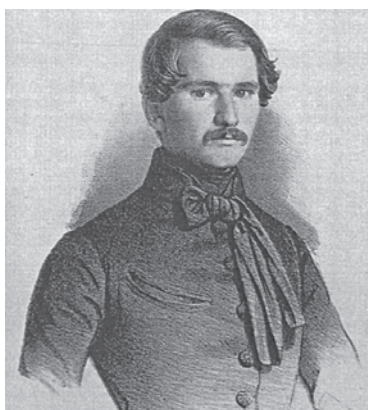


Abbildung 1: Porträt von Dr. Hermann Bleibtreu (Zeichnung A. Höhneck 1844, Lithografie von Henry & Cohen, Bonn) – mit Widmung: „Hermann Bleibtreu Seinem C. W. Hempel zur freundlichen Erinnerung Gießen, im März 1845“.

Vor 150 Jahren begann auf der rechten Rheinseite zwischen Oberkassel und Ramersdorf (heute Stadtteile von Bonn) die Zementproduktion nach dem vom Liebig-Schüler Hermann Bleibtreu patentierten Portlandverfahren. 1987 wird die Produktion von der Firma Dyckerhoff eingestellt. Seit 2004 findet eine Umgestaltung zu einem Innovationspark statt – als Industriedenkmäler bleiben das Verwaltungsgebäude/ Direktorhaus, die Rohmühle und der Wasserturm erhalten bzw. sind in die Neubauten integriert worden.

Wilhelm Gottlob Kastner (1783-1857) im Popelsdorfer Lustschloss. [3] Möglicherweise hatte Liebig bei seinen Exkursionen in die Umgebung auch die Alaunhütte auf der anderen Rheinseite kennen gelernt. Hermann Bleibtreu kehrte nach der Promotion in Gießen in seine Heimat zurück und wurde ein erfolgreicher Industriechemiker. Er starb am 25. April 1881 in Bonn – sein Grab befindet sich auf dem Alten Bonner Friedhof (Abb. 2). Seine Söhne Dr. Karl Bleibtreu (Mineraloge – 1857-1934) und Prof. Dr. med. Leopold Bleibtreu (1862-1932) ließen sich 1923/24 in der Basaltstraße von Oberkassel gegenüber der Einmündung der Straße „Im Heckengarten“ eine große repräsentative Doppel-Villa erbauen, von der die rechte Hälfte erhalten blieb und heute unter Denkmalschutz steht (Abb. 3). Die ehemalige, nach 1987 umgestaltete Kaianlage am Rhein zwischen Ramersdorf und Oberkassel wurde nach dem Vater „Hermann-Bleibtreu-Ufer“ benannt.

Hermann Bleibtreu, der spätere Schüler von Justus Liebig und August von Hofmann, wurde am 4. März 1821 in Pützchen (damals bei Bonn, heute Stadtteil) als Sohn des Bergwerks- und Fabrikbesitzers Leopold Bleibtreu (1877-1939), Gründer der Alaunhütte auf der Hardt [1], im ehemaligen Karmeliterkloster St. Josef geboren. Sein Vater hatte nach der Säkularisierung das Klostergebäude zunächst gepachtet und 1925 gekauft. [2] Hermann Bleibtreu studierte Chemie in Gießen, folgte dem Liebig-Schüler August von Hofmann nach Bonn, dann als dessen Assistent nach London an das Royal College of Chemistry (1845) und kehrte schließlich zur Promotion (1846) an die Universität Gießen zu Liebig zurück. (Abb. 1) Sein Lehrer Liebig experimentierte im Wintersemester 1820/21 als junger, erst 17-jähriger Student an der Universität Bonn im chemischen Labor von Karl

Die Entdeckung des Portlandzements

Der englische Maurer Joseph Aspidin stellte bereits 1824 durch Brennen von Kalk und Ton un-



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: Der Grabstein aus schwarzen Basalt auf dem historischen Alten Friedhof in Bonn (alle Fotos: Schwedt).



Abbildung 3: Die Bleibtreu-Villa (rechte Hälfte der Doppel-Villa) in der Basaltstraße in Oberkassel.

terhalb der Sintertemperatur einen hydraulisch erhärtenden Romankalk her, den er mit der Patentanmeldung im selben Jahr als Portlandzement bezeichnete. Die Bezeichnung Romankalk für einen silicatreichen Kalk deutet auf eine Verwendung bereits durch die Römer hin. Im Aussehen ähnelte der von Aspidin erhaltene Zement dem natürlich vorkommenden Portlandstein, einem auf der Halbinsel Portland (Grafschaft Dorsetshire an der englischen Kanalküste) vorkommendem weißen bis grauem Kalkstein, der als Oolith zu den Lockerkalken zählt und als Naturwerkstein verwendet wird. Oolithe werden wegen ihrer kugeligen bis ovalen Körner auch als Eier- oder Erbsensteine bezeichnet, die sich in Brandungs- und Uferzonen bilden. Der Zement wurde durch den Sohn William Aspidin in den Jahren 1824 bis 1843 weiterentwickelt.

Unter Portlandzement versteht man heute ein Gemisch aus kalk- und tonreichen Materialien – z. B. Kalkstein und Ton oder Kalkmergel und Tonmergel, das auf 1400-1450 °C erhitzt wird. Im Unterschied zu einem Luftmörtel (Erhärten durch Binden von Kohlenstoffdioxid als Kalkmörtel) verfestigt sich dieser Wassermörtel rasch infolge Wasseraufnahme durch die Calciumsilicate (Abbinden). Dann erfolgt ein langsamer verlaufender Vorgang, bei dem Calciumsilicate und –aluminat unter Abscheidung von Calciumhydroxid teilweise hydrolytisch zersetzt werden. Beim ebenfalls langsam ablaufenden Erhärten kristallisieren komplex zusammengesetzte Hydrate von Calciumsilicaten und –aluminaten, die dabei miteinander verwachsen und die besondere Härte ergeben. Schließlich findet auch noch eine Aufnahme von Kohlenstoffdioxid aus der Luft statt, wodurch überschüssiges Calciumhydroxid in Calciumcarbonat umgewandelt wird.

Bleibtreu hatte den neuen Baustoff während seines Aufenthaltes in London kennen gelernt, das genaue Verfahren jedoch war geheim. 1853 brannte Hermann Bleibtreu seinen ersten Port-

landzement im Labor der Anna-Magdalena-Grube auf der Alaunhütte und erweiterte die Kenntnisse über die grundlegenden Vorgänge. Er wird daher als Begründer der Portland-Zementindustrie in Deutschland auf wissenschaftlicher Basis bezeichnet – und auch als Vorkämpfer des rheinischen Braunkohlenbergbaus. 1855 gründete er eine Zementwerk in Zülchow bei Stettin. Bereits am 2. Juni 1853 war als Vereinigung der benachbarten Gruben und Fabrikanlagen am Rhein der „Bonner Bergwerks- und Hütten-Verein“ gegründet worden, dessen Generaldirektor Bleibtreu von 1856 bis 1871 war.

Das Bonner Zementwerk bei Oberkassel

Als Gründungstag der Zementfabrik wird der 12. Juni 1856 genannt, an dem der „Bonner Bergwerks- und Hüttenverein“ die Genehmigung zur Zementherstellung erhielt. Bleibtreu plante zunächst, die Braunkohlenvorkommen auf der Hardt zu nutzen und dort ein Zementwerk zu errichten, wo die Alaungewinnung (und der daneben angesiedelte Ziegeleibetrieb) eingestellt wurden. Für die Lage am Rhein sprachen jedoch die guten Transportmöglichkeiten für den Kalkstein zur Zementfabrik, der aus Budenheim bei Mainz kam, und den Abtransport des Zements. Der Ton stammte aus der Umgebung. Es wurden in Ufernähe sechs Schachtöfen errichtet und die eigentliche Zementherstellung begann dann 1858 nach dem von Hermann Bleibtreu patentierten deutschen Portlandverfahren. Zum Transport des Portlandzements wurden vom Werk Oberkassel sogar zwei Schleppkräne angeschafft. Infolge der guten Qualität konnte sich der Portlandzement aus Oberkassel gegen die englischen Konkurrenzprodukte durchsetzen. Auf der Internationalen Industrie-Ausstellung in London 1862 gewann der deutsche Portlandzement sogar eine Medaille. Oberkasseler Zement wurde unter anderem für den Bau des Kölner Doms und der Kölner Dombücke verwendet. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts versuchte der Wicking-Konzern vergeblich, die Oberkasseler Zementfabrik zu übernehmen.

Blick vom Hermann-Bleibtreu-Ufer in Oberkassel auf die Rohmühle, Rhein und Siebengebirge.



AUFsätze

Abbildung 5: Der Wasserturm vor den modernen Gebäude im Bonner Rheinbogen.



Ein Freundschaftsvertrag und eine spätere Fusionierung (als Bonner Zementwerk AG ab 1966) mit dem Unternehmen Dyckerhoff & Söhne bzw. 1985 als Dyckerhoff AG in Wiesbaden verhindern die Übernahme.

Aus der Firmengeschichte von Dyckerhoff

Wilhelm Gustav Dyckerhoff gründete gemeinsam mit seinen Söhnen Rudolf und August am 4. Juni 1864 die Portland-Cement-Fabrik Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg, südöstlich von Marburg

Abbildung 6: Die Fassade der historischen Rohmühle mit Restaurant.



Abbildung 7: Die ehemalige Bleibtreu-Direktorvilla.

in Mittelhessen, heute Stadtteil von Wiesbaden. 1886 erhielt das Unternehmen einen der größten Aufträge in jener Zeit. Die USA ließen sich von Dyckerhoff 8000 Holzfässer Zement für das Fundament der Freiheitsstatue in New York liefern. Den ersten Drehofen für die Produktion von Zement nahm Dyckerhoff 1909 in Betrieb. 1931 fusionierte Dyckerhoff mit dem bereits genannten Unternehmen Wicking'sche Portland-Cement- und Wasserkalkwerke AG aus Münster. Im Dritten Reich wurden allen westdeutschen Zementwerke zusammengeschlossen. Es erfolgte auch eine Umbenennung des Werks in Oberkassel in Bonner Portland-Zementwerk Aktien-Gesellschaft. Die Zementproduktion erhöhte sich, begünstigt durch den Autobahnbau, Industriebauten und vor allem den Rüstungsbau wie den Bau des Westwalls.

Vom Zementwerk zum Innovationspark

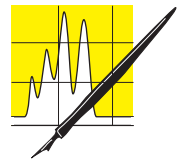
Im Juni 1990 – drei Jahre nach Einstellung der Zementproduktion in Oberkassel – werden zwei Silos und ein Turm der Zementfabrik gesprengt. Zahlreiche Pläne neuer Ansiedlungen scheitern, u.a. auch als Caesar-Standort, da Erschütterungen durch Züge und Rheinschiffe die empfindlichen nanotechnischen Experimente stören könnten. Im August 2000 wird die Promenade an der Zementfabrik – nun mit dem Namen Hermann-Bleibtreu-Ufer – freigegeben. Im November wird ein neuer Namen für das Gelände geboren – „BonnVisio – Innovationspark am Rhein“. Im Januar 2004 wird der Grundstein für 13600 Quadratmeter Büros und Gastronomie in der Rohmühle gelegt. Software-Unternehmen ziehen ein. Wo früher schwere Mühlenwerke Kalk und Gestein zerkleinerten, Arbeiter den neuen Werkstoff nach dem Brennen in Fässer füllten und in Schiffe verladen, ist heute ein Restaurant mit Terrasse direkt am Bonner Rheinbogen mit Blick auf das Siebengebirge entstanden. (Abb. 4) Die gläsernen Büros sind zum großen Teil bezogen und es entsteht zur Zeit ein Luxushotel der Spitzenklasse (5-Sterne-Hotel Ely-

sion) mit spektakulärer Architektur sowie weiter landeinwärts sind auch Villen und komfortable Wohnungen geplant.

Von dem ursprünglichen Anlagen des Zementwerkes stehen der Wasserturm (Abb. 5), die Rohmühle (Abb. 6) und der frühere Verwaltungsbau/Direktorvilla (Abb. 7) unter Denkmalschutz. Zu den unmittelbaren Nachbarn gehören die Neubauten des Bonner Polizeipräsidiums und die Bonner Dependence des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Literatur

- [1] Schüller, Christian: Die Alaunhütten auf der Ennert-Hardt, Bonn 1997
- [2] Breitgraf, Hans J.: Die Bleibtrees – Stationen einer Pionierfamilie, Doku-Reihe, Bonn 1999-2004
- [3] Schwedt, Georg: Liebig und seine Schüler – die neue Schule der Chemie, Springer, Heidelberg/Berlin 2002



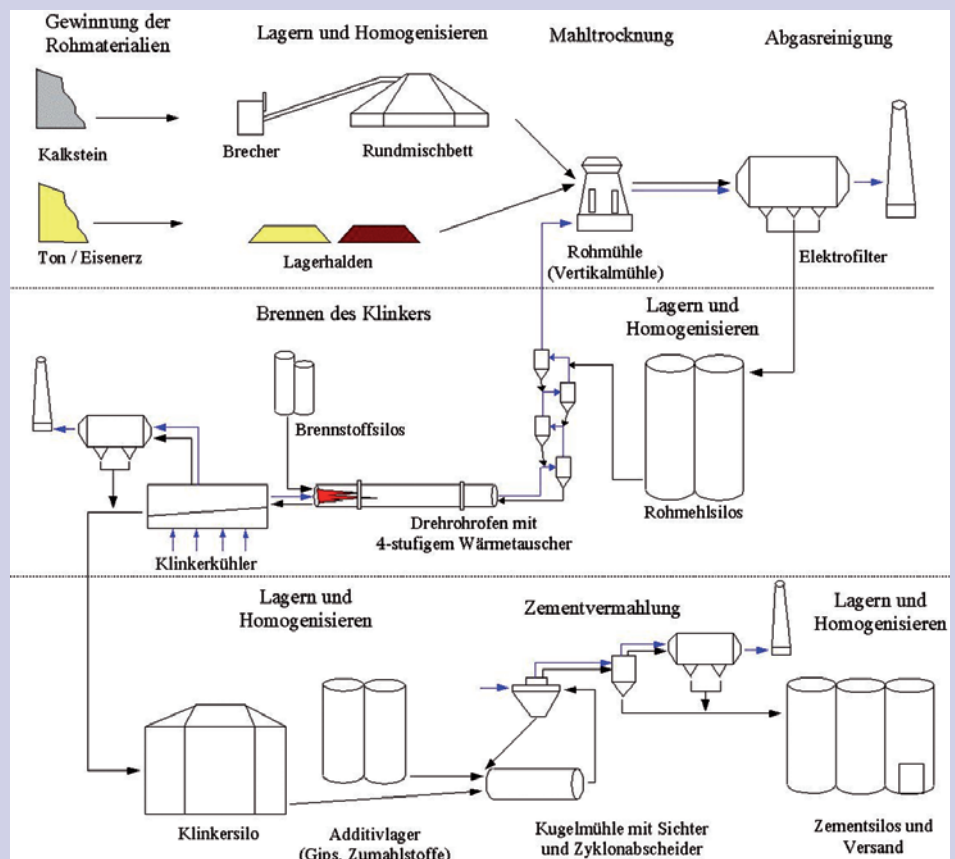
AUFsätze

Zementherstellung

Zement wird heute in einem kontinuierlichen Prozess nach dem Trockenverfahren hergestellt (Grafik: Kryptonit). Dabei erreichen die Anlagen eine Leistung von 3000 bis 10000 Tonnen Klinker pro Tag. Die Rohstoffe (in der Regel Kalkstein, Ton, Sand und Eisenerz) werden in Steinbrüchen abgebaut, in Brechern vorzerkleinert und in das Zementwerk befördert. In einer Rohmühle werden alle Rohmaterialien zusammen vermahlen und gleichzeitig getrocknet. Das dabei entstehende Rohmehl wird dann in einem Drehrohröfen bei Temperaturen von ca. 1450 °C zu Klinker gebrannt, welcher dann in einem Kühler auf eine Temperatur von unter 200 °C heruntergekühlt wird. Die entstehenden graubraunen Granalien werden anschließend in einer Kugelmühle zusammen mit Gips oder Anhydrit zum fertigen Produkt, dem (Portland-) Zement, vermahlen.

Bis in die 1960er Jahre galten Zementwerke als „Dreckschleudern“. Heute hat sich dieses Bild zugunsten der Umwelt verbessert. Durch modernere Filteranlagen ist die Staubemission drastisch gesenkt worden. Ebenso sind durch die Weiterentwicklung der Drehrohröfen und der Feuerungstechnologie der Energieverbrauch und der Ausstoß von Abgasen wie Schwefeldioxid, Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Stickoxiden gesenkt worden.

Letztere werden durch SNCR-Verfahren aus den Abgasen entfernt. Besonderes Augenmerk wird auf die Emission von flüchtigen Spurenelementen, wie Quecksilber, Cadmium oder Thallium gelegt, während alle schwer- und nicht flüchtigen Spurenelemente durch den frisch entsäuerten Kalkstein adsorptiv gebunden werden (Prinzip der Trockensorption). Zur Einsparung fossiler Brennstoffe werden zum Teil Sekundär- oder Ersatzbrennstoffe eingesetzt, etwa Altöl oder Lösemittel wie auch aufbereiteter Haus- und Gewerbemüll, Autoreifen, Tiermehl, Altholz oder andere Biomassen. Sie verbrennen im Drehrohröfen aufgrund der oxidierenden Bedingungen und extrem hoher Temperaturen (Flammentemperatur > 2.000 °C) ohne die Entstehung zusätzlicher schädlicher Abgase. Die Emissionen unterliegen den Standards der EU-Mit-Verbrennungsrichtlinie 76/2000EC, über deren Einhaltung die genehmigenden Behörden elektronisch wachen. In der Schweiz beträgt der Anteil dieser alternativen Brennstoffe mehr als 50 %. In ganz Westeuropa ist man ebenfalls bestrebt, den Anteil der Sekundärbrennstoffe im Zementwerk bis in die Größenordnung von ca. 70 % zu bringen. Dabei wird diese Entsorgungsmöglichkeit durch die Mitverbrennung auch von Schwellenländern als probates Mittel genutzt, kostengünstig fehlende Entsorgungsinfrastrukturen zu entwickeln und eine nachhaltige landeseigene Entsorgung unter hohen Umweltschutzstandards zu gewährleisten. Seit über 30 Jahren werden ganze PKW- und LKW-Altreifen ohne voriges Schreddern im Ofeneinlauf des Drehrohröfens thermisch und – wegen der Eisenkarkasse – stofflich genutzt. Eine befürchtete Emission von Dioxinen oder Furanen konnte bis heute wissenschaftlich nicht belegt werden, da der hohe basische Calciumanteil, die Abgasatmosphäre sowie die dafür ungünstigen Temperaturbedingungen im geschlossenen System die De-Novo-Synthese verhindern. Ein Problem ist allerdings der hohe Ausstoß von Kohlendioxid. Weltweit werden jährlich 1,4 Milliarden Tonnen Zement hergestellt, der im Mittel etwa 60 % CaO enthält. Damit ergibt sich selbst bei optimaler Prozessführung ein Ausstoß von mindestens einer Milliarde Tonne CO₂ oder 4 % des jährlichen CO₂-Ausstoßes.





CLB – Memory

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

November 2008

OECD-Kommission zur Prüfung hautreizender Wirkungen von Stoffen: Weltweite Einigung auf tierversuchsfreie Methode

Auf einer Sitzung im Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin hat sich eine internationale Expertenkommission der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) auf eine neue tierversuchsfreie Prüfmethode zur Ermittlung reizender Eigenschaften von Fremdstoffen an der Haut geeinigt. Damit gibt es in dieser Hinsicht bald wohl weltweit einheitliche Standards.

Die Methode verwendet rekonstruierte Modelle der menschlichen Haut anstelle von bisher vorgeschriebenen Kaninchen. Die Zentralstelle zur Erfassung und Bewertung von Ersatz- und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch (ZEBET) am BfR hatte sie zuvor im Auftrag der Europäischen Kommission in Ringversuchen mit internationaler Beteiligung daraufhin geprüft, ob sie den Tierversuch ersetzen kann, ohne den Arbeitsschutz und den Verbraucherschutz zu gefährden. Die Methode wird nun umgehend in die europäische Gesetzgebung einfließen und Anfang 2009 auch als OECD-Richtlinie verabschiedet. „Tierschutz darf nicht an Grenzen halt machen, das gemeinsame Vorgehen von EU und OECD ist deswegen ein großer Erfolg“, sagt Professor Dr. Dr. Andreas Hensel, Präsident des BfR. Die Methode wird in der EU dringend benötigt, damit Hersteller von chemischen Stoffen die Anforderungen der

EU-Kosmetikverordnung und des neuen Gesetzes zur Chemikaliensicherheit (REACH) erfüllen können. Danach müssen sie hautreizende Eigenschaften von Stoffen ohne Tierversuche prüfen. Da für Staaten außerhalb der EU teilweise andere Regelungen gelten, war eine entsprechende Richtlinie zur tierversuchsfreien Prüfung auch auf OECD-Ebene dringend geboten.

Chemische Stoffe müssen je nach Verwendungszweck und Menge, in der sie auf den Markt gebracht werden, auf gesundheitliche Risiken geprüft werden. In den meisten Fällen sind dazu Tierversuche vorgeschrieben, für einige Tests gibt es bereits Alternativmethoden. Da mit der neuen europäischen Chemikaliengesetzgebung REACH die Zahl der Chemikalienprüfungen in Europa drastisch zunehmen wird, ist die Anerkennung solcher Alternativmethoden dringlich. Sind diese jedoch nur in der EU anerkannt, kann das dazu führen, dass für die Vermarktung eines Stoffes auf außereuropäischen Märkten (zum Beispiel USA und Japan) zusätzlich noch herkömmliche Tests an Tieren gefordert werden. Um dies zu vermeiden, hatte die OECD für die neue Prüfmethode zur hautreizenden Wirkung von Stoffen ein beschleunigtes Verfahren der internationalen Kommentierung und Konsultation mit Experten eingeleitet.

Nach einem zweitägigen Treffen im BfR in Berlin verab-

schiedeten die Experten einen Prüfrichtlinienentwurf, der nun umgehend in die EU-Gesetzgebung einfließen wird. Er kann voraussichtlich nach einer weiteren Expertenkonsultation im März 2009 in den USA auch als OECD-Prüfrichtlinie verabschiedet werden. Sollte die OECD-Richtlinie Änderungen enthalten, hat die EU-Kommission zugesagt, die EU-Prüfrichtlinie umgehend entsprechend anzupassen. Das Vorhaben stand zunächst unter ungünstigen Vorzeichen. Aber die wissenschaftlichen Daten der unter der Federführung des BfR durchgeführten Validierungsstudien konnten die Bedenken jener Experten zerstreuen, die der neuen tierversuchsfreien Methode kritisch gegenüberstanden. Die erzielte Einigung bedeutet auch verfahrenstechnisch einen Durchbruch, weil sich zeigte, dass die weltweite Anerkennung von Ersatzmethoden zum Tierversuch deutlich schneller erreicht werden kann als in der Vergangenheit.

Das beschleunigte Verfahren, das eine Verabschiedung der Richtlinie für die neue, tierversuchsfreie Methode auf EU- und OECD-Ebene nacheinander innerhalb kurzer Zeit ermöglicht, ist sowohl für den Tierschutz als auch für den Verbraucherschutz weltweit ein Erfolg, weil nun auch Firmen, die bisher bewusst auf Tierversuche verzichteten, eine validierte Prüfmethode für ihre Produkte zur Verfügung steht.

Sicherheitsbelehrung im OC-Praktikum

Chemisches Verständnis für Gefahren vermitteln

Prof. Dr. Volker Wiskamp, Darmstadt

Die Sicherheitsbelehrung im Chemiepraktikum kann mehr umfassen als die Information der Studierenden über R- und S-Sätze, Betriebsanweisungen, Entsorgung von Chemikalienabfällen, Erste-Hilfe-Maßnahmen, Notausgänge etc. Den Praktikanten sollte vielmehr das chemische Verständnis dafür vermittelt werden, warum bestimmte Stoffe gesundheitsschädlich sind. Deshalb werden in einem 90minütigen Seminar zu Beginn des Organisch-Chemischen Praktikums an der Hochschule Darmstadt [1] ausgewählte Lehrinhalte aus der Grundvorlesung in Hinblick auf die Gefährlichkeit einiger im Labor vorkommender Stoffe reflektiert (vgl. [2, 3]).

Diethylether

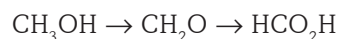
Außer für die Herstellung eines Grignard-Reagenzes wird Diethylether nicht benutzt, sondern durch t-Butylmethylether ersetzt. Diethylether kann nämlich bei längerer Lagerung durch Sauerstoff aus der Luft an einem seiner sekundären Kohlenstoff-

atome oxidiert werden (Abbildung 1).

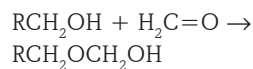
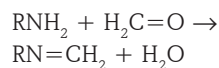
Das resultierende Etherperoxid neigt beim Erhitzen, z. B. beim destillativen Lösungsmittelrecycling, zur explosionsartigen Zersetzung. t-Butylmethylether verfügt über keinen sekundären Kohlenstoff und ist deshalb oxidationsunempfindlich.

Methanol

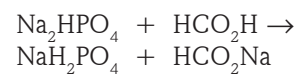
Methanol darf nicht verschluckt werden. Im Körper würde es nämlich enzymatisch über die Zwischenstufe des Formaldehyds zu Ameisensäure metabolisiert.



Das Methanal kann mit Amin- oder Alkoholgruppen von Biomolekülen Imine bzw. Halbacetale bilden und auf diese Weise lebenswichtige biochemische Funktionen außer Kraft setzen.



Methansäure kann ins Blut gelangen und dessen pH-Wert so weit absenken, dass die Bluteiweiße denaturiert werden. Dieser so genannten Acidose wird vom Unfallarzt zunächst durch Injektion eines Hydrogenphosphat-Puffers zur Neutralisation der ins Blut gelangten Säure vorgebeugt.



Ergänzend wird dem Patienten über einen mehrtägigen Zeitraum eine größere Menge Ethanol verabreicht. Das viele Ethanol „beschäftigt“ die Oxidationsenzyme so sehr mit seiner Metabolisierung zu Acetaldehyd und Essigsäure, zweier Stoffe, die ausgeatmet bzw. mit Körperflüssigkeit ausgeschieden werden, so dass das in deutlich geringerer Menge vorhandene Methanol nicht oxidiert und unverändert ausgeschieden wird (kompetitive Hemmung der relevanten Enzyme).

Säuren und Laugen

Ein Kontakt mit Säuren kann die Wasserstoffbrückenbindungen in den Hautproteinen beeinflussen und dadurch zur Zerstörung der Sekundärstrukturen der Eiweiße (Denaturierung) führen. Laugen wirken noch aggressiver. Sie können Peptidbindungen spalten (Abbildung 2) und Proteine letztendlich in ihre Aminosäurebausteine zerlegen.

Auch Phenol kann Hautverätzungen verursachen. Der Stoff weist nämlich aufgrund der Möglichkeit zur Bildung des resonanzstabilisierten Phenolatlans eine beachtliche Tendenz zur Dissoziation und damit verbundener Säurewirkung auf.

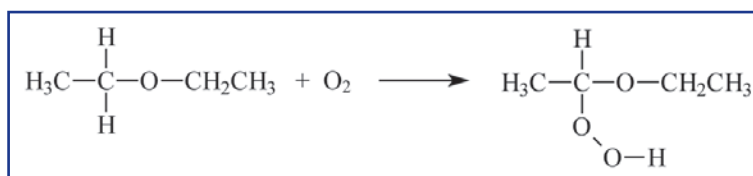
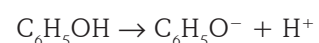
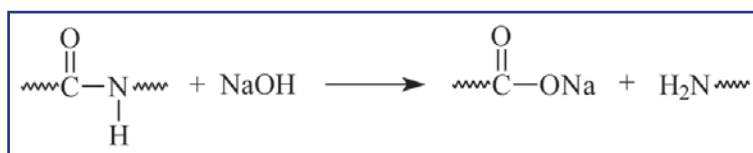


Abbildung 1: Bildung von explosivem Etherperoxid.

Abbildung 2: Eiweißspaltende Wirkung von Natronlauge.



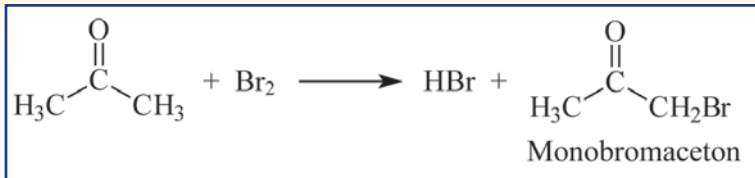


Abbildung 3: Reizstoffbildung durch Bromierung von Aceton.

Brom

Als starkes Oxidationsmittel ist Brom u. a. hautzerstörend. Beim Arbeiten mit der braunen Flüssigkeit ist deshalb das Tragen von Handschuhen Pflicht. Sollte es trotzdem zu einem Hautkontakt gekommen sein, ist nach sofortigem Abwaschen mit Wasser das Spülen der betroffenen Stellen mit Natriumthiosulfat-Lösung angesagt, um das gefährliche Brom zu harmlosem Bromid zu reduzieren. Bromreste in Reaktionsgefäßen müssen ebenso reduziert werden. Sie dürfen niemals mit dem laborüblichen Spülmittel Aceton in Kontakt kommen, denn die eventuell entstehenden mehrfach bromierten Acetone sind Tränengase (Abbildung 3).

Brombutan

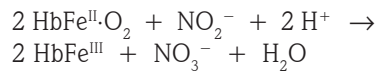
Diese Verbindung, die für einen Grignard-Versuch benötigt wird, ist – wie die meisten Alkylhalogenide – fettlöslich und durch die Haut resorbierbar. Körpereigene Nucleophile, z. B. Thioenzyme, können mit Brombutan $\text{S}_{\text{N}}2$ -Reaktionen eingehen (sterisch kaum gehinderte CH_2 -Gruppe, Bromid als gute Abgangsgruppe) und im dann alkylierten Zustand ihre natürlichen Aufgaben nicht mehr erfüllen.



Nitrit

Nitrit ist als eine Stickstoffquelle bei der Synthese von Azofarbstoffen unverzichtbar. Das Salz darf nicht verschluckt werden. Aufgrund der relativ instabilen Oxidationsstufe des Stickstoffs (+III) wirkt Nitrit als Atemgift

und führt zur Oxidation des zweiwertigen Eisen im Hämoglobin.

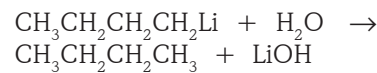
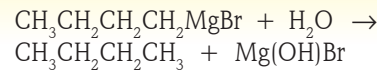


Das resultierende Methämoglobin ist nicht in der Lage, Sauerstoff für die Atmung zu komplexieren.

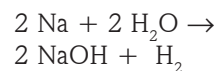
Des Weiteren zerfällt Nitrit beim Kontakt mit der Magensäure über die Zwischenstufe der salpetrigen Säure zum Nitrosylkation, welches mit Amingruppen von Biomolekülen Nitrosamine bilden (Abbildung 4) und dadurch lebenswichtige Funktionen blockieren kann.

Wasserempfindliche Stoffe

Das im Praktikum hergestellte Butylmagnesiumbromid und das für die anionische Polymerisation von Styrol erforderliche Butyllithium sind sehr starke Basen und reagieren deshalb heftig mit Wasser.



Das bei der Hydrolyse entstehende Butan-Gas entweicht und ist hoch entzündlich. Deshalb müssen Versuche mit den beiden metallorganischen Verbindungen in sorgfältig getrockneten Apparaturen und wasserfreien Lösungsmitteln sowie unter Schutzgas (bei Grignard-Reaktionen reicht in der Regel der Etherdampf im Reaktionsgefäß) durchgeführt werden. Zum Absolutieren von Diethylether verwendet man Natrium-Draht. Beim Arbeiten mit und beim Entsorgen von Natrium ist Vorsicht geboten. Das Alkalimetall reagiert nämlich heftig mit Wasser.



Der dabei entstehende Wasserstoff kann sich entzünden, was in Gegenwart von Ether einen größeren Brand und ggf. sogar eine Explosion zur Folge haben kann. Auf relativ milde Weise lässt sich Natrium mit Propanol oxidativ entsorgen.

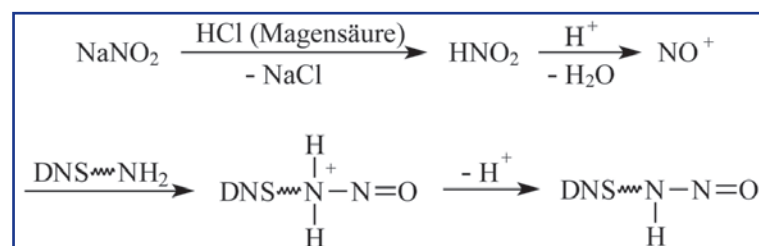
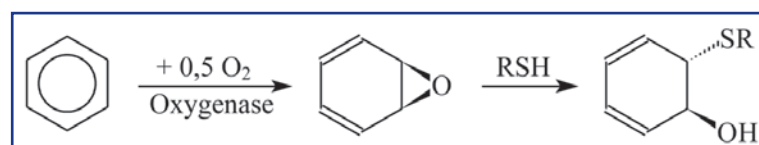


Abbildung 4: Canzerogenität durch die Bildung von Nitrosaminen.

Abbildung 5: Canzerogene Wirkung von Benzol.



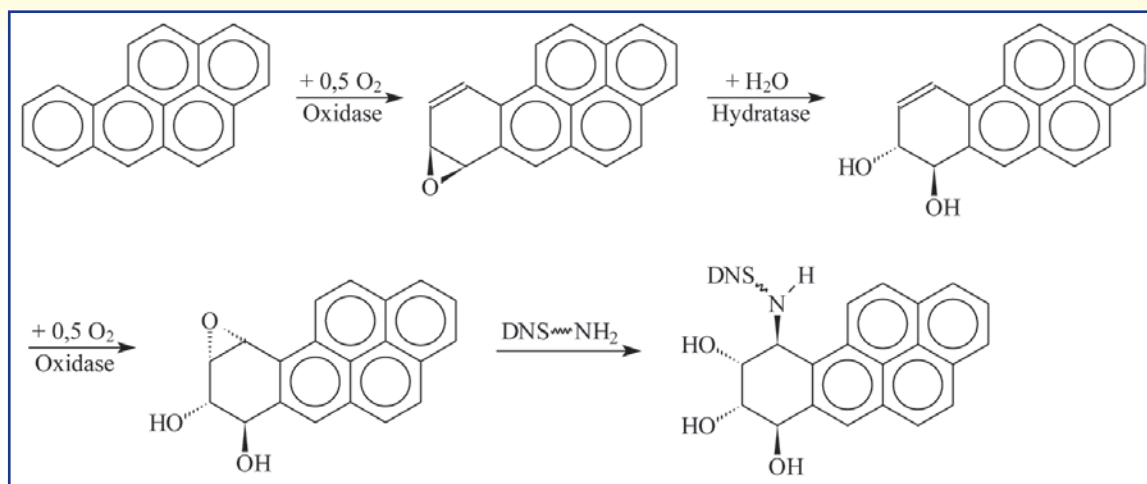


Abbildung 6: Canzerogene Wirkung von Benzopyren.

Benzol

Benzol wird zwar als Lösungsmittel oder Reagenz im Darmstädter Praktikum nicht benutzt, kommt aber im Otto-Kraftstoff als Antiklopffmittel vor. Von diesem Alltagsprodukt bestimmen die Studierenden die mittlere Siedetemperatur (Kennzahl). Deshalb muss vor einem Hautkontakt mit dem Kraftstoff gewarnt werden. Benzol kann nämlich nach seiner Resorption von einer Oxygenase epoxidiert und der resultierende gespannte Dreiring anschließend beispielsweise von thiolgruppenhaltigen Enzymen geöffnet werden, womit diese irreversibel derivatisiert und für ihre planmäßigen Aufgaben untauglich sind (Abbildung 5).

In diesem Zusammenhang werden die Studierenden darauf hingewiesen, dass Toluol – das methylsubstituierte Benzol – ganz anders metabolisiert wird. Sein Abbau wird durch eine benzyliche Oxidation initiiert, welche auch im Praktikum bei der Umsetzung von Toluol mit Kaliumpermanganat zu Benzoesäure ausgenutzt wird.

Benzopyren

In einem Experiment wird Erdöl, der Hauptrohstoff der industriellen Organischen Chemie, destilliert bzw. gecrackt. Die erhaltenden Fraktionen werden

u. a. auf ihre Brennbarkeit hin geprüft. Die niedrig siedenden Fraktionen brennen – mit rußender Flamme. Bei dieser unvollständigen Verbrennung ist mit dem Auftreten von Benzopyren zu rechnen, das im menschlichen Körper ähnlich wie Benzol metabolisiert wird. Durch doppelte enzymatische Epoxidierung und Hydrolyse entsteht ein canzerogenes Intermediat, das mit einer aminischen Seitengruppe eines Erbmoleküls irreversibel reagieren kann (Abbildung 6).

Literatur

- [1] V. Wiskamp: Präparatives Praktikum für Chemieingenieure. – Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 2004
- [2] W. Forth, D. Henschler, W. Rummel: Pharmakologie und Toxikologie. – 2. Aufl., Wissenschaftsverlag, Mannheim 1977
- [3] E. Mutschler, G. Geisslinger, H. K. Kroemer, P. Ruth, M. Schäfer-Korting: Mutschler Arzneimittelwirkungen – Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie. – 9. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 2008

Studieren ohne Abitur

„Wir brauchen einfache und länderübergreifende Regeln für den Zugang zum grundständigen Studium ohne Abitur.“ Dies erklärte jetzt die Präsidentin der Hochschulrektorenkonferenz (HRK), Prof. Dr. Margret Wintermantel. Dafür habe sich die HRK-Mitgliederversammlung am Vortag in Dortmund einstimmig ausgesprochen. „Absolventen einer beruflichen Erstausbildung sollten sich einem Zugangsverfahren für ihren Wunschstudiengang stellen“, erläuterte Wintermantel. „Wer hingegen eine berufliche Aufstiegsfortbildung oder eine vergleichbare Weiterbildung abgeschlossen hat, wird in seinem oder einem ähnlichen Fach ohne besondere Prüfung studieren können. Ein fachfremdes Studium muss auch möglich sein, dann ebenfalls nach einem Zugangsverfahren.“ Die HRK plädiert damit für eine Regelung, die den Hochschulzugang ohne Abitur insgesamt liberalisiert. „Jeder und jede mit Eignung und Neigung für einen Studiengang sollte die Chance zum Studium haben. Die Hochschule entwickelt Verfahren, um die Eignung für das jeweilige Studienfach festzustellen. Nur so können Studierende ohne Abitur ihr Studium erfolgreich absolvieren.“ Auch für die Behandlung von Bewerberinnen und Bewerbern ohne Abitur in zulassungsbeschränkten Studiengängen macht die HRK konkrete Vorschläge. Bei der Zulassung sollen Abschlussnoten von Aus- und Weiterbildungen analog zu Abiturnoten verwendet werden. Zusätzlich kann die Hochschule berufliche Qualifikationen positiv berücksichtigen oder Quoten für diese spezielle Bewerbergruppe einrichten.

Insekten transparent gemacht

Durchblick mit Wasserstoffperoxid

Insektenforscher und Biologie-Studierende können den Körperbau von Ameisen, Käfern & Co. jetzt noch besser untersuchen. Denn die meist dunkel gefärbten Panzer dieser Krabbeltiere lassen sich transparent machen.

Wer eine wissenschaftliche Insektensammlung anlegt, stellt dafür meistens Trockenpräparate her oder legt die Insekten in Alkohol ein. Beide Arten der Konservierung bergen aber auch Nachteile. Die Forscher versuchen, diese durch spezielle Arbeitsschritte auszugleichen. Zwei solche Arbeitsschritte sind das Entspannen und das Aufweichen.

Beim Entspannen werden getrocknete Tiere mit speziellen Lösungen befeuchtet. Die machen zum Beispiel erstarrte Gliedmaßen wieder beweglich. Falls etwa ein Bein den mikroskopischen Blick auf eine interessante Körperregion behindert, können die Wissenschaftler es dann einfach in eine andere Position rücken.

Beim Aufweichen werden die Weichgewebe der Tiere mit unterschiedlichen Mitteln restlos aufgelöst, etwa mit eiweißspaltenden Enzymen. Auch hierdurch werden Gliedmaßen oder Mundwerkzeuge wieder beweglich und können dann weiter mikroskopisch untersucht werden.

Neu im Repertoire: Bleichen

Eine neue, zusätzliche Methode haben jetzt die Forscher aus Würzburg erarbeitet: „Wir bleichen unsere Ameisen mit Wasserstoffperoxid. Wenn die dunkle Pigmentierung des Außenskeletts verschwunden ist, können wir die inneren Gewebe sehen, ohne den Körper sezieren zu müssen“, sagt der Biologe Marcus Stüben. Folgt auf das Bleichen noch eine Auflösung der inneren Gewebe, dann ergibt das einen komplett reinen

Insektenpanzer. Vergleichbar sei das mit einer transparenten Ritterrüstung ohne Ritter drin.

Der Biologe hat noch eine andere Neuerung eingeführt. Zum Entspannen der toten Insekten verwenden Biologen unter anderem das Barbers-Reagenz. Dieses aber enthält neben zwei weiteren Komponenten das krebserregende Benzol. Stüben hat herausgefunden, dass sich das Benzol durch Aceton ersetzen lässt. Das Reagenz verliert dadurch nicht an Effektivität, aber der Umgang mit ihm wird deutlich sicherer.

Für Forschung und Lehre

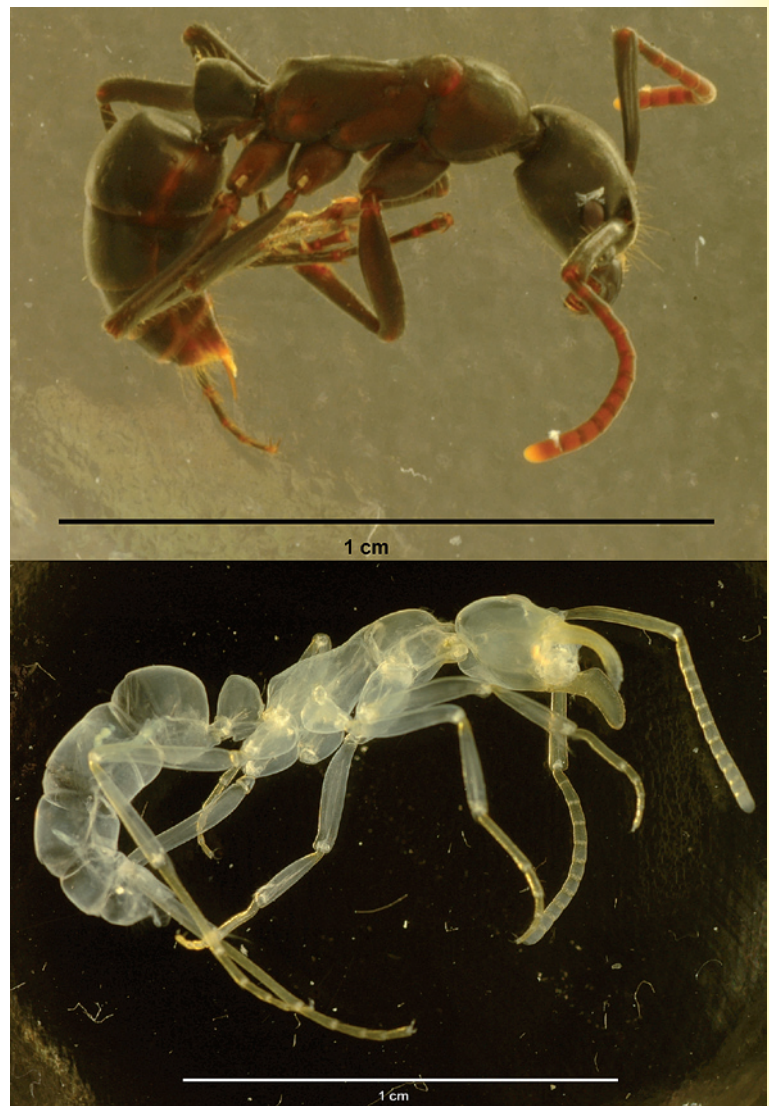
Ein Beispiel für den Grund solcher Untersuchungen: Bei vielen Insekten lassen sich die einzelnen Arten nur dann sicher unterscheiden, wenn man genau weiß, wie die Geschlechtsorgane der Männchen aussehen.

Auch den Biologie-Studierenden kommen Stübens Erkenntnisse zugute. Sie müssen schließlich lernen, wie Insekten gebaut sind. Die nach Würzburger Art gebleichten Präparate dürften ihnen das noch anschaulicher vor Augen führen – beispielsweise den Stachelapparat von

Bienen und Urameisen oder die Anordnung der komplex strukturierten Mundwerkzeuge.

Stüben erforscht die bis zu zwei Zentimeter große Ameise *Pachycondyla analis*. Diese Insektenart lebt in Afrika südlich der Sahara und jagt ausschließlich Termiten. Zurzeit geht die Forschung davon aus, dass es bei dieser Ameise sechs Unterarten gibt. Das aber ist eine möglicherweise veraltete Annahme, weshalb Stüben sie morphologisch-taxonomisch überprüft. Die Präparations-Technik wurde gerade in der Fachzeitschrift *Myrmecological News* veröffentlicht.

Die dunkle Pigmentierung des Ameisenpanzers behindert die Untersuchung des Körperbaus. Nach dem Bleichen dagegen ist das Insekt durchsichtig und lässt sich besser unter dem Stereomikroskop erforschen (Fotos: Marcus Stüben).



Chancengleichheit von Mann und Frau in Deutschland

Transparenz durch neuen Gender-Index

Wo ist die Gleichstellung der Geschlechter relativ weit fortgeschritten, welche Regionen haben Nachholbedarf? In Schweden gibt ein Blick auf den Gender-Equality Index des statistischen Zentralamts schon lange die Antwort. Seit Anfang November hat auch Deutschland eine Landkarte zur Chancengleichheit. Das Web-Portal <http://www.gender-index.de> liefert Zahlen und Grafiken, die für jeden deutschen Landkreis und jede kreisfreie Stadt zeigen, wo Frauen und Männer bei den Schlüsselthemen Beruf, Ausbildung und politische Partizipation stehen.

Das neue Angebot hat die Hans-Böckler-Stiftung in Kooperation mit dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) aufgebaut. Michael Sommer, Vorsitzender des Deutschen Gewerkschaftsbundes und des Vorstandes der Hans-Böckler-Stiftung, schaltete den neuen Index frei: „Der Gender-Index zeigt, dass jede Region gute Index-Werte erreichen kann, wenn sie will. Diese neue Vergleichbarkeit wird den politischen Wettbewerb um mehr Chancengleichheit verstärken“, so Sommer. „Wer den Alltag verbessern will, braucht lokale Informationen, leicht zugänglich und systematisch aufbereitet. Genau die liefert der Index“, sagt Nikolaus Simon, der Sprecher der Geschäftsführung der Hans-Böckler-Stiftung.

19 Indikatoren zu Bildung, Beruf und politischer Teilhabe

Kernstück des neuen Gender-Indexes ist eine Deutschlandkarte, über die sich mit wenigen Klicks für jeden Kreis und jede kreisfreie Stadt ermitteln lässt, ob die Berufs- und Bildungs-Situation von Frauen und Männern ähnlich ist, oder nicht. Dazu haben die Index-Expertinnen Katrin Meyer und Antonia Milbert vom BBR 19 Indikatoren

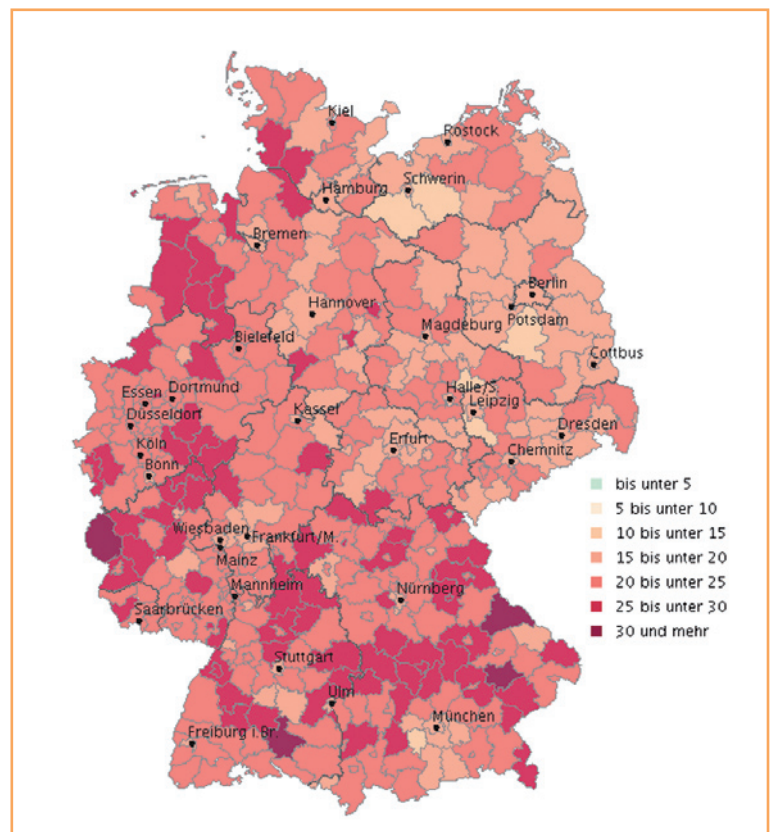
aus verschiedenen amtlichen Statistiken geschlechtsspezifisch ausgewertet.

Der Index bezieht die Quote der Schulabbrecherinnen und Schulabbrecher ebenso ein wie die der Abiturientinnen und Abiturienten und die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen. Die Chancenverteilung auf dem Arbeitsmarkt misst das Instrument unter anderem an den Erwerbs- und Arbeitslosenquoten von Frauen und Männern, an den durchschnittlichen Einkommen der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sowie an den Zahlbeträgen, die Rentnerinnen und Rentner erhalten. Maßstab für die politischen Partizipationschancen ist im Index das zahlenmäßige

Verhältnis von weiblichen und männlichen Ratsmitgliedern sowie von Frauen und Männern im Bürgermeisteramt. Als Ergänzung zum eigentlichen Gender-Index sind regionale Hintergrundinformationen in Karten und Tabellen zu finden. Sie informieren beispielsweise über die Altersstruktur der Bevölkerung nach Geschlecht oder über die Infrastruktur für die Betreuung von Kleinkindern und Pflegebedürftigen.

In Schweden hat man sehr gute Erfahrungen mit dieser Form der Transparenz gemacht. Für Kommunen, die einen guten Index-Wert erreichen, ist das ein Standortvorteil. Für die, die schlechter dastehen, ein Warnsignal und ei-

Die Grafik der interaktiven Karte der Webseite des neuen Gender-Index zeigt die durchschnittliche relative Differenz des Frauen- zum Männerindikator. Niedrige Werte bedeuten Chancengleichheit, mit Minimum 0%, hohe Werte Chancengleichheit, im Maximum 100% (Quelle: Laufende Raumbearbeitung des BBR; Geometrische Grundlagen: BKG - Kreise, Stand 31.12.2006).



ne Hilfestellung, hat eine von der Hans-Böckler-Stiftung geförderte Vorstudie von Mechthild Kopel und Gerhard Engelbrech ermittelt. Diese Funktion soll der Index nun auch in der Bundesrepublik übernehmen. Jedes Jahr, wenn der Index aktualisiert wird, können regionale Politikerinnen und Politiker verfolgen, ob sich ihr Einsatz für Chancengleichheit und „Gender Mainstreaming“ in der Statistik ausgewirkt hat.

Dabei zeigt ein Blick auf die aktuelle Rankingliste, in der Kreise und Städte nach niedrigem oder hohem Grad der Geschlechterungleichheit geordnet sind, dass nicht nur besonders prosperierende Regionen einen guten Wert im Gender-Index erreichen können. So finden sich auf vorderen Plätzen sehr unterschiedliche Kreise wie Bitterfeld, Starnberg, Leipziger Land, Ludwigslust, Teltow-Fläming, Parchim und Freiberg sowie Städte wie Rostock, Dresden, Freiburg im Breisgau und Berlin. „Niedrige Index-Werte, also relative Chancengleichheit, dürfen nicht automatisch mit guten regi-

onalen Voraussetzungen, hohem Wohlstand oder besonders guter Strukturpolitik gleichgesetzt werden“, erklären die Expertinnen Meyer und Milbert. „Im Extremfall kann Chancengleichheit auch bedeuten: Frauen und Männer haben gleich schlechte Chancen. Deshalb ist es immer wichtig, im Einzelfall zu klären, wie der Indexwert zustande gekommen ist.“

Deutschland im Index: Erste räumliche Tendenzen

Stark vereinfacht, lassen sich auf Basis des Indexes derzeit zwei zentrale Aussagen zu regionalen Ausprägungen treffen:

- In ostdeutschen Regionen sind Frauen und Männer im Durchschnitt stärker gleichgestellt. Sie finden oft ein gut ausgebautes Angebot an Kinderbetreuungseinrichtungen vor. Das beeinflusst die Frauenerwerbstätigkeit positiv; die Erwerbsverläufe von Frauen und Männern sind sich hier ähnlicher. Dadurch sind die Renten vieler Frauen annäherungsweise so hoch wie die der Männer.

Die höhere Arbeitslosigkeit und die geringeren Verdienste als in Westdeutschland treffen Frauen und Männer gleichermaßen. Nur in einigen ländlichen Regionen haben Frauen im Vergleich schlechtere Chancen, was den Indexwert dann verschlechtert.

- In den westdeutschen Großstädten sind Frauen und Männer stärker gleichgestellt als im übrigen Gebiet Westdeutschlands. Die Erwerbsmöglichkeiten sind für beide Geschlechter höher und die Einkommensmöglichkeiten inklusive der Rentenzahlungen besser. Allerdings sind auch hier wie in Westdeutschland insgesamt die Unterschiede zwischen Frauen und Männern deutlicher spürbar als in ostdeutschen Regionen. Und nicht immer bedeutet Gleichheit gute Chancen: die Rate der Schulabbrecher, der Anteil der Jobs mit geringen Qualifikationsanforderungen und die Zahl der Minijobs ist in den Kernstädten unter beiden Geschlechtern jeweils höher als in anderen Kommunen.

Erste Erfolge für REACH

Seit neuestem gelten für Unternehmen Auskunftspflichten über Stoffe mit besonderen Gefahren für Mensch und Umwelt: Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) veröffentlichte Ende Oktober erstmals eine Liste besonders besorgniserregender Stoffe. Dazu zählen krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe und persistente, bioakkumulierende, toxische Stoffe (PBT-Stoffe) – also solche, die sich langlebig in der Umwelt sowie dem menschlichen Körper verhalten, sich dort anreichern und giftig sind.

Das hat Konsequenzen: Die europäische Chemikalienverordnung REACH verpflichtet Unternehmen ihre gewerblichen Kunden zu informieren, falls in ihren Erzeugnissen eine in der Liste identifizierte Chemikalie mit mehr als 0,1 Prozent enthalten ist. Für besonders besorgniserregende Stoffe sieht REACH eine Zulassungspflicht vor. Das soll dazu führen, dass die Hersteller schrittweise weniger problematische Alternativstoffe oder -technologien einsetzen. Zwar bedeutet die Veröffentlichung in der „Kandidatenliste“ für eine Chemikalie nur die Anerkennung als besonders besorgniserregend und ist nicht gleichbedeutend mit einer Zulassungspflicht. Es ist jedoch der erste Schritt dorthin. Den Grundstein dafür haben die Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) gelegt: Sie haben die Vorschläge für die Aufnahme in die Kandidatenliste erarbeitet.

Das UBA schlug als ersten Stoff für die Kandidatenliste Anthrazen vor, eine Chemikalie aus der Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Anthrazen ist ein PBT-Stoff und wird wegen seiner schädlichen Wirkungen in Gewässern in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie als „prioritär gefährlicher Stoff“ geführt. Weitere besonders besorgniserregende Stoffe sind zum Beispiel die Weichmacher (Phthalate) Diethylhexyl (DEHP), Dibutyl (DBP) und Bezybutyl (BBP) sowie das bromierte Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD), das in vielen Untersuchungen in der Umwelt und im menschlichen Blut nachgewiesen wurde. Die in der Kandidatenliste veröffentlichten 15 Stoffe sind nur der Anfang. Die EU-Mitgliedstaaten und die ECHA arbeiten schon jetzt an neuen Vorschlägen für die Liste. Das UBA beteiligt sich weiter daran. Einen Schwerpunkt stellen dabei PBT-Stoffe, für Gewässer relevante Chemikalien und Stoffe mit Wirkungen auf das Hormonsystem dar.

Weitere Informationen zu REACH finden Sie unter www.reach-info.de/. Die komplette Liste der besonders Besorgniserregenden Stoffe ist abrufbar unter http://echa.europa.eu/chem_data_en.asp

Chemie und Englisch

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

- 1 A clay triangle is used to ...
A attach something to a stand.
B supply heat in experiments.
C support a crucible on top of a tripod.
D hold glassware for drying.
E collect the filtrate.

- 2 Welches ist englische Übersetzung für Abzugshaube?
A Slide.
B Hood.
C Beaker.
D Fume cupboard.
E Evaporating dish.

- 3 Was gehört als Sicherheitsausrüstung in ein Labor?
A Eye bath.
B Fire extinguisher.
C Water bath.
D Fire blanket.
E Safety shower.

- 4 What is a safety rule, when working with corrosive substance?
A You should have a fire extinguisher near you.
B Avoid breathing in corrosive vapours.
C Avoid working under a fume cupboard.
D Wear safety goggles.
E Wash your lab coat immediately.

- 5 Wofür steht das „N“ im links gezeigten Gefahrstoffsymbol?
A nocent.
B nuisant.
C nitric acid.
D napalm.
E natural.

- 6 Which safety symbol labels a „highly flammable“ substance?



- 7 Welcher Satz beschreibt einen Pulvertrichter?
A It is heat-resistant.
B It is rectangular.
C It is made of porcelain.
D Its shape is conical.
E It is made to transfer a solid into a vessel with a small neck.

- 8 What is made of glass and used for separating two liquids that don't mix?
A Separatory funnel.
B Double scoop.
C Dropping funnel.
D Extraction thimble.
E Pointed flask.

- 9 1,0 Meter im metrischen System entspricht im englischen System ...
A 0.62137 miles.
B 39.37 inches.
C 1.094 yards.
D 0.3937 inches.
E 1.057 quarts.

- 10 Welcher Satz beschreibt Eigenschaften einer chemischen Verbindung? A compound ...
A is chemically homogenous.
B cannot be decomposed by chemical methods.
C consists of components.
D is composed of elements.
E can only be decomposed by chemical processes.

- 11 Welcher Satz beschreibt die Tendenzen im Periodensystem richtig?
A The metal character decreases within the period.
B The atomic radius increases within the period.

- C** The ionisation energy increases within the period.
D The electron affinity increases within the period.
E The electronegativity decreases within the period.

- 12 Which method separates a mixture of liquids by fractional distillation?
A Crystallisation.
B Filtration.
C Rectification.
D Centrifugation.
E Extraction.

- 13 Die Umkehrung eines Schmelzvorgangs heißt ...
A melting.
B boiling.
C condensation.
D freezing.
E sublimation.

- 14 Was ist die maximale Besetzung der Elektronenschale M?
A Eight.
B Eighteen.
C Two times two squared.
D Two times three squared.
E Two times four squared.

- 15 Welches Element ist kein Hauptgruppenelement?
A Lead.
B Tungsten.
C Tin.
D Mercury.
E Potassium.

Lösungen zu Seite M80 (CLB 10/2008):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 12/2008 sowie auf www.clb.de)

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

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

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 98,35 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 13,60 Euro, Ausland: 24,40 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 98,35 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmenabos nach Staffelpreis; siehe www.clb.de).

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

Birken

Die Bräute unter den Bäumen

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen



Abbildung 1 (links): Ca. 50 Jahre alte Hängebirke (im Vordergrund: Rosskastanienspross; Abb. RK)

Abbildung 2 (oben): Birkenkätzchen an einer Hängebirke (A) und Birkenpollen (B).

Das leuchtende Weiß der Birkenstämmen macht diese Bäume des Frühlings zu den beliebtesten und zugleich mystischen Bäumen unserer Natur. Das Kleid der Birkenstämmen besteht aus einer einzigen gut zu isolierenden Substanzklasse, der man den Namen Betuline verlieh. Denn *Betulae* heißt die Familie der Birken, von der es an die 40 Arten gibt. Heute ist das Betulin,

ein klassisches Triterpen wie auch beispielsweise das Squalen aus dem Haifisch-Öl, Gegenstand zahlreicher Untersuchungen: Vielfache Leiden bis hin zum Krebs vermag diese geheimnisvolle Substanz Betulin zu heilen. Zum größten Teil war die Wirkung der Birkenrinde, des Birkenasaftes und der Blätter schon im Mittelalter bekannte Heilmittel für allerlei tiefergreifende Gebrechen.

Birken, die Bäume des Nordens

Zwar ist es in unseren Breiten zumeist die Sand-, Weiß- oder Hängebirke (*Betula pendula*, Abbildung 1), die auch in ganz Nordeuropa verbreitet ist. Allerdings existieren noch zahlreiche andere Arten, in Amerika und im Osten Asiens (Tabelle 1). Beliebte ist die Birke als Alleebaum und an den Hängen, wo sie noch in Höhen von über 2000 Metern vorkommt. Daneben finden wir in zahlreicher Weise vom Alpenrand bis in die Nordspitze Norwegens und Sibiriens die Moor-, Haar-, Besen- oder Bruchbirke. Geschlossene, ausge-

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.

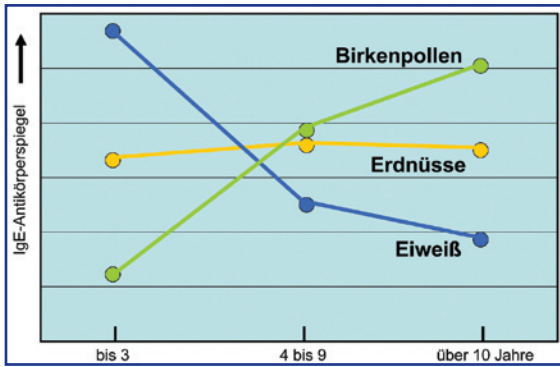


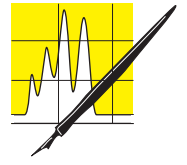
Abbildung 3: Konzentrationen einiger spezifischer IgE-Antikörperspiegel in Abhängigkeit vom Lebensalter.

dehnte Wälder sind in den Zentralbereichen Russlands zu finden. Beide Arten kommen zusammen vor und sind als Pionierbäume bekannt. Denn sie

sind die ersten Baumpflanzen, die Trümmerfelder begrünen. Zu unterscheiden sind die Arten an der aufstrebenden und der hängenden Astform sowie an der behaarten Blattunterseite der Moor- oder Besenbirke, weshalb ihr auch der deutsche Name Haarbirke gegeben wurde. Im Jahre 2000 wurde die Sandbirke zum Baum des Jahres gewählt [1].

Birken benötigen viel Licht: Unter Kiefern, ja selbst unter den sehr lichtdurchlässigen Artgenossen verkümmern sie. Eine Beschattung von mehr als 15% lässt sie nicht überleben, wobei zunächst das Blattgrün in den Blättern abnimmt.

Aus Pollenfunden geht hervor, dass in der Zeit der nacheiszeitlichen Wiederbewaldung vor etwa 13 000 Jahren fast ganz Mitteleuropa aus dichten Birkenwäldern bestand. Der Anteil des Birkenpollens aus dieser Zeit liegt bei Werten bis zu 92%. Die von Süden vorrückenden Kiefern verdrängten die Birken in den Norden.



AUFSÄTZE

Tabelle 1: Birkenarten (Betulaceae) (Quelle: Parey's Buch der Bäume, Kosmos (2004); Enzyklopädie der Laubbäume, Nikol Verl.GmbH, Hamburg (2006), [2]).

Birkenart	latein. Name (nach Ehrhart, 1791)	max. Höhe [m]	Herkunft	Rindenfarbe	Blattform	Besonderheiten
Sandbirke; Hängebirke, Weißbirke	Betula pendula; auch B. alba oder B. verrucosa	25	Nordhalbkugel	weiß, vertikal unterbrochen	fast dreieckig	überhängende Zweigspitzen; Pionierpflanze;
Schwedische Birke	B.p. Dalecarlica	22	Schweden	weiß, glatt	stark gefurcht	Straßenbaum; schnell verrottende Blätter
Moor-, Haar-, Besen- oder Bruchbirke	Betula pubescens	23	Feuchtgebiete	grauweiß, waagrecht gebändert	rundlich	fein behaarte Blattstiele und Triebe;
Setschuanbirke	Betula platyphylia	12	China	creideweiß	rel. Groß, ledrig	winterhart, aber nicht häufig
Papierbirke	Betula papyrifera	20	Nordamerika	blendend weiß	Tropfenform	kaum in Europa, „papiertragende“ Borke
Ermanbirke	Betula ermanii	20	Ostasien	rosa, waagrecht abrollend	keilförmig	an jungen Bäumen: weiße Rinde
Rote Chinabirke	Betula albosinensis	18	China	rotbraun	groß, dunkelgrün	selten; waagrecht einrollende Borke
Himalajabirke	Betula utilis (nützlich)	16	China, Nepal	braunschwarz, marmoriert	derb, rotgestielt	in Europa selten; Blätter bis zu 14 Aderpaaren
Weißrindige Himalajabirke	Betula jacquemontii	16	Kaschmir, Nepal	reinweiß	lanzenförmig	Blätter: 9 Aderpaare
Gelbbirke	Betula lutea	15	Nordamerika	gelbbraun	lanzenförmig	Blätter: 12-15 Aderpaare; breite Krone
Zuckerbirke	Betula lenta	15	Amerika	grau	lanzenförmig	biegsame Zweige; scharf zugespitzte Knospen
Schwarzbirke	Betula nigra	15	Amerika	braun, dunkel gefurcht	gefurcht; 6 Aderp.	silberweiße Blattunterseite; in Europa selten
Transkaukasische Birke	Betula medwediewii	6	Kaspische Meer	graubraun; haselartig	erlenartig; d.-grün	buschig; am Stammfuß verzweigt
Maximowicz-Birke	Betula maximowicziana	22	Japan	weiß, mit rosa-orange Tönung	breit (14 x 11 cm)	schnellwüchsig; winterhart; herzförmige Blätter

Eigenschaft	Minimum	Mittelwert	Maximum
Jahresringbreite [mm]		2,17	11
Rohdichte [g/cm ³]	0,51	0,65	8,3
Schlagbiegefestigkeit [J/cm ²]	4,41	8,33	12,74
Druckfestigkeit [kp/cm ²]	380	510	1.000
Zugfestigkeit [kp/cm ²]	350	1.370	2.700
Biegefestigkeit [kp/cm ²]	760	1.470	1.550
Elastizitätsmodul [kp/cm ²]	142.000	162.000	165.000
Volumenschwund, ges. [%]		13,7	

Tabelle 2: Eigenschaften des Birkenholzes (B. pendula).



Abbildung 5: Weißbirken-Holz im Längsschnitt.

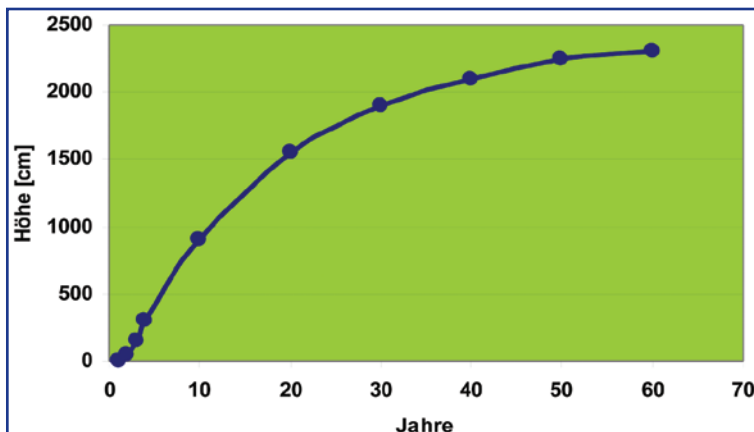


Abbildung 6: Wachstumskurve der Moorbirken (B. pubescens) in Norwegen.

Abbildung 7: Durchschnittliche Erträge von Birkenholz mit zunehmendem Baumalter.

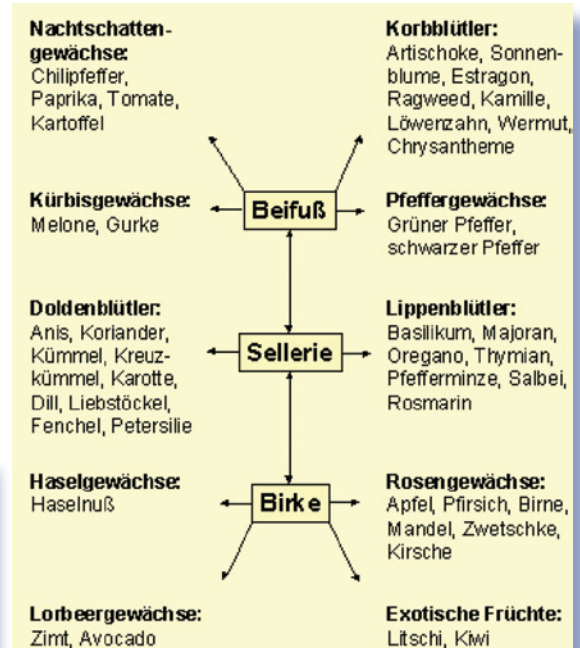
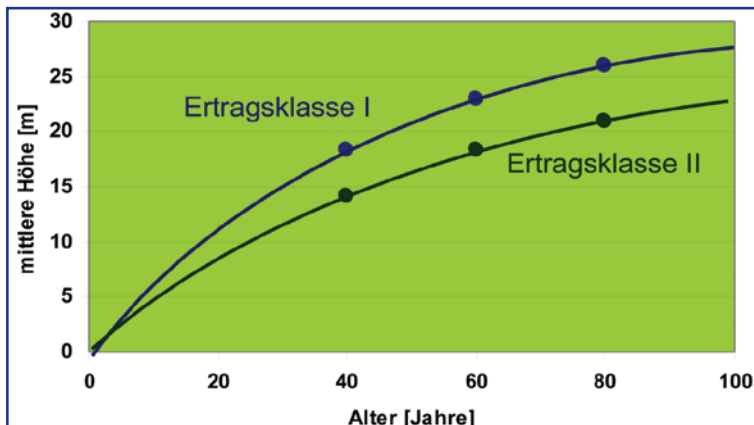


Abbildung 4: Kreuzreaktionen zwischen Beifuß, Sellerie und Birkenpollen.

Der Mensch bevorzugte seit jeher in seiner Forstwirtschaft andere Baumarten. Lange Zeit verfielen die Birken dem Ruf des „Unkrauts“ der Wälder. Zudem leiden die Menschen in zunehmendem Maße an den allergischen Reaktionen, die durch die schon früh im Jahr verbreiteten männlichen Samenpollen (Abbildung 2).

Birken haben jedes zweite Jahr ein „Mastjahr“, in dem sie tonnenweise besonders viel ihrer Pollen in die Luft entlassen. Allergiker verwünschen diese Wochen, in denen ihre Haut juckt, die Augen tränen und die Nase unaufhörlich läuft.

Dabei sind besonders Jugendliche ab dem Teenager-Alter gefährdet (Abbildung 3), während die Anfälligkeit auf eine Eiweiß-Allergie ab dem Kindesalter deutlich abnimmt.

Ein besonderes Phänomen sind die Kreuzallergien: Sie besagen, dass beispielsweise Birkenpollen-Allergiker auch oft gegen Sellerie, Haselgewächse, Rosen- und Lorbeergewächse sowie gegenüber exotischen Früchten, wie Litschis und Kiwis, sensibel reagieren (Abbildung 4).

Geringe zeitliche Unterschiede in der Blütezeit und die Stellung der männlichen (hängend) und weiblichen Kätzchen (stehend) an einem Baum begünstigen eine Fremdbestäubung durch den Wind.

Im heutigen ökologischen Waldbau erkennt der Forstwirt jedoch auch eine Reihe positiver Eigenschaften dieser zauberhaften Bäume. Untersuchungen ergaben, dass das Holz der Sandbirke aufgrund ihrer Festigkeitseigenschaften einen hohen technologischen Gebrauchswert hat (Tabelle 2), während sich das Holz der Moorbirke



Abbildung 8: Die Jahresringe des Birkenstammes in steigender Vergrößerung.

nicht als Bauholz eignet. Es fault leicht und besitzt keine hohe Tragfähigkeit. Als Möbelholz und zur Verkohlung wird es jedoch seit Jahrtausenden verwendet. Als Birkenholzfuerniere sind beide Holzarten wegen ihrer hellen ebenmäßigen Färbung geschätzt (Abbildung 5). Nur selten ist ein dunklerer Farbkern zu beobachten. Jedoch zeigen sich im Freien leichte Verfärbungen durch Pilzbefall [3].

Abbildung 9: rundliches Blatt der Weißbirke.



Die Sandbirke ist ein sommergrüner, bis zu 30 m hoher Baum, dessen Höhenwachstum mit 60 Jahren weitgehend abgeschlossen ist (Abbildung 6). Das Alter kann sich auf 160 Jahre belaufen. Der Stammdurchmesser wächst selten weit über 60 cm hinaus, jedoch sind extreme Durchmesser von 100 cm bekannt.

Die holzwirtschaftlichen Erträge in den Klassen I und II steigen im Mittel nach 60 Jahren nur noch geringfügig an, so dass der wirtschaftlichste Einschlag im Alter von 60 bis 80 Jahren erfolgt (Abbildung 7). Das Holz der Birken weist auch im Schnitt durch den Stamm eine gleichmäßige helle Färbung auf, in der sich die Jahresringe gut abheben. Die Abbildung 8 zeigt die Jahresringe eines Birkenstammes in fünf verschiedenen, steigenden Vergrößerungen.

An den Jahresringen lassen sich auch im Vergleich zu Birken, die entgegengesetzt zur Haupt-Windrichtung stehen, Wachstumshemmungen durch anthropogene Schadstoffe feststellen. So konnte beispielsweise an den Jahresringen von Birken genau der Anfang und das Ende einer Fluorid emittierenden Industrie in Skandinavien nachverfolgt werden.

Die rautenförmigen Blätter der Sandbirke haben eine Länge von bis zu 7 cm und eine Breite bis zu 4 cm (L/B-Verhältnis = 1,75). Das Blattwerk der Moor- oder Weißbirke (Abbildung 9) dagegen wächst rundlicher bis zu 8 cm lang und 6 cm breit (L/B-Verhältnis = 1,33). Auch dieses Maßverhältnis lässt sich als Unterscheidungsmerkmal heranziehen. Abbildung 10 verweist auf die gute lineare Übereinstimmung der Längen-Breiten-Verhältnisse vom kleinsten bis zum größten Birkenblatt.

Seit Jahrtausenden sehen die Menschen in den Birken mit ihrem weißen Stammgewand etwas Heiliges. Für Fruchtbarkeitsfeste im Frühling symbolisiert es jungfräuliche Göttinnen; und noch heute gelten sie als Maibäume, deren grü-

Abbildung 10: Konstante Beziehung von Länge L und Breite B der Sandbirken-Blätter.

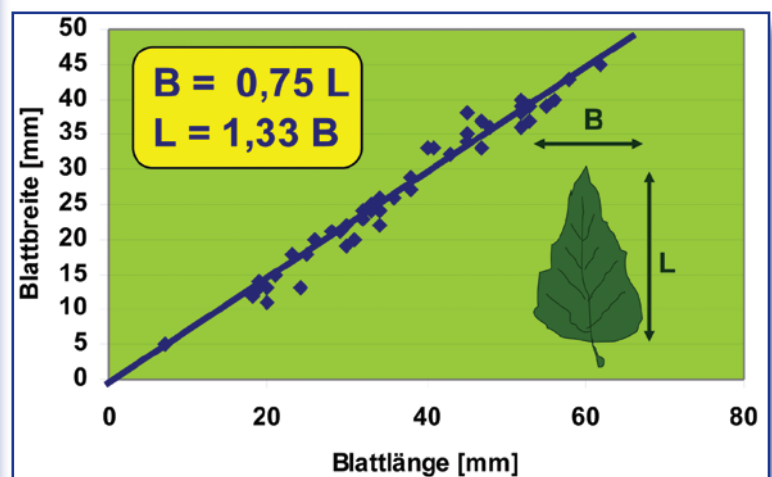


Tabelle 3: Blatt-Elemente einiger Bäume (Quelle: „Lexikon der Baum- und Straucharten, ecomed, 1992).

Baum	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn		Al
							[ppm]		
Birke	2,0 - 3,5	0,1 - 0,8	0,3 - 1,5	0,5 - 1,5	um 0,2	um 3.800	um 300		um 1.000
Buche	1,2 - 2,8	0,1 - 0,2	0,5 - 0,7	um 0,5	um 0,1	um 150	um 240		um 120
Eiche	2,0 - 2,5	0,1 - 0,2	um 1,2	0,3 - 0,7	0,1 - 0,2	200 - 300	700 - 1.500		100 - 150
Douglasie	0,9 - 2,5	0,1 - 0,4	0,3 - 0,9	0,3 - 0,5	um 0,1	40 - 70	450 - 1.150		175 - 750
Fichte	1,3 - 1,7	0,1 - 0,3	0,5 - 0,9	0,4 - 0,7	0,1 - 0,2	100 - 300	200 - 3.000		130 - 300
Kiefer	1,6 - 1,8	0,1 - 0,2	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	um 0,1	100 - 700	100 - 1.800		300 - 500
Lärche	1,7 - 2,0	0,1 - 0,2	0,1 - 1,5	0,4 - 0,8	um 0,1	100 - 300	600 - 1.000		um 250
Tanne	1,1 - 1,6	0,1 - 0,4	0,6 - 1,1	0,6 - 1,2	0,1 - 0,4	30 - 120	130 - 5.000		um 400

ne Zweige zum 1. Mai-Feiertag an den Häusern Pate stehen.

Birken lassen sich auch in die Bonsai-Form bringen, die ihnen ein besonders graziles Aussehen verleiht (Abbildung 11). Aber zu den üblichen Indoor-Bäumen in Miniaturformat zählen sie nicht.

Birkensaft und Birkenblätter

Durch Anzapfen des Stammes im unteren Bereich während der Frühjahrsmonate gewinnen die Menschen in den Nordländern schon seit Jahrtausenden den süßlichen, wenig intensiv schmeckenden Saft. Die Volksmedizin und Pflanzenheilkunde kennt diverse Einsätze von Birkenstamm- und Blättersaft sowie Birkenblättertée. Dabei stellt die nachstehende Aufzählung die Heilanwendungen noch sicherlich nicht erschöpfend dar:

- blutreinigende und harntreibende Wirkung
- Wirksamkeit gegen Blasenentzündung, Nierenschwäche, Nierensteine, Rheuma, Gicht sowie gegen Ödeme (Wassereinlagerung in Geweben oder Organen = Wassersucht) und Boreliose
- hilfreich bei Hautproblemen, Ekzemen, Hautflechten aber auch bei Husten, Haarausfall, Kopfschuppen, Durchfall, Frühjahrsmüdigkeit und bei leichten Fällen von Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus).

Birken können sehr genügsam sein, wenn sie auf Felsen wachsen und vom Keimling angefangen an diese Verhältnisse gewöhnt sind. Sie werfen jedoch bei Trockenheit im Sommer als erste ihre gelb gewordenen Blätter ab.

Verfügen sie jedoch über genügend Grundwasser zählen Birken zu den Baumarten mit dem höchsten Wasserverbrauch. Eine 12 Meter hohe Birke kann dann am Tag bis zu 140 Liter Wasser verdunsten, während Buchen und Fichten nur auf maximal 30 Liter kommen.

Die Birkenblätter enthalten Flavonoide (Pflanzenfarbstoffe – Abbildung 12), Saponine (seifenartige Glycoside), Gerbstoffe, ätherische Öle und Vitamin C. Auch sind sie reich an Mineralstoffen.

Abbildung 11: Birke in der Bonsai-Form.



Abbildung 12: Flavonoide = Flavon-Grundgerüst mit OH-Gruppen in verschiedenen Positionen z.B.: OH(3) = Flavonol; OH(5,7) = Chrysin; OH(3,5,7) = Galanin; OH(3,5,7,3', 4') = Quercetin

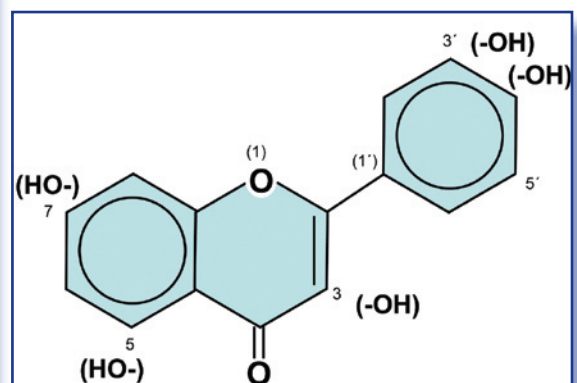




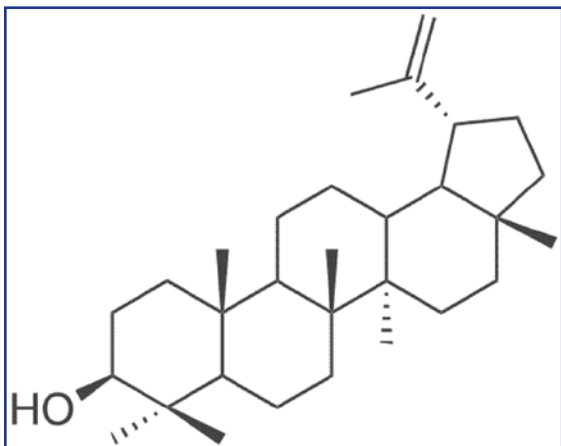
Abbildung 14: Stamm der Birke „Betula alba“.

Tabelle 3 zeigt die Mineralgehalte der Birkenblätter. Dabei fallen vor allem die hohen Werte an Kalium, Kalzium und Eisen, aber auch von Aluminium im Vergleich zu anderen bekannten Baumarten auf. Auch Molybdän, Selen, Zink und Kupfer sind in Mikrogramm-Mengen zu finden.

Die Gewinnung des Birkensafts ist in einigen Gegenden einträglicher als die Holzwirtschaft. Durch 2-4 cm Anbohren des Stammes im unteren Teil lassen sich bis zu 50 Liter je Baum im Frühjahr gewinnen. Am Tag liefert eine Birke bis zu 10 Liter Saft. Der Saftfluss hält maximal zwei Wochen an. Er enthält Invertzucker, der eine Vergärung zum Alkohol ermöglicht. Der Preis für Birkensaft bewegt sich je nach Reinheit und Verdünnung zwischen 330 und 560 Euro/kg [4].

Nach einer alten finnischen Volksweisheit fließt der Birkensaft, im Finnischen das „Mahla“, durch den Stamm, wenn der Schnee um den Fuß des Baumes kreisförmig abgeschmolzen ist. Im Verlauf einer Saison lassen sich je Birke 50 bis 300 Liter Saft gewinnen, ohne dass die Bäume Schaden nehmen.

Abbildung 13: Strukturformel von Betulin.



men. Exporte aus Finnland gehen vor allem nach Japan. Allerdings ist die Haltbarkeit des frischen Birkensaftes nur sehr begrenzt [5].

Während im Frühjahr der Saftstrom im Birkenstamm so stark ist, dass er bei Verletzungen und zu starkem „Abmelken“ von Birkensaft eingehen kann, so verläuft der Transpirationsstrom im Sommer durch die Blattverdunstung relativ verhalten durch die relativ dünnen Kanäle in den Holzfasern (Tabelle 4). Aber auch die dickflüssigeren Sommersäfte dienen der pharmazeutischen Nutzung.

Betulin – neues Wundermittel der Medizin?

Betulin (Abbildung 13), benannt nach dem Hauptvorkommen im Kork der Birke (Abbildung 14), ist die Leitsubstanz der Betuline, zu der neun Derivate zählen. Bei allen Substanzen handelt es sich um Triterpene mit einer kumulierten Ringstruktur, die aus 30 Kohlenstoffatomen bestehen.

Auch eine Herleitung durch Ringschluss aus dem Triterpen „Squalen“, $C_{30}H_{50}$ (Abbildung 15), das mit seinen sechs nicht konjugierten Doppelbindungen in größeren Mengen im Leberöl der Haie vorkommt, wird in der Literatur beschrieben.

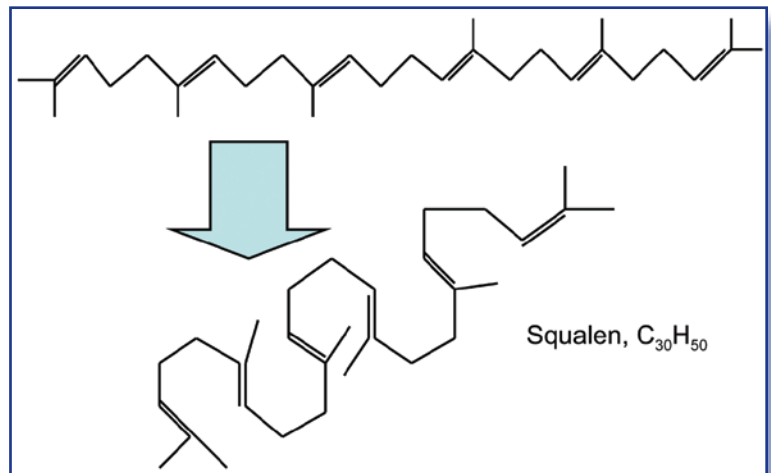


Abbildung 15: Faltung des Squalens analog der Betulin-Struktur.

Tabelle 4: Transpirationsströme von Bäumen (Sommer, Mittagszeit, in 1,20 km Höhe).

Baum	Gefäßdurchmesser [µm]	Strom, v [m/h]
Stieleiche; Qercus robur	200 - 300	43,6
Robinie; Robinia pseudoacacia	160 - 400	28,8
Roteiche; Qercus rubra	250	27,7
Esskastanie; Castanea sativa	300 - 350	24
Feldulme; Ulmus minor	60 - 250	6
Hängebirke; Betula pendula	30 - 130	1,6
Pinie; Pinus strobus	45	1,7



AUFsätze

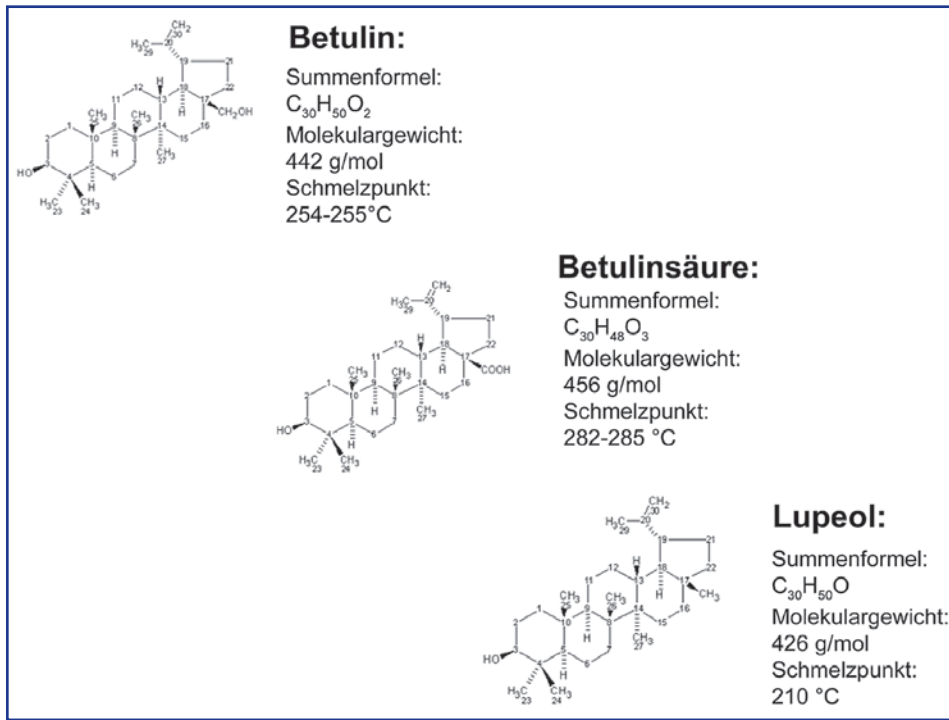
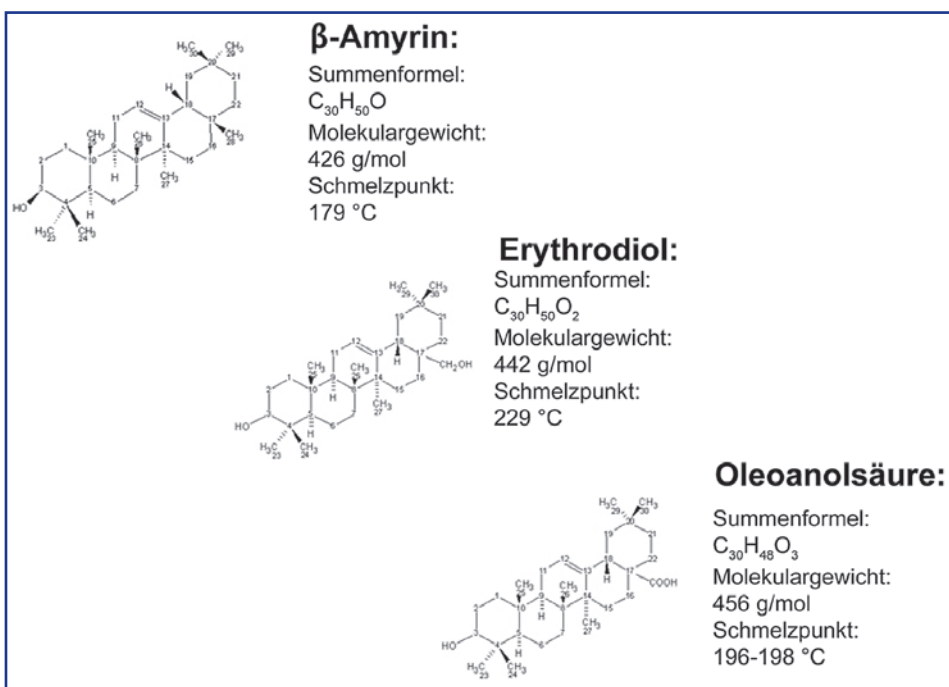


Abbildung 16: Die Lupane: Betulin, Betulinsäure und Lupeol.

- Als „Betuline“ fasst man die drei Familien der
- Lupane mit Betulin, Betulinsäure und Lupeol (Abbildung 16)
 - Oleanane mit beta-Amyrin, Erythrodiol und Oleanolsäure (Abbildung 17) sowie
 - Ursane mit alpha-Amyrin, Uvaol und Ursolsäure zusammen [6].

Abbildung 17: Die Oleanane: beta-Amyrin, Erythrodiol und Oleanolsäure.

Betuline zeichnen sich durch ein breites pharmakologisches Wirkungsspektrum aus. Für den dermatologischen Bereich ist ihr Nutzen vielfach belegt. Sie harmonisieren und normalisieren gestörte



Hautfunktionen, wie Neurodermitis, Psoriasis, Kontaktallergien oder extrem trockene Haut, bedingt durch die antientzündliche und wundheilende Wirkung und den erneuten Aufbau der Hautschutzbarriere.

Zudem weisen Betuline eine gute Hautverträglichkeit auf und lösen keine Allergien aus.

Die pentacyclischen Triterpene sind im Pflanzenreich weit verbreitet. Birkenkork besteht bis zu 40% aus ihnen. Mit durchschnittlich 22% ist das Betulin das Haupttriterpen des Birkenkorks. Durch Umkristallisation in Alkoholen oder Eisessig ist es relativ einfach zu isolieren.

Bereits 1788 entdeckte der deutsch-russische Chemiker Johann Tobias Lowitz (1757-1804), der in Göttingen und

Petersburg wirkte, diese weiße, flockige Substanz an der Außenhaut der Birken. Die reine Substanz schmilzt bei 257°C. Unter Zersetzung schmilzt sie im Hochvakuum mit 0,08 Torr bei 170-180°C.

In deutlich geringeren Konzentrationen kommt das Betulin auch in den Wurzeln und den Blättern der Weiß-Esche (*Fraxinus americana*) sowie in Blättern und Rinde der Eberesche (*Sorbus americana*) vor [7].

Zur weiteren Erforschung des breiten pharmakologischen Wirkungsspektrums der Betuline gründete eine Gruppe von Wissenschaftlern und Naturforschern am 17. November 2006 in Darmstadt das Betulin-Institut. Es hat sich zum Ziel gesetzt, interessierte Laien sowie Fachkreise über die Wirkung und Einsatzfelder der Betuline in Medizin und Naturwissenschaften zu informieren.

Medizinisch und pharmakologisch handelt es sich bei dem Betulin und seinen verwandten Substanzen um interessante Hoffnungsträger zur Heilung von Krankheiten.

Selbst die bisher gut untersuchten Erfolge auf dem Gebiet der Hautkrankheiten sind noch wenig bekannt und daher auch in der medizinischen und heilenden Praxis wenig genutzt.

Das Betulin-Institut sammelt alle aktuellen Veröffentlichungen zu den Betulinen und

stellt sie für die öffentliche Nutzung zur Verfügung. Es möchte auch den interdisziplinären Informationsaustausch sowie Forschungsprojekte zu den Betulinen anstoßen und unterstützen [6].

Alleine 2006 erschienen 122 Artikel, die sich mit der Oleanolsäure befassten und die Zeitschrift der Deutschen dermatologischen Gesellschaft, DDG, berichtete im selben Jahr über sehr erfolgreiche Behandlungen von aktinischen Keratosen (geschwulstartige Verdickung der Haut-Hornschicht, besonders an Fußsohlen und Handinnenflächen) an der Universitäts-Hautklinik in Freiburg mit Birkenkork-Creme [8]. Während Betuline in Wasser mit einer Löslichkeit von 0,1 mg/ Liter praktisch unlöslich sind, lösen sie sich in Pflanzenölen zu 0,15 bis 0,3 %. Bei etwa 8% bilden sie in Öl tixotrope Gele.

Indische Forscher sehen in den Betulinen gar eine hoffnungsvolle Grundlage für die Behandlung von Krebsleiden und Medikamente gegen die Immunschwächekrankheit HIV (AIDS) [9]

Zusammenfassung

Das Wort Birke stammt aus dem Indogermanischen *bherēg*. Mit der Bedeutung von „glänzend, schimmernd“ ist es eine Anspielung auf die typische helle Rinde.

Aufgrund des weißen Stammes gilt die Birke von alters her als heiliger Baum.

In Russland, Polen sowie Estland, Lettland und Litaunien sowie Finnland erfahren Birken die mytische Verehrung, wie wir sie hierzulande höchstens von den Eichen kennen. Für Estland gilt die Birke gar als Wahrzeichen.

Mit der Kür zum „Baum des Jahres 2000“ soll aber auch in Deutschland die Bedeutung der Birken unterstrichen werden. Zwar ist das Holz heute hauptsächlich als Kamin- und Möbelholz und in der Hüttentechnik zum „Polen“ (= Reduzieren) geschätzt, da es arm an Asche ist, Pollenallergiker haben jedoch ein gespaltenes Verhältnis zu diesen schönen Bäumen. Auch die Forstwirtschaft

betrachtete das weißstämmige Gehölz lange Jahre eher als „Unkraut“.

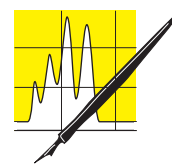
Dabei erfährt die Birke in ihrer pharmakologischen Bedeutung gerade in den letzten Jahren eine Renaissance: Bereits im 12. Jahrhundert beschrieb die Benediktinerin Hildegard von Bingen (1098-1179) die Blüten der Birken als Mittel gegen hartnäckige Geschwüre und schwer heilende Wunden, und der Italiener Matthiolo überlieferte aus dem 16. Jahrhundert die Wirksamkeit der Birken-Bestandteile als Mittel zur Blutreinigung, bei Nierensteinen und Gicht.

Pharmakologisch werden Blätter-Tees, Birken-saft, Betuline und Betulin-Salben gegen allerlei Krankheiten verwendet. Selbst die Holzaschen finden wegen ihres Mineral-Reichtums, vor allem auch Molybdän, Kupfer und Zink, ihren Einsatz zur Heilung. Aus einem Kubikmeter Birkenholz entsteht ein Kilo Holzasche.

Hoffnungsvoll sind die Forschungsergebnisse für Betuline aus den letzten Jahren als Grundlage der Krebs- und HIV-Forschung.

Literatur

- [1] Verein „Baum des Jahres e.V.“, Internetseite
- [2] Parey´s Buch der Bäume, Kosmos (2004); Enzyklopädie der Laubbäume, Nikol Verl.GmbH, Hamburg (2006)
- [3] Grammel, R. „Pareys Studentexte 67: Forstbenutzung“, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin (1989)
- [4] <http://www.chagatrade.ru/berestagerman.html>
- [5] http://www.waldwissen.net/holz_markt/forstliche_produkte/wsl_birkensaft_DE (mit Bezugsquellen-Nachweis)
- [6] Betulininstitut, Darmstadt (<http://betulin.biz/wms/betulin/betuline>)
- [7] <http://de.wikipedia.org/wiki/Betulin>
- [8] Hyke, C. u.a., „Behandlung aktinischer keratosen mit Birkenkorkextrakt: eine Pilotstudie“, JDDG 4/2 (2006); Zusammenfassung in <http://blackwell-synergy.com/doi/abs>
- [9] Mukherjee, R. u. a., „Betulinic acid derivatives as anticancer agents ...“, Anticancer Agents Med Chem. 6/3 (2006) 271 - 9



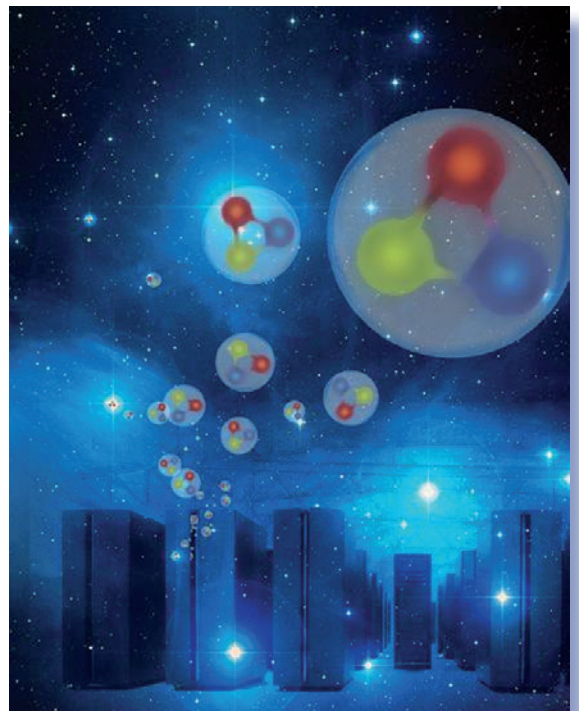
AUFSÄTZE

Supercomputer berechnet die exakte Nukleonenmasse Quantenchromodynamik bestätigt

Einem internationalen Forscherteam ist es erstmalig gelungen, die Masse der wichtigsten Bausteine der Materie – Protonen und Neutronen – zu berechnen. Das wichtigste Hilfsmittel der Physiker: der Supercomputer „Jugene“ am Forschungszentrum Jülich. Die aufwändigen Simulationen der Wissenschaftler bestätigen die Richtigkeit einer grundlegenden physikalischen Theorie, der Quantenchromodynamik.

Materie ist aus Atomen aufgebaut, Atome wiederum bestehen aus einem Kern aus Protonen und Neutronen, um den Elektronen kreisen. Mehr als 99,9 Prozent der Masse der sichtbaren Materie stammt von den Protonen und Neutronen. Diese Teilchen, von den Physikern unter dem Begriff „Nukleonen“ zusammengefasst, sind aus jeweils drei Quarks aufgebaut.

Supercomputer helfen, die Prozesse in Atomkernen und deren Masse zu verstehen. Die Kräfte zwischen drei Quarks im Nukleon, erklären den sichtbaren Anteil der Masse im Universum (Abb.: Forschungszentrum Jülich / Seitenplan mit Material von NASA, ESA und AURA/Caltech).



Die Masse der drei Quarks ergibt zusammengerechnet jedoch nur etwa fünf Prozent der Mas-

se eines Kernbausteins – woher also haben die Nukleonen ihre Masse? Die Antwort auf diese Frage findet sich in der berühmten Formel

$$E = m \times c^2$$

von Albert Einstein: Energie und Masse sind zueinander äquivalent, und 95 Prozent der Nukleonenmasse haben ihren Ursprung in der Bewegungsenergie der Quarks und zwischen ihnen ausgetauschter Teilchen.

Die drei Quarks eines Nukleons sind durch die starke Wechselwirkung aneinander gebunden, eine Kraft, die zwar nur im Bereich der Elementarteilchen von Bedeutung ist, die dafür aber – ihr Name sagt es – sehr stark ist. Die Physiker haben seit langem eine theoretische Beschreibung dieser Wechselwirkung, die Quantenchromodynamik. „Im Prinzip sollte es möglich sein, aus der Quantenchromodynamik die Masse der Nukleonen zu berechnen“, erläutert der gegenwärtig an der Bergischen Universität

Supercomputer: Deutschland fällt zurück – Petaflop/s-Aufrüstpläne in Jülich

Nach der halbjährlich aktualisierten Liste der 500 schnellsten Supercomputer der Welt vom 17. November 2008 fällt Deutschland in seiner installierten Rechenleistung zurück. Lag der Jugene-Rechner im Juni dieses Jahres noch auf Platz 6, rutschte er aktuell auf Platz 11 der Top 500-Liste. Angeführt wird sie von zwei amerikanischen Systemen, die jeweils etwas mehr als ein Petaflop/s leisten, also über eine Billion Gleitkommarechnungen pro Sekunde ausführen können. Der Jülicher Rechner schafft nur 0,18 Petaflop/s. Schlimmer jedoch ist die Entwicklung der Summenleistung der Supercomputer. Neun der Top Ten der Supercomputer stehen in den USA, insgesamt 291 US-Rechner in der Top-500-Liste. Im Juni waren es 257. Europa hat Boden verloren, nur noch 151 von zuvor 184 Systemen arbeiten hier; Asien ist bei 47 geblieben, wobei China (16 zuvor 12) und Indien (8 zuvor 6) stärker werden. China hat inzwischen auch mit Platz 10 den schnellsten Supercomputer außerhalb der USA. In Europa ist weiter Großbritannien mit 45 Systemen (insgesamt 1,50 PFlop/s) vorn. Deutschland gerät ins Hintertreffen und hat mit 24 (insgesamt 1,04 PFlop/s) fast nur noch halb so viele Systeme wie im Juni in der Liste; es fällt damit hinter Frankreich (Platz 26, 1,30 PFlop/s) auf Platz 3 zurück, auch wenn Jugene noch der schnellste europäische Rechner ist.

Doch man will aufrüsten in Jülich. Einerseits ist für das Frühjahr 2009 der Bau eines über 200 Teraflop/s starken Rechners namens „Juropa“ geplant (Jülich Research on Petaflops Architecture). Dieser Cluster-Rechner mit 16 000 Intel Xeon-Nehalem-Prozessoren wird energieeffizient und leistungsstark für datenintensive Simulationen bereit stehen, etwa aus der Energie- und Umweltforschung. Andererseits will man 2009 auch den ersten europäischen Supercomputer mit über einem Petaflop/s-Leistung nach Jülich holen, für sehr rechenintensive Projekte aus der Teilchen- und Materialforschung.

Wuppertal tätige ungarische Physiker Zoltan Fodor, der das Forschungsprojekt am Jülicher Supercomputer geleitet hat.

Solche Berechnungen sind jedoch ungeheuer kompliziert. So wie die elektromagnetischen Kräfte durch Photonen vermittelt werden, gibt es auch bei der starken Wechselwirkung Trägerpartikeln, die Gluonen. Doch diese Gluonen können sich – im Gegensatz zu Photonen – auch gegenseitig anziehen. Diese Selbstwechselwirkung führt einerseits dazu, dass Quarks sich so stark anziehen, dass sie niemals alleine auftreten, sondern immer zu zweit oder zu dritt größere Teilchen bilden. Und andererseits macht die Selbstwechselwirkung die Berechnung der Masse dieser Teilchen so komplex, dass sie bislang die Möglichkeiten der Forscher überstieg.

Dank des Supercomputers „Jugene“ konnten Fodor und seine Kollegen nun diese Hürde überwinden, erstmals die starke Wechselwirkung auch für größere Quarkabstände richtig beschreiben und so die Massen von Protonen, Nukleonen und anderen aus Quarks aufgebauten Teilchen berechnen. 180 Billionen Rechenoperationen kann Jugene in jeder Sekunde durchführen, damit ist er der schnellste Computer Europas.

Für ihre Berechnungen hat man Raum und Zeit in ein engmaschiges vierdimensionales Gitter zerlegt und die komplizierten Gleichungen der Quantenchromodynamik jeweils auf den Punkten dieses Gitters gelöst. Dann haben die Forscher den Abstand der Gitterpunkte schrittweise immer kleiner gemacht, um sich so immer weiter an die Wirklichkeit, die kontinuierliche Raumzeit, anzunähern. Es handelte sich dabei um eine der rechenintensivsten Arbeiten in der Geschichte der Menschheit.

Als Ergebnis erhielten die Wissenschaftler schließlich Werte

für die Massen der Nukleonen, die genau mit den in Experimenten gemessenen Werten übereinstimmen. „Damit haben wir gezeigt, dass die Quantenchromodynamik tatsächlich eine korrekte Beschreibung der starken Wechselwirkung ist“, so Fodor.

Der Ursprung des überwiegenden Teils der Masse der sichtbaren Materie ist dadurch wohl geklärt. Doch damit sind nicht alle Rätsel gelöst. Denn die sichtbare Materie macht nur einen kleinen Teil der Gesamtmasse des Universums aus – etwa 80 Prozent dieser Masse ist dunkel und besteht aus bislang unbekanntem Elementarteilchen. Bislang hat man nur Vermutungen, woher diese Dunkle Materie ihre Masse hat. In den 30er Jahren (Galaxienhaufen Coma mit über 1000 Einzelgalaxien) und den 60er Jahren (Galaxien) haben Berechnungen ergeben, dass die sichtbare Materie in ihnen nicht reicht, um eine Gravitationskraft zu erzeugen, um alles zusammen zu halten. Dunkle Materie macht sich jedoch gerade durch ihre gravitative Wechselwirkung mit sichtbarer Materie bemerkbar. Sie besteht Mutmaßungen zufolge aus „Neutralinos“. Diese sollen zwar etwa doppelt so schwer wie ein Goldatom sein, aber sie interagieren nur durch die Gravitationskraft und die Schwache Kernkraft, die auch für den Kernzerfall, die Radioaktivität, verantwortlich ist. Damit gehören sie zu den WIMPs (weakly interacting massive particles), die man aufgrund ihrer definierten Natur bislang noch nicht nachgewiesen hat – kein Wunder, kann man sie beispielsweise nicht sichtbar machen, da sie nicht wie sichtbare Materie mit der elektromagnetischen Kraft wechselwirken.

Die Ergebnisse der jüngsten Berechnungen wurden in der Zeitschrift „Science“ veröffentlicht (21. Nov. 2008 Vol. 322, #5905).

Proteine, Gene und Hormone

Legasthenie betrifft etwa vier Prozent der deutschen Kinder. Forscher am Fraunhofer-Institut in Leipzig arbeiten daran, mittels DNA-Analyse aus Speichelproben die verantwortlichen Gene aufzuspüren und einen Gentest zu entwickeln. Hinweise auf Gene, die für die Legasthenie verantwortlich sind, liegen bereits vor.

Nahrungsmangel kann in Modellorganismen das Altern von Zellen verlangsamen und die Lebensspanne verlängern. Forscher an der RUB ermittelten 7 Proteine der Sirtuin-Familie in den Mitochondrien, die mitverantwortlich für diese Prozesse sind. Besonders Sirt3 kann durch die Aktivierung zellulärer Anti-Stress-Systeme zu einer verlängerten Lebensspanne beitragen.

Muskeln setzen sich aus definierten Anteilen langsam und schnell reagierender Fasertypen zusammen. Wissenschaftler des Universitätsklinikums Heidelberg zeigten an genmanipulierten Mäusen, dass ein Mangel des Proteins Calsarcin 2 zu einer verstärkten Wirkung des Muskelproteins Calcineurin führt. Dieses fördert die Ausbildung der langsamen und ausdauernden Muskelfasern.

Das West Nil Virus (WNV) hat sich von Uganda über Nordamerika weltweit ausgebreitet. Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie in Leipzig haben den Impfstoff entwickelt, der aus Teilen der Erreger-DNA besteht. Der Impfstoff ist speziesübergreifend und kann sowohl prophylaktisch als auch therapeutisch verabreicht werden.

Haarausfall bei Männern wird durch mehrere Gene verursacht. Wissenschaftler der Universitäten Bonn und Düsseldorf haben neben dem bisher bekannten Gen für den Androgenrezeptor noch ein zweites Gen auf Chromosom 20 entdeckt, das sowohl von der Mutter als auch vom Vater vererbt werden kann. Dadurch lassen sich Ähnlichkeiten zwischen Vater und Sohn erklären. Das Androgenrezeptor-Gen liegt auf dem X-Chromosom. Es wird also von der Mutter vererbt, daher ähnelt der Haarausfall oft demjenigen des Großvaters mütterlicherseits.

Übergewicht und Diabetes werden mit zahlreichen, meist noch nicht hinreichend erforschten Genen in Verbindung gebracht. Ein Wissenschaftlerteam vom Deutschen Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke hat erstmals eine natürliche Mutation in dem Gen Tbc1d1 identifiziert, die Mäuse trotz fettreicher Kost schlank bleiben lässt und vor Diabetes schützt. Die Mutation bewirkt eine gesteigerte Fettaufnahme in die Skelettmuskulatur und kurbelt gleichzeitig die Fettverbrennung an. Der Glucoseumsatz der Muskeln nimmt dagegen ab.

Stress lässt manche Menschen panisch reagieren, andere werden ganz ruhig. Wissenschaftler der Charité-Universitätsmedizin Berlin bringen dies mit der Menge des Botenstoffs Dopamin im Mandelkern in Zusammenhang. Je mehr Dopamin gespeichert war, desto mehr Angst verspürten die Probanden im Test.

Quantenkaskaden-Spektrometer: Kohlendioxid in der Atmosphäre Isotopenmessung auf dem Jungfrauenjoch

Woher kommt das Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre? Und welchen Einfluss haben menschliche Aktivitäten auf die Konzentration von Kohlendioxid, dem wichtigsten Treibhausgas? Wie viel davon ist biologischen Ursprungs? Und wo genau entsteht das CO_2 ? Diese Fragen möchten Empa-Forscher beantworten. Sie nahmen deshalb vor kurzem auf dem Jungfrauenjoch das weltweit erste CO_2 -Isotopenmessgerät in Betrieb. Mit diesem können sie sowohl den Ursprung als auch die geographische „Herkunft“ der aufgespurten Kohlendioxid-Moleküle aufklären.

Das vom Menschen durch Verbrennen von Erdgas und Erdöl entstehende Kohlendioxid gilt als Hauptursache für die globale Erwärmung. „Um den globalen Zyklus zu verstehen, müssen wir allerdings zuerst einmal herausfinden, durch welche Prozesse die Kohlendioxid-Moleküle entstanden sind“, sagt Lukas Emmenegger, Chemiker in der Abteilung „Luftfremdstoffe/Umwelttechnik“ der Empa. Ein neues, einzigartiges Gerät soll Erklärungen liefern, wie viel des weltweiten CO_2 fossilen Ursprungs ist – beziehungs-

Gasproben fließen kontinuierlich in die Messkammer des CO_2 -Isotopenmessgeräts hinein (Bild: Empa).

Kohlenstoffmengen und -arten in der Atmosphäre

Die anthropogenen, d. h. vom Menschen verursachten, CO_2 -Emissionen von jährlich ca. 36,3 Milliarden Tonnen (Gt) bzw. ca. 9,9 Gt Kohlenstoff (8,4 Gt C durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe sowie $1,5 \pm 0,5$ Gt C durch Landnutzung) sind nur ein kleiner Anteil des überwiegend aus natürlichen Quellen stammenden Kohlenstoffdioxids von jährlich etwa 550 Gt CO_2 bzw. 150 Gt Kohlenstoff. Aber: Die anthropogenen CO_2 -Emissionen werden durch die globale Entwaldung nur etwa zu 45 % von den natürlichen Kohlenstoffdioxiden aufgenommen, sodass das Kohlendioxid in der Atmosphäre akkumuliert. Von Kohlenstoff gibt es zwei natürliche Isotope: Das mit 12 Neutronen (^{12}C) bzw. 13 Neutronen; sie liegen im Verhältnis 98,9 : 1,1 Prozent vor; dieses Verhältnis gilt auch für den Kohlenstoff in Kohlendioxid aus natürlichen Quellen. Kohlendioxid aus Verbrennungsvorgängen fossiler Brennstoffe sowie aus der Atmung von Mensch und Tier hat jedoch ein anderes Isotopenverhältnis; der Anteil an ^{13}C ist deutlich niedriger als ein Prozent. Der Grund dafür: Kohlenstoff in fossilen Energieträgern und in Nahrung stammt aus Pflanzen. Bei der Photosynthese werden Kohlendioxid-Moleküle mit dem ^{12}C -Isotop bevorzugt in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt. In jeder chemischen Reaktion spielt die Geschwindigkeit eine Rolle. Schwerere Moleküle sind träger als leichte und reagieren deshalb langsamer. Darum wandeln Pflanzen leichtes und schweres Kohlendioxid unterschiedlich schnell zu Zucker um. ^{12}C -Atome treten deshalb in Pflanzen häufiger auf als sonst in der Natur, ^{13}C -Atome entsprechend seltener; das Verhältnis der Isotope ist abhängig vom Photosynthesetyp.

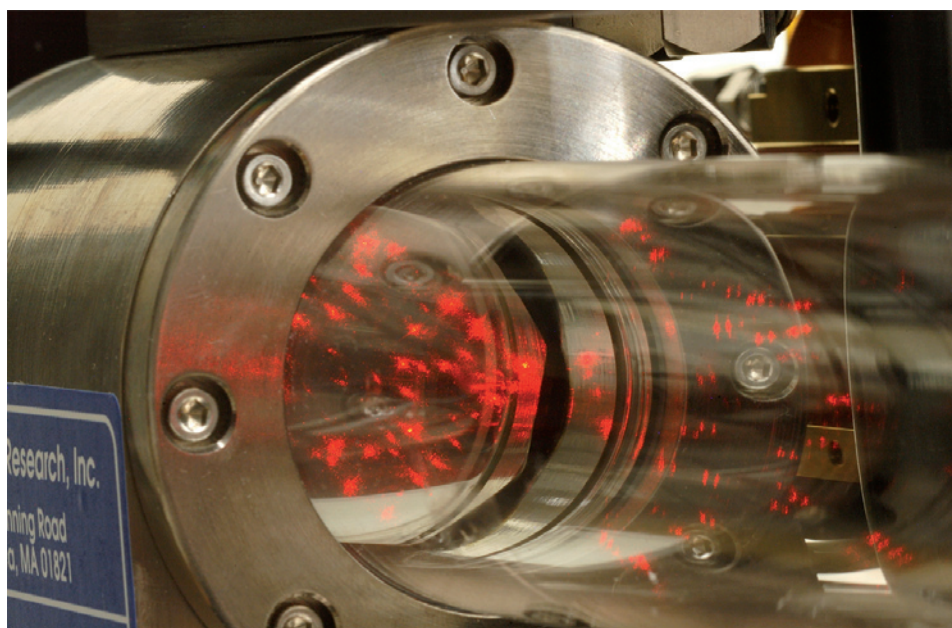
weise durch rein biologische Prozesse in die Atmosphäre gelangt.

Emmenegger und sein Team entwickelten deshalb zusammen mit dem Neuenburger Unternehmen Alpes Lasers und Aerodyne Research, einem Industriepartner aus den

USA, ein Spektrometer zur kontinuierlichen Messung stabiler Kohlendioxid-Isotope. Finanziert wurde das Projekt vom Schweizerischen Nationalen Forschungsschwerpunkt Quantenphotonik (NCCR QP) und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU). Seit August 2008 ist das Quantenkaskadenlaser-Spektrometer auf dem Jungfrauenjoch im Einsatz und liefert nonstop – in Echtzeit – Messwerte via Internet direkt in die Empa-Labors in Dübendorf.

Unverwechselbare Isotopensignatur

Denn Kohlendioxid entsteht nicht nur beim Verbrennen fossiler Brennstoffe. Weltmeere liefern eine Menge CO_2 , und auch Pflanzen, Bakterien und andere Lebewesen produzieren das Klimagas, ein Endprodukt sämtlicher Atmungsprozesse. Natürlich interessiert der anthropogene Anteil, das vom Menschen verursachte CO_2 , die Forscher und die Politiker besonders. Um die verschiedenen CO_2 -



Quellen und -Senken dingfest zu machen, kommt ihnen die Natur zu Hilfe: Kohlendioxidmoleküle aus Verbrennungsprozessen unterscheiden sich von „biologisch produziertem“ CO₂ in ihrer Isotopensignatur. Um diese zu messen, wird das Verhältnis zweier verschiedener Typen von Kohlenstoff- und Sauerstoffatomen bestimmt, die in den CO₂-Molekülen auftreten.

Deshalb nimmt Markus Leuenberger von der Universität Bern seit einigen Jahren regelmässig Luftproben auf dem Jungfraujoch und bestimmt deren CO₂-Isotopensignatur. Zur Auswertung müssen die einzelnen Stichproben jeweils in ein Labor mit geeignetem Massenspektrometer gebracht werden. Mit dem neuen an der Empa entwickelten Quantenkaskadenlaser-Spektrometer werden die Messungen nun vollautomatisch mehrmals pro Minute durchgeführt; die Messwerte können bequem über eine Internetverbindung ausgewertet werden.

Quantenkaskadenlaser

Der Quantenkaskadenlaser ist ein Halbleiterlaser für Wellenlängen im mittleren und fernen Infrarot (Terahertzstrahlung). In diesem Spektralbereich besitzen die meisten umweltrelevanten Gase spezifische Absorptionslinien. Im Gegensatz zu normalen Halbleiterlasern wird das Laserlicht nicht durch die strahlende Rekombination eines Elektrons des Leitungsbands mit einem Loch des Valenzbands des Halbleiters erzeugt (Interband-Übergang), sondern durch Intersubband-Übergänge von Elektronen innerhalb des Leitungsbands. Der Aufbau des Quantenkaskadenlasers basiert auf einem Halbleiterlasermaterial, das aus einer Vielzahl von Schichten besteht, deren Dicke im Bereich einiger Nanometer liegt. Dabei wird abwechselnd das Grundmaterial (z.B. GaAs) und dotiertes Material (z.B. AlGaAs) verwendet. Die darin entstehenden Quantenzustände der Elektronen können mit benachbarten Zuständen koppeln, wodurch diese aufspalten und „Minileitungsbänder“ bilden.

Wie kommt CO₂ in die Atmosphäre?

Doch damit (noch) nicht genug. Die Empa-Forscher wollen auch wissen, wo größere CO₂-Quellen lokalisiert sind. „Es reicht nicht zu wissen, wie viele der unterschiedlichen CO₂-Moleküle sich in den Luftproben befinden“, sagt Emmenegger. „Wir wollen auch herausfinden, woher diese stammen.“ Hier hilft ihm ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Empa-Abteilung „Luftfremdstoffe/Umwelttechnik“ weiter, das Modellieren von atmosphärischen Strömungen. Durch die Analyse vergangener Wetterlagen und Luftbewegungen lässt sich der von den Luftmassen zurückgelegte Weg berechnen. Werden die Kohlendioxid-Isotopenmessungen mit Messungen anderer Schadstoffe ergänzt und mit Wettermodellen kombiniert, so ergibt sich eine Bildfolge; man kann Quellen und Senken des Kohlendioxids identifizieren.

Die Auswertung der Daten steht noch am Anfang. In einem Jahr wird man die Ergebnisse präsentieren können. Dann wird sich sagen lassen, welcher Anteil des Kohlendioxids ozeanischen Ursprungs ist, wie viel durch Photosynthese oder durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstanden ist.

Die Messstation auf dem Jungfraujoch, wo auch das neue Isotopenmessgerät steht, ist eine wichtige Station für die Beobachtung von zahlreichen weiteren Luftfremdstoffen. Sie ist eingebunden in schweizweite und internationale Netzwerke und liefert Daten für das „Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe“ (NABEL) sowie für das weltumspannende „Global Atmospher Watch Programme“ (GAW) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).

Das für die o.g. Messungen eingesetzte Quantenkaskadenlaser-Spektrometer wurde von der Empa-Forschungsgruppe von Lukas Emmenegger in Zusammenarbeit mit Aerodyne Research entwickelt. Möglich war dies dank des neuartigen Quantenkaskaden-Lasers (siehe Kasten links) der Neuenburger Firma Alpes Lasers.

Krebs: Mechanismen und Möglichkeiten

- Wissenschaftler des Deutschen Krebsforschungszentrums in Heidelberg versuchen derzeit, Tumorzellen durch oxidativen Stress für den Zelltod zu sensibilisieren. Krebszellen haben durch ihre erhöhte Teilungsrates auch eine erhöhte Produktion **reaktiver Sauerstoffverbindungen**. Wird nun die Expression eines oder mehrerer Proteine der oxidativen Abwehr gestört, sammeln sich diese Verbindungen an.
- Der **Transkriptionsfaktor c-MYC** ist an der Zellteilungsregulation beteiligt und bei Krebs erhöht. Forscher der RUB zeigten, dass c-MYC das AP4 Gen aktiviert; dessen Protein wiederum unterdrückt die Bildung des Zellteilungshemmers p21. Dadurch reagieren Tumorzellen nicht mehr auf Substanzen, die bei normalen Zellen zur Blockierung der Teilung führen.
- Eine Zellanfärbung als prognostischer Marker könnte helfen, den **Krankheitsverlauf bei Brustkrebs** vorher zu sagen. Ein britisch-amerikanisches Forscherteam färbte in Brustkrebszellen das Protein des Tumorsuppressorgens LMD1 an. Je nachdem, wie aggressiv der Tumor war, färbten sich die Brustkrebszellen unterschiedlich stark an, am schwächsten bei schlechter Prognose.
- **Kinasen** leiten Zellsignale weiter und beeinflussen zahlreiche Prozesse im Körper. Einige Kinasen scheinen eine zentrale Rolle bei Krebs zu spielen. Wissenschaftler der Klinik für Tumorbiologie in Freiburg testen den Kinase-Hemmstoff Sunitinib bei Patienten mit Dickdarm-Krebs. Der Wirkstoff soll die Tumorangiogenese und das Wachstum von Tumorgewebe hemmen, indem er in die Signalwege der Zellteilung eingreift.
- Wissenschaftler des Universitätsklinikums Heidelberg haben entdeckt, dass der Broccoli-Inhaltsstoff **Sulforaphan** resistente Tumorstammzellen in Pankreas tumoren verwundbar macht, indem der NF-kB-Signalweg der Tumorzellen blockiert wird. Sulforaphan hemmt die Blutgefäßbildung im Tumor und das Tumorstadium, ohne dabei Nebenwirkungen zu verursachen. In Kombination mit Krebsmedikamenten verstärkte sich dieser Effekt noch.
- Ein Forscherteam an der Universität Bonn hat einen Wirkstoff entwickelt, der im Tierversuch **Lungenkrebs** zum Verschwinden gebracht hat. Der RNA-Wirkstoff ähnelt erstens Bestandteilen von Viren und aktiviert daher das Immunsystem. Zweitens schaltet das Designer-Molekül ein bestimmtes Gen in den Tumorzellen aus und löst so Apoptose aus.
- Da Karzinome (Tumore aus Epithelgeweben) und sogar deren Metastasen das **Keratinmuster** ihres Ursprungsepithels weitgehend beibehalten, kann durch eine Keratin-Charakterisierung von Tumorzellen sowohl auf den Ursprungsherd des Karzinoms, als auch auf den Reifegrad seiner Zellen geschlossen werden. Heidelberger Forscher konnten so die Tumordiagnose präzisieren.

DFG richtet zehn weitere Sonderforschungsbereiche ein Erfolgreiches Förderprogramm seit 40 Jahren

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) richtet zum 1. Januar 2009 zehn weitere Sonderforschungsbereiche (SFB) ein, die mit etwa 90 Millionen Euro für zunächst vier Jahre gefördert werden. Sie befassen sich unter anderem mit der Krankheitsentstehung durch Viren und Bakterien, mit Vernarbungen in Leber und Niere und mit der menschlichen Haut. Weitere Themen sind die Optimierung von Planungs-, Produktions- und Nutzungsprozessen im Leichtbau und die Verbesserung der Kommunikation zwischen Menschen und technischen Systemen.

Insgesamt fördert die DFG ab Anfang kommenden Jahres 250 SFB mit 480 Millionen Euro. Die Herbstsitzung des Bewilligungsausschusses stand im Zeichen des 40-jährigen Jubiläums der SFB: 1968 wurden die ersten 18 SFB mit einer Fördersumme von 4,4 Millionen Mark eingerichtet, erinnert DFG-Präsident Professor Matthias Kleiner in seiner Jubiläumsrede. Die neuen SFB im Einzelnen:

Die nähere Erforschung von besonderen Molekülen, Atomen und Ionen mit ungepaarten Elektronen steht im Mittelpunkt des SFB 813 „**Chemie an Spinzentren – Konzepte, Mechanismen, Funktionen**“. Spinzentren weisen außergewöhnliche magnetische Eigenschaften und eine hohe chemische Reaktivität auf. Die beteiligten Forscher an der Universität Bonn und am Forschungszentrum Jülich wollen Methoden zum Studium von Spinzentren erarbeiten und die Mechanismen ihrer Transformation verstehen. Die Erkenntnisse sollen für die Entwicklung neuer Reaktionen und multifunktionaler Materialien genutzt werden.

Die Struktur, Funktion und Dynamik biologischer Membranen wird von Wissenschaftlern der Universität und des MPI für biophysikalische

Chemie in Göttingen bearbeitet. Es ist bisher weitgehend unbekannt, wie die Membranumgebung die Funktion von Membranproteinen beeinflusst und wie Proteine die Membranstruktur auf molekularer Ebene modulieren. Im neuen SFB 803 „**Funktionalität kontrolliert durch Organisation in und zwischen Membranen**“ wollen Chemiker, Biologen und Physiker quantitative Informationen über das Wechselspiel von Membranlipiden und -proteinen erhalten.

Die Redox-Forschung hat sich bislang mit der Entstehung und Wirkung von oxidativem Stress in der Ausbildung von Krankheiten befasst. Neu ist es, reaktive Sauerstoffspezies auch als Signalmoleküle zur physiologischen Funktion einer Zelle zu verstehen. Hier setzt der SFB 815 „**Redox-Regulation: Generatorsysteme und funktionelle Konsequenzen**“ an der Universität Frankfurt und dem Chemotherapeutischen Forschungsinstitut in Frankfurt an.

Mit einem klinisch bedeutsamen Thema befasst sich der SFB/Transregio 57 „**Organfibrosen: Von den Mechanismen der Schädigung zur Beeinflussung der Erkrankung**“. Forscher der Technischen Hochschule Aachen, der Universität Bonn und der Universität des Saarlandes wollen die pathophysiologischen Grundlagen fibrotischer Erkrankungen entschlüsseln.

Wie Krankheiten durch Viren und Bakterien entstehen - zu dieser zentralen Frage will der SFB 796 „**Steuerungsmechanismen mikrobieller Effektoren in Wirtszellen**“ neue grundlegende Erkenntnisse erarbeiten. Wissenschaftler an der Universität Erlangen-Nürnberg und dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen in Erlangen richten ihr Augenmerk auf die strukturellen und molekularen Grundlagen und Mechanismen der Interaktion zwischen Virulenzfaktoren und Wirtsfaktoren.

Mit der menschlichen Haut und ihrer Funktion als Schutzschild beschäftigt sich der neu eingerichtete SFB 829. Unter dem Titel „**Molecular Mechanisms Regulating Skin Homeostasis**“ wollen die beteiligten Wissenschaftler der Universität zu Köln, der Deutschen Sporthochschule Köln und des MPI für Biologie des Alterns die Kommunikation der Komponenten untersuchen, die zur Barrierefunktion der Haut gegen externe Schädigungen beitragen.

Die Optimierung von Bauteilen aus Blech ist das Ziel des SFB/Transregio 73, der in Erlangen-Nürnberg, Dortmund und Hannover angesiedelt ist. Unter dem Haupttitel „**Umformtechnische Herstellung von komplexen Funktionsbauteilen mit Nebenformelementen aus Feinblechen – Blechmassivumformung**“ wollen die Wissenschaftler erforschen, wie sich die Funktionalität und die Komplexität von Blechbauteilen steigern lässt.

Die „**Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus**“ ist das Thema des SFB 805 an der TU Darmstadt und dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit Darmstadt.

Gleich mit einer ganzen Reihe mathematischer Fragestellungen befasst sich der SFB/Transregio 71 „**Geometrische Partielle Differentialgleichungen**“ an der Universität Freiburg, der Universität Tübingen und der Universität Zürich. Erforscht werden analytische Probleme, die sich aus einem geometrischen Kontext ergeben.

Wie sich die Kommunikation zwischen dem Menschen und technischen Systemen verbessern lässt, ist die Fragestellung des SFB/Transregio 62 „**Eine Companion-Technologie für kognitive technische Systeme**“ an der Universität Ulm, der Universität Magdeburg und dem Leibniz-Institut für Neurobiologie, Magdeburg.

Nobelpreise 2008

Proteine, Viren und Symmetrie

Der Nobelpreis für Chemie 2008 wurde für die Entdeckung und Charakterisierung des grün fluoreszierenden Proteins GFP vergeben, ein wichtiges Werkzeug in den Biowissenschaften. Der Medizin-Nobelpreis ehrte die Entdecker des Humanen Papillomvirus (HPV) als Ursache von Gebärmutterhalskrebs sowie des Human Immunodeficiency Virus (HIV) als Ursache von AIDS. In der Physik wurde der diesjährige Nobelpreis an die Entdecker der spontanen Symmetriebrechung in der Elementarteilchenphysik übergeben.

Der Nobelpreis für Chemie wurde in diesem Jahr an einen Japaner und zwei amerikanische Forscher verliehen. Der Chemiker Osamu Shimomura, der Neurobiologe Martin Chalfie und der Physiologe Roger Tsien erhielten die Auszeichnung für die Entdeckung und Entwicklung des Grün fluoreszierenden Proteins (GFP), das ursprünglich in Quallen vorkommt. Der Leuchtmarker ermöglicht es den Forschern, im lebenden Gewebe dabei zuzusehen, welche Wege verschiedene Zellen oder Zellteile im Körpers einschlagen und wo und wann sich Proteine in ihnen bilden und interagieren.

GFP ist ein kleines Protein, welches grünes Licht zurückwirft, sobald es mit UV-Licht bestrahlt wird. Seine DNA-Bauanleitung kann mit gentechnischen Verfahren an die Gene anderer Proteine angehängt werden, wodurch bei deren Zusammenbau ein fluoreszierendes GFP-Anhängsel entsteht. Der Marker stört dabei die natürlichen Vorgänge kaum, ist nicht toxisch und braucht keine Hilfsmittel außer Sauerstoff, um automatisch zu leuchten.

Der Nobelpreis für Medizin und Physiologie ging an den Deutschen Harald zur Hausen und die beiden Franzosen Françoise

Barré-Sinoussi and Luc Montagnier. Geehrt werden ihre Forschungsleistungen an zwei Viren, dem Humanen Papillomvirus (HPV) sowie dem HI-Virus (HIV).

Harald zur Hausen isolierte aus Krebszellen die beiden HPV-Virustypen 16 und 18. Heute gilt als sicher, dass über die Hälfte der Gebärmutterhalskrebstumoren von HPV16 ausgelöst wird, fast ein Fünftel von HPV18. Damit bot sich erstmalig eine Impfung gegen einen Krebs an. Seit März 2007 empfiehlt die Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut die HPV-Impfung für Mädchen zwischen 12 und 17 Jahren.

Ein Vierteljahrhundert nach der Entdeckung des HI-Virus dürfen Françoise Barré-Sinoussi und Luc Montagnier ihre Auszeichnung in Empfang nehmen. Die Entscheidung des Stockholmer Komitees dürfte in den USA einen leichten Unmut auslösen, hatten doch die Amerikaner die Entdeckung für sich in Anspruch genommen. Doch Robert Gallo muss verzichten. Seine französischen Kollegen gelten nun offiziell als Entdecker des Erregers der Immunschwächekrankheit Aids.

Der Nobelpreis für Physik ging in diesem Jahr an zwei japanische und einen amerikanischen Forscher. Die Physiker Makoto Kobayashi (Japan) und Toshihide Maskawa (Japan) sowie Yoichiro Nambu (Vereinigte Staaten) erhielten die höchste Auszeichnung ihres Faches für ihre Arbeiten zur spontanen Symmetriebrechung in der Elementarteilchenphysik. Dass es heute Galaxien, Sterne und Planeten gibt, verdanken wir einem Bruch der vollkommenen Symmetrie.

Die Vorhersagen und Rechnungen der Physiker lieferten mit den Quarks die entscheidenden Bausteine für das Standardmodell, mit dem die moderne Physik den Kosmos erklärt.

Trendbarometer Förderungen

- Äpfel aus biologischem Anbau sind oft von der Motenlarve des Apfelwicklers befallen. Die Arbeitsgruppe Agrolytix der Universität Erlangen-Nürnberg hat ein **Bio-Spritzmittel** auf der Basis eines Mottenvirus entwickelt. Für die Produktion und den Vertrieb des Mittels gründen die Forscher ein Unternehmen. Sie werden durch das BMWi mit 350 000 Euro gefördert.
- Forscher an der TU Dortmund haben künstliche DNA-Doppelhelices so modifiziert, dass sie als Gerüst für Metall-Ionen genutzt werden können. Mit dieser Methodik könnten beispielsweise molekulare Drähte oder kleinste Magneten in der Nanotechnologie sowie Katalysatoren in der Medizin und in der Sensorik entwickelt werden. Das Projekt „Neuartige **metallierte Basenpaare** und andere ungewöhnliche DNA-Motive“ wurde im Rahmen des Emmy Noether-Programms mit insgesamt 530 000 Euro gefördert.
- Die Deutsche Bundesstiftung für Umwelt (DBU) fördert ein Projekt der Universität des Saarlandes mit 465 000 Euro, das Methoden entwickelt, chemische Produktionsverfahren durch biotechnologische zu ersetzen. Die Wissenschaftler wollen Produkte für die pharmazeutische Industrie sowie für die medizinische Diagnostik auf effiziente und nachhaltige Weise herstellen. So entwickeln sie auch ein **Produktionsverfahren für Cortisol** unter Verwendung von Cytochrom-P450-Enzymen.
- Der Baumarktkonzern Hornbach fördert das Deutsche Krebsforschungszentrum mit einer Million Euro. Er unterstützt damit fünf Jahre lang die Arbeit der Forschergruppe „**Molekulare Neurobiologie**“. Die Erkenntnisse zur Apoptose von Nervenzellen sollen neue Therapien von Hirntumoren hervorbringen.
- Der „European Research Council (ERC)“ fördert Dr. Katja Sträßer vom Genzentrum der LMU München mit knapp einer Million Euro über fünf Jahre. Die Biologin untersucht die **Genexpression**, speziell die Kopplung von räumlich getrennten Prozessen, beispielsweise der Transkription mit der Translation.
- Wissenschaftler der Universität Konstanz werden vom Bundesumweltministerium mit 2,5 Millionen Euro für die weitere Entwicklung der **Photovoltaik** gefördert. Mit den Fördermitteln werden neue High-Tech-Geräte für die Labore angeschafft, auch ein Rasterelektronenmikroskop.
- Ziel eines von der Wilhelm-Sander-Stiftung mit 90 000 Euro geförderten Projektes ist es, die Bedeutung der **Pharmakogenetik** für das Auftreten von Hautausschlag und ähnlichen Nebenwirkungen bei Medikamenten, die den Rezeptor des epidermalen Wachstumsfaktors (EGF-R) hemmen, zu erforschen.
- Die Forschergruppe „**Neuronale Ernährungsphysiologie**“ an der Philipps-Universität Marburg untersucht die Wirkung einzelner Nährstoffe auf die Steuerung des Körpergewichts. Dafür erhält sie vom BMBF gut 1,4 Millionen Euro in fünf Jahren.

Chemische Biologie – eine neue interdisziplinäre Wissenschaft

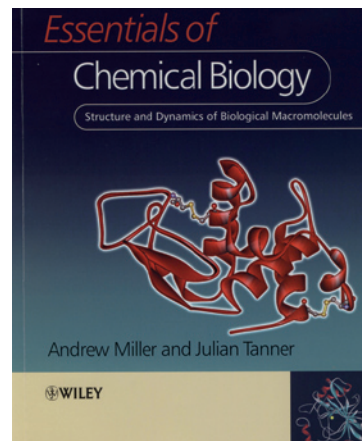
Andrew Miller, Julian Tanner: *Essentials of Chemical Biology: Structure and Dynamics of Biological Macromolecules*; 590 Seiten; Verlag John Wiley & Sons, 2008, ISBN-13: 978-0-470-84531-8; 52,90 Euro.

Nach Angaben der 2005 von der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie (mit der DECHEMA, der DPhG und der GDCh) gegründeten „Gemeinsame Fachsektion Chemische Biologie“ steht die Aufklärung molekularbiologischer Vorgänge mittels niedermolekularer Sonden, die Protein-Funktionen und Protein-Interaktionen beeinflussen, im Mittelpunkt der Chemischen Biologie. Wie es weiter heißt, handelt es sich dabei um ein Postgenomics-Forschungsgebiet, das große Bedeutung u.a. für die systematische Analyse von interzellulären und intrazellulären Kommunikationswegen hat.

Der an der TU Dortmund bestehende Bachelor-Studiengang „Chemische Biologie“ ist „der erste seines Typs“ in Deutschland. In dem jetzt erschienenen Lehrbuch zu den theoretischen Grundlagen der Chemischen Biologie und ihren Anwendungen beschreiben die Autoren in 10 Kapiteln mit vielen farbigen Abbildungen, ergänzt durch zahlreiche Literaturzitate, nachstehende Gebiete: Strukturen von Proteinen, Kohlenhydraten, Nucleinsäuren und makromolekularen Lipid-Zellbestandteilen (Kap. 1); Synthese entsprechender oligomerer und polymerer Verbindungen durch chemische Verfahren sowie durch biologische Methoden, einschließlich der chromatogra-

phischen Verfahren zur Aufreinigung (Kap.2); relevante Methoden aus der Molekularbiologie (Kap.3) sowie Proteomics (Kap.9.4) und Genomics (Kap. 9.5); molekulare Erkennung und Bindungsvorgänge (Kap. 7), sowie Kinetik und Katalyse (Kap.8); physikalische Methoden, wie Spektroskopie, insbes. Fluoreszenz-Spektroskopie (Kap.4), Kernresonanz-Spektroskopie (NMR; Kap.5), Röntgen-Beugung, Elektronenmikroskopie und andere mikroskopische Techniken (Kap.6) und Massenspektrometrie (Kap.9) sowie als abschließendes Kapitel molekulare Selektion und Evolution (Kap.10). Dem Buch: *Chemical Biology--A Practical Course* (H. Waldmann/P. Janning; Wiley-VCH-Verlag 2004) stellt der Wiley-Verlag nun ein umfangreiches Lehrbuch an die Seite, das die Bedeutung der Chemischen Biologie als eigenständige Wissenschaft unterstreicht.

Dr. Dieter Holzner



„Ein Leitfaden für Studierende der Biologie, Biochemie und Pharmazie“

Wolfgang Jabs: *Allgemeine und Anorganische Chemie*; 642 Seiten; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2007; ISBN-13: 978-3-8274-1859-3; 39,50 Euro.

Im Rahmen eines Studiums der Biochemie, der Biologie und der Pharmazie sind fundierte Kenntnisse der Allgemeinen Chemie und der Anorganischen Chemie erforderlich, die mit dem vorliegenden Lehrbuch vermittelt werden. Der Tatsache, dass die Anforderungen je nach Studiengang und angestrebtem Studienabschluss unterschiedlich sind, trägt der Autor durch den Umfang der Lehrinhalte Rechnung, die in mehreren Kapiteln noch durch „Exkurse“ vertieft werden. Die Studierenden haben so die Möglichkeit, in bestimmten Kapiteln eine nach Art und Ausmaß der Lehrinhalte angemessene Auswahl zu treffen, die den Vorgaben ihrer Hochschule und ihren Studienzielen entspricht; insbesondere im Hinblick auf Kap. 3 (Quantenmechanik) und Kap.4 (Gitterenergie; Quantenmechanik der Moleküle).

Für die angesprochenen Zielgruppen insgesamt sind die nachstehend genannten Teile des Lehrbuchs sicherlich von besonderem Interesse: Enzyme und Metalloenzyme (Exkurs 5.2), Bioanorganische Chemie der Elemente des s-Blocks (Kap. 7.5), des p-Blocks (Kap. 8.7) sowie des d-Blocks (Kap.9.5).

Weiterhin sind für Studierende der Biowissenschaften von Bedeutung z.B.: das Na/K-Verhältnis in den Körperflüssigkeiteneiniger Organismen (Tab. 7.2), Komponenten der Photosynthese in Pflanzen (Tab. 9.18) – und für Studierende der Pharmazie: Radiopharmaka (Tab. 3.2), sowie Chemotherapie mit Platin-Verbindungen (Kap. 9.5.4).

Insgesamt liegt hiermit ein durch zahlreiche Tabellen und Abbildungen übersichtlich gestaltetes, auch im Hinblick auf das Preis-/Leistungsverhältnis überzeugendes, empfehlenswertes Lehrbuch der Allgemeinen und Anorganischen Chemie vor.

Dr. Dieter Holzner



Minutenschnelle Trocknung von Proben im Mikrowellen-Trockenschrank SAM 255 als Alternative zum Vakuum-Trockenschrank

Das SAM 255 trocknet minutenschnell Polymerlösungen, Formulierlösungen, Syntheseansätze, Pharmazeutika, Milchpulver, Molke-reiprodukte, Fleisch- und Wurstwaren, div. Lebensmittel, Klärschlamm, Farben, Holz, Kohle, Farbkarten, Coatings... und vieles mehr...

Der Mikrowellen-Trockenschrank verringert die Trockenzeiten von Stunden auf wenige Minuten bei vergleichbaren Ergebnissen mit der Standardmethode im Standard-Trockenschrank bzw. im Vakuum-Trockenschrank.

Eine Temperatur-, Leistungs- und Zeit-Programmierung ermöglicht präzise und reproduzierbare Resultate. Die Temperatur-, Zeit- und Mikrowellen-Energieprogrammierungen werden probenabhängig eingegeben und abgespeichert. Die Programmierung des Mikrowellenenergieeintrages erfolgt schonend in 1 % Schritten - ganz im Gegensatz zu Haushaltgeräten, die nur mit voller Leistung arbeiten können. Die leistungsfähige, variable Abluftanlage saugt Raumluft durch den Trocknungsraum im Mikrowellengerät und führt so den entstehenden Wasser- bzw. Lösemitteldampf ab. Organische Lösemitteldämpfe werden somit sicher über diese Abluftanlage abgeführt, es stellt sich keine Gefahr durch Entzündung oder Explosion ein.



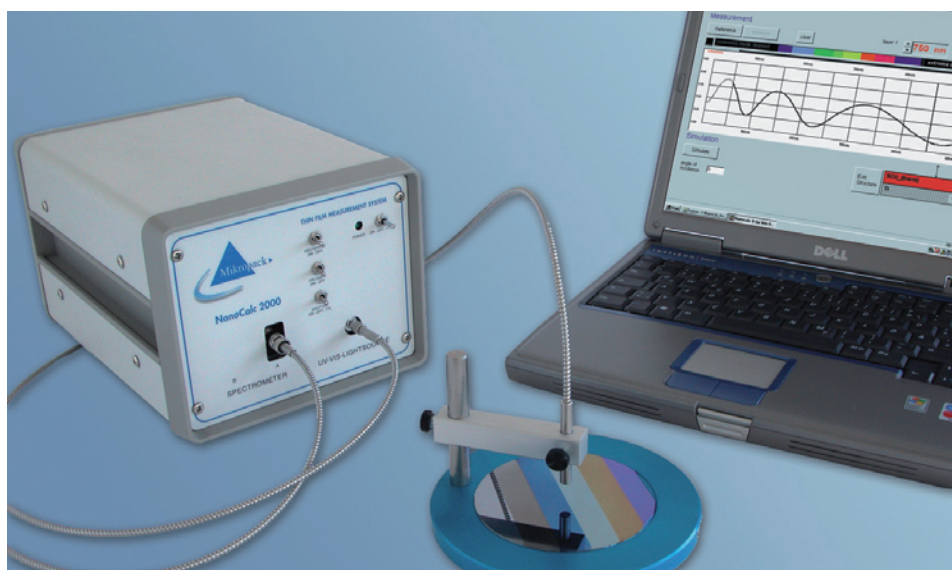
Das Probengut wird in Trocknungsschalen, Trocknungsdrehtellern bzw. in Trocknungskörben eingewogen und im SAM 255 mit Mikrowellenenergie bestrahlt. Es kann bis zu 1 kg Probenmaterial getrocknet werden. Zusätzlich kann zur Beschleunigung der Trocknungszeit das Probengut auf „CEM Probenträgern“ aufgegeben werden, um eine Oberflächenvergrößerung zu erreichen. Mit zertifizierten Lösungen

kann den Anforderungen der Prüfmittelüberwachung entsprochen werden.
Wir testen die Proben der Kunden!

CEM GmbH
Carl-Friedrich-Gauß-Str. 9
47475 Kamp-Lintfort
Tel. 0 28 42 - 96 44 0
Fax 0 28 42 - 96 44 11
www.cem.de
info@cem.de

Spektroskopische Reflektometrie: NanoCalc-2000-UV/VIS/NIR

NanoCalc-2000 ist ein vielseitiges und konfigurierbares Messsystem für Thin Film Metrologie und bietet eine schnelle, zuverlässige und praktische Methode für die Bestimmung von transparenten dünnen Schichten. Abhängig von den Materialien für Schicht und Substrat ist es möglich Schichtdicken ab 10nm bis einige 100µm zu messen. Die Verwendung eines breiten Lichtspektrums (von 250nm im UV bis 1100nm im NIR) in Zusammenhang mit leistungsstarken Algorithmen zur Simulation ermöglichen eine umfangreiche Vermessung von Standardschichten wie Oxide, Nitride und Fotolacke auf Substraten wie Silizium oder Glas. *(weiter nächste Seite)*



NanoCalc-2000-UV/VIS/NIR (Fortsetzung)

Durch Simulationsalgorithmen, die eine vorhandene Oberflächenrauigkeit sowie Defekte in der Schicht berücksichtigen können, erweitert sich der Einsatzbereich des Systems um vielfältige, weitere industrielle oder medizinische Applikationen. So können Messungen an Tyvek®, an transparenten Folien, an Härtebeschichtungen auf Metallen (z.B. DLC - diamond-like carbon), an Schichten auf ungeschliffenen Substraten und selbst an Metallschichten (Transparenz vorausgesetzt) durchgeführt werden.

Kurze Messzyklen zusammen mit einer flexiblen Platzierung des Messkopfes erleichtern die Integration in bestehende Anwendungssysteme. So ist die Verwendung mit Mikroskopen für die in-situ Prozessüberwachung möglich. Die Vermessung von Mehrschichtsystemen, die Erstellung von 3D-Profilen der Schichtdicke, eine on-line Datenaufnahme sowie die Fernsteuerung über ActiveX sind ebenfalls optional erhältlich.

Mikropack GmbH, gegründet 1995, ist ein führender europäischer Hersteller und Lieferant von faseroptischen und elektromechanischen Komponenten für Spektroskopie, Bio-Technologie, Telekommunikation und Dünnschichtanwendungen. Für den faseroptischen Bedarf werden Lichtquellen, Komponenten & Sonden sowie Referenzstandards angeboten.

Darüber hinaus entwickelt und vertreibt Mikropack Systeme für Thin Film Metrologie, darunter das NanoCalc-2000 (spektroskopische Reflektometrie), SpecEl-2000 (spektroskopische Ellipsometrie) und PlasCalc-2000 & ProCess-2000 (Plasma- sowie Prozessüberwachung und -steuerung).

Mikropack GmbH
 Maybachstrasse 11
 73760 Ostfildern, Deutschland
 Tel: +49 (0)711 341696-0
 Fax: +49 (0)711 341696-85
 thinfilm@mikropack.de
 www.mikropack.de



Alles voller Staub? Kein Grund, gleich zu explodieren!



Eine Staubexplosion pro Tag ereignet sich in Europa, schätzt die Münchener Rück. Dabei werden Gefahren meist verkannt und Vorschriften nicht eingehalten. Dies belegt die aktuelle US-Studie der CSB zu Ursachen von Staubexplosionen.

So auch am 7. Februar 2008 in einer Zuckerfabrik in Georgia, USA: Bei einer Explosion – vermutlich durch Zuckerstaub – kamen 13 Menschen ums Leben, mehrere wurden schwer verletzt.

Staubexplosionsschutz rückt zunehmend in das Bewusstsein von Versicherungen, Betreibern und staatlichen Stellen. Betroffen sind neben Futter- und Nahrungsmittelbetrieben alle Industrien mit brennbaren Stäuben.

Explosionsschutz Signalgeräte von WERMA – Geeignet für Zonen 21 und 22

Damit Signalgeräte nicht zum zündenden Funken werden, bietet WERMA eine Vielzahl staubexplosionsschutzter Geräte an: Von explosionsschutzten Hupen über Ex-(LED)-Signalsäulen, bis hin zu verschiedenen Leuchten mit LED, Doppelblitz, Drehspiegel oder Rundumlicht. Diese Signalgeräte wurden entsprechend modernsten Richtlinien entwickelt und sind für die Zonen 21 und 22 geeignet.



WERMA Signaltechnik GmbH + Co.KG
 Dürbheimer Str. 15
 D-78604 Rietheim-Weilheim
 Tel.: +49 (0) 7424 / 9557-105
 Fax: +49 (0) 7424 / 9557-44
 susanne.messner@werma.com
 www.werma.com

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



06151/8806-0
Fax 06151/896667
www.LOT-Oriel.com

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



06151/8806-0
Fax 06151/896667
www.LOT-Oriel.com

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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

HOHLKATHODENLAMPEN



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

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

Spurenanalyse II

303

wesentlich tiefer als der für das Spurenelement gefundene Wert, so kann man die Differenz beider als Ergebnis der Analyse angeben. Schwierigkeiten treten dagegen auf, wenn der Analysenwert nur unwesentlich über dem Blindwert liegt. Dann kann erst nach mühsamem Ermitteln der Streuungen von Blind- und Analysenwert eine Aussage darüber gemacht werden, ob die Anwesenheit des Spurenelementes bewiesen ist oder ob der gefundene Wert wahrscheinlich als ein zufällig etwas zu hoch geratener Blindwert anzusehen ist.

Wiederholung von Analysen: Vielfach werden bei Analysen Doppel- oder Dreifachbestimmungen vorgenommen, um grobe persönliche Fehler bei der Durchführung zu erkennen. Es besteht jedoch durchaus eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß ein einmal unbewußt gemachter Fehler wiederholt wird; das Ergebnis der Analyse wird somit auf diese Weise nicht wesentlich zuverlässiger. Auch die Mittelwertbildung aus zwei oder drei Werten kann demnach — trotz etwas verringerter Streuung — keine Sicherheit bieten.

Analyse synthetischer Proben: Zum Nachprüfen eines Analysenverfahrens sind im Prinzip synthetische Proben mit bekanntem Gehalt geeignet, deren Zusammensetzung der der eigentlichen Analysenprobe ähnelt. Bei Spurenanalysen ist aber in der Regel die Zusammensetzung der Ausgangsgemische nur ungenau oder unvollständig bekannt, so daß diese Methode zwar wertvoll, aber ebenfalls nicht völlig ausreichend ist.

Aufstocken: Man kann weiterhin eine Analyse nach Zugabe einer kleinen bekannten Menge des bestimmten Elementes (bzw. der Verbindung) wiederholen; ergibt sich dabei der richtige Wert für die Summe an zuerst gefundenem Gehalt und Zusatz, so wird meist angenommen, daß das ursprünglich erhaltene Ergebnis das richtige war. Damit ist jedoch der Analysen-Wert keineswegs völlig gesichert, da ein kleiner konstanter Fehler vorliegen kann (z. B. eine Spur eines Störelementes, welche den Meßwert etwas erhöht), wodurch der Analysenwert um einen konstanten Betrag verfälscht ist, während der Zusatz richtig wiedergefunden wird.

Unbedingt notwendig ist eine Kontrolle durch dies Zumischverfahren in den Fällen, in denen das zu bestimmende Spurenelement überhaupt nicht nachgewiesen werden konnte. Dann muß auf jeden Fall der Lösung, in der die Nachweisreaktion versucht wurde, soviel des betr. Elementes zugemischt werden, daß die Reaktion positiv ausfällt. Auf diese Weise wird das Funktionieren der Nachweisreaktion geprüft.

Wiederholung der Analyse nach einem anderen Verfahren: Die einzige Methode, mit der das Ergebnis einer Spurenanalyse zuverlässig nachgeprüft werden kann, besteht in der Wiederholung der Analyse nach einem völlig unterschiedlichen Verfahren (mit anderem Aufschluß, anderer Abtrennung und anderer Bestimmungsmethode). Wenn die erhaltenen Werte übereinstimmen, kann das Ergebnis als richtig angesehen werden, da es außerordentlich unwahrscheinlich ist, daß beide Verfahren mit demselben Fehler behaftet sind. Bei

304

Kunststoffe als Packstoff-

wichtigen Untersuchungen sollte möglichst immer nach diesem Prinzip vorgefahren werden.

Schluß

Mit den heutigen Methoden der Spurenanalyse kann die Mehrzahl der chemischen Elemente in Konzentrationen von 0,1 bis 1 ppm bzw. Mengen von etwa 0,1 bis 1 µg aus den verschiedensten Ausgangsmaterialien isoliert und mit Fehlern von nicht mehr als 10 bis 20% bestimmt werden. Die Richtigkeit des Analyseergebnisses läßt sich zuverlässig sichern.

Die organische Spurenanalyse weist im großen und ganzen dieselbe Leistungsfähigkeit auf, obwohl hier wegen der oft sehr komplizierten Zusammensetzung der Proben größere Schwierigkeiten auftreten können.

Die Entwicklung geht heute — entsprechend den Forderungen von Wissenschaft und Technik — dahin, Verfahren zur Bestimmung von Nanogramm-Mengen bzw. ppb-Konzentrationen zu entwickeln. Die schon jetzt sehr umfangreiche Literatur auf dem Gebiet der Spurenanalyse wird sich sicher in absehbarer Zeit stark vermehren.

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

Spurenanalyse II*

Von Prof. Dr. Rudolf Bock,

Institut für Anorganische Chemie und Kernchemie, Universität Mainz

III. Bestimmungsmethoden

Verfahren unter Emission elektromagnetischer Strahlung

Schon seit Jahrzehnten werden die empfindlichen bogen- und funken-spektrographischen Methoden in der Spurenanalyse angewendet, wobei für metallische Proben die Funkenanregung, für nichtmetallische die Bogenanregung bevorzugt wird. Man kann fast alle Elemente spektrographisch bestimmen. Von ausschlaggebender Bedeutung ist dabei die mit modernen Geräten erzielbare Schnelligkeit. Der Nachteil beider Verfahren liegt darin, daß die Intensität des ausgesandten Lichtes nicht nur von der Konzentration des betreffenden Elementes und den Anregungsbedingungen, sondern auch von der Art und Konzentration anderer Bestandteile der Probe abhängt. Das Anwendungsgebiet der Emissionsspektrometrie liegt daher vor allem in der Untersuchung serienmäßig anfallender Proben ähnlicher Zusammensetzung, wie sie bei der laufenden Betriebskontrolle auftreten. Man kann zwar auch Einzelproben auf diese Weise untersuchen, muß dann aber zunächst entweder umständliche Eichungen oder chemische Abtrennungen der störenden Bestandteile vornehmen, wobei der Vorteil der Schnelligkeit aufgegeben wird.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei der Flammenphotometrie, bei der die Lichtemission von Elementen gemessen wird, die in gelöster Form in eine Flamme eingesprüht werden. Auch hier tritt eine gegenseitige Beeinflussung verschiedener Analysenpartner ein; da die Analysenprobe aber auf jeden Fall gelöst werden muß, lassen sich in vielen Fällen ohne Schwierigkeiten chemische Trennungen vorschalten und damit die Störungen verringern oder beseitigen. Andererseits ist der Anwendungsbereich der Flammenphotometrie wesentlich geringer als der der Bogen- oder Funkenspektrometrie, da bei den relativ niedrigen Temperaturen in der Flamme nur verhältnismäßig wenige Elemente mit hohen Empfindlichkeiten angeregt werden (vor allem die Alkalien, Erdalkalien, Ag, Cr, Cu, Ga, In, Mn, Pd und Tl).

Ferner sei die Röntgenspektroskopie erwähnt: man kann mit diesem Verfahren sämtliche Elemente mit nicht zu niedriger Ordnungszahl (etwa ab OZ 11, Na) bestimmen, erreicht aber in der Regel nicht allzu hohe Empfindlichkeiten (ca. 0,01%).

Eine Sonderstellung unter den Emissionsmethoden nimmt die Fluoreszenzanalyse ein; hier werden nicht Atome, sondern Moleküle zum Leuchten angeregt. Der Anwendungsbereich dieser Methode ist jedoch recht klein, da verhältnismäßig wenige Verbindungen fluoreszieren. Andererseits erreicht man aber oft außergewöhnlich hohe Empfindlichkeiten, z. B. können noch etwa

* Teil I diese Zschr. 17, 241 (1966).

1 bis 2 ng Be/ml als Morinkomplex oder 2 bis 3 ng Tl/ml als Tl (I)-Chloridkomplex fluorimetrisch bestimmt werden. Da eine Reihe von biologisch wichtigen Substanzen intensiv fluoresziert, findet man vor allem in der Biochemie Anwendungsbeispiele. Die Empfindlichkeit läßt sich oft durch Temperaturniedrigung noch wesentlich steigern, so kann man z. B. bei -200°C noch weniger als 0,1 ng des cancerogenen 3,4-Benzopyrens fluorimetrisch bestimmen.

Verfahren unter Absorption elektromagnetischer Strahlung

Die Absorptionsmethoden gehören zu den ältesten und auch heute noch wichtigsten Verfahren zur Bestimmung kleiner Substanzmengen. Je nach Wellenlängenbereich unterscheidet man zwischen Ultraviolett-Analyse (ca. 200 bis 400 nm), Analyse im sichtbaren Bereich (ca. 400 bis 800 nm) und Ultrarotanalyse (ca. 0,8 bis 35 μ).

Die meisten anorganischen Elemente können in gefärbte Komplexe übergeführt und dann bis zu Konzentrationen von etwa 1 $\mu\text{g/ml}$ photometrisch bestimmt werden (1 cm-Küvetten). Durch Mikroküvetten mit größerer Schichtdicke läßt sich die Empfindlichkeit noch um etwa 1 bis 2 Zehnerpotenzen steigern, doch sind diese Küvetten etwas umständlicher zu handhaben.

In der organischen Spurenanalyse lassen sich ebenfalls viele Verbindungen entweder direkt oder nach chemischer Umsetzung photometrisch mit Empfindlichkeiten von ca. 1 $\mu\text{g/ml}$ bestimmen. Ferner absorbiert eine große Anzahl organischer Verbindungen sehr intensiv im ultravioletten Spektralbereich, und zwar sämtliche Aromaten und zahlreiche andere Substanzen mit konjugierten Doppelbindungen. Diese können mit etwa derselben Empfindlichkeit UV-spektrophotometrisch bestimmt werden.

Wesentlich unempfindlicher sind die Analysen im ultraroten Bereich. Man kann mit der üblichen Arbeitstechnik noch organische Substanzen in Lösungen quantitativ bestimmen, deren Konzentration wenigstens etwa 100 $\mu\text{g/ml}$ beträgt; diese Grenze läßt sich nur durch umständliche und störanfällige Mikromethoden wesentlich unterschreiten.

Eine leistungsfähige neuere Methode ist die sogenannte „Atomabsorption“, die zwar schon lange bekannt ist, aber erst im letzten Jahrzehnt stärker ausgearbeitet wurde (Walsh). Sie beruht auf dem Prinzip der Fraunhoferschen Linien: Die von einem angeregten Atom ausgesandte Strahlung kann absorbiert werden, wenn sie durch eine gasförmige Schicht derselben, nicht angeregten Atome geht. Man hat diesen Effekt zunächst zur Bestimmung kleiner Quecksilbermengen in Luft angewendet, indem man die Schwächung der Intensität bestimmter Spektrallinien einer Quecksilberlampe verfolgte. Das Verfahren läßt sich aber auch bei zahlreichen anderen Elementen anwenden; man erzeugt die benötigte Eigenstrahlung des zu bestimmenden Elementes in speziellen Gasentladungslampen („Hohlkathodenlampen“) und führt den Lichtstrahl durch eine Flamme, in die man wie bei der Flammenphotometrie die zu unter-

suchende Lösung einsprüht. Aus der Schwächung der Lichtintensität ergibt sich die Konzentration des Spurenelementes. Man kann auf diese Weise eine ganze Reihe von Metallen (z. B. Mg, Ag, Zn, Cu, Te, Au, einige Pt-Metalle u. a.) mit Empfindlichkeiten von etwa 0,1 bis 1 $\mu\text{g/ml}$ (z. T. noch darunter) verhältnismäßig frei von Störungen bestimmen.

Polarographische Bestimmungen

Mit der klassischen Gleichstrom-Polarographie lassen sich für eine große Anzahl von Ionen Empfindlichkeiten von etwa 1 $\mu\text{g/ml}$ erreichen, in einigen Fällen (beim Vorliegen von sogenannten „katalytischen“ Stufen) können sogar noch etwa eine Zehnerpotenz niedrigere Konzentrationen bestimmt werden. Eine Steigerung der Empfindlichkeit gelingt durch die Verwendung spezieller Polarographen (Kathodenstrahlpolarograph, Square Wave Polarograph, Puls polarograph), mit denen man noch zahlreiche Substanzen in Konzentrationen von 0,1 bis 0,01 $\mu\text{g/ml}$ quantitativ ermitteln kann. Diese Geräte sind allerdings recht kompliziert und z. T. auch kostspielig.

Mit einer anderen Arbeitsweise, die als „inverse Voltametrie“ bezeichnet wird, lassen sich ebenfalls sehr geringe Substanzmengen bestimmen. Man reichert dabei das betr. Metall elektrolytisch in einem kleinen Quecksilbertropfen an (eine quantitative Abscheidung ist allerdings hierbei praktisch nicht möglich). Dann kehrt man die Stromrichtung um; beim Erreichen einer bestimmten Spannung wird das im Quecksilber gelöste Metall wieder oxidiert, wobei ein der Konzentration proportionaler Stromstoß entsteht, der registriert wird. Mit diesem Verfahren können Empfindlichkeiten von einigen Nanogrammen erreicht werden.

Das Hauptanwendungsgebiet der Polarographie liegt in der anorganischen Spurenanalyse; sie läßt sich jedoch auch in der organischen Analyse einsetzen, da zahlreiche organische Verbindungen am Quecksilbertropfen elektrolytisch reduziert werden können. Im Gegensatz zu den anorganischen Systemen liegen bei organischen Analysenproben aber meist Gemische chemisch sehr ähnlicher Stoffe vor, die sich im polarographischen Verhalten nicht ausreichend unterscheiden, so daß die Methode sich hier in der Praxis nur verhältnismäßig selten anwenden läßt. Am günstigsten ist die Bestimmung organischer Nitroverbindungen durchzuführen, die wesentlich leichter als andere organische Verbindungen reduziert werden.

Radiochemische Methoden

Die beim Zerfall instabiler Atomkerne ausgesandte Strahlung läßt sich mit Zählrohren äußerst empfindlich nachweisen und recht bequem messen. Da die Strahlungsintensität ein Maß für die Menge der anwesenden radioaktiven Stoffe ist, kann man auf diese Weise noch winzige Substanzmengen bestimmen.

Während früher nur wenige natürlich radioaktive Elemente bekannt waren, kann man heute durch künstliche Kernumwandlung zahlreiche instabile Isotope

erzeugen und damit den Anwendungsbereich der Methode stark erweitern. Meist bestrahlt man die Substanzprobe mit langsamen Neutronen; beim Eintritt eines derartigen Neutrons in einen Atomkern entsteht in der Regel ein neues Atom mit derselben Ordnungszahl, aber einem um eine Einheit höheren Atomgewicht, also ein Isotop des ursprünglich vorliegenden Elementes. Wenn dieses Isotop instabil ist und unter Abgabe von Strahlung zerfällt, kann es zur quantitativen Bestimmung des aktivierten Spurenelementes dienen; man isoliert es mit chemischen Methoden und mißt die Strahlung mit einem automatisch arbeitenden Zählgerät.

Die Vorteile dieser „Aktivierungsanalyse“ bestehen im Wegfallen störender Blindwerte und in den zwar von Element zu Element verschiedenen, aber oft äußerst hohen Empfindlichkeiten. Die Aktivierungsanalyse gehört daher zu den leistungsfähigsten Methoden der Spurenanalyse überhaupt. Allerdings können auch hier Störungen auftreten, wenn durch eine andere als die oben erwähnte Neutroneneinfangreaktion der radioaktive Kern aus sonstigen Elementen der Probe gebildet wird. Damit ist vor allem bei Anwesenheit von Uran oder Thorium in der Probe zu rechnen, aus denen durch Kernspaltung zahlreiche andere Atomarten entstehen.

Massenspektrometrie

Schließlich sei die Massenspektrometrie angeführt, welche vor allem in der organischen Analyse viele nicht zu schwerflüchtige Substanzen in niedrigen Konzentrationen zu bestimmen gestattet; besonders beim Vorliegen von Isomerenmischungen läßt sich diese Methode oft sehr erfolgreich verwenden. Neuerdings wird versucht, durch eine Funkenentladung innerhalb des Massenspektrometers auch anorganische metallische und nichtmetallische Proben zu verdampfen, doch ist diese Variante noch in der Entwicklung.

IV. Kontrolle der Ergebnisse

Bei Spurenanalysen müssen im allgemeinen — wie auch bei Analysen im üblichen Maßstabe — Aufschluß-, Trennungs- und Bestimmungsmethode so kombiniert werden, daß eine der jeweils vorliegenden Aufgabe angepaßte Analysenvorschrift resultiert. Es ist nun entscheidend wichtig, das Ergebnis der Analyse zu sichern, zumal es bei Spurenanalysen nicht möglich ist, durch Addition aller gefundenen Werte zu 100% die Richtigkeit der Werte zu kontrollieren. Diese Sicherung ist in vielen Fällen um so mehr erforderlich, als erhebliche Interessen auf dem Spiel stehen können; man braucht nur an die forensische Chemie zu denken, bei welcher durch die Angaben des Analytikers Indizienprozesse entscheidend beeinflußt werden können.

Bei jeder Spurenanalyse (mit Ausnahme einer Aktivierungsanalyse) muß zunächst der Blindwert ermittelt werden, indem man die Analyse mit allen Reagentien, jedoch ohne Probe durchführt. Liegt der erhaltene Blindwert



Das Online-Magazin
für Labor und Analytik

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

Sitemap Profisuche

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

Aktuelles und Neues

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

Labor Branchenbuch

- Hersteller, Händler
- Laboratorien
- Sonstiges

Analytik Weblinks

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

Ihr Ansprechpartner



Dr. Torsten Beyer

Labor Partnerseiten

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

++ ANALYTIK NEWS Aktuell ++

Produktneuheiten Stellenmarkt Nachrichten Veranstaltungen Links

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

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

ANALYTIK NewsFlash Extra: Februar 2008

Archiv ANALYTIK NewsFlash abonnieren Inserieren

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

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

--> ANALYTIK NewsFlash Extra lesen

Labor Produktneuheiten

alle ANALYTIK NewsFlash abonnieren RSS-Feed Laborprodukt inserieren

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

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

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

Die Adresse
für Analytik-
Literatur



WILEY-VCH

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

Was Sie bei uns finden

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