

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- Grundbausteine des Lebens: Aminosäuren
- Aktivkohle aus Olivenkernen
- Inverse Flammen
- Bundeskongress MNU: Fullerene
- Gestaltung von Sensoren
- Umwelt und Energie



Welche moderne Ehre: Mit diesem Chemie-assoziierenden, ansonsten sinnfreien Sonderlogo wies Google am 31. März auf die Wiederkehr des 200. Geburtstags von Robert Wilhelm Bunsen hin, geboren am 30. März 1811 in Göttingen, gestorben am 16. August 1899 in Heidelberg. U.a. entwickelte er zusammen mit Gustav Robert Kirchhoff die Spektralanalyse. 1852 übernahm Bunsen den Lehrstuhl von Leopold Gmelin an der Universität Heidelberg. Durch die Spektralanalyse des Dürkheimer Mineralwassers entdeckten Bunsen und Kirchhoff 1860/61 die Alkalimetalle Cäsium und Rubidium. Durch ihre Studien wurde es zudem möglich, die Fraunhoferlinien zu erklären und somit eine der wesentlichsten Grundlagen für die moderne Astronomie zu legen.

Beim 100. Geburtstag Bunsens existierte die CLB noch nicht, doch auch zum 150. wie zur 100. Wiederkehr seines Todestages gab es keine Notiz dazu in der CLB. Dafür findet sich in dem CLB-Jahrgang des 150. Bunsengeburtstags (Ausgabe 11-1961) ein bemerkenswerter Artikel zu einem 300-Jahre-Jubiläum – jetzt also 350 Jahre, den wir hier wiedergeben: Die Erscheinung des Werks „Sceptical Chymist“ des Engländers Robert Boyle 1661.

An der Schwelle der modernen Chemie 459

ist nur von der Konzentration des dissoziierenden Ausgangsstoffes (und nicht von der des nucleophilen Agens) abhängig. Das Gesetz zeigt, daß sie einander proportional sind, der Proportionalitätsfaktor ist k_1 , die „Geschwindigkeitskonstante“ der Reaktion I. Ordnung:

$$-\frac{d[CR_3Y]}{dt} = \frac{d[CR_3X]}{dt} = k_1 \cdot [CR_3Y]$$

Da nur eine Molekelart die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmt, wurde dieser Reaktionstyp monomolekulare (oder unimolekulare) nucleophile Substitution S_N1 genannt. Wird fortgesetzt

An der Schwelle der modernen Chemie

Robert Boyle zum Gedächtnis

Von Dr. W. Gellendien, Düsseldorf-Holthausen

Die chemische Welt feiert mit diesem Jahr, von vielen Fachleuten gewiß unbeachtet, ein seltenes Jubiläum: vor 300 Jahren, im Jahre 1661, wurde der erste tragende Grundstein zu einer wahren chemischen Forschung oder, enger begrenzt und modern ausgedrückt, der Grundstein zu einer chemischen Grundlagenforschung gelegt. Ihr Ahnherr und ihr Erahner war der Engländer *Robert Boyle*. Seine Landsleute haben ihn zum „Father of Chemistry“ oder „Founder of modern Chemistry“ erhoben.

Das Signal, das er gab, erklang aus einem literarischen Werk, das von *Boyle* kurz „Sceptical Chymist“ genannt wurde. Der deutsche Titel lautet vollständig: „Der zweifelstüchtige Chemiker oder chemisch-physikalische Zweifelhaftheiten und Widersinnigkeiten.“ Dieses Buch erschien 1661 zunächst anonym, erregte bald in aller Welt größtes Aufsehen und wurde in viele Sprachen übersetzt. Die erste englische Ausgabe ist heute eine Seltenheit ersten Ranges, nur noch wenige Exemplare befinden sich in festen Händen.

Die Richtung, die *Boyle* einer künftigen Chemie wies, ist aus seinen Worten ersichtlich:

„Die Chemiker erblicken ihre Aufgabe in der Bereitung von Heilmitteln, in der Extraktion und Transmutation der Metalle. Ich habe versucht, die Chemie von einem ganz anderen Standpunkt aus zu behandeln, nicht wie dies ein Arzt oder Alchimist, sondern ein Philosoph zu tun hat.“

Hierin verblüffen allerdings einige Ausdrücke, die nur aus dem Geist der Zeit zu verstehen sind: wenn *Boyle* die Arbeitsweise der Ärzte verurteilt, so will er damit nur jene Iatro- oder Arzt-Chemiker treffen, die meist auf Abwege gerieten und Scharlatane waren, und wenn er den Chemiker zum Philosophen stempelt (der Universitätschemiker gehört auch heute meist noch zur philo-

460 An der Schwelle der modernen Chemie



sophischen Fakultät), so meint er damit nicht etwa den nur in Begriffen denkenden Theoretiker. Er ist ganz anderer Meinung; er sagt es einmal deutlich an einer Stelle, die seine wissenschaftliche Auffassung überhaupt umgrenzt:

„Läge den Menschen der Fortschritt der wahren Wissenschaft mehr am Herzen als eigene Interessen, dann könnte man ihnen leicht nachweisen, daß sie der Welt den größten Dienst leisten würden, wenn sie alle ihre Kräfte einsetzten, Beobachtungen zu sammeln und keine Theorie aufzustellen, ohne zuvor die darauf bezüglichen Erscheinungen geprüft zu haben.“

Das Experiment steht also bei ihm im Vordergrund, dann erst kommt die Theorie. Bis dahin verfuhr man oft umgekehrt oder verachtete gar das Experiment.

Das Leben

Der Lebensweg *Boyles* ist schnell erzählt, er ist frei von besonderen äußeren Ereignissen und Erschütterungen. Es ist das Leben eines mit materiellen Gütern gesegneten und deshalb unabhängigen, innerlich gefestigten, tiefgläubigen Menschen. Und doch lebte er in einer Zeit — von 1627 bis 1691 —, in der die Welt wahrlich unruhig war. Wir brauchen nur an den 30jährigen Krieg und seine Nachwehen zu denken. — Allerdings wurde England davon nicht unmittelbar betroffen. *Boyles* Vater war der *Earl* und spätere *Lord von Cork*, ein reichbegüterter irischer Adliger, den man „einen der größten Männer seines Zeitalters“ nannte. Man hat ihn in der Westminster-Abtei beigesetzt. Als er *Robert*, den siebenten Sohn von 14 Kindern aus der Taufe hob, faßte er den Beschluß, ihn Pfarrer werden zu lassen. Im Eton-College erhielt der Knabe eine gründliche Ausbildung, und in jungen Jahren unternahm er schon Reisen durch Frankreich, die Schweiz und Italien. 1643 nach England zurückgekehrt, fand er seinen Vater nicht mehr am Leben; ein großer Teil des väterlichen Vermögens war verloren. Dennoch blieb so viel, daß *Boyle* ohne Sorgen leben konnte. Er zog sich auf das Gut *Stallbridge* zurück und hier, in ländlicher Stille, fand er

Robert Boyle (Titelkupfer aus der Ausgabe seiner Werke von 1697).

An der Schwelle der modernen Chemie 461

ganz aus sich heraus den Weg von philosophisch-religiösen Betrachtungen zu physikalisch-chemischen Studien, die zu seiner Lieblingsbeschäftigung wurden und ihm den Lebenserfolg bringen sollten.

Später in Oxford und London kam er bald mit den bedeutendsten Gelehrten seines Landes in Berührung. Eine Gesellschaft unter dem wohl aus Zurückhaltung entstandenen Namen „Die Unsichtbaren“ (invisibles) nahm ihn als Mitglied auf. Diese Vereinigung gelehrter Männer wurde bei Karls II. Thronbesteigung zur Keimzelle der berühmten Königlichen Gesellschaft (*Royal Society*) in London. Ihr eigentlicher Gründer war ein Deutscher, der Gesandte der freien Hanse-Stadt Bremen, *Heinrich Oldenburg*. Seit 1665 gab die Gesellschaft die „Philosophical Transactions“ heraus. *Boyle* wurde ab 1680 ihr Präsident und ist es bis zu seinem Tode geblieben.

Doch verweilen wir noch ein wenig bei den religiösen Bestrebungen *Boyles*, auf die er offenbar nicht weniger Wert legte als auf seine chemischen Arbeiten. Seine naturwissenschaftlichen Betrachtungen haben sich daraus in einzigartiger Weise entwickelt. *Boyle* bemühte sich, hebräisch zu lernen, um die Bibel in der Originalsprache lesen zu können. Er übernahm die Leitung der „Körperschaft für die Verbreitung der Bibel in Neu-England“ und ließ die Bibel auf seine Kosten in verschiedene Sprachen übersetzen. Man kennt von ihm viele religiöse Abhandlungen; er förderte Missionsanstalten, die sich bis Indien erstreckten. Schließlich trug man ihm sogar ein Bistum an.

Es war für ihn, mit seinen eigenen Worten gesagt, ein Glaubensbekenntnis, „daß ein der experimentellen Wissenschaft ergebener Mann eher gefördert als gehindert wird, ein guter Christ zu sein.“

Mit seiner Person verfuhr *Boyle* recht pflichtig, um nicht zu sagen pedantisch. Nie soll er die Vorschriften für eine strenge Diät übertreten haben, sogar seine Kleidung regelte er nach dem Thermometer. Der unermüdeten Tätige besaß allerdings einen schwächlichen und empfindsamen Körper. Bis an sein Lebensende verband ihn ein inniges Verhältnis mit seiner Schwester, *Lady Ranelagh*. Sie verstand ihn und unterstützte mit großer Anteilnahme seine Bestrebungen. *Robert Boyle* hat, wie sein Vater, in der Westminster-Abtei seine letzte Ruhestätte gefunden.

„The Sceptical Chymist“

Der „skeptische Chemiker“ erschien 1661. Ursprünglich wurde das Buch in Dialogform verfaßt: Zwei Freunde unterhalten sich, *Eleuterius* und *Carneades*, von denen der erstere ein Peripathetiker oder Alchimist, der andere wohl *Boyle* selbst sein soll. Es ist nicht einfach, dieses Buch, selbst in der gekürzten deutschen Ausgabe, zu lesen. Vieles allerdings mutet heute ganz selbstverständlich an; dabei muß man aber bedenken, daß zu *Boyles* Zeit von Elementen oder einer Reaktion zwischen Elementen im heutigen Sinn noch nicht die Rede war;

), Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften“ Nr. 229, Übers. v. Eduard u. Moritz Färbler.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,



wenn Sie auf Umschlagseite 3 nach dem Boyle-Artikel der CLB-Geschichte den nächsten Artikel der CLB von 1961 anlesen, darf man staunen. Ein Thema, auf das erst Anfang April der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts hinwies (siehe ab Seite 158), erweist sich als Dauerbrenner: Die Ausbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern. In der 1961er CLB wird festgestellt: Die Hauptversammlung der GDCh 1961 bekam einen „besonderen Akzent durch Atomminister Prof. Dr. S. Balke, der mit seinen grundsätzlichen Ausführungen über die zukünftigen Aufgaben von Wissenschaft, Forschung und Unterricht gleichzeitig wieder einmal auf die Notwendigkeit naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Oberstufe – im Gegensatz zu dem im Rahmenplan der Kultusminister vorgesehenen Entwurf – hinwies.“ Vielleicht ahnte der studierte Chemiker Siegfried Balke und Nachfolger von Franz Josef Strauß in jenem Ministeramt ja schon, dass mangelnde Kenntnis über Technik und ihr Fortschreiten zu Angst und Ablehnung führt. Was er jedoch wohl nicht ahnte war, dass sowohl das Nichtbeachten solcher Ängste zu gesellschaftlichen Schäden führen kann. Ebenso können bei Ingenieuren und Wissenschaftlern Überschätzungen der eigenen Fähigkeiten auftreten, wenn sie zu sehr auf neu gewonnene Erkenntnisse vertrauen. Auch dies birgt Schadenspotenzial in sich.

Alle diese Entfaltungsmöglichkeiten in unserer modernen, komplex vernetzten und verschachtelten Welt lernt man erst jetzt besser erkennen und verstehen. Um dies auch ins Handeln umzusetzen ist dennoch weder Furcht noch Gottvertrauen gefragt, sondern – na, Sie wissen schon...

Das Umdenken hinsichtlich umweltschonender und energieeffizienter Systeme ist übrigens in der Industrie längst angekommen, wie ein Vortrag von Siemens-Forschungschef Reinhold Achatz wieder einmal bestätigte (siehe ab Seite 166). Er sagte in dem Vortrag an der RWTH Aachen, dass man in den Universitäten fachlich gut ausgebildet und auf den Beruf vorbereitet würde. Immer mehr Gewicht lege man bei der Einstellung aber auch auf fachübergreifendes Wissen, Fähigkeiten, im internationalen Team zu arbeiten, sowie in guten Kommunikationsfähigkeiten.

Nicht nur der naturwissenschaftliche Unterricht steht also vor großen Herausforderungen, sondern das Gesamtkonzept der Ausbildung. Es spiegelt sich darin ja nur die Komplexität unserer Umwelt wider. Und dass dies so schnell so drängend wird liegt sowohl an der extrem kurzen Zeit, in der wir Ressourcen verbrauchen, die die Erde über Jahrtausende angesammelt hat, als auch an dem exponentiellen Bevölkerungswachstum der vergangenen Jahrzehnte. Wollen wir anderen Menschen unseren Lebensstandard verweigern?

Um zu erkennen, welche Werte es mit unserer Umwelt u.a. zu erhalten gilt, nehmen Sie sich doch vielleicht einmal die Zeit und lesen das Buch der CLB-Autorin Veronika Meyer (ihr Artikel ab Seite 144). Sie ist begeisterte Bergsteigerin und hat ihre bisherige Lebenserfahrungen dazu in einem Buch veröffentlicht, das ich auf Seite 171 vorstelle. Erstaunliche 1000 Gipfel hat Frau Meyer bislang bezwungen, auch alle höchsten auf den sieben Erdteilen. Ich wünsche Ihnen, dass sie noch viele weitere schafft. In ihrem Buch verriet sie nämlich, dass Sie in diesen Tagen ihren 60. Geburtstag feierte; dazu herzlichen Glückwunsch – und Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wie gewohnt eine interessante Lektüre,

Ihr

INHALT

Aufsätze

- Im Chemikalienschrank – und im Weltraum
Aminosäuren und ihre Bedeutung für das Leben _____ 144
- Niedriger Aschegehalt, wenig flüchtige Bestandteile
und nahezu schwefelfrei
Aktivkohle aus Olivenkernen – ein Projektvorschlag für die Türkei ____ 152

Rubriken

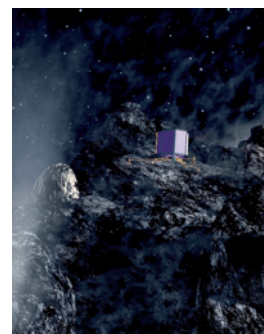
- Editorial _____ 137
Impressum _____ 139
F & E im Bild _____ 139
Unternehmen _____ 140
Personalia _____ 142

- Aktuelles Ereignis _____ 158
Illusionen rauben – durch guten MINT-Unterricht
102. Bundeskongress des MNU-Vereins
– mit Helmut Schwarz über Fullerene

- Umschau _____ 162
Passende Fanggeometrien und geänderte Resonanzen
Die Variationsvielfalt chemischer und biologischer Sensoren

- Umschau _____ 166
Technik für die Umwelt: Intelligent und verteilt
Siemens-Forschungschef über die Komplexität des Klimaschutzes

- Forschung und Technik _____ 169
Der neueste Stand _____ 170
Literatur _____ 171
Neue Produkte _____ 173
Bezugsquellenverzeichnis _____ 183
CLB-Geschichte _____ U2, U3



Zum Titelbild: Das Bild bezieht sich auf den Artikel über Aminosäuren ab Seite 144. In drei Jahren umfliegt die Raumsonde Rosetta den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko. Am 10. November 2014 soll deren Landegerät „Philae“ (Bild) auf dem Eiskern des Kometen landen und u.a. nach Aminosäuren suchen (Abb.: ESA).

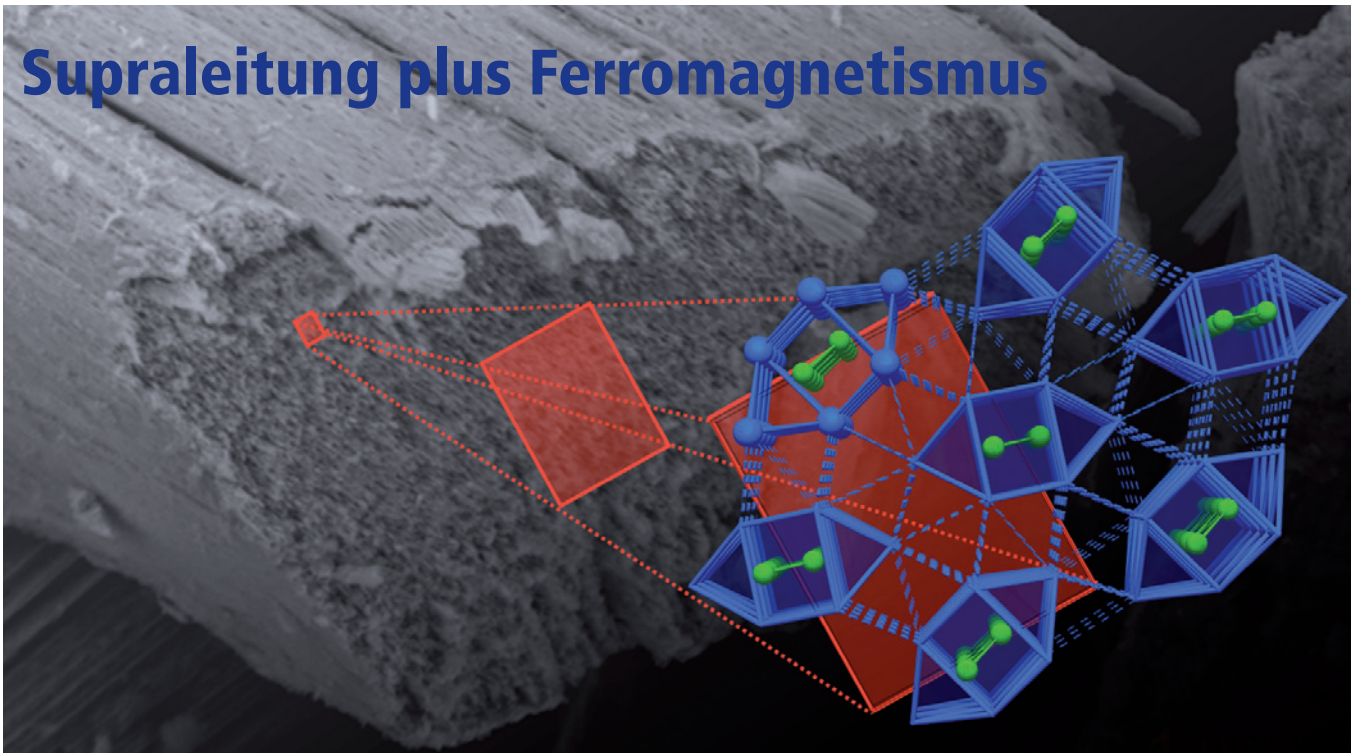
Erreichen & Erhalten

- Doppelte Menge: Treibhausgase aus Waldböden
Reaktiver Stickstoff verursacht in den Wäldern Europas
erheblich höhere Lachgas- Emissionen
als bisher vom Weltklimarat angenommen _____ 174

- „Kann Sauerstoff brennen?“
Denkanstöße mit inversen Flammen _____ 176

- Gensequenzierung in Diagnostik
Seltene Krankheit identifiziert – Baby geheilt _____ 182

Supraleitung plus Ferromagnetismus



Es gibt zahlreiche Materialien, die bei sehr niedrigen Temperaturen supraleitend werden. Allerdings steht diese Eigenschaft in Konkurrenz zum Ferromagnetismus, der Supraleitung in aller Regel unterdrückt. Nicht so bei der hier dargestellten Verbindung aus Wismut und Nickel Bi_3Ni : Hier stellten Forscher des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) und der TU Dresden fest, dass das Material in Faserform von nur wenigen Nanometern Durchmesser völlig andere Eigenschaften aufweist als größer dimensionierte Proben desselben Stoffes. Das überraschendste daran: Die Verbindung ist ferromagnetisch und supraleitend zugleich. Es ist damit einer von wenigen bislang bekannten Stoffen, der diese ungewöhnliche und physikalisch noch nicht vollständig erklärbare Kombination aufweist. Möglicherweise liegt im Wismut-3-Nickel eine besondere Form der Supraleitung vor. Die nanoskalige Ausdehnung und die spezielle Form der intermetallischen Verbindung – nämlich winzige Fasern – sind dafür verantwortlich, dass sich die physikalischen Eigenschaften des unter Normalbedingungen nicht magnetischen Stoffes stark verändern. Das Bild zeigt eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Bündels aus parallel angeordneten Bi_3Ni -Fasern. Grafisch dargestellt: Das Atomgerüst aus Wismut- (blau) und Nickelatomen (grün; Abb.: HZDR).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.
© 2011 Agentur und Verlag Rubikon
Rolf Kickuth

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik
Einzelheft – außerhalb des Abonnements
– 14,00 Euro, im persönlichen Abonne-
ment jährlich 109,00 Euro zuzüglich Ver-
sandkosten; ermäßigter Preis für Schüler,
Studenten und Auszubildende (nur ge-
gen Vorlage der Bescheinigung) jährlich
79,45 Euro zuzüglich Versandkosten, in-
kl. 7% MWSt. Ausland sowie Firmenbzw.
Bibliothekenabonnements auf Anfrage.
Bezug durch den Buchhandel und den
Verlag. Das Abonnement verlängert sich
jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8
Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kün-
digung erfolgt.

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

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

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

BASF und Petronas starten eine Machbarkeitsstudie über eine neue Anlage für Superabsorber. Beide Unternehmen haben außerdem beschlossen, eine Erweiterung der bestehenden Produktionskapazitäten des Gemeinschaftsunternehmens BASF Petronas Chemicals zu prüfen.

AVEBE, Foxhol, Niederlande und das Pflanzenbiotechnologie-Unternehmen BASF Plant Science, Limburgerhof, Deutschland, haben jetzt den nächsten Schritt in ihrer Kooperation zur Entwicklung und Vermarktung von Amylopektinstärke-Kartoffeln bestätigt. BASF Plant Science hat die von AVEBE entwickelte gentechnisch optimierte Amylopektinstärke-Kartoffel Modena übernommen. Modena befindet sich momentan im Genehmigungsverfahren für die kommerzielle Nutzung in Europa.

Graffinity Pharmaceuticals GmbH, Heidelberg, ein Mitglied der Novalix-Gruppe, geht in der Forschung eine Zusammenarbeit mit der Shionogi & Co., Ltd. in Osaka, Japan, ein.

Novozymes partner Mossi & Ghisolfi Group (M&G) beginnt den Bau der weltweit ersten Zellulose-Ethanol-Anlage für die Produktion in kommerziellem Maßstab. Die Anlage wird rund 50 000 Kubikmeter Ethanol pro Jahr aus Weizenstroh, Energiepflanzen und anderen Quellen von Biomasse produzieren. Der Preis des Ethanols soll wettbewerbsfähig zu Benzin sein.

BIS Salamis, die britische Tochtergesellschaft von Bilfinger Berger Industrial Services (BIS Group), verzeichnet Auftragseingänge im Gesamtwert von 200 Millionen Euro in den zurückliegenden Monaten aus der Öl- und Gasindustrie. Mit Sitz im schottischen Aberdeen hat sich BIS Salamis auf Offshore-Einsätze in der Nordsee spezialisiert. Auftraggeber sind u.a. AJS, ein Joint Venture von Amec, Jacob und Stork Industry Services, und CNR International.

Lanxess bringt erstmals ein natürliches Produkt auf den Markt: Natural Choice ist ein innovativer Geschmacksstoff, der zusätzlich die Haltbarkeit von Getränken erhöht. Einsatzbereiche sind saftige Erfrischungsgetränke wie stille Limonaden oder isotonische Durstlöscher. Natural Choice ist eine fruchtig zitronig schmeckende Formulierung, die zu 100 Prozent aus natürlichen Inhaltsstoffen besteht. Die Hauptbestandteile sind Zitrusfruchtschalenöl, Lecithin und Bienenwachs.

Leica Microsystems und Definiens gaben jetzt eine gemeinsame Vermarktung im Bereich der Wirkstoffforschung bekannt. Die Zusammenarbeit ergänzt die Erfassung von Konfokaldaten durch hoch entwickelte Bildanalysefunktionalität im Bereich des High-Content-Screening. Außerdem lizenziert Leica Microsystems Patente für die digitale Pathologie von Olympus.

3 neue Anlagen, 1 Unternehmen Aktivitäten von Evonik Industries

Bei Evonik Industries, Essen, gibt es eine Reihe von Neuigkeiten: Drei neue Anlagen, ein Firmenaufkauf.

So plant man den Bau einer Anlage zur Herstellung von Katalysatoren für die Biodieselproduktion in Argentinien. Die Basisplanung für die Anlage mit einer Jahreskapazität von über 60 000 Tonnen ist abgeschlossen. Mit dem Bau soll im Juli 2011 begonnen werden. Nach Fertigstellung bis spätestens Ende 2012 wird die Anlage gebrauchsfertige Alkoholate als Katalysatoren für die Produktion von Biodiesel aus nachwachsenden Rohstoffen liefern.

Zudem errichtet das Unternehmen eine Verbundanlage für organische Spezialtenside am Standort Schanghai, China. Die Verbundproduktion mit einem Investitionsvolumen im oberen zweistelligen Millionen-Euro-Bereich soll Mitte 2013 in Betrieb gehen. Die verschiedenen Spezialtenside auf Basis nachwachsender Rohstoffe werden vor allem für Kosmetik und Wäschepflegemittel sowie für industrielle Anwendungen eingesetzt.

An seinem Standort Antwerpen, Belgien, hat Evonik eine neue Anlage für die Produktion von hochreinem Isobuten in Betrieb genommen. Die Anlage kann bis zu 110 000 Tonnen Isobuten pro Jahr herstellen und ist in die C4-Verbundproduktion am Standort

integriert. Mit der Investition eines hohen zweistelligen Millionenbetrags verdreifacht Evonik seine Isobuten-Kapazität. Aus Isobuten entsteht beispielsweise Butylkautschuk, der unter anderem als luftundurchlässige Innenbeschichtung für Autoreifen dient.

Nicht zuletzt hat Evonik einen Kaufvertrag zum Erwerb der Hanse Chemie-Gruppe geschlossen. Die Akquisition der Gruppe, bestehend aus der Hanse Chemie AG und der Nanoresins AG, ermöglicht dem Essener Unternehmen den raschen Eintritt in weitere Märkte für Spezialanwendungen der Siliconchemie. Über den Kaufpreis der Transaktion wurde Stillschweigen vereinbart. Die Transaktion steht noch unter Gremien-Vorbehalt.

Die Hanse Chemie-Gruppe hat ihren Stammsitz in Geesthacht bei Hamburg. Hier werden hochwertige Komponenten und Rohstoffe für die Herstellung von z.B. Dicht- und Klebstoffen sowie Form- und Vergussmassen produziert. Die Siliconprodukte der Hanse Chemie AG finden ihre finale Anwendung z.B. im Baubereich, dem Automobilbau, der Dentaltechnik und in Photovoltaikanlagen. Die Nanomaterialien auf Silicatbasis sowie die weiteren Spezialitäten der nanoresins AG finden z.B. Eingang in hochkratzfeste Lacke, Klebstoffe, Faserverbundwerkstoffe und Vergussmaterialien.

Witec gewinnt den Pittcon Editors Gold Award 2011

Das Abbildungssystem True Surface Microscopy des Ulmer Mikroskop-Spezialisten Witec hat auf der amerikanischen Analytik-Messe Pittcon 2011 die höchste Auszeichnung, den Pittcon Editors Gold Award, gewonnen. Der Editors Award wird von den mehr als 150 bei der Pittcon akkreditierten Fachjournalisten vergeben und zeichnet die wichtigste auf der Messe vorgestellte technologische Neuentwicklung aus. True Surface Microscopy soll die Journalisten vor allem dadurch überzeugt haben, dass Raman Imaging an großen, rauen oder schrägen Proben einfacher als bisher durchgeführt werden könne.

Deutsche Biotech-Branche auf Wachstumskurs

Ernst & Young: Deutscher Biotechnologie-Report 2011

Die deutsche Biotech-Branche ist wieder auf Wachstumskurs: Im Jahr 2010 konnte das so genannte Kernsegment, also Biotech-Unternehmen, die ihren Stammsitz in Deutschland haben, den Umsatz um sieben Prozent auf 1,06 Milliarden Euro Umsatz steigern.

Auch die Zahl der Beschäftigten stieg – um zwei Prozent auf gut 10 000 – während die Zahl der Unternehmen mit 400 weiterhin stabil auf dem Niveau des Vorjahres (399) lag. Die Finanzierungssituation der Branche hat sich im vergangenen Jahr gemessen an den Investitionsvolumina wieder deutlich verbessert, bleibt aber angespannt. Zu diesen Ergebnissen kommt der zwölfte deutsche Biotechnologie-Report der Prüfungs- und Beratungsgesellschaft Ernst & Young.

Im Vergleich zu 2009 stiegen die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) um vier Prozent auf 809 Millionen Euro. „Das ist ein wichtiges Signal. Es zeigt, dass die Biotech-Branche als Innovationsmotor wieder Fahrt aufnimmt“, stellt Siegfried Bialojan, Leiter des Life Science Industriezentrums bei Ernst & Young und Autor der Studie, fest.

Insgesamt ist die Zahl der Wirkstoffe in der Medikamenten-Entwicklung bei den deutschen Biotech-Unternehmen um zwei Prozent auf 344 gestiegen. In der aus Wertschöpfungssicht wichtigen klinischen Prüfung – also in den Phasen I bis III – befinden sich derzeit mit 151 Wirkstoffen deutlich mehr Projekte als im Vorjahr (141) – eine Zunahme um sieben Prozent. Drei Produkte befanden sich 2010 in der Zulassungsphase (2009: 2), neue Zulassungen waren allerdings nicht zu verzeichnen, nachdem im Jahr 2009 drei neue Medikamente den Markt erreicht hatten. „Deutsche Biotech-Unternehmen stellen damit ihr Innovationspotenzial unter Beweis“, kommentiert Bialojan. „Sie

übertreffen mit diesen Zahlen die anderen europäischen Länder nicht nur bei der Wachstumsdynamik (2,4 Prozent in Europa) sondern auch hinsichtlich der Fokussierung auf bestimmte Krankheiten – vor allem Krebs – sowie auf moderne biologische Medikamentenansätze wie zum Beispiel monoklonale Antikörper“.

Finanzierung erreicht nahezu Vorkrisenniveau

Gemessen an der Höhe der Investitionen hat sich die Finanzierungssituation der deutschen Biotech-Branche im Jahr 2010 nach zwei Krisenjahren signifikant verbessert. Im Jahr 2007 waren noch 456 Millionen Euro in die Branche geflossen, 2008 war die Eigenkapitalfinanzierung dann zunächst um 45 Prozent und 2009 um weitere 46 Prozent eingebrochen. 2010 brachte hingegen eine deutliche Trendwende: Mit 421 Millionen Euro an Eigenkapital flossen rund 200 Prozent mehr als im Vorjahr in die Branche. Damit hat die Finanzierung inzwischen wieder etwa 90 Prozent des Vorkrisenniveaus erreicht.

Am meisten investierten Risikokapitalgeber in die deutsche Biotech-Branche: 279 Millionen Euro – 244 Prozent mehr als im Vorjahr – flossen in nicht gelistete Biotechnologie-Unternehmen. Börsennotierte Gesellschaften konnten 143 Millionen Euro an zusätzlichem Kapital aufnehmen – ein Plus um immerhin 164 Prozent gegenüber 2009.

Wie in Deutschland hat sich auch in Europa der Zufluss von Risikokapital in die Branche erhöht – um ein Drittel auf 1014 Millionen Euro. Anders als in Deutschland war europaweit allerdings ein, wenn auch nur minimaler, Rückgang bei Sekundärfinanzierungen börsennotierter Unternehmen zu verzeichnen: von 1,35 auf 1,33 Milliarden Euro. Gleichzeitig gelang es aber, bei zehn Börsengängen insgesamt 165 Millionen Euro aufzunehmen.

In Deutschland gab es hingegen seit 2006 keinen Biotech-IPO mehr.

Trotz der insgesamt sehr erfreulichen Zahlen leidet die Branche aber nach wie vor unter erheblichen Finanzierungsproblemen. Die Zahl der klassischen Venture Capital Fonds ist rückläufig, und das Fund Raising ist nach wie vor extrem schwierig. „Die Finanzierungssituation der Branche bleibt angespannt“, gibt Bialojan zu bedenken. „Der größte Teil des investierten Kapitals ging 2010 in wenige große Finanzierungsrunden – meist unter Beteiligung der beiden Family Offices Strüngmann und Hopp – sodass für die breite Masse vieler junger und kleinerer Unternehmen die Erholung noch nicht spürbar ist. Für die Branche bleibt somit die Finanzierung eine der Kernherausforderungen der kommenden Jahre“.

Transaktionen nehmen zu

Transaktionen haben in den letzten Jahren – auch aufgrund massiver Veränderungen in der Pharmaindustrie – an Bedeutung zugenommen. Vor allem im Zusammenhang mit den erschwerten Finanzierungsbedingungen setzen Biotech-Unternehmen stärker auf die Zusammenarbeit mit Partnern in unterschiedlichen Geschäftsmodellen. In Deutschland haben daher Allianzen zwischen Biotech- und Pharma-Unternehmen 2010 zugenommen. Vor allem gab es mehr Auslizenzierungen von Technologien sowie Dienstleistungsverträge. „Besonders erfreulich ist, dass Kollaborationen zur gemeinsamen Produktentwicklung auch bereits in früheren Phasen gelingen“, erläutert Bialojan. „Dies zeigt erneut die Innovationskraft der deutschen Biotech-Unternehmen, die vor allem aufgrund innovativer Technologieentwicklungen attraktive Allianzen aushandeln konnten“. Der Vertrag zwischen Cellzome und GlaxoSmithKline sei ein herausragendes Beispiel für eine frühe Partnerschaft mit erheblichem Potenzial.

BAYER Dr. Günter Bachlechner (54) wird neuer Forschungsleiter bei Bayer Technology Services (BTS). Er war bislang Leiter Research Technologies im Bereich Research bei Bayer CropScience und ist Nachfolger von Dr. Helmut Mothes, der am 1. Juli in den Ruhestand geht. Bachlechner wurde in Villach geboren und studierte Chemie in Wien.

DEUTSCHE KREBSHILFE Fritz Pleitgen (73), Journalist und langjähriger WDR-Intendant, ist zum neuen ehrenamtlichen Präsidenten der Deutschen Krebshilfe gewählt worden. Er wird die gemeinnützige Organisation in den nächsten fünf Jahren repräsentieren. Der Reporter, Moderator und Rundfunkmanager hat sich in der Vergangenheit stark für soziale, kulturelle und humanitäre Belange engagiert.

EPTA Die European Pultrusion Technology Association (EPTA) hat **Dr. Luigi Giamundo**, ATP srl, als Vorsitzender in seinem Amt bestätigt. Uwe Kassens, Röchling Engineering Plastics KG, steht nicht mehr zur Verfügung. Sein Nachfolger ist **Dr. Michael Janssen**, ebenfalls von der Firma Röchling. Neu in den Vorstand gewählt wurde außerdem **Dr. Rüdiger Bräuning**, Fraunhofer ICT. Alle anderen Vorstandsmitglieder wurden im Amt bestätigt.

FRT Die Fries Research & Technology GmbH bietet 3D-Oberflächenmesstechnik für die Forschung und Produktion. Wolfgang Melzig (47), Maschinenbauer und seit 1999 im internationalen Vertrieb tätig, wurde neuer Leiter Vertrieb bei dem Unternehmen aus Bergisch Gladbach. Bis dato wurde diese Aufgabe vom Geschäftsführer Dr. Thomas Fries in Personalunion erfüllt.

HUBER Firmengründer **Peter Huber**, bisheriger Geschäftsführer der Peter Huber Kältemaschinenbau GmbH, hat sich aus dem operativen Tagesgeschäft zurückgezogen,



um als Aufsichtsratsvorsitzender auch in Zukunft die Entwicklung des Unternehmens mitzugestalten. Das Unternehmen wird von den Söhnen **Daniel und Joachim Huber** fortgeführt, beide sind bereits langjährig als Geschäftsführer der GmbH tätig.

JUGEND FORSCHT Neuer Geschäftsführer der Stiftung Jugend forscht e. V. in Hamburg ist **Dr. Sven Baszio**. Der 44-Jährige Biologe und Informatiker war bislang als Leiter des Europareferats bei der Alexander von Humboldt-Stiftung tätig. Er folgt auf Dr. Jörg F. Maas, der als neuer Hauptgeschäftsführer der Stiftung Lesen nach Mainz gewechselt ist.

NEUROTUNE AG Das biopharmazeutische Unternehmen aus der Schweiz sucht nach Wirkstoffkandidaten für Krankheiten des menschlichen Nervensystems. **Dr. Armin W. Mäder** (M.B.A. und PhD in Molecular Biology und Biophysics), bisher CFO von Neurotune, wird neuer CEO und damit Nachfolger von Dr. Bruno Oesch.

RUB Prof. Dr. Martina Havenith-Newen (48), Inhaberin des Lehrstuhls für Physikalische Chemie der Ruhr-Universität Bochum, ist in den österreichischen Wissenschaftsrat berufen worden. Die 12 Mitglieder des Wissenschaftsrats beraten das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, die gesetzgebenden Körperschaften und die Universitäten in Fragen der Wissenschaftspolitik sowie zur Beobachtung und Analyse des österreichischen Universitätssystems. Die Amtszeit der Wissenschaftsräte beträgt sechs Jahre.

SYNOTECH GMBH Der Elektro- und Nachrichtentechniker **Dipl. Ing. Thomas Ebi** hat die Geschäftsführung der Synotech Sensor und Meßtechnik GmbH übernommen. Er löst damit Manfred Vieten, den langjährigen Geschäftsführer und Mitbegründer der Synotech ab.

EHRUNGEN

Prof. Dr. Thomas Heinze (53) von der Friedrich-Schiller-Universität Jena erhielt von der American Chemical Society (ACS) den mit 3000 US-Dollar dotierten „**Anselme-Payen-Award**“ 2010. Der mit Preis wird jährlich von der ACS für Leistungen in der Zellulose-Forschung vergeben und ist die bedeutendste Auszeichnung auf diesem Gebiet. Heinze forscht seit fast 20 Jahren auf diesem Gebiet. Die ACS ist mit mehr als 160 000 Mitgliedern die größte wissenschaftliche Vereinigung der Welt. Der Preis ist nach dem französischen Chemiker und Entdecker der Zellulose Anselme Payen (1795-1871) benannt.

Die Europäische Geowissenschaftliche Union EGU hat die **Alfred-Wegener-Medaille 2011** an den Bremer Meeresforscher **Prof. Gerold Wefer** verliehen. Mit der Auszeichnung ist für den Direktor des „Marum“ auch eine Ehrenmitgliedschaft in der EGU verbunden. Mit der Medaille werden Wissenschaftler gewürdigt, die auf den Gebieten der Atmosphären- und Ozeanwissenschaften sowie der Hydrologie, das heißt der Wissenschaft von den Wasserkreisläufen, international Außergewöhnliches geleistet haben. hat mehr als 200 wissenschaftliche Aufsätze sowie mehrere Bücher verfasst.

Mit dem „Arbeitssicherheits-Oscar“ der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) werden Ideen rund um die betriebliche Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz ausgezeichnet. Die 16 Preisträger des **Förderpreises Arbeit • Sicherheit • Gesundheit 2011** wurden mit einer Gesamtgewinnsumme von 100 000 Euro für ihre Ideen belohnt. Von 991 Teilnehmern mit 445 Beiträgen erhielten 40 für ihre kreative Arbeit 15 Sonder- und Förderpreise. Darüber hinaus wurde ein branchenübergreifender Förderpreis für die innovativste Umsetzung der Präventionskampagne „Risiko raus!“ vergeben.

Zwei Chemiker erhielten den mit je 10 000 Euro dotierten **Eugen und Ilse Seibold-Preis 2011: Prof. Gerhard Erker** von der Universität Münster und der an der Universität Nagoya tätige **Prof. Kazuyuki Tatsumi** werden als Mittler zwischen Japan und Deutschland und als nachhaltige Förderer der Wissenschaft ausgezeichnet. Das Forscherduo rief das erste japanisch-deutsche Graduiertenkolleg „Komplexe chemische Systeme: Design, Entwicklung und Anwendungen“ ins Leben, das die DFG und die Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) gemeinsam seit 2006 fördern.

Mit der Verleihung der **Clemens-Winkler-Medaille** würdigte die GDCh-Fachgruppe Analytische Chemie das Lebenswerk von **Prof. Dr. Reiner Salzer** (69), Leipzig. Salzer's Arbeitsgebiete waren die Früherkennung von Erkrankungen durch molekulares Monitoring, die Untersuchung von Polymeren mit biologisch-aktiven Funktionen und die schnelle Paralleldetektion in der kombinatorischen Synthese, Katalyse und Biokatalyse durch spektrales Imaging.

Der mit 2000 Euro dotierte **Preis der Fachgruppe Analytische Chemie** ging an **Dr. Nina Käp- pel**, BASF SE, Ludwigshafen. Die 31jährige Chemikerin wurde für ihre Forschungsarbeiten in der Nahrungsmittelanalytik und ihre Aufgaben im industriellen Kompetenzzentrum Analytik der BASF ausgezeichnet. Sie entwickelt und optimiert Analysenmethoden, bearbeitet analytische Fragestellungen in der Qualitätskontrolle und hilft, standortübergreifend den Analytikverbund zu optimieren.

Der von der Merck KGaA, Darmstadt, finanziell mit 1500 Euro ausgestattete **A.M.S.El.** (Arbeitskreis für Mikro- und Spurenanalyse der Elemente und Elementspezies)-**Preis** ging an die 30jährige Lebensmittelchemikerin **Jessica Köster**, die am Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften (ISAS) in Dortmund arbeitet. In ihrer neuesten Publikation "Isoelectric focu-

sing of small non-covalent metal species from plants" beschäftigt sich Köster mit der Bestimmung nicht kovalent gebundener, niedrigmolekularer Metallspezies, was bislang äußerst schwierig war.

Der Deutsche Arbeitskreis für Angewandte Spektroskopie (DASp) in der GDCh-Fachgruppe Analytische Chemie verleiht den von der PerkinElmer LAS (Germany) GmbH, Rodgau, mit 2500 Euro ausgestatteten **Bunsen-Kirchhoff-Preis** für Analytische Spektroskopie an **Dr. Daniel Pröfrock**. Der 36jährige Preisträger arbeitet am Helmholtz-Zentrum in Geesthacht im Institut für Küstenforschung, Abteilung Marine Bioanalytische Chemie. Er wird ausgezeichnet für seine Arbeiten zur Detektion von Biomolekülen unter Verwendung kovalent gebundener Heteroatome sowie zur Entwicklung von miniaturisierten chromatographischen Techniken und deren Kopplung mit massenspektrometrischen Verfahren.

Prof. Jan Schwab von der Klinik für Neurologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin hat für seine Forschungen zu den körpereigenen Vorgängen, die eine Entzündungsreaktion beenden, den mit 10 000 Euro dotierten **Novartis-Preis** für therapierelevante pharmakologische Forschung erhalten. Der experimentelle Neurologe konnte erstmals nachweisen, dass vor allem aktive, entzündungslösende Lipidmoleküle, sogenannte Resolutionsagonisten, für das Ende einer Entzündung maßgeblich sind. Die Entdeckung ermöglicht neben der klassischen, entzündungshemmenden Behandlungsmethode (z.B. mit Cortison) eine neue, komplementäre Behandlungsstrategie, die mittels identifizierter Resolutionsagonisten funktioniert. Das hat den Vorteil, dass die Entzündung aktiv aufgelöst wird, ohne die Immunkontrolle durch die Lymphknoten zu gefährden. Es bieten sich insbesondere neue Therapiemöglichkeiten bei Krankheiten, die von andauernden Entzündungsreaktionen begleitet werden.

Dr. Svetlana Schauermann (35), Fritz-Haber-Institut der MPG, wurde von der Deutschen Gesellschaft für Katalyse mit dem **Jochen-Block-Preis 2011** ausgezeichnet. Sie erhielt den Preis für ihre Arbeit über die Kinetik und die Thermodynamik der Reaktion von Kohlenwasserstoffen mit Wasserstoff an Modellkatalysatoren. Der Jochen-Block-Preis ist mit 3000 Euro dotiert und wird in unregelmäßigen Abständen an Nachwuchswissenschaftler verliehen, die grundlegende und originelle Untersuchungen auf dem Gebiet der Katalyse durchgeführt haben.

Dr. Marc von Hobe und sein Projektmanagement Team vom Forschungszentrum Jülich wurden mit dem „**FRP. NRW Award**“ ausgezeichnet. Wissenschaftsministerin Svenja Schulze überreichte den mit insgesamt 90 000 Euro dotierten Preis in Düsseldorf. Weitere Preisträger sind **Prof. Sabina Jeschke** von der RWTH Aachen und **Prof. Christian Rehtanz** von der TU Dortmund. Der erstmals verliehene Preis soll Forscherinnen und Forscher in NRW ermutigen, sich an europäischen Forschungsprogrammen zu beteiligen. Marc von Hobe erhielt den Preis für das Projekt RECONCILE, das er koordiniert und zu dem 17 Partner aus acht Ländern gehören. Das Projekt befasst sich mit dem Klimawandel in Zusammenhang mit dem polaren Ozonabbau. Die beteiligten Wissenschaftler wollen unter anderem die Vorhersagen in Bezug auf die Entwicklung der Ozonschicht und den zu erwartenden Klimawandel in der Stratosphäre verbessern. Dazu unternahmen sie unter anderem Flugzeugmessungen im arktischen Winter 2009 / 2010. Auch in diesem Winter waren Jülicher Atmosphärenforscher mit Messungen aktiv. Ein Ballonteam um Dr. Fred Stroh war bis vor wenigen Tagen in Nordschweden, um die aktuellen Verhältnisse in der Stratosphäre der Arktis genauer zu untersuchen. Zurzeit werden die höchsten Ozonverluste über der Arktis seit Beginn regelmäßiger Satellitenmessungen beobachtet.

Im Chemikalienschrank – und im Weltraum

Aminosäuren und ihre Bedeutung für das Leben

Veronika R. Meyer, St. Gallen; Rolf Kickuth, Gaiberg



Abbildung 1: Blick in den Chemikalienschrank, wo die Aminosäuren einträchtig beieinander lagern (Foto: Meyer).

In manchem Chemikalienschrank stehen die Aminosäuren, welche die Peptide und Proteine aller Lebewesen aufbauen, in Reih und Glied (Abbildung 1). Eine Tatsache, die dazu verleitet, ein wenig über die Eigenschaften der Aminosäuren nachzudenken und sich über die Pfade der Evolution zu wundern – oder zu freuen.

Die Autoren

Dr. Veronika R. Meyer, Jahrgang 1951: Chemikerin mit Promotion in analytischer Chemie an der Universität Bern. Habilitation 1996 und Lehrtätigkeit ebenda. Autorin von Lehrbüchern zur HPLC. Interessensgebiete sind analytische Chemie, insbesondere Chromatographie, Qualitätssicherung, Messunsicherheit (und Bergsteigen). Sie ist Projektleiterin an der EMPA St. Gallen.

Rolf Kickuth ist Verleger der CLB. Schon während seines Chemiestudiums war er wissenschaftsjournalistisch tätig. Er war später Chefredakteur des Informatik Spektrum, der Zeitschrift der Gesellschaft für Informatik. Sein besonderes Interesse gilt den Möglichkeiten, die sich durch die Technik in Verbindung mit dem Menschen auftun (Hirn-Schnittstellen, -Simulationen).



Ich öffne die Schranktür, und vor mir sind sie alle vereinigt – die 20 Aminosäuren, welche die Proteine der Lebewesen aufbauen. Diese proteinogenen Aminosäuren werden durch Codons des genetischen Materials kodiert. Sie werden daher als kanonische Aminosäuren oder auch als Standardamino-säuren bezeichnet.

Einige Verwandte haben sich auch dazu gesellt: Citrullin etwa, oder Gamma-Aminobuttersäure. Unscheinbare weiße Pulver, verpackt in weiße Kunststoff-dosen, korrekt etikettiert und mit vielen Informationen wie Molekülmasse oder optischer Drehung versehen. „Chemie“ der sanften Art, denn Aminosäuren sind nicht nur nicht giftig – einige dieser Pulver sind sogar „essentiell“, das heißt, sie sind unverzichtbare Nahrungsbestandteile, weil unser Körper sie nicht selbst herstellen kann.

Beinahe ehrfürchtig stehe ich vor dem Schrank. Etwa 15 Prozent meiner 55 Kilogramm Lebendgewicht sind daraus synthetisiert und konstruiert: Proteine bilden Haut und Sehnen, sie finden sich in der Knochensubstanz, sie sind wichtige Transportvehikel im Blut (Albumin! Hämoglobin!), sie fungieren als Enzyme (Alkoholdehydrogenase! damit man auch einmal ein Glas Wein ohne Schaden genießen kann); manche Peptide fungieren als Hormone (Insulin!). Viele weitere Funktionen der aus Aminosäuren gebildeten Moleküle sind mir gar nicht bewusst.

Haben Sie die Aminosäuren auch einmal gelernt (oder lernen müssen)? Es sind asymmetrische, also chirale Moleküle, an deren zentrales Kohlenstoffatom vier verschiedene Atome oder Gruppen gebunden sind: ein Wasserstoffatom, eine Carbonsäuregruppe $-\text{COOH}$ (je nach pH-Wert der Umgebung auch $-\text{COO}^-$), eine Aminogruppe $-\text{NH}_2$ (oder $-\text{NH}_3^+$) und ein Rest R (Abbildung 2). Je nach diesem Rest kann man einteilen:

- Höchst einfach: $\text{R} = \text{H}$, das gibt $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ oder Glycin.

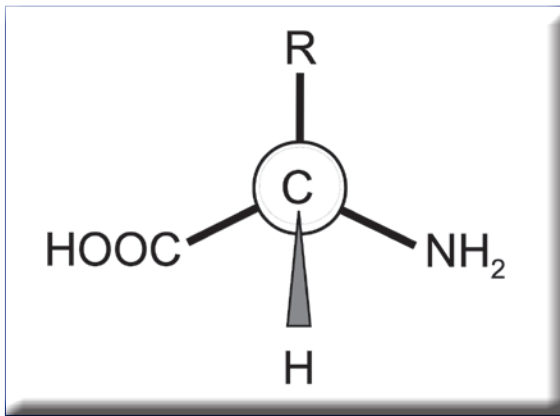


Abbildung 2: L-Aminosäuren haben die hier gezeigte Konfiguration. Wären die Plätze von Amino- und Carbonsäuregruppe vertauscht, so läge eine D-Aminosäure vor.

- Aliphatisch, apolar: Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Prolin. Letzteres ist ein Spezialfall, besitzt es doch einen fünfgliedrigen Ring, der aus dem zentralen Kohlenstoff, drei CH_2 -Gliedern und dem Stickstoff der Aminogruppe besteht. Diese kanonische Aminosäure Prolin besitzt, im Gegensatz zu den anderen kanonischen Aminosäuren, keine primäre, sondern eine sekundäre Aminogruppe, und wird daher auch als sekundäre Aminosäure bezeichnet.
- Aromatisch: Phenylalanin, Tyrosin, Tryptophan.
- Mit einer zweiten Carbonsäuregruppe: Asparaginsäure, Glutaminsäure.
- Basisch dank einer zweiten Aminogruppe: Lysin, Arginin, Histidin (letzteres ebenfalls mit Fünfring).
- Neutral, aber mit Heteroatomen: Asparagin, Glutamin, Threonin, Serin, Cystein, Methionin (die beiden letzteren mit Schwefel).

Davon sind nur acht Aminosäuren essentiell (für Schwangere und Kinder sind es zehn), die übrigen kann der Körper selber synthetisieren. Was die essentiellen betrifft: Man muss nicht Fleisch essen, um sich mit ihnen zu versorgen, das geht bestens auch mit vegetarischer Ernährung. Ein Problem kann es allerdings in Landstrichen geben, wo Mais das Hauptnahrungsmittel bildet, denn er ist arm an den essentiellen Aminosäuren Lysin und Tryptophan.

Aminosäuren diktieren die Struktur der Peptide und Proteine

Wie man mit den 26 Buchstaben unserer Schrift jeden denkbaren Text (wie auch die noch nicht geschriebenen, in der Zukunft entstehenden) verfassen kann, so lassen sich mit den 20 erwähnten Aminosäuren beliebig viele Peptide und Proteine

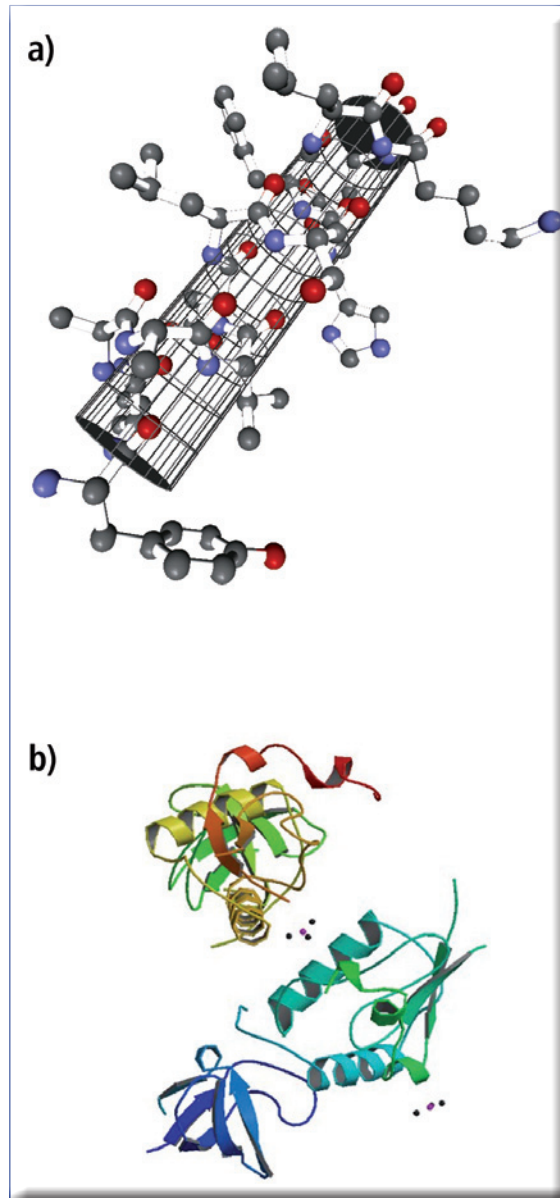


Abbildung 3: Darstellung einer α -Helix (a) als Teil eines Proteinkomplexes (siehe diesen in (b); Komplex gemäß: Lee, C. H., Saksela, K., Mirza, U. A., Chait, B. T., Kuriyan, J.: Crystal structure of the conserved core of HIV-1 Nef complexed with a Src family SH3 domain. Cell 85 pp. 931 (1996)).

zusammenbauen, indem Amino- und Carbonsäurefunktionen miteinander zu Amidien kondensieren und dabei die so genannte Peptidbindung bilden. Dabei entstehen weder zufällige noch langweilige dreidimensionale Strukturen, sondern komplexe und raffinierte Gebilde, wie etwa die erwähnten Enzyme. Die „Form“ oder Struktur von Proteinen lässt sich allerdings auch heute nicht aus der Aminosäuresequenz voraussagen, nicht einmal mit bester Rechnerleistung, bloß einzelne Teile davon:

- Am häufigsten finden sich schraubenförmige Strukturen, α -Helices mit 3,6 Aminosäure-Einheiten pro Windung (Abbildung 3). Sie werden durch interne Wasserstoffbrücken stabilisiert.

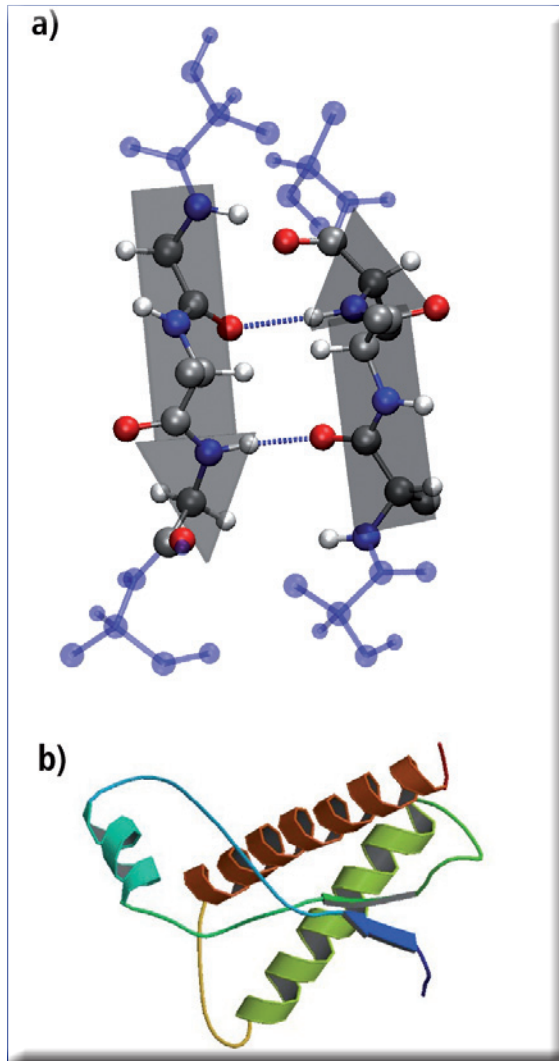


Abbildung 4: Sekundärstrukturelement eines Proteins: Darstellung eines antiparallelen β -Faltblattes (a). Die Atome der beteiligten Aminosäuren sowie die Wasserstoffbrücken sind undurchsichtig dargestellt. In Proteinstrukturen werden β -Faltblätter oft als Pfeile dargestellt. Ein Pfeil entspricht einem Strang des Faltblattes. Mehrere Pfeile zusammen, die über Turns oder Loops verknüpft sind, bilden erst die Faltblattstruktur. Die Pfeile zeigen dabei in Richtung des Carboxyl-Terminus, um die Struktur des Faltblattes wiederzugeben. Die Grafik wurde nach dem Rinder-Prion-Protein gestaltet (siehe Teil b. Neben dem im Bild vorherrschenden Helices ist auch eine Faltblattstruktur gekennzeichnet. Abbildung a: Olaf Lenz; Abbildung b: Lopez-Garcia, F., Zahn, R., Riek, R., Wuthrich, K.).

- Liegen zwei Aminosäureketten nebeneinander, die in entgegengesetzte Richtungen laufen, so bilden die Gruppen $-C=O$ und $-NH$ an den jeweiligen Zentralatomen miteinander Wasserstoffbrücken, abwechslungsweise eine in Richtung $C=O \cdots H-N$ und die nächste in Richtung $N-H \cdots O=C$. Weil die Peptidbindung eine relativ starre Konformation aufweist, entsteht mit den beiden Ketten ein β -Faltblatt (Abbildung 4).

- Serin, Threonin, Asparagin und Glutamin können zusätzliche („wilde“, also nicht vorhersagbare) Wasserstoffbrücken zu benachbarten Regionen, etwa in einem Protein, ausbilden.
- Cystein kann mit seinem $-SH$ -Rest die dreidimensionale Struktur eines Proteins stabilisieren. Geraten bei der Proteinfaltung zwei Cysteine in gegenseitige Nähe, so entsteht oxidativ eine Disulfidbrücke $-S-S-$, also eine kovalente Bindung, zwischen benachbarten Teilen der Kette.
- Prolin kann eine α -Helix unterbrechen. An jeder Stelle, wo es in einer Aminosäurekette sitzt, zwingt es dieser einen Knick auf. Wegen seiner Ringstruktur besitzt Prolin keinen Amid-Wasserstoff und kann deshalb keine Wasserstoffbrücke zu einer Carbonylgruppe ausbilden.

Chiralität

Auf allen Etiketten, die auf den Packungen im Chemikalienschrank erkennbar sind, steht unübersehbar ein L vor dem Namen der Aminosäure (mit Ausnahme von Glycin, das mit zwei H-Atomen am Zentralatom nicht chiral ist): L wie Links-Konfiguration. In der Natur kommen fast ausschließlich nur L-Aminosäuren vor, und unser Chemikalienschrank wird deshalb nur von L-Isomeren bevölkert. Nimmt man das Modell einer L-Aminosäure in die Hand und richtet das H-Atom des chiralen Zentrums gegen sich, so folgen sich die Gruppen R, NH_2 und $COOH$ im Uhrzeigersinn. Würden in der Natur D- und L-Aminosäuren zu gleichen Teilen auftreten, also racemisch, so ließen sich keine reproduzierbaren Proteine aufbauen, und Leben könnte nicht entstehen. Warum aber die L- und nicht die im Prinzip ebenbürtige D-Form allgegenwärtig ist, weiß man noch nicht. Sie scheint keinen Vorteil zu bewirken, also ist es wohl Zufall, dass sie irgendwann bei den frühesten Gehversuchen des Lebens die Oberhand errang.

Chiralität von Aminosäuren im Weltraum

Es gibt Vermutungen, dass Ereignisse im Weltraum zu dem racemischen Ungleichgewicht der Aminosäuren auf der Erde beigetragen haben. Anlass dazu geben Simulationen – und Funde in Meteoriten. Bei den Simulationen versuchte man Bedingungen nachzuahmen, wie sie in Kometen vorherrschen [1]. Auf einem Aluminiumblock in einer Vakuumapparatur kondensierten einfache chemische Verbindungen (Wasser, Kohlenmon- und -dioxid, Ammoniak, Methanol) bei minus 261 Grad Celsius und UV-Bestrahlung zu Eisschichten, die 16 verschiedene Aminosäuren enthielten. Besonders bemerkenswert war, dass eine Bestrahlung der Aminosäuren im Vakuum mit polarisiertem UV-Licht zur Ausbildung eines racemischen Ungleichgewichtes führte (Abbildung 5). In der Ana-

lytik dazu setzte man enantioselektive GC-MS ein. Sie erlaubte es, den selektiven Abbau der Linksform der Aminosäure Leucin nach Bestrahlung mit rechts zirkular polarisierter Strahlung zu beobachten. Dabei wurde ein Enantiomerenüberschuss von 2,6 Prozent gemessen. Polarisiertes UV-Licht kommt auch im Weltraum vor. Man hat es beispielsweise im Orion-Nebel nachgewiesen. Es soll durch Streuung unpolarisierten Lichtes an unsymmetrischen, durch Magnetfelder ausgerichteten Staubkörnern in Regionen der Sternbildung entstehen. Allerdings: Eine asymmetrische Racemat-Verteilung ist auch durch anorganische Feststoff-Katalysatoren auf der Erde erklärbar.

Immerhin hat man mittlerweile Aminosäuren mit Weltraumbeziehung gefunden. Interessant: Es war schon länger bekannt, dass die „normalen“ Aminosäuren wie Alanin oder Glycin in Meteoriten vorkommen können. 2004 fand man jedoch Diaminosäuren [2]. Derartigen Diaminosäuren wird eine zentrale Funktion in der Entstehung des Lebens bei der chemischen Evolution des genetischen Materials zugesprochen: Molekularbiologische Untersuchungen legen nahe, dass sich in der chemischen Evolution vor der DNA die RNA ausbildete, und diese wiederum aus der PNA, einer peptidischen Nukleinsäure, hervorging. Das Rückgrat der PNA ist aus Diaminosäuren aufgebaut. Die Diaminosäuren fand man im Murchison-Meteoriten, der 1969 über Australien niederging. Er gilt als unverändert durch irdische Einflüsse – u.a. wegen des gleichmäßigen Anteils rechts- und linksdrehender Aminosäuren – und wurde unter Reinstraumbedingungen untersucht.

Auch bei Analysen von Kometenproben, welche die Sonde Stardust Anfang 2004 in der Staubhülle des Kometen Wild 2 gesammelt hatte, fand man im Sommer 2009 eine Aminosäure, nämlich Glycin [3]. Man konnte nach Isotopenanalysen der nur rund ein Milliardstel Gramm schweren Glycinmenge ausschließen, dass die Aminosäure erst durch spätere Kontamination im Labor auf der Erde auf die Sammelfläche gelangt ist. Im All enthält Glycin größere Anteile des schwereren Kohlenstoffisotops ^{13}C .

Jetzt ist man gespannt auf die Kometensonde „Rosetta“. Sie wurde am 2. März 2004 gestartet. Nach einer langen Weltraumreise soll sie 2014 den rund vier Kilometer großen und 25 Lichtminuten – der dreifachen Entfernung Erde-Sonne – entfernten Kometen Churyumov-Gerasimenko erreichen. An Bord von Rosetta ist auch der 100 Kilogramm schwere Lander Philae, der auf der Oberfläche des Kometen aufsetzen soll (Abbildung 6). Nach der Landung auf der Kometenoberfläche wird Philae verschiedene physikalisch-chemische Messungen vornehmen. So wird versucht werden, Aminosäuren im Kometeneis zu detektieren. Chirale Verbindungen werden dabei in ihre

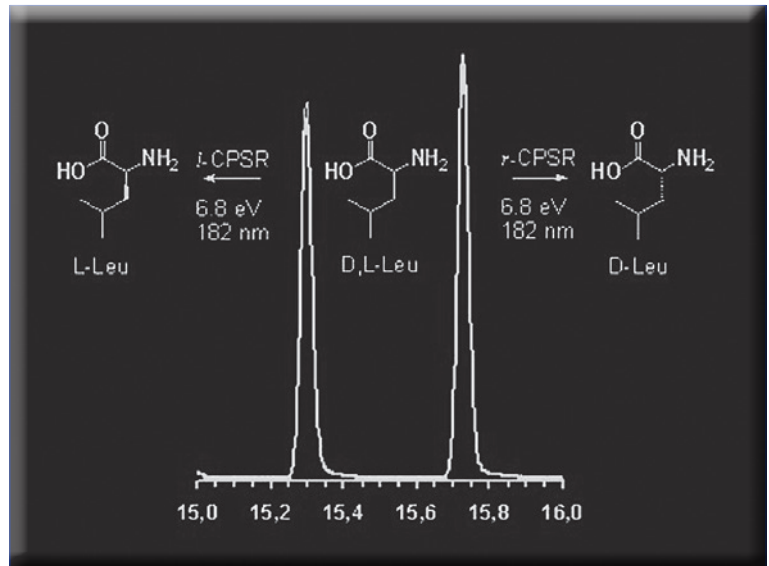


Abbildung 5: Ausbildung von asymmetrischem Leucin bei Bestrahlung mit zirkular polarisiertem UV-Licht (Abb.: Uwe J. Meierhenrich, Uni Bremen).

Enantiomere getrennt und quantifiziert, um die Entstehung des Lebens und dessen Homochiralität auf der Erde verstehen zu helfen.

Chiralität zur Altersdatierung

Dank ihrer Chiralität kann man die Aminosäuren zur Altersdatierung von gewissen Fossilien nutzen. Proteine, die (wenn auch nur in geringer Konzentration) in der Matrix von Muschelschalen

Abbildung 6: In drei Jahren umfliegt die Raumsonde Rosetta, die 2004 gestartet wurde, den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko (mit Instrumenten, die zum Teil am Physikalischen Institut der Universität Bern gebaut wurden). Wenn alles klappt wird dann am 10. November 2014 von Rosetta das Landegerät „Philae“ (gebaut unter der Leitung des Deutschen Instituts für Luft- und Raumfahrt) auf dem Eiskern des Kometen landen und u.a. nach Aminosäuren suchen (Abbildung: ESA).



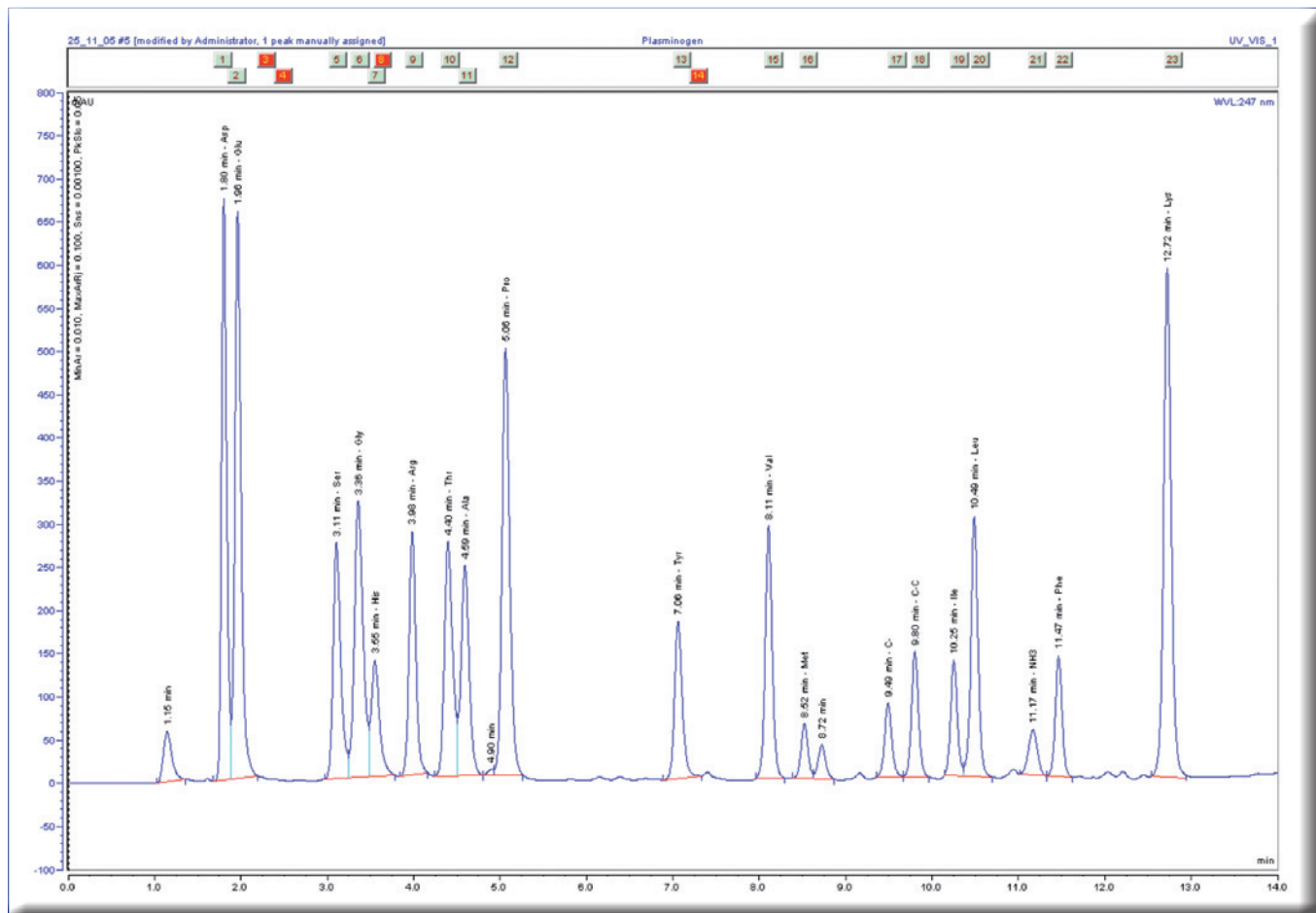


Abbildung 7: HPLC-Trennung des Hydrolysats von Plasminogen, einem Protein, das bei der Blutgerinnung eine wichtige Rolle spielt. Das Protein wurde in der Gasphase mit HCl hydrolysiert und anschließend mit Phenyl-isothiocyanat (PITC) derivatisiert, um die UV-Detektion möglich zu machen. Die Trennung geschieht auf einer Octadecylsilanphase (Nova-Pak C18) von 4 μm Korngröße in einer Säule der Dimensionen 3,9 mm x 15 cm. Gradiententrennung mit Ammoniumacetatpuffer pH 6,4 und Acetonitril bei 50°C. Detektion bei 247 nm. Einige Aminosäuren können mit dieser Methode nicht detektiert werden, weil sie während der Hydrolyse abgebaut bzw. verändert werden: Asparagin, Cystein, Glutamin und Tryptophan. (Freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Urs Kämpfer, Departement für Chemie und Biochemie, Universität Bern.)

oder Schneckenhäusern eingeschlossen sind, unterliegen der Racemisierung, solange das System gegen außen abgeschlossen ist. Der Zeiträumen ist dabei sehr groß, nämlich bis zu einer Million Jahre. Findet man beispielsweise in Sedimenten intakte Muschelschalen, so kann man aus dem D/L-Verhältnis der extrahierbaren Aminosäuren auf das Alter der geologischen Schicht schließen [4]. Der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Racemisierung und dem Alter ist zwar dabei nicht linear; zusätzlich sind viele Randbedingungen zu beachten und fundierte geologische Kenntnisse vonnöten. Doch ungeachtet all dieser Probleme ist die Aminosäureracemisierung zu einer wertvollen Datierungsmethode für das Quartär (den geologischen Zeitabschnitt von 2,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit bis heute) geworden. Die Analyse geschieht mit enantioselektiver GC oder HPLC.

Nicht-kanonische und künstliche Aminosäuren

Es gibt auch nicht-kanonische Aminosäuren, also proteinogene Aminosäuren, welche nicht durch die DNA kodiert werden. Sie lassen sich in drei Gruppen einteilen. Da gibt es solche, die durch eine Rekodierung des genetischen Materials in Proteine eingebaut werden. Eine zweite Gruppe bilden Aminosäuren, die aus kanonischen Aminosäuren entstehen, deren Aminosäurerest R nach dem Einbau in Proteine verändert wird. Eine wichtige Änderung des Aminosäurerestes stellt auch die Glykosylierung dar: hier werden Kohlenhydratreste auf die Aminosäurereste übertragen, wodurch Glykoproteine entstehen. Zur dritten Gruppe gehören die Aminosäuren, die der Organismus nicht von den kanonischen Aminosäuren unterscheiden kann. Viele der proteinogenen Ami-

nosäuren dieser Gruppe sind toxisch, da sie oft zu einer Fehlfaltung des Proteins führen, wodurch die Funktionsfähigkeit des Proteins beeinträchtigt werden kann. So ist Azetidin-2-Carbonsäure ein giftiger Bestandteil des Maiglöckchens.

Aminosäuren müssen nicht in Eiweißen vorkommen. Von den nicht-proteinogenen, das heißt nicht in Proteinen vorkommenden, Aminosäuren sind bislang über 250 bekannt, die in Organismen vorkommen. Dazu gehört etwa das L-Thyroxin, ein Hormon der Schilddrüse, L-DOPA, L-Ornithin oder das in fast allen Arten von Cyanobakterien nachgewiesene Neurotoxin β -Methylaminoalanin (BMAA).

Darüber hinaus lassen sich Variationen von Aminosäuren vorstellen, die unsere Erkenntnisse über Leben und Medizin voranbringen könnten. Für die Untersuchung von Proteinen wären Seitenketten mit völlig anderen funktionellen Gruppen wünschenswert. Diese sollten sich durch ein breites Angebot in Bezug auf ihre räumlicher Ausdehnung, ihren Säurecharakter, ihre Nukleophilie oder Hydrophobie auszeichnen. Denkbar wäre es, Eiweiße mit Fluoreszenz- oder Biotingruppen zu markieren und in der Zelle zu beobachten, oder Aldehyd-, Alkyl- oder mit Licht isomerisierbare Gruppen, Metallbinder oder Zuckereinheiten einzubauen. Mit einer solchen Ausdehnung der Eiweißfunktion könnte man in lebenden Zellen Protein-Protein- oder Protein-Nukleinsäure-Wechselwirkungen erforschen. Kranke könnten von Medikamenten aus Proteinen profitieren, die im Körper nicht so schnell abgebaut würden, oder von neuen Markern für wichtige Diagnoseverfahren. In der Biotechnologie ließe sich die Effektivität technischer Enzyme durch maßgeschneiderte künstliche AS in den aktiven Zentren steigern. Auch in Biosensoren, Protein-Mikroarrays oder anderen chemischen Nanowerkzeugen eröffnen künstliche Aminosäuren neue Möglichkeiten (siehe dazu den Artikel von Dr. Mechthild Kässer in CLB 10/2003, Seiten 376-379: Einbau nicht natürlicher Aminosäuren in Eiweiße).

Analytik von Aminosäuren

Im Gegensatz zur Geologie beschränkt sich die Analytik der Aminosäuren in der Regel auf die L-Formen. Aber auch so ist die Aufgabe nicht einfach, möchte man doch die etwa 20 Moleküle möglichst in einem einzigen analytischen Lauf qualitativ oder quantitativ erfassen. Eine Zusammenstellung und Wertung der gegenwärtigen Möglichkeiten findet sich bei H. Kaspar et al. [5]. Es kommen in Frage:

- Ionenaustausch-HPLC mit Nachsäulenderivatisierung zur optischen Detektion (UV oder Fluoreszenz),
- Vorsäulenderivatisierung mit Umkehrphasen-HPLC,

- Ionenpaar-HPLC und ähnliche Techniken mit nachfolgender Tandem-MS,
- Kapillarelektrophorese,
- Derivatisierung zu flüchtigen Verbindungen, gefolgt von Gaschromatographie (mit oder ohne MS),
- Tandem-MS ohne vorgängige Trennung,
- direkte ein- oder zweidimensionale NMR mit ^1H oder ^1H - ^{13}C .

Für viele Fragestellungen benötigt man allerdings weder MS noch NMR. Mit heutiger Umkehrphasen-HPLC lassen sich die Aminosäuren in etwa 14 Minuten trennen und quantifizieren, wie am Beispiel des Hydrolysats des Gerinnungs-Proteins Plasminogen gezeigt (Abbildung 7).

Respekt!

Diese weißen Pulver im Chemikalienschrank, so einfach sie aufgebaut sein mögen, können uns zum Staunen bringen. Was hat doch da die Natur für eine Raffinesse an den Tag gelegt! Mit simplen Bausteinen, durch die Evolution auf die kleinstmögliche Anzahl beschränkt, lassen sich die kompliziertesten Strukturproteine und Enzyme konstruieren [6]. Das ist beinahe ein Wunder, auch wenn ich nicht an solche glaube. Nachdenklich und irgendwie dankbar schließe ich den Schrank wieder. CLB

Literatur

- [1] U.J. Meierhenrich, L. Nahon, C. Alcaraz, J.H. Bredehöft, S.V. Hoffmann, B. Barbier, A. Brack: Asymmetric vacuum UV photolysis of the amino acid leucine in the solid state. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 44, 5630-5634 (2005)
- [2] U.J. Meierhenrich, G.M. Muñoz Caro, J.H. Bredehöft, E.K. Jessberger, W.H.-P. Thiemann: Identification of diamino acids in the Murchison meteorite, *PNAS*, 101, 9182 - 9186 (2004)
- [3] http://www.nasa.gov/mission_pages/stardust/news/stardust_amino_acid.html
- [4] J.F. Wehmiller, G.H. Miller: Aminostratigraphic dating methods in Quaternary geology. In: J.S. Noller, J.M. Sowers, W.R. Lettis, (eds.): *Quaternary Geochronology, Methods and Applications*. American Geophysical Union Reference Shelf, 4, 187-222 (2000)
- [5] H. Kaspar, K. Dettmer, W. Gronwald, P.J. Oefner: Advances in amino acid analysis. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 393, 445-452 (2009)
- [6] R.E. Dickerson, I. Geis: *Struktur und Funktion der Proteine*. Verlag Chemie, Weinheim (1971)

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



FAX: 06223-9707-41

Wollen Sie die CLB nicht erst als 4., 5. oder 6. in Ihrer Firma lesen?

Für nur 109 Euro pro Jahr erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem Ausbildungs- und Umweltbezogenen Teil Erreichen & Erhalten.

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 109 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



Interessante Lebensformen da unten. Ich höre von der Analytik: Die können wir R-Aminos genüsslich essen ohne dick zu werden. Bauen anders als wir aus L-Aminosäuren auf.

Aber sind die nicht intelligent? Können sprechen, sogar über Handys.

Unsinn, tanken offenbar Sonne als Energie, müssen nicht jagen, streicheln ja die Tiere - also keine evolutionäre Herausforderung, folglich dumm geblieben. Kennen die etwa Überlichtgeschwindigkeit? Können sie in der Zeit reisen? Können die ihre Körper morphen so wie wir?

Niedriger Aschegehalt, wenig flüchtige Bestandteile und nahezu schwefelfrei

Aktivkohle aus Olivenkernen – ein Projektvorschlag für die Türkei

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Im Rahmen eines Informationsaustausches mit den türkischen Forschungsinstituten für Chemie und Umwelt sowie der Technischen Universität von Istanbul kam Ende 2008 auch die Gewinnung von Aktivkohle aus Olivenkernen zur Sprache. Im Gegensatz zu den anderen Mittelmeerländern, wie Griechenland und Spanien, waren entsprechende Produktionen in der Türkei noch nicht in Angriff genommen. Aktivkohle für die unterschiedlichen Anwendungen werden nicht nur aus Buchenholz hergestellt, sondern auch aus den lokal verfügbaren Kokosnuss-Schalen, Mandelkern-Schalen, Haselnuss-Schalen oder diversen Obstkernen, wie Pfirsich- und Pflaumenkernen. Anhand einiger Schritte soll das prinzipielle Vorgehen zur Realisierung dieses nationalen Projektes dargestellt werden.

Menge und derzeitiger Verbleib der Olivenkerne

Zu den Haupterzeugerländern von Oliven zählen die Mittelmeerländer Spanien, Portugal, Italien und Grie-

chenland. Eine steigende Anbaufläche von Oliven-Hainen ist aber besonders in der Türkei zu verzeichnen. Dort sind zahlreiche Betriebe zu finden, die bei der Konservierung der Oliven auch eine automatisierte Entkernung vornehmen, eine weitergehende Verwertung von Olivenkernen steht jedoch noch aus. In der Regel werden die Kerne verbrannt, um die thermische Energie des Zellulose-Materials zu nutzen. Trockene Kerne verfügen über einen Heizwert von 19,2 MJ/kg nach ISO 1928, und der Aschegehalt beschränkt sich auf 0,95% (20 Std.; 550°C). Abbildung 1 zeigt gewaschene Olivenkerne aus der Türkei. Eine Zusammenstellung der aktuellen, mehr extensiven, vereinzelt eingesetzten Olivenkerne ist der Abbildung 2 zu entnehmen.

Allerdings werden auch große Mengen an Oliven unentkernt exportiert. Dieser Anteil an Olivenkernen verschwindet ungenutzt.

Mit einem relativ neuen Verfahren haben sich spanische Wissenschaftler der Universitäten in Jaén und Granada beschäftigt: Sie entwickelten ein Verfahren, mit dem sich aus Olivenkernen Alkohol gewinnen lässt. Die niedrigen Kosten, die beim Export

Abbildung 1: Gewaschene Olivenkerne aus der Türkei.



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.



- Saat für neue Olivenbäume
- Gemahlen als Futtermittel
- Extraktion von pharmazeutischen Stoffen (BAYER)
- als Pulver in Baustoffe gemischt
- Abfall

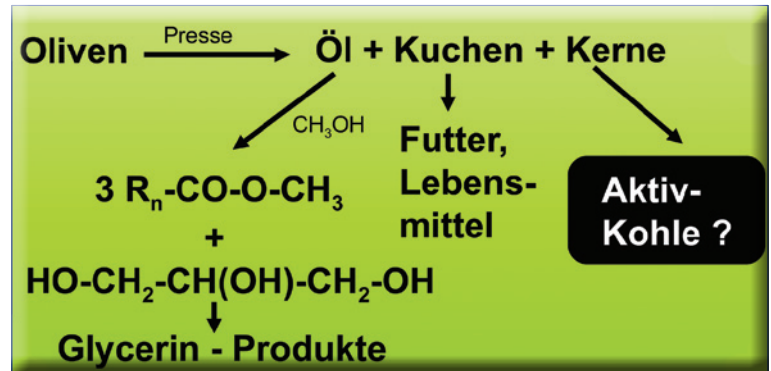


Abbildung 2: Aktueller Einsatz von Olivenkernen.

Abbildung 3: Produkte aus der Oliven-Frucht.

und bei der Verarbeitung anfallen, machen die Olivenkerne zu einem attraktiven Rohstoff. Immerhin gewinnen sie aus 100 kg Olivenkern-Material 5,7 kg Ethanol.

Dabei fehlt es nicht an Versuchen, auch die gesamte Olivenpflanze zu verwerten, vom Holz bis zu den Blättern, vom Öl der Oliven bis zum Fruchtfleisch der Oliven (Abbildung 3).

Oliven werden weltweit in riesigen Hainen angebaut. Schätzungen belaufen sich auf eine bepflanzte Fläche von insgesamt 8,6 Millionen Hektar sowie einer Olivenernte von jährlich 17,3 Millionen Tonnen. Die Europäische Union führt zwar die Liste der erntereichsten Gebiete mit den Mittelmeerländern an, aber auch außereuropäische Länder betreiben umfangreiche Olivenbaum-Plantagen.

Dazu zählt vor allem die Türkei mit einer Jahresmenge von 1,8 Millionen Tonnen (2004) vor Syrien und Marokko mit 0,95 und 0,47 Millionen Tonnen.

Die Kerne der Oliven wiegen etwa 0,6 g und entsprechen in ihren Breiten zu Längen-Abmessungen dem „Goldenen Schnitt“ von 0,62. Einige der Parameter von rohen Olivenkernen wie auch die Abmessungen der Kerne enthält die Abbildung 4.

Durch das Ausmessen mehrerer Kerne wird deutlich, dass die jüngeren, kleineren Kerne ein gleichmäßiges Wachstum von Durchmesser und Länge im „goldenen Verhältnis“ von 0,62 einhalten. Später überwiegt jedoch der Längenwuchs (Abbildung 5).

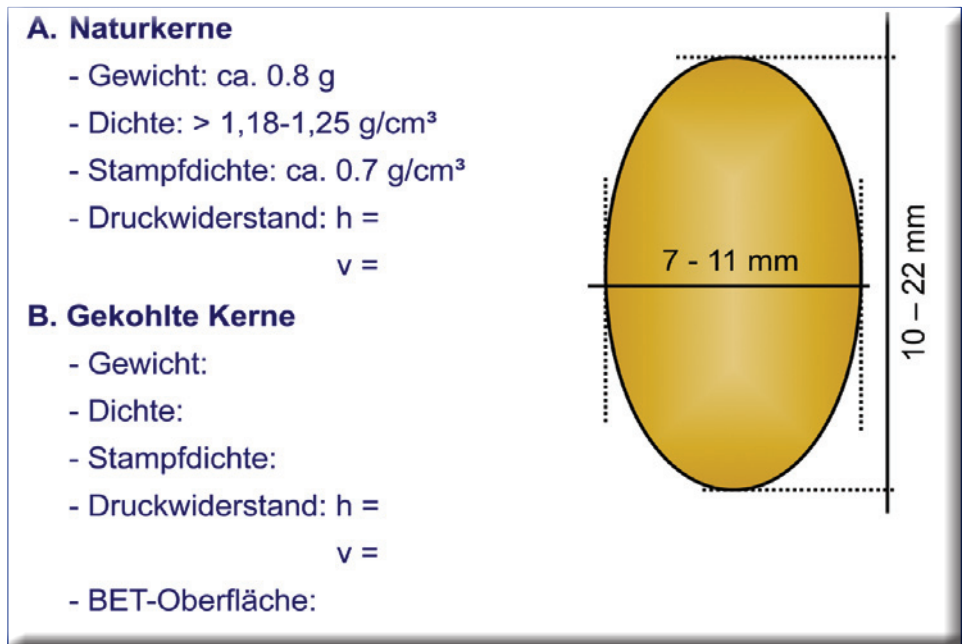
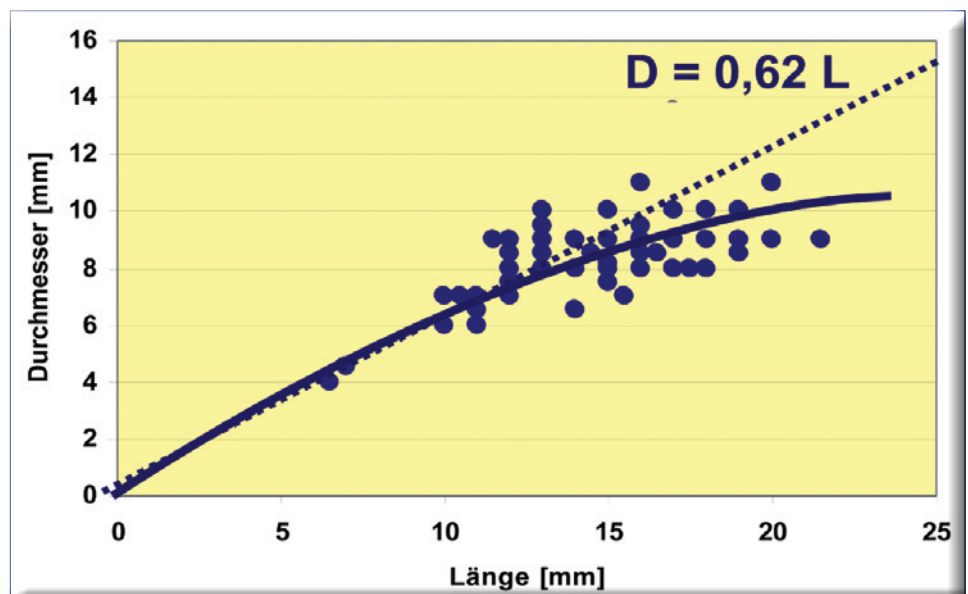


Abbildung 4: Parameter-Beispiele für die Olivenkerne vor und nach der Kahlung.

Abbildung 5: Breiten-Längen-Relation der Olivenkerne im Verhältnis des „Goldenen Schnitts“.



- Olivenöl-Gesellschaften
- landwirtschaftliche Oliven-Anbaubetriebe
- Entkernungs-Betriebe in Konservenfabriken
- Küchen-Betriebe
- Sammler-Dienstleister

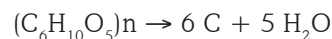
Abbildung 6: Anfallstellen für Olivenkerne.

Olivenkerne fallen an verschiedenen Stellen an (Abbildung 6). Ob sich diese Anfallstellen noch ausweiten lassen, hängt auch davon ab, welche Preise dafür bezahlt werden. Behördlicherseits kann das forcierte Sammeln und Entkernen, beispielsweise über regionale und überregionale Abfallgesetze, ebenfalls gefördert werden, um Ressourcen gezielt nutzen zu können.

Grundsätzliche Herstellung von Aktivkohle aus Olivenkernen

Für die Herstellung der Aktivkohlen aus Olivenkernen sind zwei Schritte notwendig: Zum einen der Kalzinierschritt unter Luftausschluss, um aus den Olivenkernen die harte Zellulose in Kohlenstoff und hauptsächlich Wasser zu zersetzen, zum anderen eine Aktivierung, um eine möglichst große aktive Oberfläche in der Aktivkohle zu erreichen.

Die Zellulose der Olivenkerne besteht aus $C_6H_{10}O_5$ -Einheiten (Abbildung 7), die theoretisch eine Kohlenstoff-Ausbeute von 44% ergäben:



In Molgewichten entstehen aus 162 g Zellulose theoretisch 72 g Kohlenstoff und 90 g Wasser.

Die thermische Zersetzung an Luft und unter Verwendung verschiedener Schutzgase kann mit Hilfe der Differential-Thermogravimetrie untersucht und optimiert werden. Abbildung 8 zeigt die thermische Zersetzung unter Stickstoff in der Thermogravimetrie mit zwei Hauptpeaks bei 280 und 350°C (10°C/min). Bei 900°C verweist die Mikrowaage auf 27 und 28% des Ausgangsgewichtes von 21,6 und 21,8 mg.

Von dieser theoretischen Kohlenstoff-Ausbeute sind aber nur vier Fünftel erreichbar, da noch Alkohole und Aldehyde sowie Kohlendioxid und andere organische Verbindungen als Nebenprodukte entstehen.

Die Olivenkerne lassen sich in der Regel ohne Wäsche und Vorreinigung in die erste Prozess-Stufe einbringen. Das kann ein diskontinuierlich arbeitender Herdofen oder Etagenofen sein oder ein kontinuierlich arbeitender Drehrohrföfen. Die Temperaturen bewegen sich zwischen 500 und 700 °C, in Abhängigkeit von der Ofengröße und den Durchlaufzeiten. Ohne das Produkt der ersten Stufe abkühlen zu lassen, schließt sich die Aktivierung der Olivenkern-Aktivkohle an. Sie läuft bei 850 bis 950°C in der Regel mit Wasserdampf ab (Abbildung 9). Durch diese Heißdampf-Aktivierung sind reaktive Oberflächen auf der Kohle von über 2500 m²/ Gramm erreichbar.

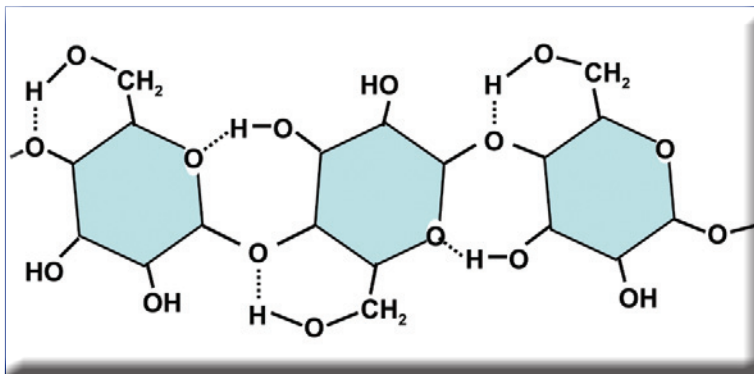
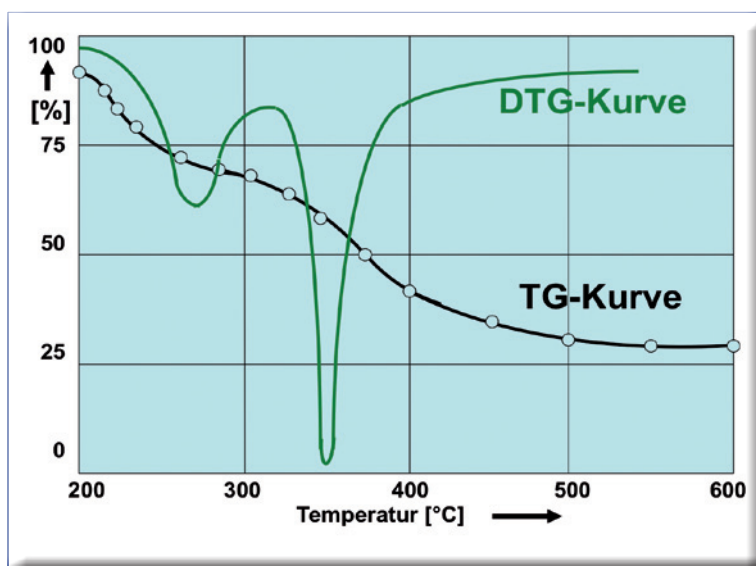


Abbildung 7: Planare Struktur von Cellulose.

Abbildung 8: Thermoanalyse von Olivenkernen.



Nach der Aktivierung und Abkühlung kann sich eine Zerkleinerung der Aktivkohlen anschließen. Die gewünschten Kornfraktionen hängen von den verschiedenen Einsatzgebieten ab.

Um einen Eindruck von einer Kalzinier-Einheit speziell für die Industrielle Herstellung von Aktivkohlen aus Olivenkernen zu bekommen, sei auf die am Markt angebotene Einrichtung eines russischen Anlagenbauers in der Abbildung 10 hingewiesen.

Die Produkte werden einer eingehenden Qualitätskontrolle und verschiedenen analytischen Prozeduren unterworfen, wie sie nach internationalen Standards festgeschrieben sind. Abbildung 11 zitiert einige Standard-Tests der „American Society for Testing and Materials, ASTM“ für Aktivkohlen.

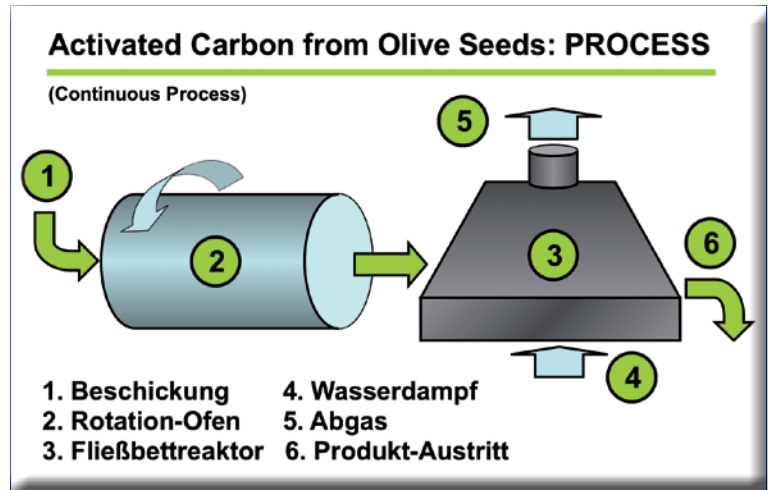


Abbildung 9: Verfahrens-Skizze zur Herstellung von Aktivkohle aus Olivenkernen.

Projekt-Skizze

Wie bei allen neuen Projekt-Ideen sind zunächst einmal einige Basis-Fragen zu klären:

- Wo bestehen bereits Erfahrungen ?
- Sind die beabsichtigten Verfahren patentrechtlich geschützt ?
- Müssen eventuell Lizenz-Gebühren entrichtet werden ?

Es schließen sich Erkundungen nach Verfügbarkeit an Olivenkernen sowie eine Marktrecherche für Aktivkohlen aus Olivenkernen an. Mit den Anfallstellen von Olivenkernen müssen unter Umständen langfristige Verträge ausgehandelt werden. Dazu wird auch juristischer Beistand notwendig. Der nationale und internationale Wettbewerb ist genauso zu analysieren, wie der Bedarf an Produkt, die geforderten Spezifikationen, Anwendungen und die erzielbaren Preise.

Besondere Bedeutung bekommt die Ortswahl für das Produktionsprojekt, die auch mit recht unterschiedlichen Genehmigungen und Auflagen verbunden sein kann.

Schließlich sind die Investitionen, Abschreibungen und die weiteren Kostenarten, wie Personal, Wartung, Mieten, Steuern und „sonstige Abgaben“ zu kalkulieren.

Nicht vergessen sollte man die staatlichen und außerstaatlichen Unterstützungen für Innovationsvorhaben und Neugründungen.

Für die Finanzierung und die Überzeugung anderer Entscheidungsträger ist ein Investitions- und Finanzierungsplan unerlässlich.

Diese Vorbereitungen sind in einem Projektplan mit den Teilschritten, den Zeitspannen und Verantwortlichkeiten realistisch zu planen, da ansonsten die Zeit davonläuft und dadurch zusätzliche Kosten und unliebsame Verzögerungen entstehen.

Einige wichtige Punkte sind noch einmal in Abbildung 12 festgehalten.



Abbildung 10: Russische Anlage zur Herstellung von Olivenkern-Aktivkohle.

Abbildung 11: Offizielle Tests für Aktivkohle-Parameter.

KIRK-OTHMER, Encycl. of Chem. Technology, J. Wiley, N.Y.:

Kalzination: 500-700°C; Aktivierung: 850-950°C (Dampf)
Aktive Oberfläche (BET): 300 – 2.500 m²/g

ASTM-Testmethoden

- Definition der Daten	D 2652
- Dichte	D 2854
- Flüssigkeitsanteil	D 2355
- Feuchte	D 2867
- Teilchengröße	D 2862
- Totaler Ascheanteil	D 2866

1. In welcher Qualität sind welche Olivenkern-Mengen wo erhältlich ?
2. Literatur- und Patent-Recherchen
3. Besuch von Herstellerfirmen und Anlagenbauern
4. Analyse aller notwendiger Spezifikationsdaten
5. Analyse von Preisen und Qualitäten
6. Patent-Schutz und Lizenzen ?
7. Ortswahl und Mieten ?
8. Anwendungstests, Interessenten ?
9. Anlagen-Investitionsumfang
10. Kosten- und Investitionsrechnung
11. Wettbewerb erkunden
12. Finanzplan für Unterstützung und Geldgeber




Abbildung 12: Mögliche Projekt-Schwerpunkte.

„SWOT-Analyse“

Gute Finanzierungspläne geben für sich selbst, vor allem aber auch den Geldgebern, den Behörden und Mitarbeitern ein vertrauensvolleres Bild des Vorhabens, wenn auch die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken möglichst sorgfältig, umfangreich und verlässlich gegenübergestellt sind.

Die aus dem englischen Sprachraum stammende SWOT-Analyse, aus den Abkürzungen von Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, leistet dafür gute Dienste, denn sie enthält alle bekannten Daten und Eventualitäten, auf die man sich berufen kann, wenn sie auch vertraglich fixiert werden.

Abbildung 13: Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse (engl.: „SWOT-Analyse“).

„SWOT-Analyse“ für die Herstellung von Aktivkohle aus Olivenkernen			
STÄRKEN	SCHWÄCHEN	CHANCEN	RISIKEN
<ul style="list-style-type: none"> - lokale Ressource - gute Stabilität - ideale Korngröße - Abfallvermeidung - nachhaltig - kein Gefahrstoff 	<ul style="list-style-type: none"> - Sammellogistik -Transport - relativ niedriger Preis 	<ul style="list-style-type: none"> - vielfältiger Einsatz: - Abluft - Abwasser - Filterhilfe - „Carbon and Pulp-Prozess - Desodorierung - Verstärkung von Abgasen 	<ul style="list-style-type: none"> - kostenintensives Sammeln und Produzieren - Wettbewerb mit anderen Aktivkohlen, wie Holz-, Kokusnusschalen-, Pflanzkern-Kohlen, u.a.

Entsprechende Analysen und Erkundungen können vermutete „Bedrohungen“ (Threats) und Risiken quantifizieren oder auch detaillierter erkennbar machen. Bei Minderauslastung der Anlage kann vielleicht auch eine Aktivkohle aus den Kernen anderer Früchte hergestellt werden.

Schwächen im Projekt lassen sich ebenfalls durch gezielte Recherchen und Diskussionen abmildern oder vernachlässigen.

Die im ersten Anlauf offensichtlichen Gesichtspunkte sind in der Abbildung 13 enthalten.

Olivenkern-Aktivkohle in Daimler-Fahrzeugen

Die industrielle Herstellung von Aktivkohle reicht schon ein gutes Jahrhundert zurück. Damals galt es den braunen Zuckersirup zu entfärben, um im Raffinierungsverfahren zu weißem Zucker zu gelangen. Aktivkohlen erfahren entweder eine Wasserdampf-Aktivierung oder eine der vielen Varianten von chemischen Aktivierungen, beispielsweise mit Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Zinkchlorid. Nur nach diesen Aktivierungsschritten haben drei Gramm einer guten Aktivkohle etwa die Oberfläche eines Fußballfeldes.

Die ersten Anwendungen von Aktivkohle zur Filtration von Wein, Wasser und Luft sind aus der Römerzeit bekannt.

Im Vergleich zu anderen Kernfrüchten haben Olivenkern-Aktivkohlen den Vorteil, dass sie einen niedrigen Aschegehalt sowie eine minimale Menge flüchtiger Bestandteile aufweisen. Ferner sind sie mit einem Gehalt unter 0,05% nahezu schwefelfrei.

Bereits in ihrer Umwelt-Erklärung des Daimler-Chrysler-Werkes in Sindelfingen aus dem Jahre 2006 verwies das Unternehmen auf den Einsatz von Olivenkern-Aktivkohle in der S-Klasse: Zur Tank-Entlüftung griffen die Mercedes-Ingenieure zurück auf verarbeitete Olivenkerne statt herkömmlicher Aktivkohle. Das offenporige Material adsorbiert die Kohlenwasserstoff-Emissionen und regeneriert sich von selbst.

Die Aktivkohle aus Olivenkernen des Typs CNR 115 der Firma NORIT zeigt deutlich stärker ausgeprägte Makroporenbereiche als andere Kohlesorten. Die mittleren Porendurchmesser mit über 2400 nm liegen um zwei Größenordnungen höher als bei anderen Kohlen mit etwa 15 nm.

Eine Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme dieser Olivenkern-Aktivkohle-Oberflächen zeigt die Abbildung 14.

Es wäre also schade, Olivenkerne nicht intensiv für eine weitere Nutzung zu isolieren. Neben der einfachen Verbrennung, die auch in Holzpellets-Öfen problemlos funktioniert, hat

sich für Olivenkerne eine Reihe von Varianten zu höheren Materialvergütungen ergeben. Olivenkerne in spezielle Aktivkohlen umzuarbeiten ist eine der besten von ihnen. **CLB**

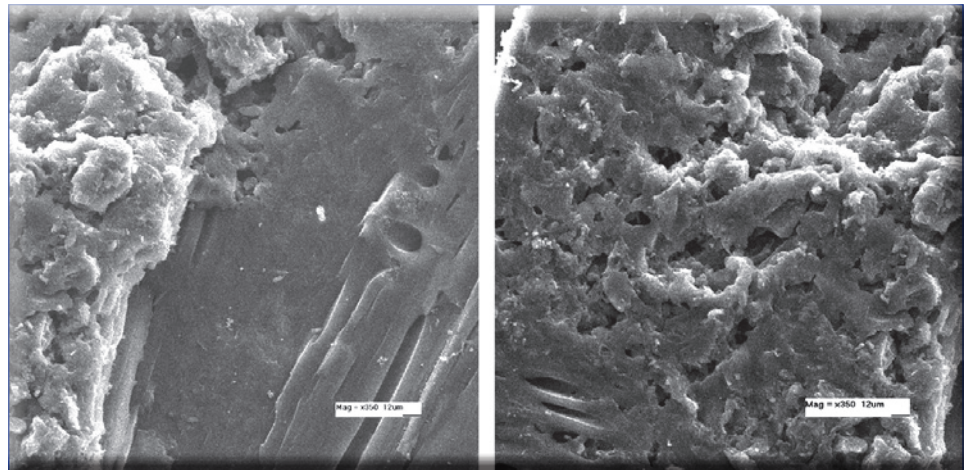


Abbildung 14: REM-Ausschnitte aus der Oberfläche von Olivenkern-Aktivkohle; die Breite der Fotos entspricht etwa 280 Mikrometern.

Literatur

- Fuel and Energy Abstracts, 43/2 (2002) 111: „Activated Carbon from Acorns and Olive Seeds“, Grainsize: 0,71-0,85 mm, Activation at 900°C in Fluid Bed Reactor.
- www.aseanenvironment.info/script/count_article.asp?Article_code=41015156: „Charcoal and Olive Seed: High activation for Mercury Adsorption“.
- „Kleines Aktivkohle-Brevier“ der CARBONIT „Aktivkohle und ihre Anwendung“ der AGB Donau Carbon
- Pratt, S. R. „Zur Adsorption und Reaktion von Stickstoffmonoxid an Aktivkohle“, Dissertation, Kassel (2005)
- <http://www.norit-ac.com/german/aktivkohle> (NORIT-Aktivkohle)
- <http://www.oliven.de/oekonomie-weltweit.html>

Illusionen rauben – durch guten MINT-Unterricht

102. Bundeskongress des MNU-Vereins – mit Helmut Schwarz über Fullerene

„Die Illusion von Sicherheit und Beherrschbarkeit kennzeichnen eine Hybris, die nicht nur technischen Ursprungs ist, sondern die auch auf unzureichende Bildung in Mathematik, Informatik, Biologie, Chemie, Physik und Technik verweist“, stellte Oberstudiendirektor Jürgen Langlet, erster Vorsitzender des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU), in seiner Ansprache zur Eröffnung des 102. MNU-Bundeskongresses am 7. April in Mainz fest. Daher sei guter naturwissenschaftlicher Unterricht heute wichtiger denn je.

Langlet sprach diese Worte nach einem Gedenken an die Opfer der Katastrophe von Fukushima. Durch einen modernen MINT-Unterricht – also Unterricht in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik – verstünden die Schüler u.a., dass sich Wahrscheinlichkeiten zwar beschreiben ließen, deren Eintritt jedoch nicht zu prognostizieren sei.

Richtig verstandener MINT-Unterricht raube Illusionen, sei nicht anheimelnd, wärmend, sondern in seiner rationalen Theoriebezogenheit „kalt“. Er fördere die Entwicklung von Haltungen wie Genauigkeit, Rationalität, Objektivität, Ehrlichkeit und Respekt vor der Natur. Gefühlsmäßig sei die



Den Festvortrag des MNU-Kongresses hielt Prof. Helmut Schwarz. Unterhaltsam brachte er den Zuhörern die Eigenheiten der Fullerene nahe.

Auf die Bedeutung des Weins für Mainz und die Region Rheinhessen wiesen der Mainzer Oberbürgermeister Jens Beutel, Prof. Dr. Ulrich Förstermann, Vizepräsident für Forschung der Johannes-Gutenberg-Universität sowie Jürgen Langlet, Bundesvorsitzender der MNU, angesichts der gereichten Kostprobe bei dem Empfang der ausländischen Gäste des 102. MNU-Bundeskongresses zwar auch hin. Wichtiger jedoch: Die Uni Mainz war schon vor 61 Jahren, am 14. April 1950, anlässlich der 41. MNU-Hauptversammlung und Wiedergründung des Vereins nach dem zweiten Weltkrieg neben Wiesbaden einer der zwei Austragungsorte des Kongresses. Heute zählt die Johannes-Gutenberg-Universität mit rund 36 000 Studierenden, davon etwa 4500 aus 130 anderen Staaten, zu den größten in Deutschland (Fotos: RK).



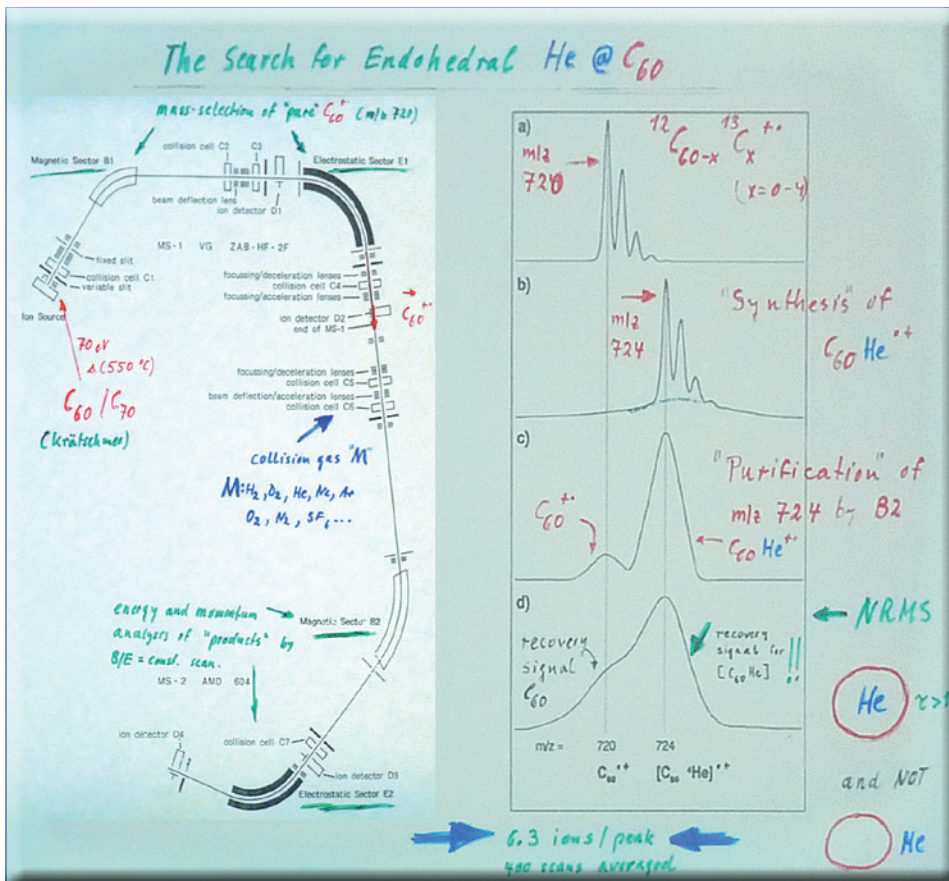
Atomenergie direkt nach dem Krieg und dem Atombombenschock als Weg für eine friedliche, vermeintlich saubere Energienutzung Balsam auf die Seelen der Menschen gewesen, nicht nur der Physiker, die an der Atomforschung beteiligt waren.

Raum für Zweifel

Im Sinne von Richard Feynmans Forderung „Wir müssen Raum für Zweifel lassen, sonst gibt es keinen

Fortschritt“ gelte es insbesondere, alle diejenigen Aspekte deutlich zu benennen, die ein Ergebnis ungünstig machen könnten. Dazu trüge auch der Blick über den Tellerrand hinaus, der Vergleich und die Zusammenarbeit mit anderen Fächern bei.

In wiefern die Chemiker selbst bei der Beschäftigung mit ihrem ureigenen Gebiet, den Molekülen und den Reaktionen und Interaktionen zwischen ihnen, über den eigenen Tellerrand blicken müssen, zeigte der Chemiker Prof. Dr. Helmut Schwarz von der TU Berlin, seit Januar 2008 Präsident der Alexander von Humboldt-Stiftung. In seinem Festvortrag „Molekularer Fußballzauber: Sinn und Schönheit zweckfreier Forschung“ zeigte er auf, wie schwierig sich Fullerene, die „Fußballmoleküle“, mit gängigen Methoden der Chemie fassen lassen – fast so wie reale Fußballbälle: Schwarz spielte in seiner Jugend mit Wolfgang Overath Fußball, brach sich dabei ein



Das Massenspektrometer als komplettes Experimentierlabor mit Synthese-, Aufreinigungs-, Kollisionsexperiment- und Analysenbereichen stellte Schwarz vor. Ergebnis: Helium wird bei Kollisionen mit Fußballmolekülen inkorporiert – aber nur, wenn die Energie stimmt und eine Sechseckseite getroffen wird (Bildzusammensetzung aus zwei Vortragsfolien).

dienen können, stellte er doch bereits das Grundgerüst eines C_{60} -Moleküls dar. Oder auch Faraday, Hintergrund: Im Jahre 1825 wurde Benzol von dem englischen Physiker – und zuvor bereits Großbritanniens führender chemischer Analytiker – Michael Faraday im Leuchtgas entdeckt; eine frühere Benzolentdeckung durch Johann Rudolph Glauber war in Vergessenheit geraten. Faraday führte auch Untersuchungen der Verbrennungsrückstände von Flammen durch. Dabei fielen Reinigungen verrußter Gegenstände an, und ein Freund (Ernest Glitch) machte ihn darauf aufmerksam: Der Ruß färbe das neue entdeckte Benzol gelb. Heute weiß man, warum: Fullerene in den Rußpartikeln lösen sich wegen ihrer chemischen Ähnlichkeit in Benzol, färben dieses gelb...

Herstellung in Deutschland

Als Entdecker der Fullerene gelten dank einer Veröffentlichung 1985 heute Robert F. Curl jr. (USA), Sir Harold W. Kroto (England) und Richard E. Smalley (USA), die dafür 1996 den Nobelpreis für Chemie erhielten. Unberücksichtigt blieb der Japaner Eiji Osawa, der ihre Existenz bereits 15 Jahre früher voraussagte und berechnete – aber leider auf japanisch und daher unbemerkt von der breiten Forscherfront veröffentlichte. Helmut Schwarz betonte in dem MNU-Vortrag, auch ein deutscher Wissenschaftler hätte eigentlich bei diesem Nobelpreis berücksichtigt werden müssen: Wolfgang Krätschmer vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg. Zusammen mit Donald Huffman von der University of Arizona entwickelte er das

Krätschmer-Huffman-Verfahren zur Synthese von Fullerenen. Erst durch dieses Verfahren ließen sich Fullerene in so großen Mengen herstellen, dass man damit chemisch experimentieren konnte. Bei diesem Verfahren wird Graphit unter reduziertem Druck mit einer Widerstandsheizung oder im Lichtbogen in einer Heliumatmosphäre verdampft. Der entstehende Ruß enthält bis zu 15 Prozent Fullerene.

Helmut Schwarz und seine Forschergruppe beschäftigte sich Anfang der 90er Jahre insbesondere mit der Frage, wie man andere Atome oder Moleküle in den Hohlraum von Fullerenen einbringen könnte. Chemisch erwies sich Fulleren bald nach seiner Verfügbarkeit als sehr beständig. Vom Molekül aus nach außen ließen sich zwar relativ leicht Seitenketten anbringen. Schon 1998 konnte man laut Schwarz etwa 4000 dieser exohedralen Fullerencluster, 2003 waren es über 10 000 – und jetzt über 40 000 C_{60} -Exohedralverbindungen.

Kurz gesagt: Alle konventionellen chemischen Transformationen mit C_{60} -Fullerenen passieren an der Außenseite des Clusters. Also ließ sich Schwarz mit seiner Truppe Unkonventionelles einfallen: Wenn die Chemie versagt, muss die Physik helfen... Deshalb schossen die Forscher Bucky Balls mit großer Geschwindigkeit auf Materie. Aber auch dabei zeigten sich die Molekülbälle erstaunlich stabil. Wurden sie gegen eine Silicium- oder Diamantoberfläche geschossen, verformten sie sich wie ein Tennisball, absorbierten dabei hohe Energien (ca. 40 Elektronenvolt), ohne jedoch zu zerfallen. Vielmehr formte sich der Bucky Ball nach der Kollision neu aus.

Erst eine „Wand“ aus stationärem Gas – Helium – hatte Erfolg: Die Fullerene inkorporierten Fremdatome. „Das kann man sich so vorstellen, als wür-

de Formel 1-Fahrer Schumacher mit 300 Stundenkilometer vor eine Wand fahren und unterwegs noch einen Passagier mitnehmen“, verdeutlichte Schwarz die Versuche. Im Detail fand man heraus, dass dieses Einfangen auch nur klappte, wenn ein Heliumatom mit einer Sechseckseite des Fußballmoleküls kollidierte; von einer Fünfeckseite prallte es ab. Insgesamt fand man für Helium- und ähnlich für Neonatome, dass erst eine Schwellwertenergie von 9 Elektronenvolt überwunden werden musste – entsprechend einer Geschwindigkeit von ungefähr 130 000 Stundenkilometern, damit die Atome in den Molekülkomplex eindringen konnten.

Die „Passagiere“ – z.B. ein oder zwei Heliumatome – waren dann zwar nicht tot, aber auf Ewigkeit gefangen. Der Fulleren-Käfig ist so stabil, eine „Energiesenke“ laut Schwarz, dass selbst der Beschuss mit starker Laserstrahlung den eingefangenen Atomen keinen Ausgang öffnet. Lieber gibt ein Fulleren dann einige C-Atome ab, verkleinert

“ *Scientific progress on a broad front results from the free interplay of free intellects, working on subjects of their own choice, in the manner dictated by their curiosity for exploration of the unknown.*”

Vannevar Bush, 1945
Scientific adviser to President Roosevelt

Der Vortrag von Helmut Schwarz war insgesamt ein Plädoyer für die Grundlagenforschung, so wie es auch der US-Präsidentenberater Vannevar Bush 1945 ausdrückte.

sich also, als dass es den Gast freilässt – obwohl beispielsweise zwei Heliumatome in einem C₆₀-Molekül nach einer Abschätzung von Helmut Schwarz einen Druck von 2000 bis 4000 Atmosphären auf ihren Käfig ausüben; das ist übrigens wohl auch das kleinste Beispiel für die Emergenz von Druck (siehe Artikel „Emergenz – der Funke der Schöpfung“ in CLB 11/2010, Seiten 480-491). Auch die Wahrscheinlichkeit des quantenmechanischen Tunnelns eines Atoms aus dem Fußballmolekül

heraus sei so gering, dass sie in Forscherlebensspannen nicht einträte, erläuterte Schwarz.

Die Untersuchungen seien im Sinne reiner Grundlagenforschung mit großem Interesse an Wissenschaft durchgeführt worden, u.a. unter Einsatz eines der damals weltweit größten Massenspektrometers, und hätten dessen Eignung als komplettes Experimentierlabor mit Synthese, Aufreinigung, Kollisionsexperimenten und Analyse gezeigt, freute sich der Wissenschaftler. *Rolf Kickuth*

Erstmals Fullerene im Labormaßstab produziert: Wolfgang Krätschmer



Helmut Schwarz hat für seine Fulleren-Versuche vor ca. 20 Jahren Ausgangssubstanzen von demjenigen bekommen, der zu dem Zeitpunkt als einziger Fullerene in Labormaßstab-Mengen erzeugen konnte: Wolfgang Krätschmer. Der 69-jährige Physiker war damals am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg tätig, ist heute neben seiner Tätigkeit dort im „Unruhestand“ zudem Honorarprofessor an der Universität Heidelberg – und lebt in Gaiberg, wo auch die CLB produziert wird. Spontan stand er für ein kurzes Gespräch zur Verfügung.

Demnach geschah die Entdeckung von Fullerenen in seiner Arbeitsgruppe zufällig. „Wir wollten herausfinden, woraus interstellarer Staub besteht“, so Krätschmer (im Foto links) zu Rolf Kickuth (Foto: Lahee). Man wusste, dass Graphit dabei eine große Rolle spielte, „aber die Messwerte passten nicht zu reinem Graphit. Daher hatten wir die Idee, zur weiteren Prüfung Nanoteilchen aus Graphit zu produzieren“, so der Physiker. Damals war das völliges Neuland. Modern war für die Chemiker zu der Zeit – was Nanostrukturen anging – die Forschung zur supramolekularen Chemie und zu molekularen Mustererkennungen solcher Strukturen, eng verbunden mit dem Namen Jean Marie Lehn, der dafür 1987 den Nobelpreis erhielt. Nun, Krätschmer experimentierte und produzierte mit Graphit – und fand etwas, was nicht zu Graphit gehörte, und zwar noch bevor C₆₀-Fulleren entdeckt wurde!

Die später mit dem Nobelpreis geehrten Entdecker Curl, Kroto und Smalley hätten ihn dann darauf aufmerksam gemacht, dass das, was man in Heidelberg produzierte, genau das war, was auch sie entdeckt hatten. Nur: jene mussten sich mit millionstel Gramm, die sie zufällig erzeugt hatten, für ihre Nachweise begnügen. „Wir hatten auf Anhieb Milligramm-Mengen produziert“, freute sich Krätschmer, allerdings mit ebenfalls zufällig richtig gewählten Bedingungen, die – untersuchte der Wissenschaftler – mit der Relaxationszeit der Kohlenstoffcluster zusammenhängen, also der Zeit, die die Moleküle benötigen, einen neuen Gleichgewichtszustand zu erreichen. Der Physiker hält ein Patent auf die Herstellung von Fullerenen, zusammen mit Donald Huffman. So viel habe ihm das aber nicht eingebracht, sagt Krätschmer, und erläutert: „Für Fullerene gab es Mengen von Vorstellungen für Anwendungen, aber es gibt noch keine konkreten. Und sie lassen sich mittlerweile mit industriellen Prozessen der Graphitherstellung, das man etwa in Autoreifen einsetzt, im Tonnenmaßstab produzieren; eine japanische Firma macht das.“ *RK*

Passende Fanggeometrien und geänderte Resonanzen Die Variationsvielfalt chemischer und biologischer Sensoren



Abbildung 1: Zeigt den Weg eines Analyten vom Einfang in eine Polymerschicht bis zur selektiven Bindung auf: Prof. Günter Gauglitz. Die Stufe 3 entspricht dabei dem Einfangen eines Analyten in einem molekular geprägten Polymer ((siehe Abb. 3; Fotos: RK).

In der vorangegangenen **CLB 03-2011** hatten wir auf den Seiten 112 bis 118 aktuelle Beispiele von Sensoren aus dem Bereich chemischer Anwendungen vorgestellt. Was die universitäre Forschung dazu in der Pipeline hat erläuterte Prof. Dr. Günter Gauglitz am 13. April auf den 15. Stuttgarter Chemietagen am Institut Dr. Flad. Ziel aller Bemühungen sei es, aufwändige Standarduntersuchungen durch umfangreiche chemische Analytik in Prozesskontrolle, Umwelt und Medizin durch schnelle, kostengünstige Tests mit kleinen Geräten zu ersetzen.

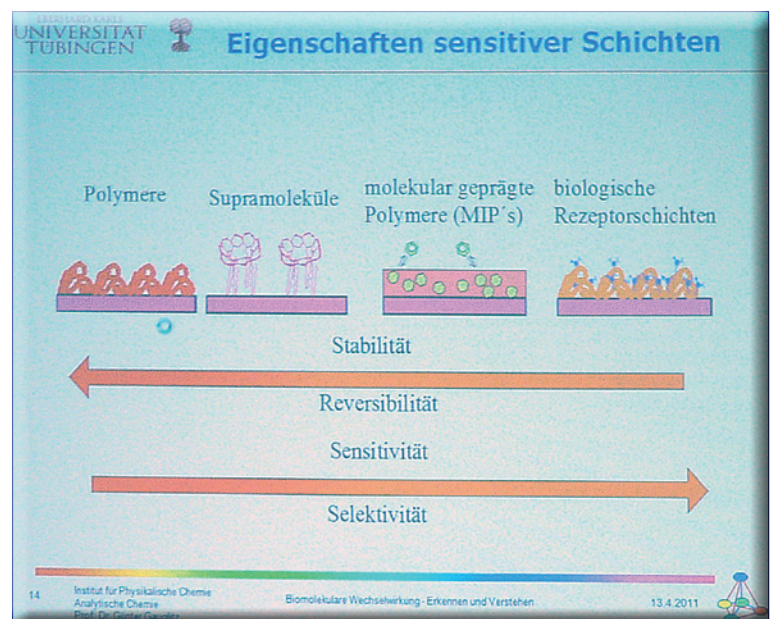
Der Lehrstuhlinhaber des Instituts für Physikalische und Theoretische Chemie in Tübingen erläuterte, entscheidend dafür sei es, Selektivität mit wenig Aufwand zu erzeugen. Es müssten Materialien mit geeigneten, d.h. schnellen, spezifischen und reversiblen Wechselwirkungen zu der zu analysierenden Substanz, dem Analyten, gefunden werden. Der Analyt oder die Analyten

sind diejenigen in einer Probe enthaltenen Stoffe, über die bei einer chemischen Analyse eine Aussage getroffen werden soll, d. h. welche analysiert werden sollen. Als Matrix werden diejenigen Bestandteile einer Probe

bezeichnet, die nicht analysiert werden.

Gauglitz nannte kurz physikalische Prinzipien, die sich für Messwertaufnehmer von Chemosensoren einsetzen lassen. Dazu zählten die Schwingquarz-

Abbildung 2: Bei sensitiven Schichten für chemische Sensoren gilt es immer, den für die jeweilige Anwendung passenden Kompromiss zwischen Reversibilität und Stabilität einerseits und Selektivität andererseits zu finden. In technischen Systemen ist Sicherheit und hohe Lebensdauer gefragt. Die Selektivität erreicht man dabei zum Beispiel durch das zusammenschalten mehrerer Sensoren und eine Signalauswertung etwa mit Mitteln der künstlichen Intelligenz.



sensoren, auf die die Mehrzahl der in der vorangegangenen CLB vorgestellten Sensoren beruhen: Kleinste schwingende Zungen werden mit dem zu bestimmenden Analyten beladen und ändern dadurch ihre Resonanzfrequenz, die man bestimmt. Mehrere dieser Zungen lassen sich mit geeigneten Auswertungsalgorithmen – häufig auf Basis neuronaler Netze – zu elektronischen Nasen zusammenfassen. Der Analytiker aus Tübingen setzte seinen Schwerpunkt jedoch auf Sensoren mit optischer Messtechnik, sei es, dass man Fluoreszenzen misst, sei es, dass Reflexionen gemessen werden. Der Knackpunkt in allen Fällen ist jedoch wie oben genannt, spezifische Materialien für Wechselwirkungen mit dem Analyten zu finden.

Selektiv versus reversibel

Dabei kann es zu verschiedenen Wechselwirkungen kommen, von ganz schwachen bis hin zur selektiven Bindung (Abbildung 1). Und hier tun sich widersprüchliche Anforderungen an solch eine Sensor-Polymerschicht auf: Einerseits soll sie sehr selektiv sein, möglichst spezifisch binden; andererseits soll die Schicht lange halten, viele Messungen ermöglichen – also eine hohe Reversibilität ermöglichen. Für den jeweiligen Anwendungszweck muss man dann einen geeigneten Kompromiss finden (Abbildung 2).

Während bei technischen Systemen, etwa in der Prozesskontrolle, sicherlich Haltbarkeit und Reversibilität im Vordergrund steht – und die Selektivität beispielsweise durch das Umschalten mehrerer Sensoren zu einem Array erreicht wird, wobei man die Sensordaten beispielsweise durch künstliche Neuronetze auswertet, benötigt man in medizinischen Anwendungen zuallererst sehr spezifische Charakteristiken von Sensoren.

Eine Variante, die in dem Spannungsfeld von Selektivität

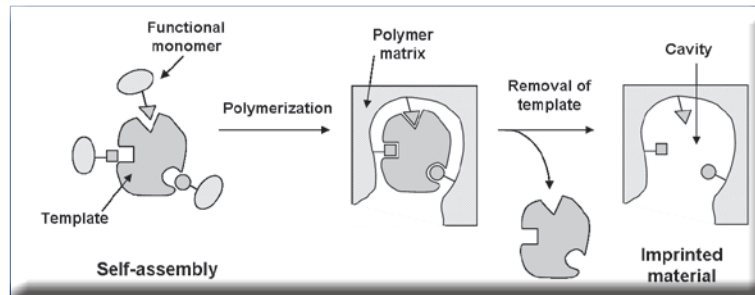


Abbildung 3: Herstellung eines molekular geprägten Polymers. Zunächst wird ein Muster-Analyt (Template) an eine funktionelle Gruppe gebunden. Der gesamte Komplex wird dann in eine Polymermatrix eingebracht, aus der dann der Muster-Analyt herausgelöst wird. Die entstandenen „Löcher“ sind dann relativ spezifisch für den Empfang neuer Analyten derselben Art (Abb.: Satanaka).

Abbildung 4: Verschiedene Assay-Formate bei Bioschichten.

Assay-Formate für Erkennung

- Sandwich-Assay**
Häufig üblich
Selektiv
Niedriges LOD
- Bindungshemmtest**
Einfacher
Notwendig bei kleinen Analyten
- Direktes Assay**
Besonders günstig
erstrebenswert

18 Institut für Physikalische Chemie Analytische Chemie Prof. Dr. Günter Grosse 13.4.2011

und Reversibilität einen interessanten Kompromiss darstellt, sind molekular geprägte Polymere (MIP; Abbildung 3). Dabei erzeugt man an Polymer mit funktionellen Gruppen, an die man Analyt-Modellmoleküle kovalent bindet. Mit geeigneten Mitteln entfernt man dann diese Modell-Moleküle, und in dem Polymer entstehen molekulare „Löcher“, die durch ihre Form und Bindungsfähigkeit, die ja durch die Modell-Analytmoleküle geschaffen wurden. Dadurch können dort einigermaßen selektiv Analyten

detektiert werden, allerdings mit dem Nachteil einer relativ langsamen Ansprechzeit.

Die Detektion solcher Molekülkomplexe kann dann auf verschiedene Weise geschehen. Gauglitz stellte schwerpunktmäßig optische Methoden vor. Dazu zählten einmal Fluoreszenzmessungen. Sie kommen insbesondere bei Biosensoren zum Einsatz (Abbildung 4). Bei ihren Bioschichten kommen verschiedene Assay-Formate zum Einsatz, verschiedene Möglichkeiten der Fluoreszenz-Detektion. Die Fluoreszenz

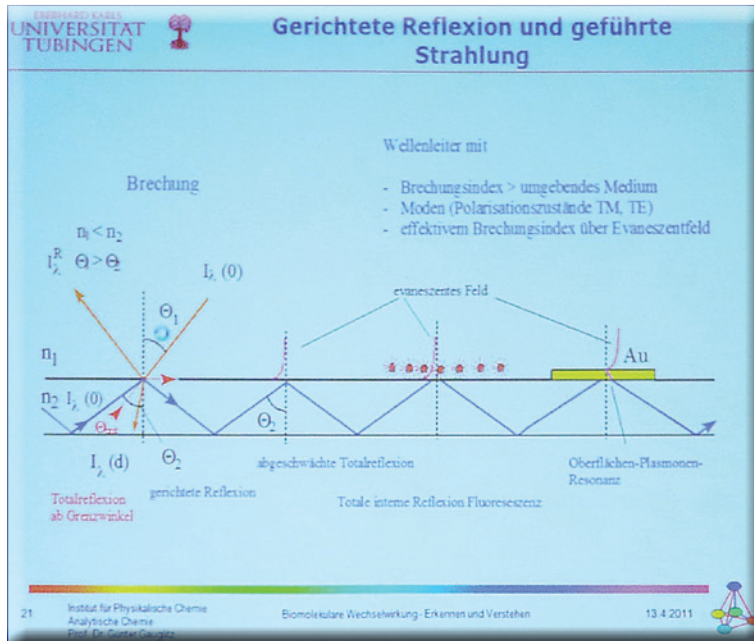


Abbildung 5 a: Reflexion gibt auf unterschiedliche Weise Auskunft über durchquerte oder auch nur benachbarte Medien. Ein Grund dafür sind evaneszente Felder.

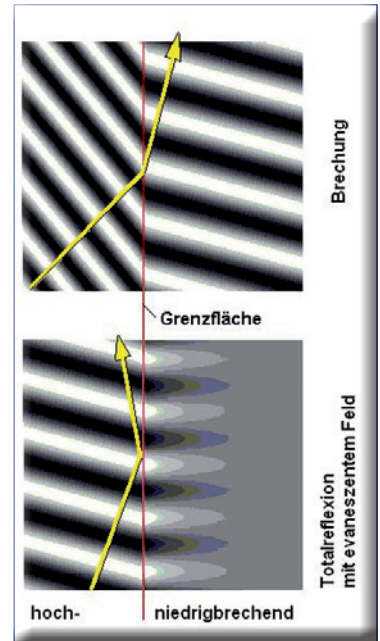
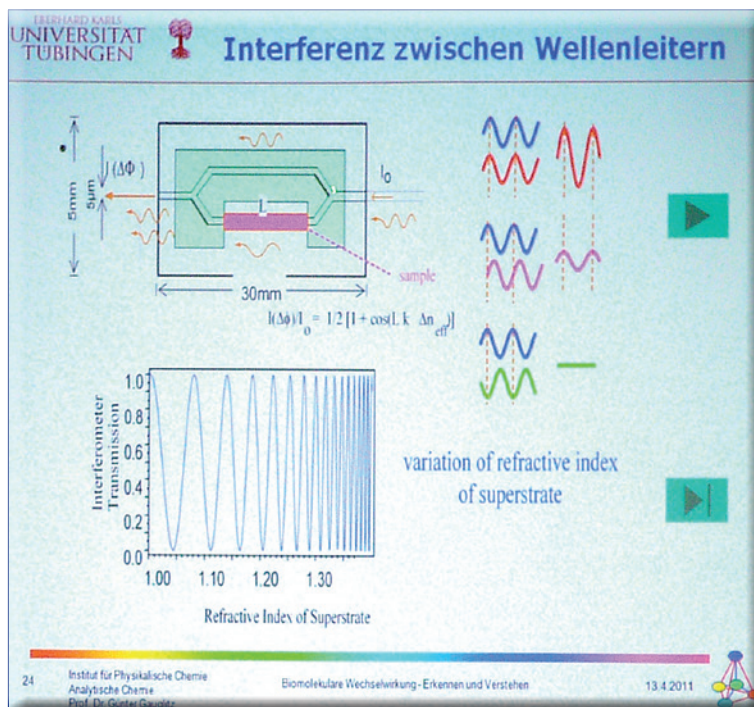


Abbildung 5 b: Bei der Totalreflexion von Lichtwellen ragen dennoch Wellenteile über die Grenzschicht hinaus in das angrenzende Medium hinein (gelb eingezeichnet sind die Ausbreitungsrichtungen des Lichts; Abb.: Ulf Seifert).

kann direkt ausgelöst werden, wenn ein Empfängermolekül einen Analyten bindet, oder sie kann ausgelöst werden, wenn kein Analyt gebunden wird (Bindungshemmtest). Komplizierter sind Sandwich-Strukturen, bei der der Analyt von mehreren erkennenden Molekülen umschlossen wird, ehe es ein Flu-

oreszenzsignal gibt – eine sehr selektive Methode mit niedriger Nachweisgrenze.

Abbildung 6: Die Laufzeit des Lichtes durch Wellenleiter ändert sich, wenn an deren Außenseite Sensorschichten aufgebracht werden – und dann auch, wenn diese Sensorschichten mit Analyten beladen sind. Das lässt sich dann durch die Interferenz zwischen freiem und ummanteltem Wellenleiter messen.



Reflexionen messen

Eine andere optische Detektionsmethode ist die reflektometrische Interferenzspektroskopie. Deren Prinzip beruht auf der Laufzeitänderung des Lichts in Materie. In Wasser etwa ist Licht langsamer als in der Luft; das zeigt sich in der Veränderung der Lichtbrechung. Diese lässt sich beispielsweise durch Interferenzmessungen, also der Überlagerung von direkt empfangenen Lichtwellen mit solchen, die durch ein optisch dichteres Medium gingen, bestimmen. Und optisch dichter wird auch eine Sensorschicht, wenn sich an oder in ihr Analytmoleküle verfangen, etwa in den molekular geprägten Polymeren. Die Methode ermöglicht es, zeitaufgelöst Interaktionen zwischen den Bindungspartnern zu beobachten.

Eine andere Methode, die Eigenschaften der Reflexion nutzt, beruht auf der Ausbreitung emaneszenter Felder bei der Totalreflexion (Abbildung 5 a). Dahinter steckt eine kuriose Eigenschaft von Lichtwellen, die auf reflektierende Grenzflächen treffen: ein bisschen ragen die Lichtwellen noch über die Grenzfläche hinaus (Abbildung 5 b). Diese Emaneszenz ist ein wellenmechanischer Effekt, vergleichbar mit dem Tunneleffekt der Quantenmechanik.

Messtechnisch lässt sich das beispielsweise dadurch auswerten, dass man einen Lichtstrahl in einer Glasfaser auf zwei Glasfaserarme aufteilt und die Lichtstrahlen anschließend wieder zusammen bringt, interferieren lässt (Abbildung 6). Ist einer der Glasfaserarme mit einer Schicht ummantelt, die Analyten aufnehmen kann, ändert sich dadurch das Interferenzmuster der Lichtstrahlen. Die Emaneszenz wirkt nämlich auch derart, dass eine geänderte Umgebung um eine total reflektierende Oberfläche die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes jenseits der Oberfläche ändert.

Eine andere Auswertungsmöglichkeit besteht in der Nutzung der Plasmonresonanz. Deren Prinzip wurde in den 60er Jahren entdeckt. Sie kann in Festkörpern auftreten, wenn dessen Elektronen kollektiv durch Photonenbeschuss angeregt werden. Diese Elektronen bilden dann Plasmawellen aus,

Abbildung 7: Das natürliche Östrogen Estron ließ sich mit einem Immunosensor in einer Konzentration von nur 190 ppq nachweisen.

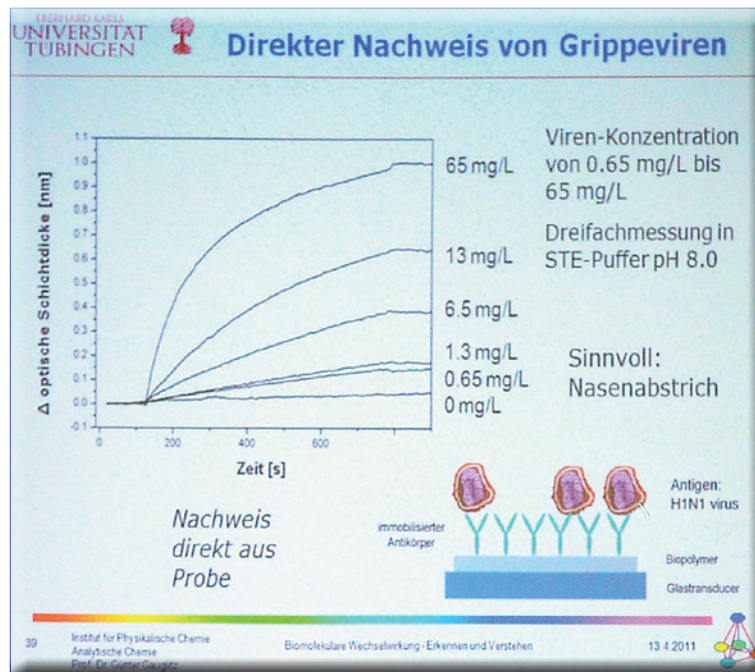
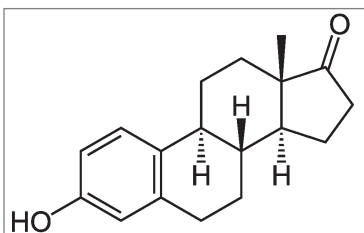


Abbildung 8: Sensoranwendungen in der Medizin zielen auf kostengünstige Anwendung und schnelle, sichere Ergebnisse ab. Hier ist eine hohe Selektivität gefragt. Günter Gauglitz berichtete, es sei nun gelungen, einen Sensor für einen direkten Nachweis von Grippeviren zu entwickeln.

Elektronendichtewellen, die Plasmonen.

Die Messanordnung besteht aus einem Prisma, an dem auf einer Seite eine Metallschicht – Gold oder Silber – aufgebracht wurde. Diese Metallschicht wird durch das Prisma hindurch unter einem bestimmten Winkel mit polarisiertem Licht bestrahlt. Dadurch werden die Elektronen in dem Metall zu Plasmonen angeregt. Deren Resonanzfrequenz ändert sich, wenn die Metallschicht zudem eine dünne Sensorschicht – ein Polymer für die Chemosensorik oder eine Antikörperschicht in der Biosensorik – trägt und diese dann mit Analyten beladen werden. Die Änderung der Plasmonresonanz – über den geänderten Brechungsindex der Sensorschicht – führt wiederum zur Änderung des reflektierten Lichtstrahls, was gemessen werden kann...

Gauglitz schloss seinen Vortrag mit der Vorstellung von drei Anwendungsbereichen neuer Sensortechnologie: in der Prozesskontrolle, bei der

Schadstoffüberwachung sowie in der patientennahen Diagnostik. Bei der Schadstoffüberwachung gelang etwa der sensorbasierte Nachweis von Progesteron in Milch, ebenso sensorgestützt der Nachweis hormonaktiver Stoffe (Estron, ein natürliches Östrogen; Abbildung 7) in Wasser – und das sogar mit der unglaublich niedrigen Nachweisgrenze von 190 ppq, parts per quadrillion; anders ausgedrückt: Unter einer Billiarde Teilchen (10^{15}) ließen sich hormonaktive Substanzen nachweisen, wenn davon nur 190 vorhanden waren.

Für die patientennahe Diagnostik stellte Gauglitz einen Sensor zur schnellen Bestimmung des CRP-Wertes in Blut vor, der Auskunft über das Vorliegen einer Entzündung im Körper gibt. Ebenso entwickelte man in Tübingen einen Sensor zur Überwachung der Abstoßreaktionen bei Organtransplantationen sowie einen Sensor zum direkten, schnellen Nachweis von Grippeviren (Abbildung 8). Rolf Kickuth

Technik für die Umwelt: Intelligent und verteilt

Siemens-Forschungschef über die Komplexität des Klimaschutzes

„Es wird immer noch der Aberglaube verbreitet, Elektroautos müssten teurer sein als konventionelle Autos. Ich sage Ihnen, in mittlerer Zukunft – in 15, 20 Jahren – werden konventionelle Autos teurer sein als Elektrofahrzeuge.“ Unter anderem mit dieser plakativen Aussage verdeutlichte Prof. Dr. Reinhold Achatz, Leiter der Forschung bei Siemens, die Tiefe des Wandels in unserem Umgang mit Energie.

Wenn es eine neue Architektur für Elektroautos gebe, dann werde der Systempreis sinken wie wir es in der Vergangenheit bei den Computern erlebt haben. Dabei betonte Achatz, sowohl die Konstruktion des Autos wie auch die Softwareausstattung müssten auf Elektroantrieb ausgerichtet sein. „Künftige E-Autos werden mehr mit Robotern zu tun haben als mit Autos“, so der Ingenieur am 20. April auf dem ersten fakultätsübergreifenden Fachvortrag der RWTH Aachen, wo er über technisch revolutionäre Entwicklungen zum Klimaschutz referierte.

Hinter seiner Annahme zu E-Autos steckt natürlich ein Wandel der gesamten Energie-Infrastruktur. Dafür sieht der Siemens-Forschungschef ein „intelligent grid“ entstehen, eine komplexe Verschaltung von viel mehr als bisher dezentral organisierten Energieerzeugern und Energieverbrauchern (Abbildung 1). In dieser Annahme stecken zwei von der drei wohl wichtigsten Eigenschaften künftiger Energiestrukturen:

- intelligent
- dezentral
- und hinzu kommt: effizient.

Intelligent heißt beispielsweise, dass Energieverbraucher – und es muss nicht nur Strom sein – dann ihre Energie beziehen, wenn sie im Übermaß angeboten wird, etwa weil Solar- oder Windstrom im

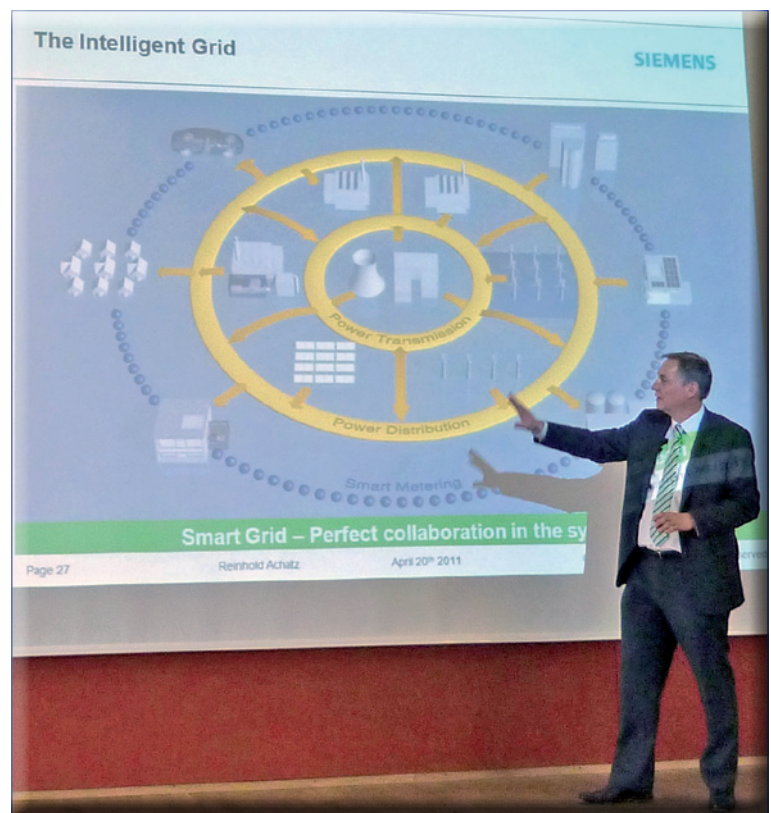


Abbildung 1: Eine zentrale Aussage von Siemens-Forschungschef Reinhold Achatz zur künftigen Energieversorgung ist das Entstehen eines „intelligent grid“, die komplexe Verschaltung von mehr als bisher dezentral organisierten Energieerzeugern und Energieverbrauchern (Fotos: RK).

Übermaß vorhanden sind. Über Softwareagenten, die sich in jedem wichtigen energieverbrauchenden Gerät befinden, und Preismodelle würden sich die Energieflüsse regeln lassen, in selbstorganisierender Weise. Dazu würde man die Toleranzen ausnutzen, die in jedem solchen System steckten, sei es die Tiefkühltruhe oder ein Wärmespeicher im Haus. Man müsste für solch eine Nutzung entsprechende Steuer- und Anreizsysteme schaffen, und natürlich die Agententechnik. Siemens arbeitet an einem Pilotprojekt dieser Art, und zwar im Allgäu, wo aufgrund des Ausbaus der Photovoltaik oft viel mehr Strom generiert als verbraucht würde.

Aus dieser Schilderung liest man schon eine zweite wichtige Eigenschaft der künftigen Energieversor-

gung heraus: Dezentralität. „Wir können durch moderne Technik viele Dinge dezentral erledigen, wo früher Großprojekte zum Tragen gekommen wären“, so Achatz. Das Elektroauto etwa benötigt ja nur in rund zehn Prozent seiner Lebenszeit Energie, die andere Zeit kann es als Energiespeicher dienen, ebenso andere energetische Installationen, die sich in den Häusern befinden.

Der Kern des Vortrags war der Klimaschutz, zu dem natürlich die angesprochenen kleinzelligen Systeme beitragen. Aber auch die Großtechnik muss einbezogen werden, um dem drohenden Umkippen des Klimas zu begegnen, das sich nicht nur in einem Anstieg der Kohlendioxidatmosphäre zeigt, sondern sich auch bereits in den nüchternen Zahlen der Ver-

sicherungsbranche niederschlägt, die Achatz quasi als neutrale Indikatoren entsprechender Entwicklungen präsentierte (Abbildung 2). In den steigenden Versicherungsausgaben für Umweltschäden sieht er auch eine Chance: „Dann rentieren sich eher Investitionen in innovative Techniken.“

Gleichstrom kommt

Gerade bei Großanlagen ist nicht nur CO₂-Einsparung, sondern insgesamt mehr Effizienz gefordert – und natürlich auch eine regenerative Art der Energieerzeugung, sei es Windkraft, einem starken Wachstumsträger bei Siemens, oder die Kraft der Sonne, die über Salzwärmespeicher auch nachts in Strom verwandelt werden kann (Abbildung 3). „Desertec, das bekannte Wüstenstromprojekt, muss nicht unbedingt in Nordafrika passieren. Ich sage Ihnen: Desertec ist überall. Wir müssen Energie dort erzeugen, wo es sinnvoll ist, und mit Netzen übertragen, die dies leisten können“, so Achatz. Damit spielte er auf die großen Entfernungen an, die künftig oft zwischen Energieerzeugung und -verbrauch liegen – seien es Offshore-Windparks in der Nordsee oder weit im Landesinneren von China liegende, große Wasserkraftwerke.

Die Lösung, die der Siemens-Forschungschef dazu präsentierte, ist die Hochspannungsgleichstrom-Übertragung (HGÜ oder vom Englischen her HVDC). Sie ermögliche einen sehr verlustarmen Transport elektrischer Energie, weise eine 95-prozentige Effizienz auf. Der Münchener Konzern baut derzeit in China eine 1400 Kilometer lange HGÜ-Strecke zwischen den Provinzen Yunnan und Guangdong, die mit der Weltrekordspannung von 800 000 Volt (800 kV) arbeitet – bisher waren 500 kV das Maximum. Sie überträgt eine Leistung von fünf Gigawatt – die Leistung von fünf großen Kraftwerken.

Gedankenspiele zur Übertragungseffizienz gehen laut Achatz aber noch weiter: Warum nicht in jedes Haus zwei Netze legen,

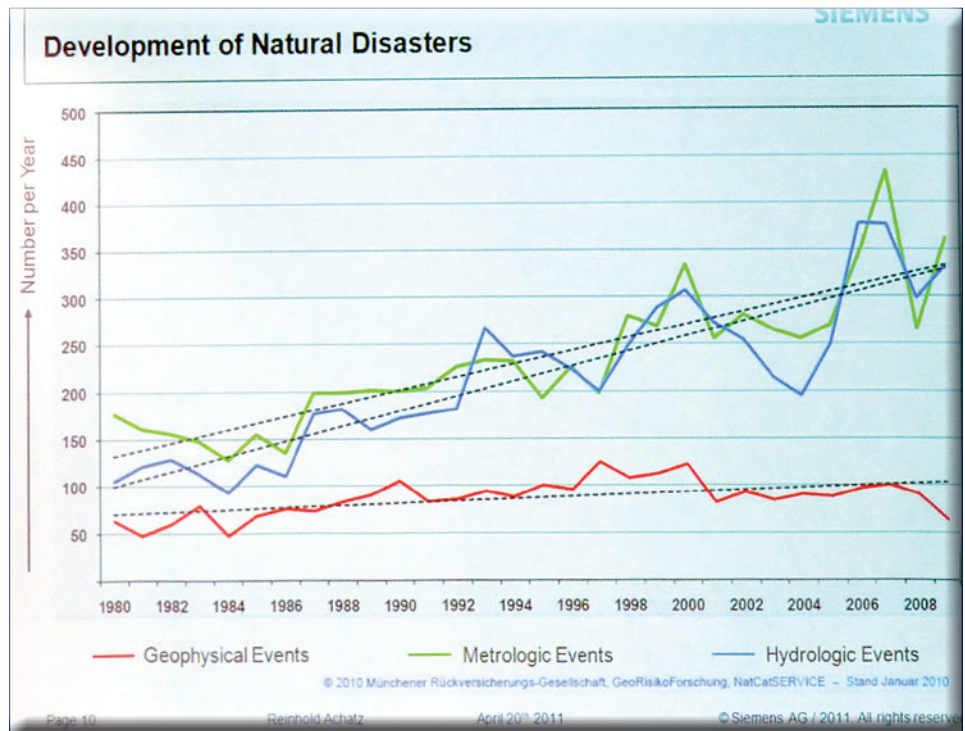
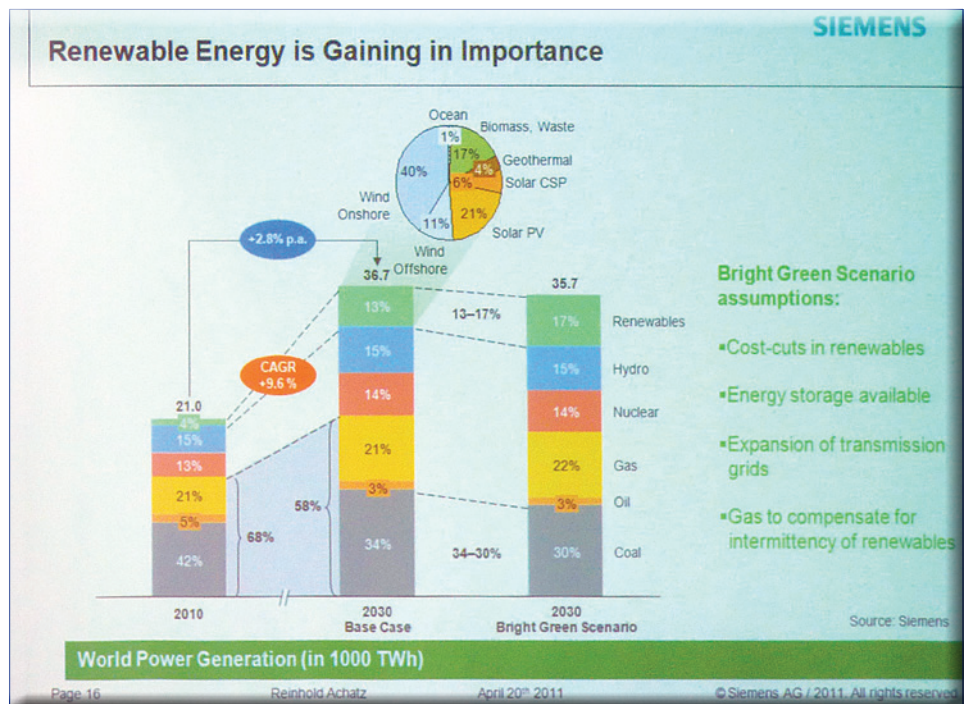


Abbildung 2: Ob Schäden durch Erdbeben, Unwetter oder Wasser: die Fälle pro Jahr steigen – ein weiterer Nachweis des Klimawandels. Die Chance dabei: Investitionen in innovative Technik rentieren sich eher.

neben dem Wechselstrom- ein Gleichstromnetz? Immerhin würde der Überwiegende Teil heutiger Verbraucher mit Gleichstrom betrieben, sei es der Fernseher, der Computer, und auch alle Steuerungen etwa in Waschmaschinen.

Immer gäbe es jetzt in den Transformatoren Umwandlungsverluste. Energieeffizienz müsse es natürlich auch bei der Energieerzeugung geben. Die Kohlekraftwerke in der Welt würden heute im Durchschnitt nur eine Energieeffizienz

Abbildung 3: Szenarien uns Potenzial des Ausbaus erneuerbarer Energien, links der vorhandene Ausbau, in der Mitte ein zukünftig moderater, rechts ein forciertier Ausbau. Immerhin: Weltweit sind zur Zeit nur 4 % der Energien regenerativ, Deutschland hat jedoch schon fast einen 20 %igen Anteil daran.



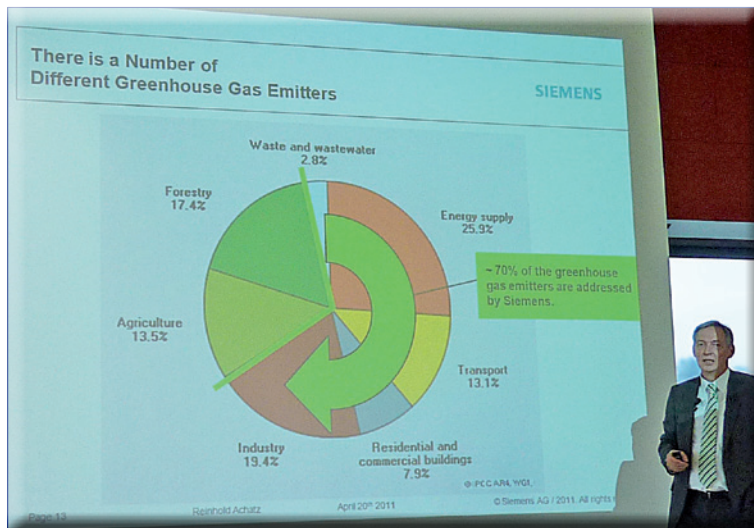


Abbildung 4: Ein großes Aufgabengebiet für den Siemens-Forschungschef: Nach seinen Angaben liefert der Konzern Produkte, die mehr als zwei Drittel der typischen Treibhausgasquellen betreffen – und deren Ausstoß entsprechend minimieren können.

von 30 bis 35 Prozent aufweisen. Im Unterschied dazu lieferte jetzt im bayerischen Irsching ein Kombi-Kraftwerk (combined cycle power plant), das mit 60 Prozent einen Spitzenwert an Effizienz aufweist. Der Trick: Abwärme einer Turbine wird als Hitzequelle einer weiteren genutzt. „Wir denken jetzt schon darüber nach, wie man Abwärmquellen zwischen 70 und 300 Grad nutzen kann“, so Achatz. Abwärme ließe sich in geeigneten Kombi-Installationen aber auch benutzen, um etwa Meerwasser zu entsalzen.

Natürlich versucht der Münchener Konzern auch, in dem kleinzelligen Bereich Energieverluste zu minimieren. Ein Weg dazu sind Supercaps, vereinfacht große Kondensatoren, die Energie sehr schnell speichern und wieder abgeben können, ohne durch die wiederkehrenden Speicherzyklen an Speicherfähigkeit zu verlieren. Damit lassen sich die vielen Abbremsvorgänge im Stadtverkehr energiebringend gestalten und 30 Prozent Treibstoff einsparen. Rund 1000 mit solcher Technik ausgestatteten Busse liefen mittlerweile in der Welt, u.a. in München und London.

Andere Energieeffizienz-Bestrebungen des Münchener Konzerns, zu dem auch Osram gehört, belaufen sich auf die Beleuchtungstechnik. Hier geht der Trend in

Richtung LED-Beleuchtung, auch in größerem Maßstab: „Wir haben in Budapest alle Ampeln in LED-Technik ausgeführt“, so der Forschungschef, der damit ein Beispiel für finanziellen Anreiz zur Umstellung auf energiesparende Systeme vorstellte: Siemens bietet über seine Finanzdienstleistungen ein „energy performance contracting“ an. Kurz gesagt: Siemens unterstützt die Anfangsinvestitionen, bezahlt wird über die Nutzungsdauer.

Die stoffliche Seite

Effizienz beim Thema Umweltschutz betrifft nicht nur die energetische, auch die stoffliche Seite – die durchaus wieder Verbindungen zur Energie hat: In Verbindung mit dem Kohlendioxid-Ausstoß beispielsweise. Hier plädiert Achatz für einen möglichst vollständigen Kreislauf. „CO₂ in die Erde zu vergraben bringt unabhängig von noch zu lösenden technischen Problemen auch solche der Akzeptanz in der Bevölkerung. Wer will schon neben einem Kohlendioxid-Lager wohnen? Davon abgesehen: Auch hier ist das Fass irgendwann voll; auch solche eine Lösung ist nicht nachhaltig. Auch die mineralische Bindung von Kohlendioxid ist ineffizient. Für eine Tonne CO₂ benötigt man sieben Tonnen Mineralien.“ Sein konsequenter Vorschlag: Man

verwendet das CO₂ einfach wieder, etwa über die Produktion von Biotreibstoff durch Algen. Ein anderer Weg: Überschüssiger Strom erzeugt durch Elektrolyse Wasserstoff, der sich zusammen mit CO₂ zu Methan und damit zu einem leicht transportierbaren Energiespeicher umsetzen lässt.

Weitere Punkte des Achatz-Vortrags zielten auf den Ersatz teurer oder schwer verfügbarer Materialien. So fertige man heute Stromschienen aus Aluminium, das mit einer dünnen, durch Cold spray-Technik aufgetragenen Kupferschicht überzogen werde. Das Kaltgasspritzen ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem der Beschichtungswerkstoff in Pulverform mit sehr hoher Geschwindigkeit auf das Trägermaterial aufgebracht wird. Bei eingespartem Kupfer übertrage solch eine Schiene den Strom ähnlich gut wie eine massive Kupferschiene, da die Hauptmenge des Stromflusses oberflächennah in den Leitern geschehe.

Fazit: Keine einfache Lösung, aber Öko rechnet sich bald

Das Fazit der umfangreichen Betrachtungen von Reinhold Achatz zu allen Anstrengungen für den Klimaschutz: „Es gibt keine einfache Lösung. Leuten, die so etwas vorschlagen, sollte man nicht trauen. Insbesondere müssen die Kosten für alle Einrichtungen, Geräte und Verfahren zum Klimaschutz über ihren Lebenszyklus gerechnet werden, und immer muss man das Gesamtsystem im Auge behalten. Am meisten lassen sich Menschen irreführen, indem man über Teilsysteme redet.“ Achatz gab sich zuversichtlich, dass mit dieser Betrachtung regenerative Energietechniken an Attraktivität gewinnen. Diese würden zwar zur Zeit vorwiegend aufgrund ihrer Subventionen für die Errichter gewinnbringend; das ändere sich jedoch. In Neuseeland hätte Siemens jetzt ein Windenergieprojekt dargestellt, privat finanziert, ohne jegliche Subventionierung, dass sich wirtschaftlich rechne. *Rolf Kickuth*

Einfach und schnell zum Wasserstoff

Vollautomatisches Pyrolysesystem entwickelt

Forscher am Fraunhofer ISE haben das Potenzial des Pyrolyseverfahrens ausgebaut und ein vollautomatisches System entwickelt, das für eine Vielzahl von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen, z. B. Erd- und Biogas oder Diesel, einsetzbar ist.

Die Pyrolyse ist ein einfaches und kostengünstiges Verfahren, um aus Brennstoffen Wasserstoff in hoher Konzentration zu erhalten. Es entsteht ein Produktgas mit einem Wasserstoffanteil von über 80 Volumenprozent, das für den Einsatz in Brennstoffzellen sehr gut geeignet ist. Die Pyrolyse bietet eine Alternative zu herkömmlichen Reformierverfahren. Ihre Vorteile: ein kostengünstiger Katalysator ohne Edelmetalle, ein einfacher Aufbau und der Verzicht auf Prozesswasser. Damit entfallen weitere Komponenten und Prozessschritte, z. B. eine Wasserpumpe, eine Verdampfungseinheit und die aufwändige Wasserreinigung.

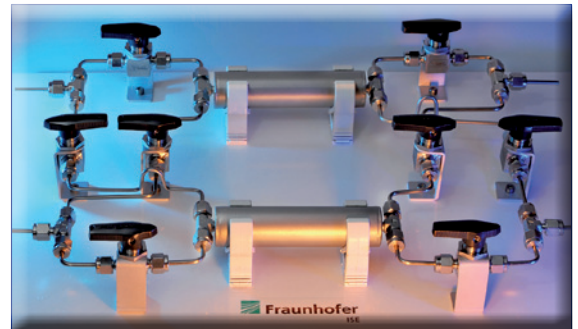
Neben Wasserstoff wird beim Pyrolysevorgang auch Kohlenstoff produziert, der sich am Katalysator absetzt und regelmäßig abgebrannt werden muss. Für einen kontinuierlichen Wasserstoffstrom werden deshalb während des Pyrolysevorgangs zwei Reaktoren benötigt, die im Wechsel betrieben werden. Das am Fraunhofer ISE entwickelte Pyrolysesystem schaltet vollautomatisch zwischen den beiden Reaktoren hin und her. Auf Grund der niedrigen Kohlenmonoxidkonzentration (< 1 Vol.-%) kann das Produktgas ohne zusätzliche, aufwändige Gasreinigungs- und Gasfeinreinigungsstufe direkt in eine Hochtemperatur PEM- oder SOFC-Brennstoffzelle geleitet und in Strom umgewandelt werden. Versuche am Fraunhofer ISE haben gezeigt, dass eine HTPEM-Brennstoffzelle mit Pyrolysegas im Vergleich zum reinen Wasserstoffbetrieb keine signifikante Ab-

weichung in der Leistungsdichte aufweist.

Herzstück des Pyrolysesystems ist der Reaktor mit Katalysator. „Die ständig wechselnden Betriebsbedingungen und die beim Abbrand des Kohlenstoffs auftretenden hohen Temperaturen von über 950 Grad Celsius, stellen eine große Herausforderung an den Katalysator dar. Bislang gibt es keinen kommerziell verfügbaren Katalysator, der für ein Pyrolysesystem geeignet ist“, so Robert Szolak, verantwortlich für die Entwicklungen im Bereich Pyrolyse und Reformersysteme. Bei der Entwicklung ihres Katalysators verzichteten die Fraunhofer-Forscher auf teure Edelmetalle. Längere Systemstandzeiten sind mit dem langzeit- und thermisch stabilen Katalysator ohne Leistungseinbußen möglich. Weitere Versuche am Fraunhofer ISE haben gezeigt, dass der entwickelte Katalysator grundsätzlich mit einer Vielzahl von Brennstoffen betrieben werden kann, z. B. Propan, Methan, Biogas und Diesel. Der Katalysator ist „multifuel“-fähig und deshalb für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet, z. B. für die Bordstromversorgung oder als Batterielader im Freizeitbereich, als unterbre-

chungsfreie Stromversorgung (USV), für eine portable, netzunabhängige Stromversorgung sowie für stationäre Anwendungen im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung.

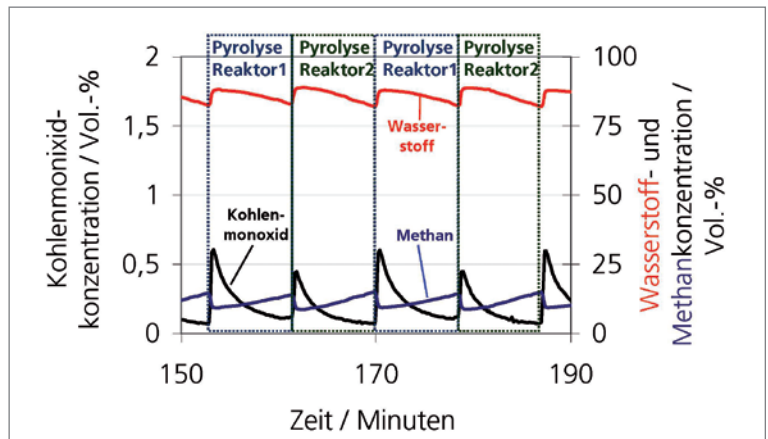
In einer reduzierten Variante ihres Pyrolysesystems haben die Wissenschaftler die Materialkosten



Gaszusammensetzung während der Propanpyrolyse von Reaktor 1 und 2. Die Wasserstoffkonzentration (rechte Ordinate) ist auch am Umschaltzeitpunkt größer 80 Vol.-%. Die Kohlenmonoxidkonzentration (linke Ordinate) ist dabei immer kleiner 0,6 Vol.-%.

um bis zu 60 Prozent im Vergleich zu herkömmlichen Reformersystemen gesenkt. In diesem Fall enthält das Pyrolysesystem nur einen Reaktor, der über einen bestimmten Zeitraum Wasserstoff produziert. Zusammen mit einer Brennstoffzelle kann damit z. B. eine Batterie aufgeladen werden. Ist der Aufladevorgang beendet, wird der Pyrolysereaktor regeneriert. Durch diesen reduzierten Aufbau entfallen weitere verfahrenstechnische Komponenten und der Regelaufwand ist im Vergleich zum Betrieb mit zwei Reaktoren sehr viel geringer.

Modell eines Pyrolysesystems mit zwei Reaktoren. Die Kugelhähne werden so geschaltet, dass in einem Reaktor pyrolysiert wird, während im anderen regeneriert wird. Die Verschaltung wird so geregelt, dass zu jeder Zeit eine hohe Wasserstoffkonzentration und eine niedrige Kohlenmonoxidkonzentration erreicht werden (Abbildungen: Fraunhofer ISE).



Multigraphene und chemisch erzeugte Graphene

**Zu CLB 07-08/2010, 310-319:
Anwendungen von Graphen
mit schulischen Mitteln**

Graphene schlagen zur Zeit die Fullerene (s.S. 158-161) in der Aufmerksamkeit von Forschern. Dazu trägt u.a. ihre hohe Leitfähigkeit bei. Leipziger und Madrider

Physiker haben nachgewiesen, dass die elektrischen Eigenschaften des Graphens besser sind, wenn man anstelle einer einzelnen Graphen-Schicht mehrere Graphenschichten benutzt (Fachzeitschrift „Physical Review B“ (83, 125402 (2011)). Diese neuesten Forschungsergebnisse zeigen, dass ein Elektron im Multigraphen mobiler ist als in einer einzelnen Graphen-Schicht. Denn Graphen muss auf ein Substrat aufgetragen werden, das durch starke Wechselwirkung die elektrischen Eigenschaften des Graphens abschwächt. Weil sich die Elektronen im Multigraphen ohne Streuung bewegen können, hatten sie – das zeigten die Untersuchungen – bei Zimmertemperatur eine mittlere freie Weglänge von mindesten zwei Mikrometer zurückgelegt. Das ist eine mehr als zehnmals längere Wegstrecke als im Graphen.

Forschern um Andreas Hirsch, Uni Erlangen, ist es gelungen, ohne mechanische Einwirkung isolierte

Graphenschichten herzustellen und diese in nur einem weiteren Schritt mit maßgeschneiderten Eigenschaften auszustatten (Fachzeitschrift „nature chemistry“ (Vol. 3 No. 4, 2011)). Bisher konnte man Graphen nur mechanisch, zum Beispiel durch den Einsatz von spezialisierten Seifen und Ultraschall, in mehreren Einzelschritten herstellen. Jetzt gelang es Erlanger Forschern erstmals auf chemischem Weg, Graphenschichten von Graphit abzuspalten und in nur einem weiteren Schritt die Eigenschaften des neuen Materials zu verändern. Die Schwierigkeit in diesem Prozess ist, zu verhindern, dass sich die abgespaltene Kristallschicht sofort wieder am Graphit anlagert. Deshalb verankern die Chemiker Moleküle als „Abstandhalter“ am Graphen. An diesen Abstandhaltern können die Forscher weitere Moleküle andocken, die dem Graphen ganz bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften verleihen. Die Erlanger Forscher arbeiten im Rahmen des Advanced Grant „Graphenchem“ des Europäischen Forschungsrats, der mit mehr als 1,4 Millionen Euro gefördert wird.

Simulationssoftware: Akkumulator-Design auf mikroskopischer Ebene

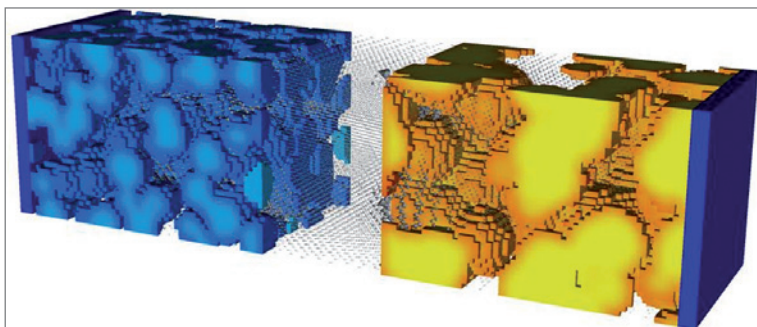
**Zu CLB 01-02/2011, 60-65:
(Elektro-)Mobilität: Chemie
macht's möglich**

Neue Materialien sollen für bessere Akkus sorgen. Doch die Entwicklung solcher Materialien ist zeit- und kostenaufwändig. Im Projekt „Fraunhofer-System-

forschung Elektromobilität“ haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern jetzt eine Software zur Simulation von Lithium-Ionen-Batterien entwickelt, die diesen Prozess beschleunigen und effizienter gestalten soll. BEST, kurz für Battery and Electrochemistry Simulation Tool, heißt die neue Software. Ein Lithium-Ionen-Akku besteht aus zwei porösen Elektroden, die durch einen elektrolytgefüllten Separator getrennt sind. Beim Laden und

Entladen der Batterie werden Lithium-Ionen zwischen den Elektroden ausgetauscht. Die Leistungsfähigkeit der Batterie hängt von den verwendeten Materialien der Komponenten ab. Diese müssen miteinander harmonieren. Mit der Software lassen sich unterschiedliche Materialkombinationen simulieren. Es ist gelungen, die komplette Batteriezelle sowie Transport- und Reaktionsvorgänge der Lithium-Ionen sowohl auf makroskopischer als auch auf mikroskopischer Ebene darzustellen. Man kann die mikroskopische Struktur der Elektroden anzeigen. Jede einzelne zehn Mikrometer große Pore ist zu sehen. Auch die Position und die Form der Elektroden ist variierbar. Indem die Struktur der Elektroden räumlich aufgelöst und dreidimensional dargestellt wird, lassen sich Parameter wie Konzentrationsverhältnisse der Lithium-Ionen, Elektrolytkonzentration und Stromdichte berechnen. Die Berechnungen erfolgen mit einem speziellen, selbst programmierten Finite-Volumen-Verfahren, das die Forscher in die Software integrierten. Die Verteilung des Stromflusses gibt beispielsweise Aufschluss über die Wärmeproduktion in der Batterie. „Hotspots“, die besonders heiß werden und sich entzünden könnten, sind mit der Software schnell aufgespürt. Auch Alterungseffekte lassen sich mit BEST bewerten. Ziel der Wissenschaftler ist es, das Programm um Alterungsmodelle zu erweitern, die diese Untersuchungen noch weiter vereinfachen.

So stellt die Simulationssoftware BEST eine Batterie mikroskopisch dar. Rechts und links sind die porösen Elektroden zu sehen (Abb.: Fraunhofer ITWM).



Liegt Bergsteigen in den Genen? Ja, irgendwie; aber es braucht mehr dazu

Veronika R. Meyer: *Gaias Gipfel; Mein Weg vom Gantrisch zum Mount Everest*; 336 Seiten, 48 farbige Bildseiten; Appenzeller Verlag, Herisau 2011; ISBN 978-3-85882-550-6; 32 Euro.

Vielleicht fragen Sie sich: Was macht eine Buchrezension über das Bergsteigen in einer Zeitschrift für Chemie und Biologie? Alleine aus der Gewohnheit heraus wird es wohl oft übersehen: Neben den dicken Lettern „CLB“ auf jeder Titelseite dieser Zeitschrift stehen die Themenschwerpunkte, und dazu zählen auch „Menschen und Chemie“. Veronika R. Meyer ist Projektleiterin an der EMPA St. Gallen, hat einen Lehrauftrag an der Universität Bern und ist Autorin von Lehrbüchern zur HPLC – wie auch Autorin des Beitrags über Aminosäuren in dieser CLB (ab Seite 114). Aber sie ist noch viel mehr: Eine begeisterte Bergsteigerin, ein Mensch, der immer eine Herausforderung sucht. Und in diesem Buch berichtet Veronika Meyer über diese Suche: Woher der Antrieb kommen mag, was hinderlich war beim Verfolgen der erspähten Ziele, welche bislang erklommen wurden.

Das Buch ist weit mehr als nur die Schilderung von Bergsteiger-Erfahrungen. Durch die enge Verbindung mit Lebenssituationen in Kindheit, Ausbildung, Beruf, Ehe und Krankheit ist es eine Autobiographie mit dem Schwerpunkt Bergsteigen.

Das Außergewöhnliche an diesem Buch ist dabei das Hinterfragen der Beweggründe, die Bedeutung des persönlichen Umfelds für die Leidenschaft Bergsteigen. So fragt die Autorin bald: Liegt es in den Genen? Immerhin: Schon ihr Großvater mütterlicherseits stieg gerne in die Berge, auf die Gipfel der Alpen. Die Genhypothese erscheint auch bis zum Ende des Buchs die einzig stichhaltig verbleibende zu sein. Aber sicher spielt auch das Umfeld mit, schon geographisch gesehen das Alpenvorland, in dem Meyer wohnt. Mit den Eltern und einem Bruder war die Autorin bereits als Fünfjährige auf einem Zweitausender, dem ersten Namensgeber des Buch-Untertitels, dem Gantrisch, 2175 Meter hoch, in den Berner Voralpen, nicht weit von dem Zuhause der Autorin. Und im Juli 2010 zählte sie – mittlerweile 59-jährig – mit dem 3353 Meter hohen Piz Boval in den Schweizer Alpen den 1000. Berg, den sie erklommen hatte, ohne Mehrfachzählungen. Das sind im Schnitt mehr als zwei Bergbesteigungen pro Monat!

In einem anderen Umfeld wäre Veronika Meyer womöglich eine gute Pilotin, eine gute Taucherin oder eine gute Höhlenforscherin geworden, aber die Berge lagen näher. Nur: Bergsteigen allein war nicht genug. Ständig setzte sich die Autorin neue Herausforderungen. Im Buch sind alle im Detail beschrieben, hier müssen die Spitzenwerte erhalten: 1000 Gipfel bis zum Jahre 2010. Drei Jahre zuvor hatte sie alle 160 Hütten und Biwaks des Schweizerischen Alpenclubs SAC – der bis 1980 keine Frauen als Mitglieder aufnahm – und der vier Akademischen Alpenclubs des Landes erreicht – und noch viel mehr: In jenem Jahr hatte Veronika Meyer die Seven Summits-Herausforderung beendet, die höchsten Gipfel der sieben Kontinente bestiegen. Krönender Abschluss: Der Mount Everest.

Den hohen Grad dieser Herausforderung schildert Meyer fesselnd in dem Buch; er zeigt sich aber auch darin: Erst im fünften Anlauf schaffte die Autorin dieses Ziel. Und da

kommen eben wieder die Gene mit weiteren wichtigen Eigenschaften zum Tragen: Ausdauer, Zähigkeit, Robustheit, der unbedingte Wille zum Erfolg.

Offenbar hat die Autorin auch das richtige Gefühl, die Leistungsfähigkeit ihres Körpers für diese Herausforderungen richtig einzuschätzen – von einem Fehlversuch der Everest-Besteigung durch Erkrankung einmal abgesehen. Optimale körperliche Voraussetzungen sehen nämlich anders aus: Veronika Meyer erfuhr 1974, dass sie einen angeborenen Herzklappenfehler hat, ein kombiniertes Aortenventrium. Zunächst verdrängte die Autorin dies, zumal zu jener Zeit Herzoperationen nur an Todeskandidaten durchgeführt wurden. 1997 war es dann jedoch soweit. „Das Bergsteigen hat durchaus eine nützliche Seite: Man hört besser als beim gemütlichen Spazierengehen, was der Körper einem sagen will. Jetzt sagte er: Zögere nicht, pack das Ding an“, beschreibt Meyer in ihrem Buch den Entschluss zur Operation. Die entsprechende Technik ist mittlerweile auch ausgereift, und Meyer hat besonderes Glück: Sie findet, wie die Mediziner feststellen, den optimalen Operationszeitpunkt, ihr wird eine besonders große künstliche Herzklappe eingesetzt. Mit einer kleineren – so ein Arzt später – hätte sie den Himalaya-Aufstieg auch nie geschafft...

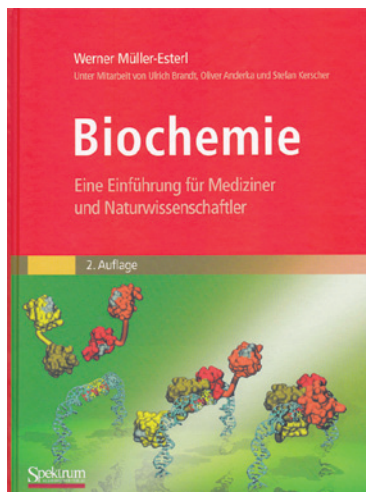
Gefühl und Ratio bringt Veronika Meyer auch in anderer Hinsicht ins Gleichgewicht. Angst ist ein Warnmittel des Menschen, kann aber falsch und übermäßig aufkommend auch schaden. Beim Bergsteigen blickt man naturgemäß oft in die Tiefe, was zunächst mal Angst erzeugt. Wenn man seine Fähigkeiten aber einschätzen kann ist diese Angst eher schädlich. 1976, bei einem bergsteigerisch einfachen, aber ausgesetztem Grat – also mit nahen Abhängen und endloser Tiefensicht, „beschloss“ sie einfach: Ich habe keine Angst mehr – hilfreich für viele weitere Lebenserfahrungen.

„Die wichtigste Triebfeder für meine Bergsucht ist vielleicht die Tatsache, dass das Bergsteigen so wunderbar unnützlich ist... Dagegen will ich beruflich ausschliesslich nützliche Dinge tun, vor allem Phänomene untersuchen und Wissen vermitteln“, sinniert die Autorin gegen Ende des Buchs. Auch wenn sie nach ihrer erfolgreichen Everest-Besteigung schrieb: „Ich brauche keine Wiederholung dieses Grenzgangs, nie mehr.“ bin ich sicher: Veronika Meyer sucht sich neue Herausforderungen, denn sie meint auch: „Auf jeden Fall interessieren mich Sportarten wie Golf oder Tennis nicht im geringsten, wenn ich sie mit dieser Erfahrung des Ausgesetztseins in den Bergen vergleiche.“

Nun, vielleicht lässt sie sich mal zum Tauchen überreden. Wer ansatzweise aber einfach dieses Lebensgefühl vermittelt haben will sollte nicht zögern, das Buch zu lesen, das auch noch einiges über Berufswege, Naturwissenschaften und die Bedeutung von Partnerschaften vermittelt! *Rolf Kickuth*



Biochemie – Hohe Erwartungen an die Neuauflage erfüllt



Werner Müller-Esterl (Unter Mitarbeit von Ulrich Brandt, Oliver Anderka und Stefan Kerscher): *Biochemie: Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler*; 738 Seiten; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2. Auflage 2011, ISBN 978-3-8274-2003-9; 54,95 Euro; ISBN 978-3-8274-2076-3; 25,00 Euro (Bild-DVD-ROM mit allen Abbildungen und Tabellen des Lehrbuches).

Nach dem Erfolg der ersten Auflage von 2004 liegt nun eine wesentlich erweiterte Neuauflage vor, die gemäß Vorwort „auf den sprunghaften Wissenszuwachs in den Lebenswissenschaften reagiert“, indem die Kapitel: Hormonelle Steuerung komplexer Systeme (30), Molekulare Physiologie des Gastrointestinaltrakts (31), Molekulare Basis von Krebsentstehung und Krebsbekämpfung (35) sowie Erforschung und Entwicklung neuer Arzneistoffe (37) aufgenommen wurden, und das letzte Kapitel: Koordination und Integration des Stoffwechsels (50) neu gestaltet wurde.

Das als Einführung in die Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler konzipierte Werk, in dem die „Biochemie des Menschen im Vordergrund steht“, gliedert sich in die 5 Teile: I: Molekulare Architektur des Lebens (Chemie /Biomoleküle/Zellen; Kap. 1 mit 3); II: Struktur und Funktion von Proteinen (Kap. 4 mit 15); III: Speicherung und Ausprägung von Erbinformation (Kap. 16 mit 23); IV: Signaltransduktion und zelluläre Funktion (Kap. 24 mit 37;

der umfangreichste Teil mit 230 Seiten); V: Energieumwandlung und Biosynthese (Kap. 38 mit 50).

Das Buch zeichnet sich durch 1042 vielfarbig gestaltete Abbildungen und durch beispielgebende Übersichtlichkeit aus. Jedem der 5 Teile ist eine ganze Seite mit einer eindrucksvollen Abbildung vorangestellt. Jedes Kapitel beginnt mit der Aufzählung der wesentlichen Lehrinhalte, wobei die Kapitelabschnitte „merksatzartige ausformulierte Überschriften“ aufweisen. Hinzu kommen mehr als 200 „Exkurse“, denen typische Icons zugeordnet sind, zur Vertiefung bestimmter Lehrinhalte aus den Bereichen: Einblicke in molekulare Strukturen, Zellbiologie, (patho) physiologische Vorgänge sowie biochemische Untersuchungsmethoden. Umfangreiche Zusammenfassungen beschließen die Kapitel.

Zwischen den Teilen III und IV befindet sich ein aus 29 Seiten bestehender „Tafelteil“, ganzseitig mit farbigen Abbildungen zu den Gebieten: Grundbausteine des Lebens (A), Vitamine, Coenzyme und Enzyme (B) und Signalstoffe und Rezeptoren (C) ausgestattet und durch eine als Orientierungshilfe dienende Tabelle über Medikamente (D) ergänzt.

Für die Kapitel 4 mit 50 findet man auf der buchbegleitenden Website www.spektrum-verlag.de/mueller-esterl mehr als 1000 Hinweise auf weiterführende Literatur (meist auf Übersichtsartikel). Schließlich macht ein „Maus“-Icon an zahlreichen Stellen des Textes auf kommentierte *Internet-Links* mit Informationen zur Biochemie und Molekularbiologie aufmerksam. Somit ist dieses Lehrbuch für die angesprochenen Studiengänge Medizin, Chemie, Biochemie, Biologie und weitere Lebenswissenschaften zu empfehlen. Dr. Dieter Holzner

Neue Erkenntnisse über Arzneistoff-Target-Wechselwirkungen



Dieter Steinhilber, Manfred Schubert-Zsilavecz, Hermann Josef Roth: *Medizinische Chemie: Targets-Arzneistoffe-Chemische Biologie*; 718 Seiten; Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 2. Auflage 2010; ISBN 978-3-7692-5002-2; 79,00 Euro.

Der Zielsetzung der ersten Auflage (CLB Heft 10/2005) folgend sind in die Neuauflage insbesondere die in der Zwischenzeit „dramatisch erweiterten Kenntnisse der molekularen Wirkmechanismen von Arzneistoffen“ in Text und Abbildungen aufgenommen worden. Wie in der ersten Auflage werden einleitend unter „Molekulare Grundlagen der Arzneistoff-Wirkung“ die Targets für Arzneistoffe (wie Rezeptoren, Enzyme, Ionenkanäle, Transporter) beschrieben.

Danach wird die Abhängigkeit biologischer Eigenschaften von der Struktur der Wirkstoff-Moleküle verdeutlicht im Hinblick auf den Transport durch biologische Membranen, Prinzipien der molekularen Erkennung, Biotransformation, Pharmakogenetik und die Grundlagen der Arzneimittel-Entwicklung.

Auf das Kapitel über Signal-Transduktion (2) folgt das umfangreichste Kapitel Neurotransmission (3; allein 130 Seiten). Im Hinblick auf ihren Umfang sind ferner die Kapitel Infektionen (13) sowie Herz und Kreislauf (6) hervorzuheben. Eine ausführliche Beschreibung erfahren auch die Gebiete Entzündung (8) sowie Zellproliferation und Neoplasien (12). Weitere Kapitel beinhalten Hormonale Steuerung und Regelkreise (7) sowie Zellprotektion und Stoffwechsel-Katalyse (9). Die übrigen Kapitel umfassen: Glucose- und Lipid-Stoffwechsel (10), Verdauungssystem (11), Reizleitung und Schmerz (4) sowie Hustenreflex und Bronchialfunktion (5).

Jedes Kapitel enthält übersichtliche Zusammenstellungen (Synopsen; bereits nach Kapitel-Abschnitten und/oder am Ende), gefolgt von Literaturhinweisen

(insgesamt 449). Das Lehrbuch zeichnet sich durch eine hochwertige Gestaltung aus, so durch 191 zweifarbige Tabellen, 748 in der Regel mehrfarbige Abbildungen und die (bis auf die Kenntlichmachung elektrischer Ladungen) sehr übersichtliche Wiedergabe der chemischen Formeln. Hinzu kommen ein Anhang mit Tabellen (auf 34 Seiten) mit Angaben über

„Therapeutische und toxische Serum-Konzentrationen von Arzneistoffen“ sowie das umfangreiche Sachregister (44 Seiten).

Erwartungsgemäß kann auch diese Neuauflage allen interessierten Pharmazeuten, Medizinern, Biologen und Chemikern in Studium und Beruf empfohlen werden. *Dr. Dieter Holzner*

ALPHA - Das kompakte FTIR Spektrometer von Bruker, nun mit Garantie-Erweiterung

Das sehr kompakte ALPHA FT-IR Spektrometer ist ein robustes und preiswertes Analysengerät für die Routineanalytik und Qualitätskontrolle. Mit der Grundfläche eines DIN A4 Blattes liefert das ALPHA trotz seiner geringen Größe die Zuverlässigkeit und Leistungsstärke die Sie von Bruker erwarten. Einer der Gründe für die Robustheit des Gerätes ist das im ALPHA genutzte RockSolid Interferometer. Dieser wartungsfreie und stabile Interferometertyp wird auch in unseren Forschungsspektrometern der Vertex und Tensor-Serie genutzt und ist aufgrund seines patentierten Designs unempfindlich gegen äußere Einflüsse wie Stöße oder Vibrationen.

Die Zuverlässigkeit und Robustheit der ALPHA-Spektrometer bedingt auch dessen lange Lebenszeit. Damit Sie auf der sicheren Seite sind, wird das ALPHA ab sofort mit einer erweiterten Garantie angeboten:

- Interferometer – 10 Jahre Garantie;
- Laser – 10 Jahre Garantie;
- Infrarot-Quelle – 5 Jahre Garantie.

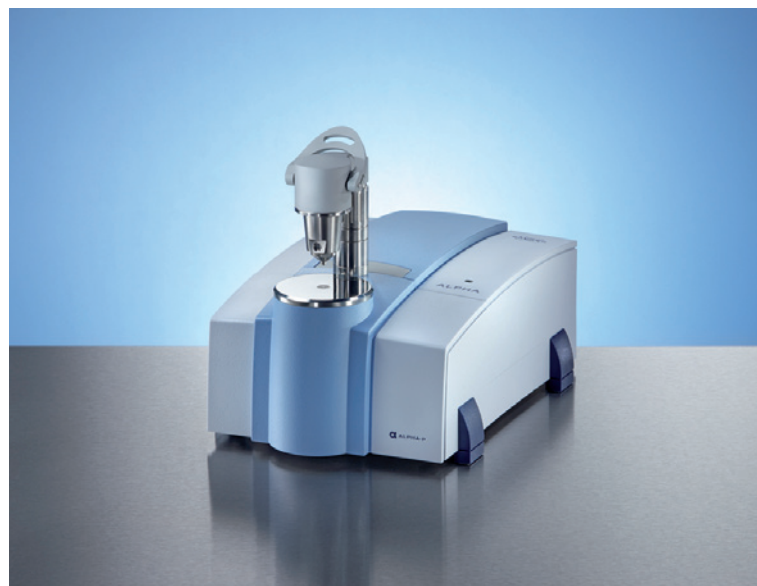
Dadurch sind die Betriebskosten des ALPHA praktisch auf den Stromverbrauch beschränkt, welcher mit lediglich 20 Watt sehr gering ausfällt. Diese Erweiterung der Garantie ist für Sie kostenfrei.

Flexibel

Dank einer Vielzahl an Zubehörmusername ist das ALPHA nahezu allen Messanforderungen gewachsen. Angeboten werden Module zur Messung in abgeschwächter Totalreflexion (ATR) in verschiedenen Ausführungen und mit verschiedenen Kristallmaterialien (Diamant, Germanium, Zinkselenid) sowie Zubehöreinheiten für Transmission, spiegelnde und diffuse Reflexion. Mit Hilfe des QuickSnap Mechanismus lassen sich die Module schnell und einfach austauschen. Ohne den Einsatz von Werkzeug können die QuickSnap Einheiten mit einem einzigen Knopfdruck vom Gerät getrennt werden. Die Zubehöre lassen sich dann ohne Justage einbauen und erlauben es eine Vielzahl von Proben wie z.B. Feststoffe, Pasten, Flüssigkeiten oder Gase zu messen.

Benutzerfreundlich

Die Benutzerfreundlichkeit ist insbesondere für Routineanwendungen ein sehr wichtiger Aspekt. Der neue „Quality Control Wizard“ (QC-Wizard) ermöglicht auch unerfahrenen Anwendern, eine Probe in weniger als einer Minute zu messen und auszuwerten. Der Wizard verändert sich während des Mess- und Analysevorganges dynamisch und bietet immer die passenden Funktionen für den nächsten Schritt an. Messen, Spektrenvergleich, Bibliothekssuche und Ausdrucken der Resultate erfordern jeweils lediglich einen einzigen Mausklick. Beim Spektrenvergleich lautet das Aus-



werteergebnis prägnant „OK“ oder „Nicht OK“, je nachdem ob die gemessene Probe den vorher gestellten Anforderungen entspricht oder nicht. Für die Bibliothekssuche bietet Bruker eine breite Auswahl an dedizierten Bibliotheken, unter anderem aus den Bereichen Polymere, Organik, Anorganik und Pharmazie. Dadurch lassen sich auch unbekannte Substanzen schnell und einfach identifizieren.

Umfangreich

Die zugehörige Mess- und Analysesoftware OPUS bietet neben einer vereinfachten Wizard-Bedienung alle nur denkbaren Funktionen wie erweiterte ATR-Korrektur um ATR-Spektren optimal mit Transmissionsspektren vergleichbar zu machen, Atmosphärische Kompensation zur Entfernung von störenden H₂O- und CO₂-Banden im Spektrum sowie Echtzeit-Vorschau des Spektrums. Des Weiteren lässt sich die OPUS-Software innerhalb einer validierten Umgebung vollständig cGMP- und 21 CFR Part 11- konform betreiben.

Das ALPHA Spektrometer stellt aufgrund seiner Flexibilität für eine Vielzahl von Anwendungen die passende Lösung dar. Es ist das ideale Analysewerkzeug für die Wareneingangs- und Qualitätskontrolle und dank einer qualitativ hochwertigen und innovativen Bauweise besonders wartungsarm.

Bruker Optik GmbH
 Rudolf-Plank-Str. 27
 76275 Ettlingen, Germany
 Phone: +49 7243 504-2652
 Fax: +49 7243 504-42635
 Michael.Mueller@brukeroptics.de
 www.bruker.com

ERREICHEN HALTEN

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

April 2011

Doppelte Menge: Treibhausgase aus Waldböden Reaktiver Stickstoff verursacht in den Wäldern Europas erheblich höhere Lachgas- Emissionen als bisher vom Weltklimarat angenommen

Reaktive Stickstoffverbindungen aus Landwirtschaft, Verkehr und Industrie führen zu erhöhten Emissionen des Treibhausgases Lachgas (N_2O) aus den Wäldern Europas. Die Lachgasemission aus dem Waldboden ist mindestens doppelt so hoch wie der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) bisher angenommen hatte. Das ist

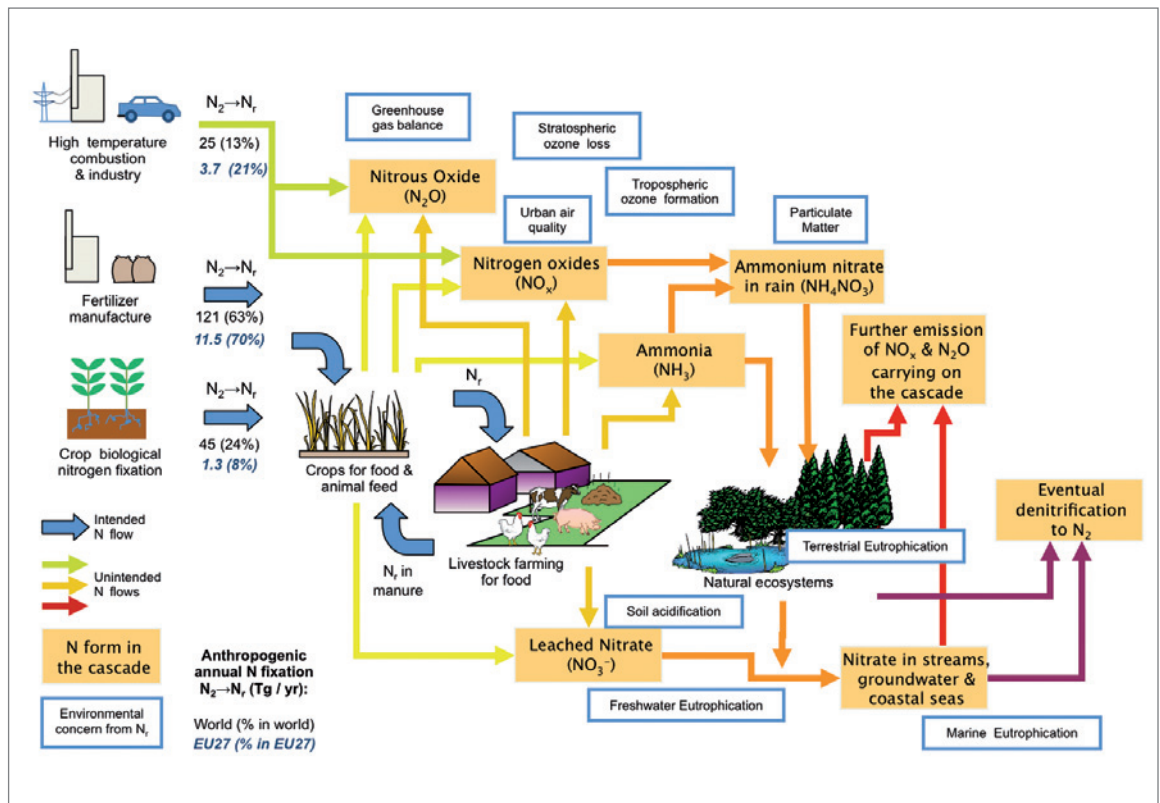
eine der Kernbotschaften des ersten Gutachtens zu Stickstoff in Europa (European Nitrogen Assessment, ENA), das jetzt im Rahmen der Internationalen Konferenz „Nitrogen and Global Change 2011“ in Edinburgh, Schottland, vorgestellt wurde.

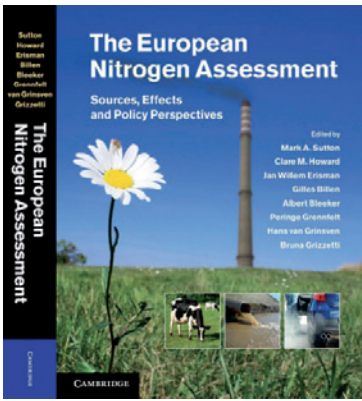
Die hauptsächlich vom Menschen verursachten reaktiven Stickstoffverbindungen (z.B. NH_3 und NO_x) werden nach ih-

rem Eintrag über die Luft in den Wäldern teilweise zu Lachgas (N_2O) umgewandelt. Lachgas gehört nach Kohlendioxid und Methan zu den Hauptverursachern des Treibhauseffekts. Dabei ist ein Kilogramm Lachgas rund 300 Mal treibhauswirksamer als die gleiche Menge Kohlendioxid.

Das nun vorliegende ENA-Gutachten, an dem mehr als 200 Experten aus 21 Ländern aus Wissenschaft und Politik

Vereinfachte Darstellung des Stickstoff-Reaktionsweges in der Umwelt (alle Abbildungen: European Nitrogen Assessment ENA).





Das Titelbild des Gutachtens.

und 89 Organisationen mitgewirkt haben, besagt, dass die Auswirkungen von Einträgen von reaktivem Stickstoff aus der Luft in die Wälder Europas bisher deutlich unterschätzt wurden. Die Studie zeigt, dass etwa zwei bis sechs Prozent des reaktiven Stickstoffs aus der Luft in Lachgas umgewandelt werden, das aus dem Waldboden wieder in die Atmosphäre aufsteigt. Der Weltklimarat (IPCC) war bisher von einer Menge von nur etwa einem Prozent ausgegangen.

Bezogen auf eine Waldfläche von 188 Millionen Hektar hat sich der Eintrag reaktiven Stickstoffs im Vergleich zum Jahr 1860 im Jahr 2000 um 1,5 Millionen Tonnen erhöht. Dies bedeutet eine Steigerung von etwa acht Kilogramm reaktiven Stickstoff pro Hektar Wald.

Die Ursache für den gestiegenen atmosphärischen Eintrag von reaktivem Stickstoff sind zum einen die landwirtschaftliche Düngung und damit verbundene Ammoniak-Emissionen, zum anderen die Stickoxid-Emissionen durch Verbrennung fossiler Energieträger, aber auch die Biomasseverbrennung.

Die Konsequenzen der chronisch erhöhten Einträge von reaktivem Stickstoff in Wälder sind neben den klimaschädlichen Lachgasemissionen aus den Waldböden unter anderem auch eine Veränderung der Artenvielfalt bei Pflanzen und Tieren und erhöhte Nitratausträge ins Wasser.

Bei der Vorstellung dieses Teils des ENA-Gutachtens in Edinburgh betonte Professor Klaus Butterbach-Bahl vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT): „Der atmosphärische Eintrag von reaktivem Stickstoff ist bei weitem zu hoch. Unsere Analyse zeigt, dass gravierende Reduktionen – besonders der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft – erforderlich sind, um die Lachgasemissionen aus Waldböden zu reduzieren.“

Der Wissenschaftler leitet den Bereich „Atmosphärische Umweltforschung“ des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) und ist Leitautor des ENA-Kapitels Nr. 19 zu reaktivem Stickstoff als Gefahr für die EU-Treibhausbilanz („Nitrogen as a threat to the European greenhouse balance“).

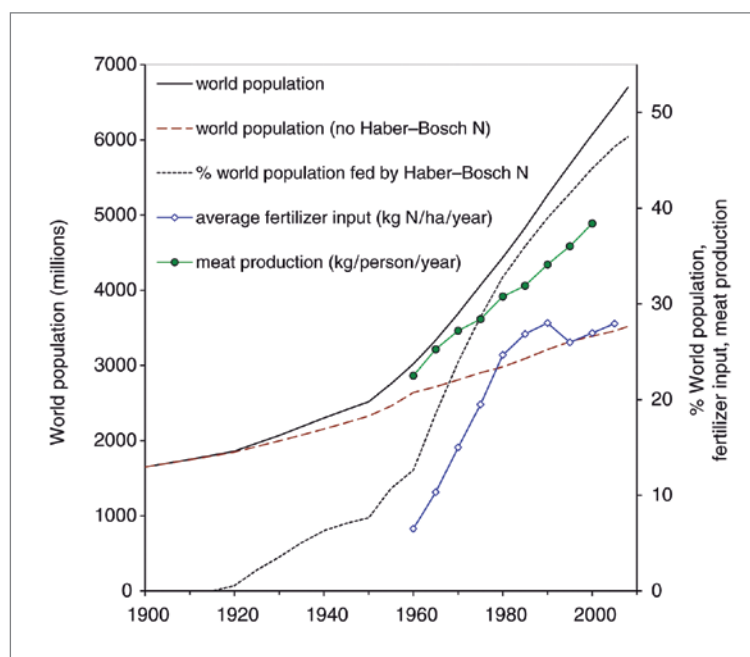
Die ENA Studie ist das erste Gutachten, das die vielfältigen Gefahren durch zu hohe Stickstoffeinträge mit ihren ökologischen und ökonomischen Auswirkungen im gesamteuropäischen Kontext beschreibt,

vor allem den Beitrag zum Klimawandel und zum Rückgang der Artenvielfalt. Die ENA Studie beschreibt zudem, welche Regionen in Europa besonders gefährdet sind und durch welche Maßnahmen die Risiken verringert werden können, um die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen.

Das ENA-Gutachten wurde für die UN-Kommission für Luftreinhaltung ('Air Convention' of the United Nations Economic Commission for Europe) erstellt und durch die Europäische Kommission und die Europäische Wissenschaftsstiftung finanziert.

Zeitgleich mit der Vorstellung des ENA-Gutachtens publiziert die Zeitschrift Nature am 11. April einen Kommentar des leitenden Editors Dr. Mark Sutton vom Centre for Ecology & Hydrology, Großbritannien. Dieser Kommentar zeigt auf, warum die Verminderung von Stickstoffemissionen eines der zentralen Umweltherausforderungen des 21. Jahrhunderts ist (Nature 472, Seiten 159-161, 14. April, 2011).

Die Entwicklung der Weltbevölkerung und der Einsatz von Stickstoff im 20. Jahrhundert (Erisman et al., 2008). Die Grafik zeigt die Bedeutung des Haber-Bosch-Verfahrens: Die lang gestrichelte Linie zeigt, wieviel Menschen ohne das Verfahren hätten ernährt werden können. Die kurz gestrichelte zeigt, wieviel Prozent der Menschen ihre Ernährung dem Verfahren verdanken. Dies korreliert in etwa sowohl mit dem Stickstoff-Düngemiteleintrag wie auch mit der Pro-Kopf-Fleischproduktion.



„Kann Sauerstoff brennen?“

Denkanstöße mit inversen Flammen

Viktor Obendrauf, Graz*

Wenn im Unterricht die Frage „Kann Sauerstoff brennen?“ auftaucht, ließen sich mit der vermeintlichen „oxygen flame“ doch einige experimentell induzierte Denkanstöße provozieren. Zudem gibt es neuere Forschungsansätze, bei denen „inverse flames“, also das Eindüsen von Luft oder reinem Sauerstoff in eine mit (verdampften) Brennstoff gefüllte Brennkammer, dazu führen soll, den Schadstoffanteil in den Abgasen zu reduzieren.

Die Chemiker des 20. Jahrhunderts sind sich ziemlich einig darüber, dass elementarer Sauerstoff Verbrennungsprozesse zwar unterstützt, selbst aber nicht brennen kann. Nicht immer wurde sprachlich so konkret in Brennstoff und Oxidationsmittel unterschieden.

Der wohl berühmteste Chemiker seiner Zeit, Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) hat es in seinem legendären fünfbändigen Lehrbuch aus dem Jahr

1843, unter Wöhler's Aufsicht ins Deutsche übersetzt, noch so formuliert:

„Gleichwie man Wasserstoffgas in der Luft oder in Sauerstoffgas brennen lässt, eben so kann man auch Luft oder Sauerstoffgas in Wasserstoffgas brennen lassen.“

Dann folgt eine detaillierte Versuchsbeschreibung:

„Man füllt eine größere Flasche mit Wasserstoffgas, zieht sie mit nach unten gerichteter Öffnung [aus dem Wasser] heraus, und zündet das Gas in der Öffnung an, wo es dann fortfährt, gleichsam eine brennende Scheibe zu bilden. Man führt jetzt ein Glasrohr in die Flasche ein, aus welchem Luft oder Sauerstoffgas durch gelinden Druck ausströmt, und welches an einer gewissen Stelle mit einem Kork umgeben ist, mit dem die Öffnung der Flasche lose verschlossen werden kann. Das Sauerstoffgas oder die Luft fängt dann Feuer von der Flamme in der nach unten gerichteten

Öffnung der Flasche, und fährt bei der Hinaufführung des Rohrs in der Flasche zu brennen fort, ganz so, wie wenn Wasserstoffgas in der Luft oder in Sauerstoffgas brennt. Der Kork löscht dabei die Flamme in der Öffnung der Flasche aus, aber er darf nicht so dicht schließen, dass er das Herausdringen eines Theils von dem Gase verhindert, wenn es durch die Flamme an der Mündung des Rohres erhitzt wird. Der Versuch zeigt eigentlich nichts mehr, als dass das Feuer oder die Flamme in der Berührungsfläche der Gase entsteht, und dass es ganz gleichgültig ist, welches von beiden Gasen dem andern durch das Rohr zugeführt wird.“

[Aus: Lehrbuch der Chemie von J.J. Berzelius, Fünfte umgearbeitete Original-Auflage, Erster Band, Dresden und Leipzig in der Arnoldischen Buchhandlung 1843].

Historische Vorbilder

Was J. Berzelius vor über 160 Jahren so doppelsinnig skizziert

Abbildung 1: Übliche Wasserstoff-Flamme in Sauerstoff aus dem Jahre 1877 [1] {Abbildungen: Archiv/Obendrauf}.

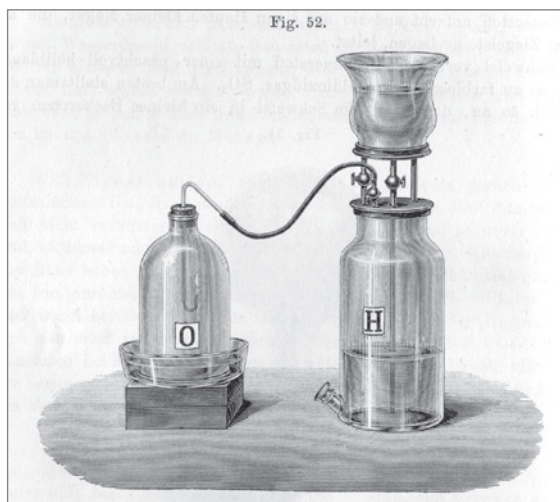
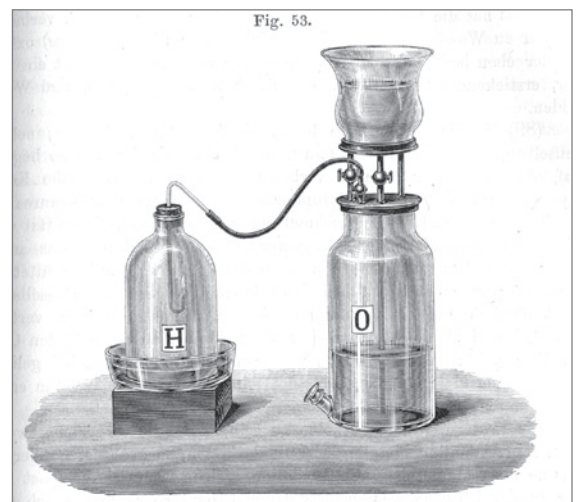


Abbildung 2: „Sauerstoff-Flamme“ in Sauerstoff aus dem Jahre 1877 [1].



*Aus dem Nachlass von Prof. Dr. Viktor Obendrauf († 2010)

hat, taucht in vielen Chemiebüchern des späten 19. Jahrhunderts (in abgeschwächter Form) immer wieder auf: Die „umgekehrte Flamme“. In [1] aus dem Jahr 1877 wird z. B. folgendermaßen argumentiert:

„Der Sauerstoff wird gewöhnlich als Unterhalter der Verbrennung bezeichnet und die Körper, welche sich damit vereinigen, nennt man verbrennlich. Diese Ausdrücke sind aber nur relativ richtig; denn während der Wasserstoff in der Luft oder in einer Atmosphäre von Sauerstoff verbrennlich ist, wird derselbe zum Erhalter der Verbrennung, wenn man Sauerstoff in einer Wasserstoffatmosphäre entzündet.

Dieses wird durch folgende Versuche bewiesen. Die Glasglocke, Fig. 52, (Abbildung 1) wird mit Sauerstoff gefüllt, und dann befestigt man im Tubulus die Kautschukröhre, an deren Ende eine Metallspitze befestigt ist, aus der brennender Wasserstoff aus dem Gasometer ausströmt und man sieht dann den Wasserstoff im Sauerstoff verbrennen. Man nimmt dann eine ähnliche Röhre, welche mit einem Gasometer, der Sauerstoff enthält, in Verbindung steht und bringt dieselbe an die mit Wasserstoff gefüllte Glocke, Fig. 53 (Abbildung 2), und zündet denselben, sowie man die Röhre einführt, an und drückt dann den Stopfen ein. Der Sauerstoff entzündet sich dann, und die so erzeugte Flamme lässt sich durchaus nicht von der anderen unterscheiden.

In [2] aus dem Jahr 1892 widmet sich R. Arendt auf ganzen fünf Seiten ausführlich den sogenannten „Umgekehrten Flammen“. Im bezeichnenden Abschnitt „Verbrennung von Sauerstoff“ wird aber bereits die Problematik dieser Formulierung angesprochen:

„Umgekehrte Flammen entstehen, wenn man Sauerstoff oder Luft in einen Raum leitet, der mit einem brennbaren Gase

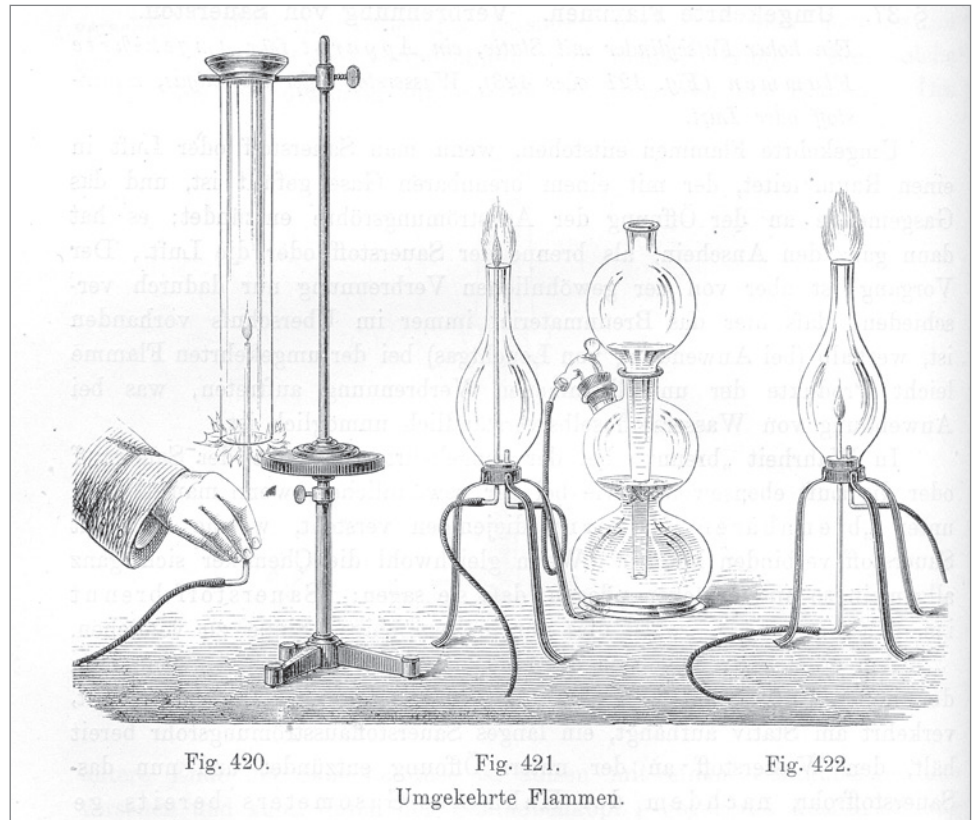


Abbildung 3: Umgekehrte Flammen, diverse Versuchsanordnungen in [2].

gefüllt ist, und das Gasgemenge an der Öffnung der Ausströmungsröhre entzündet; es hat dann ganz den Anschein, als brenne der Sauerstoff oder die Luft. Der Vorgang ist aber von der gewöhnlichen Verbrennung nur dadurch verschieden, dass hier das Brennmaterial immer im Überschuss vorhanden ist, weshalb (bei Anwendung von Leuchtgas) bei der umgekehrten Flamme leicht Produkte der unvollkommenen Verbrennung auftreten, was bei Anwendung von Wasserstoff selbstverständlich unmöglich ist.

In Wahrheit „brennt“ bei der umgekehrten Flamme der Sauerstoff oder die Luft ebenso wenig, wie bei der gewöhnlichen, wenn man nämlich unter „brennbaren Körpern“ diejenigen versteht, welche sich mit Sauerstoff verbinden können. Wenn gleichwohl die Chemiker sich ganz allgemein so auszudrücken pflegen, dass sie sagen: „Sauerstoff brennt in

Wasserstoff“, so ist dies nur im obigen Sinne zu verstehen.

In [2] sind gleich mehrere Möglichkeiten skizziert, die geschilderten „umgekehrten Flammen“ zu demonstrieren, wobei auch solche dabei sind, bei denen die Wasserstoffatmosphäre während der Reaktion kontinuierlich ergänzt werden kann (Abbildung 3).

Offensichtlich hatte sich die „umgekehrte Flamme“ schon vor der Jahrhundertwende zu einem beliebten Vorlesungsversuch entwickelt, denn auch in [3] aus dem Jahr 1904 findet man gleich auf zehn Seiten diverse Versuchsanordnungen dazu im traditionellen Vorlesungsmaßstab.

In [3] wird bereits dezidiert darauf hingewiesen, dass der Versuch potentielle Gefahren in sich birgt. Es werden verschiedene Hinweise geliefert, um Sauerstoff gefahrlos in Wasserstoff verbrennen zu können.

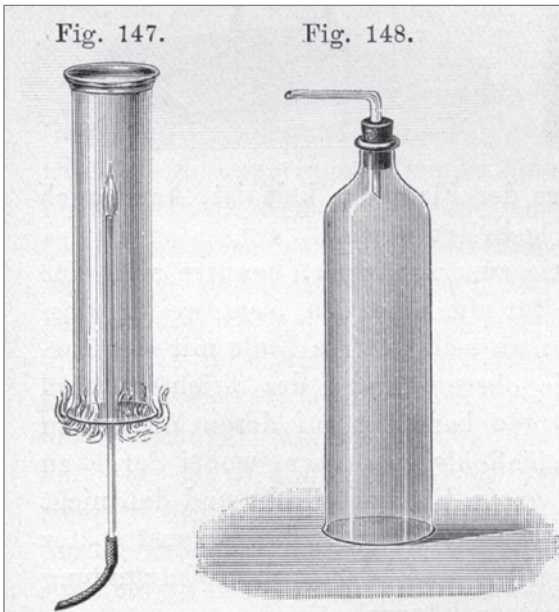


Abbildung 4: Einfacher Standzylinder mit Öffnung nach unten und Anordnung für die kontinuierliche Ergänzung des Wasserstoffs für die umgekehrte Flamme in [3].

Es sei notwendig, dass kein unverbrannter Sauerstoff sich mit Wasserstoff mischen kann.

Als sichere Versuchsanordnung wird in [3] folgendes vorgeschlagen:

Am einfachsten füllt man einen etwas weiten und großen Glaszylinder mit Wasserstoffgas und entzündet letzteres an der stets nach unten gerichteten Mündung des Zylinders. Dann wird die durch Kautschukschlauch mit einem Sauerstoff enthaltenen Gasometer verbundene Glasröhre, aus welcher das Sauerstoffgas langsam ausströmt, von unten durch die Wasserstoff-Flamme hindurch in das Innere des Zylinders geführt. (Fig. 147) (Abbildung 4).

Der Sauerstoffstrom entzündet sich an der Wasserstoffflamme und brennt im Inneren des Zylinders schwach leuchtend fort, erlischt aber selbstverständlich sofort wieder, wenn er aus der Wasserstoffatmosphäre heraus in die äußere Luft gebracht wird.

Sollte durch irgend einen Zufall, etwa durch Knicken des Kautschukschlauches, die Sauerstoffflamme erlöschen, solange noch viel Wasserstoff im Zylinder ist, so entferne man die Sauerstoffröhre augenblicklich, damit kein Knallgas gebildet wird.

Zweckmäßiger ist es für fortgesetzte Erneuerung des verbrannten Wasserstoffs zu sorgen. Man verwende dazu eine oben

tubulierte hohe und schmale Glocke (Fig 148) (Abbildung 4).

Den Tubus schließe man mit einem Gummistopfen, durch den ein Gasleitungsrohr in die Glocke ragt. Der ganze Apparat wird mit der Mündung nach unten in ein Stativ eingespannt. Man leite nun aus der Bombe einen sehr kräftigen Wasserstoffstrom in die Glocke und entzünde den selbst, nachdem die Luft verdrängt ist. Bei genügend starkem Gasstrom brennt der Wasserstoff an der Mündung der Glocke weiter.

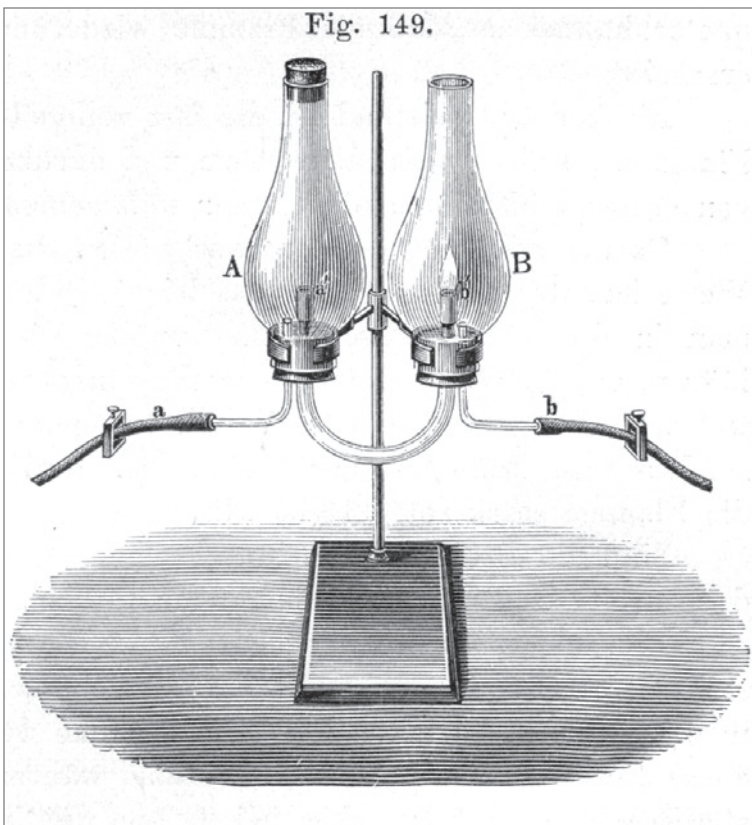
Eine bereits in [2, S. 312] skizzierte Apparatur zur „fortgesetzten Erneuerung des verbrannten Wasserstoffs“ wird in [3] genauer beschrieben und als „leicht zu handhabender Apparat“ bezeichnet (Abbildung 5):

„Die Vorrichtung besteht aus zwei Lampenzylindern von etwa 24 cm Höhe und 3,5 cm Weite am oberen Ende. Beide Zylinder sind unten mit durchbohrten Stopfen verschlossen, durch deren Mitte die Enden einer mindestens 1 cm weiten gläsernen U-Röhre hindurchgehen; die rechtwinkelig gebogenen, etwa 0,6 cm weiten und etwas seitlich angebrachten Glasröhren führen die betreffenden Gase in den Zylinder.

Damit durch die Hitze der Flammen die U-Röhre an ihren oberen Enden nicht zerspringt, sind über dieselben kurze, etwa 2 cm lange Röhrchen aus zusammengewaltem Platinblech geschoben.

Soll der Versuch z.B. mit Wasserstoff (bequemer mit Leuchtgas) und Sauerstoff ausgeführt werden, so verschließt man die obere Öffnung des Zylinders A (Abbildung 5) mit einem Kautschukstopfen oder einer eben geschliffenen Metall- oder Glasplatte, verbindet die Röhre a mit der Wasserstoffbombe und lässt zunächst so lange Wasserstoffgas einströmen, bis die Luft aus A völlig ausgetrieben sein wird. Dann entzündet man das

Abbildung 5: Apparatur aus [3] zur Erneuerung des verbrannten Wasserstoffs. In den Lampenzylindern brennt je nach „Betriebsart“ die Wasserstoff- bzw. „Sauerstoff-Flamme“.



bei b' austretende Wasserstoffgas, nachdem der Zylinder B zu diesem Zwecke abgenommen wurde. Ehe man ihn wieder aufsetzt, ist durch b Sauerstoffgas einzuleiten. Man reguliert nun den Wasserstoffzufluß am besten mittels eines eingeschalteten Quetschhahnes so, dass eine 2 bis 3 cm hohe Flamme in B brennt.

Soll nun die sogenannte umgekehrte Flamme hergestellt werden, so nimmt man den Stopfen vom Zylinder A oben weg und setzt ihn auf die Öffnung des Zylinders B. Bereits beim Wegnehmen des Stopfens verkleinert sich die Flamme bei b', schlüpft in die U-Röhre hinab, stülpt sich um und tritt als Sauerstoffflamme aus a' in den Zylinder A.

Wird der Stopfen auf den Zylinder B oben aufgesetzt, so kann kein Sauerstoffgas mehr hier entweichen und die Sauerstoffflamme in A vergrößert sich; man reguliert sie durch Drehen des Sauerstoffquetschhahnes so, dass die Flamme wiederum etwa 2 bis 3 cm hoch erscheint."

100 Jahre nach der Veröffentlichung dieser – gar nicht mit allen Anmerkungen und Ergänzungen zitierten – Versuchsvorschrift fällt auf, wie detailreich man früher Experimente beschrieben hat. Offensichtlich wollte man vermeiden, dass der Kollegenschaft etwas misslingt oder ein heikler Versuch gar eskaliert. Wenn man die heutige Literatur mit den spärlichen bzw. sparsam-abstrakt angelegten Versuchsskizzen und Anleitungen betrachtet, drängt sich der Verdacht auf, dass heutzutage viele Autoren annehmen, das beschriebene Experiment sei den Lesern ohnehin bereits bekannt und nur mehr im Überblick in Erinnerung zu rufen. Vielleicht mutet man es den heutigen Lesern auch nicht mehr zu, wegen eines einzigen Experimentes seitenlange Vorschriften zu studieren.

Im konkreten Fall kann das synchrone Einleiten und Zünden von reinem Wasserstoff bzw. Sauerstoff in den großen Lampenzylindern (Abbildung 5) bei falscher Vorgangsweise doch zu sehr gefährlichen Zwischenfällen führen.

Wahrscheinlich hat es diese Zwischenfälle bei diversen eigenwilligen Abänderungsversuchen (...und ewig lockt das „Verändert nach...“) auch gegeben. Denn die vor 100 Jahren so beliebte „umgekehrte Flamme“ ist im Laufe der Zeit fast völlig in Vergessenheit geraten. Selbst sehr belebte Kolleginnen und Kollegen können mit dem Begriffen „Sauerstoffflamme“, „umgekehrte Flamme“ bzw. „inverse flames“ nur wenig anfangen. Auch im „Römpf“ [4] wird man mit diesen Suchwörtern nicht fündig.

Wenn den Lernenden die Zuordnung der verwendeten Gase (Wasserstoff, Leuchtgas, Sauerstoff, Luft) in Brennstoff und Oxidationsmittel bereits klar ist, hat das Experiment tatsächlich keine große didaktische Bedeutung mehr. Wenn allerdings die konkrete Frage „Kann Sauerstoff brennen?“ auftaucht, ließen sich mit der vermeintlichen „oxygen flame“ bei den Lernenden doch einige experimentell induzierte Denkanstöße provozieren.

Zudem gibt es neuere Forschungsansätze, bei denen „inverse flames“, also das Eindüsen von Luft oder reinem Sauerstoff in eine mit (verdampften) Brennstoff gefüllte Brennkammer, dazu führen soll, den Schadstoffanteil in den Abgasen zu reduzieren (siehe z.B. [5]).

Darüber hinaus eröffnen Materialien, die es vor 100 Jahren in dieser Form noch nicht gegeben hat, ganz neue und einfachere Möglichkeiten des Experimentierens. So ist es im Sinne einer „Instant Chemistry“ möglich, die „Sauerstoffflamme“ mit simplen Mitteln in relativ kurzer Zeit zu demon-

strieren, auch wenn Sauerstoff bzw. Wasserstoff nicht in zeitgemäßen Vorratsbehältern verfügbar ist. Dies soll im folgenden zeitgeistig (so kurz wie möglich) geschildert werden.

Aus Sicherheits- und Zeitgründen wird explizit mit geringen Stoffmengen gearbeitet und auf Wasserstoff bzw. Sauerstoff aus Druckflaschen verzichtet. Um zu dokumentieren, dass man sich bei der „inverse flame“ durchaus auf unkonventionelle Gerätschaften verlassen kann, wird zum Auffangen von Wasserstoff kein konventioneller Standzylinder vorgeschlagen. Als improvisierter Ersatz dafür ist das Reagenzglas SB 29 mit seitlichem Ansatz beschrieben, das im Schülerversuchsset n. Obendrauf enthalten ist.

Zur Entwicklung der Gase in Kleinstmengen werden die Gasentwickler n. Obendrauf verwendet, die sich seit mehr als

Abbildung 6: Low-Cost-Gasentwickler für Wasserstoff, der im Reagenzglas SB 29 (seitlicher Ansatz verschlossen) gesammelt wird.





Abbildung 7: Sauerstoff-Generator. An der Kanülenspitze tritt nach Verdrängen der Luft reiner Sauerstoff aus.

einem Jahrzehnt nicht nur bei den Salzburger Sommerschulen bewährt haben, sondern auch bei diversen Workshops in vielen Ländern der Welt auf große Zustimmung gestoßen sind.

2. Experimenteller Teil

2.1. Erzeugung und Auffangen von Wasserstoff:

Material und Chemikalien: Reagenzglas Fiolax 16/160, Weichgummistopfen Verneret 18D mit 2 parallel positionierten Kanülen 1,2/40 mm (abschrägte Spitzen mit Seitenschneider gekappt), 5 mL-Spritze (innen mit feiner Eisenwolle 00 aufgerauht), 20 mL-Spritze ONCE mit Gummi-O-Ring, gefettet mit Siliconöl, Siliconschlauch DM 8 mm, Länge ca. 40 cm, siehe Abbildung 6.

Zink (gekörnt, aktiviert durch Einbringen in CuSO_4 -Lösung), Salzsäure conc.

Pneumatische Wanne (Kühlbox aus Kunststoff, ausreichend groß dimensioniert oder Kunststoffschüssel oder große Kristallisierschale), Reagenzglas Stopfenbett SB 29 mit seitlichem Ansatz (seitl. Ansatz mit Schlauchstück und Klemme bzw. Wäscheklammer verschlossen) oder Reagenzglas SB 29 ohne Ansatz; Schutzbrille.

2.2. Erzeugung von Sauerstoff

Material und Chemikalien: Reagenzglas Fiolax 16/160, Weichgummistopfen Verneret 18D mit einer im Stopfen umgekehrt positionierten Kanüle (abschrägte Spitzen mit Seitenschneider gekappt; siehe Abbildung 7).

Braunsteintabletten als Katalysator (akt. Braunsteinpulver mit Zement im Volumenverhältnis 1:1 trocken gemischt, mit Wasser angeteigt und in leerer Tablettenverpackung verfestigt), Wasserstoffperoxid 30%ig, Mikrobrenner Proxxon, Reagenzglasständer.

2.3. Erzeugung der Sauerstoffflamme

Das Reagenzglas SB 29 mit seitlichem Ansatz (verschlossen mit Schlauchstück und Klemme, (natürlich kann statt dessen ein evtl. vorhandenes Reagenzglas SB 29 ohne seitlichen Ansatz verwendet werden)) wird durch Wasserverdrängung mit Wasserstoff aus dem Low-Cost-Gasentwickler gefüllt. Dazu wird sukzessive conc. HCl aus einer 5 mL-Spritze durch die Kanüle im aufgesetzten Stopfen zum Zink dosiert. Die ersten 20 mL an generiertem (lufthaltigem) Gas werden verworfen (Kontrolle mit 20 mL-Spritze, aufgesetzt auf die zweite Kanüle). Nach dem Aufstecken des Siliconschlauchs auf den Lueransatz dieser Kanüle wird auch die Luft aus dem Schlauch vertrieben, sodass sich nur reiner Wasserstoff im Reagenzglas SB 29 sammeln kann. Das zur Gän-

ze gefüllte Reagenzglas wird mit der Öffnung nach unten im Wasser zwischengelagert.

Zur Sauerstoffentwicklung beschickt man den Sauerstoffgenerator (Reagenzglas 16/160) mit 5 bis 7 Katalysator-Tabletten, fügt einige mL Wasserstoffperoxid (30%ig) dazu und verschließt das Reagenzglas mit dem Stopfen mit integrierter Kanüle (siehe Abb. 7). Die Gasentwicklung setzt sofort ein. Der Sauerstoff-Entwickler wird kurzfristig im Reagenzglasständer abgestellt.

Das mit Wasserstoff gefüllte Reagenzglas SB 29 wird nun vorsichtig mit der Öffnung nach unten hoch gehalten. Der Wasserstoff wird an der Öffnung mit dem Einhand-Mikrobrenner entzündet, wo er nun mit fast unsichtbarer Flamme brennt.

Durch diese unsichtbare Flammenfront schiebt man nun sofort den in Reichweite abgestellten Sauerstoff-Gasentwickler mit dem an der Kanülenspitze austretenden Sauerstoff. Die Flammenfront wird dadurch an der Kanülenspitze in die reine Wasserstoffatmosphäre hinein getragen.

Der Sauerstoff-Gasentwickler wird nun langsam, aber sukzessive immer tiefer im nicht verbrauchten Wasserstoff positioniert. Für kurze Zeit sieht es so aus, als ob Sauerstoff an der Kanülenspitze in reinem Wasserstoff brennen würde (Abbildung 8).

3. Trouleshooting und Gefahrenhinweise:

Je kleiner die „Sauerstoffflamme“ (mäßige O_2 -Gasentwicklung), desto besser sieht man die exotherme Reaktion, weil die Kanülenspitze zu glühen beginnt. Um die Flamme besser sichtbar zu machen, kann man dem Wasserstoffperoxid auch etwas Kochsalz zusetzen. Der generierte Sauerstoff enthält so etwas NaCl -Aerosol zwecks Gelbfärbung der Flamme.

Bei sehr aktiven Katalysator-Tabletten kann auch mit 20%igem Wasserstoffperoxid gearbeitet werden. Bei zu geringer O_2 -Gasentwicklung lässt sich diese durch Erwärmen des Reagenzglases mit dem Mikrobrenner rasch intensivieren.

Damit das Reaktionswasser am Reagenzglas SB 29 keinen Beschlag bildet und dadurch die Sicht auf die „Sauerstoffflamme“ getrübt wird, kann man die Reagenzglaswand seitlich vor dem Entzünden des Wasserstoffs mittels Mikrobrenner kurzzeitig erhitzen.

Sobald die „Sauerstoffflamme“ in der Wasserstoffatmosphäre verlischt, ist der Gasentwickler sofort aus dem Reagenzglas SB 29 zu entfernen, damit sich kein gefährliches Knallgas bilden kann!

4. Experimentelle Perspektiven:

Die beschriebene „Sauerstoffflamme“ ist in wenigen Minuten inkl. Vor- und Nachbereitung realisierbar, weil die generierten Gasmengen klein gehalten werden. Ein zeitaufwendiges „Clear-Away“ der kleinen Gasentwickler entfällt. Auf optisch störendes Stativmaterial wird absichtlich verzichtet, wobei der einhändig aktivierbare Mikrobrenner unter diesen Bedingungen essentielle Dienste leistet. Mit 5 mL HCl conc. lässt sich ausreichend reiner Wasserstoff generieren, so dass das Reagenzglas SB 29 zwecks Wiederholung des Experimentes zwei Mal mit Gas beschickt werden kann.

Durch den Einsatz von sehr geringen Stoffmengen ist das Gefahrenpotential a priori relativ gering, obwohl mit reinem Wasserstoff und Sauerstoff in Glasgefäßen gearbeitet wird.

Wenn Zeit und materielle Ressourcen vorhanden sind, lässt sich die „Sauerstoffflamme“ selbstverständlich auch in größerer Dimensionierung realisieren. Entsprechend noch

größere Sorgfalt ist aber geboten, weil sich unter diesen Bedingungen in kurzer Zeit große Mengen an explosivem Knallgas sammeln können.

Analog zur „Sauerstoffflamme“ kann man im Wasserstoff auch die „Lachgasflamme“ brennen lassen. Als Distickstoffmonoxid-Spender fungiert ein Gasdruckkorkenzieher, beschickt mit einer Sahnekapsel [6]. Die Nadelschutzhülse des Gasdruckkorkenziehers wird mittels Schlauchstück mit einem kurzen Glasrohr mit ausgezogener Spitze verbunden. Durch vorsichtige (!) Betätigung des Ventils muss ein sehr schwacher, aber kontinuierlicher Gasstrom sicher gestellt sein, bevor man die Glasrohrspitze durch die Flammenfront des Wasserstoffs in die reine Wasserstoffatmosphäre im Reagenzglas SB 29 schiebt.

Literatur

- [1] H.E. Roscoe, C. Schorlemmer, Ausführliches Lehrbuch der Chemie, erster Band, Nichtmetalle, Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1877
- [2] R. Arendt, Technik der Experimentalchemie, 2. Aufl., Verlag von Leopold Voss, Hamburg 1892
- [3] O. Kühling, Karl Heumanns Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über Anorganische Chemie, 3. Auflage, Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1904
- [4] <http://www.roempp.com> (Stand: 18. 04. 2011)
- [5] <http://athena.uwindsor.ca/units/pac/NVDailyNews/nvndn.nsf/0/0f38a90535dc718985256ee800696af0?OpenDocument> (Stand 10. 02. 2005)
- [6] V. Obendrauf, Lachgas auf Knopfdruck, Chem.Sch.(Salzbg.) 16 (2001) Nr. 2, S. 4-11

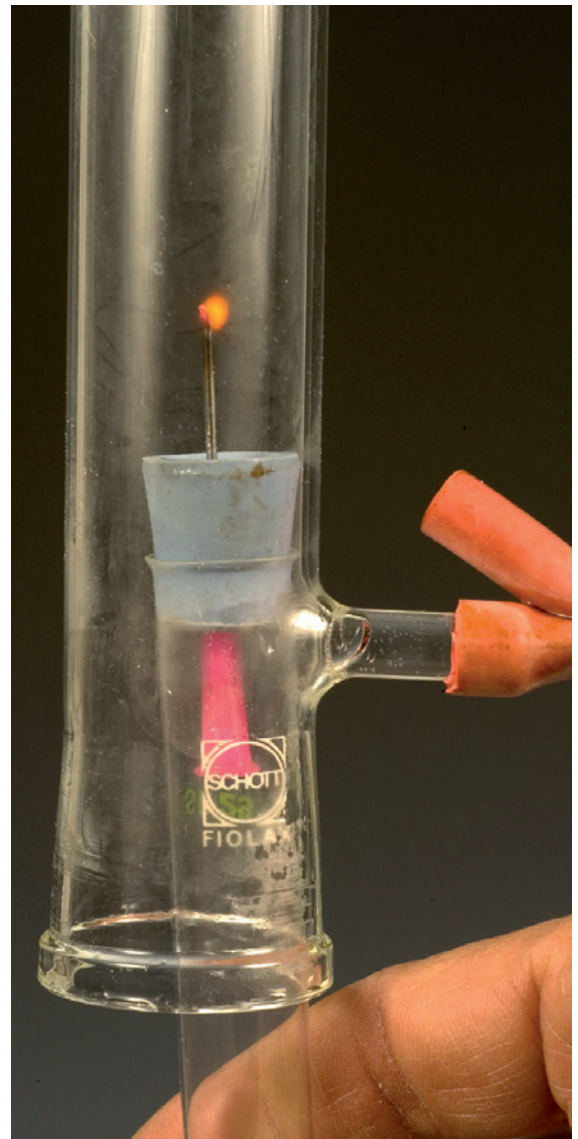
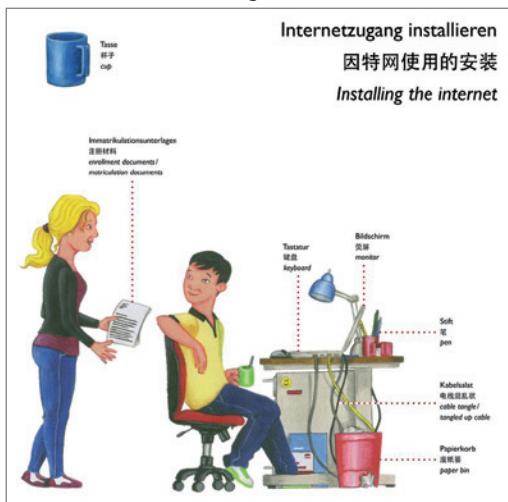


Abbildung 8: Die „Sauerstoffflamme“ – der fast farblose Abbrand von Wasserstoff kann durch Kochsalz-Aerosol sichtbar gemacht werden.

Aus der Bildungslandschaft

- Welches Studium passt zu mir? Antworten auf diese Frage gibt Studieninteressierten der „Studien-scout Academicus“, der **virtuelle Studienberater** der Universität Bonn. Mit sogenannten Online-Self-Assessments (OSA) können Schüler kostenlos ihre Fähigkeiten mit den Anforderungen von inzwischen 18 verschiedenen Studiengängen abgleichen.
- Auch die Universität des Saarlandes bietet **Erwartungschecks** zu verschiedenen Studienfächern an. Die Tests wurden von Psychologen gemeinsam mit der Studienberatung und Dozenten aus den einzelnen Studienfächern entwickelt.
- Das Bielefelder **„Illustrierte mehrsprachige Wohnheimwörterbuch“**, erscheint jetzt in einer bundesweiten Ausgabe, herausgegeben durch das Deutsche Studentenwerk (DSW). Das Wörterbuch soll internationalen Studierenden helfen, sich in den hiesigen Wohnheimalltag hineinzufinden, deshalb sind eine Reihe von wohnheimtypischen Alltagssituationen liebevoll illustriert und mit Vokabular (Deutsch, Englisch und Chinesisch) ausgestattet worden.



- Wie bisher müssen sich die Studienbewerber im kommenden Wintersemester für **Studiengänge mit lokalem Numerus clausus** direkt an den Universitäten bewerben. Darauf haben sich die Universitäten bereits seit längerem vorbereitet, da nicht sicher war, ob die technischen Probleme des bundesweiten Systems fristgerecht gelöst werden können. Die Stiftung für Hochschulzulassung hatte am 12.04.2011 mitgeteilt, den ursprünglich für das kommende Wintersemester geplanten Starttermin zu verschieben.
- Internationale Studierende werden über das **Studieren, Wohnen und Leben in Chemnitz** erstmals umfassend auf der sechssprachigen Online-Plattform www.study-in-chemnitz.com informiert. Neben der deutschen und englischen Sprachversion steht das Portal auch in Chinesisch, Polnisch, Russisch und Tschechisch zur Verfügung.

**Gensequenzierung in Diagnostik
Seltene Krankheit identifiziert – Baby geheilt**

Die DNA-Sequenzierung ist noch längst keine Routine-technik für die Diagnose, aber Fälle wie der von Nicholas Volker zeigen, welch enormes Potenzial sie für die medizinische Praxis birgt. Nicholas, ein kleiner Junge aus Wisconsin in den USA, litt an einer rätselhaften, lebensbedrohlichen Krankheit. Erst eine Sequenzierung seines Genoms führte schließlich zur richtigen Diagnose.

Nicholas Volker war noch keine zwei Jahre alt, als er die ersten Symptome einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung zeigte. Die Krankheit bohrte große Kanäle durch die Darmwand, sogenannte Fisteln, durch die Kot in den Körper austrat. Immer mehr Kanäle bildeten sich und lösten große Schmerzen und eine gefährliche Entzündung des Körpers, eine Sepsis, aus.

Die Nadel im Heuhaufen Nicholas' Symptome ähnelten der Krankheit Morbus Crohn, doch die Probleme des Jungen konnten durch die übliche Behandlung nicht gelindert werden. Auch nach vielen Tests und Analysen kamen die Ärzte zu keiner verlässlichen Diagnose. Mehr als hundert Mal war Nicholas im Operationssaal, oft in Lebensgefahr. „Ich hatte die ganze Zeit im Hinterkopf, dass diese Krankheit auf keinen Fall von einem normalen Genom ausgelöst werden konnte“, sagte Alan Mayer, Kinderarzt am Children's Hospital of Wisconsin. Theoretisch war es zwar möglich, die Genmutation, die für Nicholas' Krankheit verantwortlich war, durch Sequenzierung seines Genoms zu identifizieren. In der Praxis glich dies jedoch der Suche nach der Nadel im Heuhaufen, denn jeder Mensch hat tausende Genmutationen – jede davon könnte mit einer Krankheit in Zusammenhang stehen. Trotzdem wagten Mayer und Howard Jacob, der Leiter des

Human and Molecular Genetics Center, den Versuch.

Mit Sequenziergeräten von Roche untersuchte Jacobs mit einem Team aus neun Fachleuten die Gene von Nicholas. Sie konzentrierten sich auf das Exom. Dieser Teil des Genoms enthält alle Gene, die Proteine des Körpers kodieren. Das Exom macht nur ein Prozent des menschlichen Genoms aus, enthält aber 85 Prozent der Mutationen, die für schwere Krankheiten verantwortlich sein können. Die Experten verglichen die DNA von Nicholas mit DNA von gesunden Personen. Sie fanden 16 124 Genmutationen in Nicholas' Exom. Nach vier Monaten Arbeit identifizierten sie eine ungewöhnlich Mutation. Sie war der Grund dafür, dass ein Protein, das das Immunsystem davon abhält, den Darm anzugreifen, nicht korrekt produziert wurde. Dies verursachte wahrscheinlich Nicholas' Darmerkrankung. Zudem führt diese Mutation zu einer sehr seltenen Krankheit, dem Purtilo-Syndrom, das nur bei Männern auftritt. Das Purtilo-Syndrom störte die Abwehr von Nicholas' Körper gegen das Epstein-Barr-Virus, welches eines der beim Menschen am häufigsten auftretenden Viren ist. Die einzige Heilungsmöglichkeit besteht in einer Knochenmarkstransplantation. Die Ärzte beschlossen, die Transplantation durchzuführen – mit Erfolg: Nicholas kann heute wieder normales Essen zu sich nehmen, und seine weitere Prognose ist gut.

Bisher hat die DNA-Sequenzierung keine Zulassung für die Diagnostik, sodass die Verantwortung für ihre Anwendung bei den Laboren liegt. Doch Nicholas' Beispiel zeigt die Möglichkeiten dieser Technik. *Barbara Jopp-Heins*

**Die hier gewohnte
CLB-Fragenseite
erscheint wieder in
CLB 05-2011.**

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
Rischerstr. 12, D-69123 Heidelberg
Tel.: 06221 726416 0
Fax: 06221 726416 9
www.gerbu.de, E-mail: info@gerbu.de

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHLUND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



LAB TECHNOLOGY

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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER



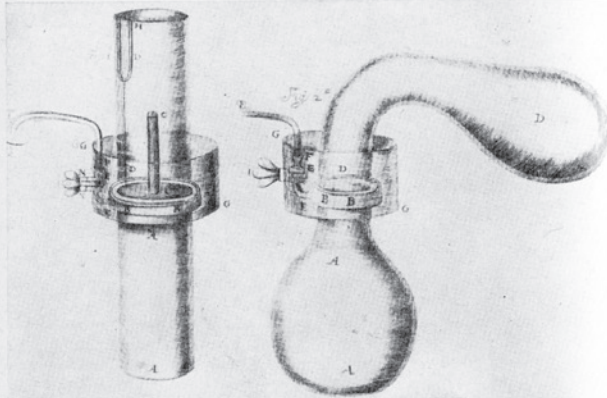
VAKUUMKONZENTRATOREN

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

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

daß man noch nicht einmal die Zusammensetzung der Luft kannte, und die Gase höchstens für Luft mit irgendwelchen Beimischungen hielt.

Boyle bemühte sich zum ersten Mal, den Elementbegriff in einer neuen Weise zu bestimmen. Empedokles und Aristoteles hatten Feuer, Wasser, Erde und Luft als letzte Einheiten angesehen; die „Prinzipien“, die Grundstoffe der Alchimisten, waren Salz, Schwefel und Quecksilber. Boyles Ausgangspunkt ist eine Korpuskulartheorie, nach der die Materie aus kleinsten Körpern besteht, die sich bewegen, die verschiedene Formen haben und die, eine Vorahnung der Affinität, durch eine der Schwerkraft ähnliche Anziehungskraft zueinanderstreben und -finden. Boyle ist hiermit nicht unbedingt originell. Er selbst bezieht



Vakuum-Destillationsapparate nach Boyle. (Aus der italienischen Ausgabe des *Sceptical Chymist* von 1697).

sich auf Epikur, ja er beruft sich sogar auf Moses, nach dem Gott alle Dinge nicht unmittelbar, sondern aus Teilchen einer vorher existierenden Materie geschaffen habe. Die Gesichtsforschung hat manchen Forscher ans Licht gebracht, der vor oder unabhängig von Boyle ähnliche Theorien entwickelte. Zu nennen ist vor allem der Hamburger Rektor Junge, mit Gelehrtennamen Jungius, dessen Verdienste auch schon Goethe erkannte. Boyle dringt bis zu dem Schluß vor, daß es drei fortschrittliche Prinzipien gäbe: Materie, Bewegung und Ruhe.

Das klingt alles sehr nach Theorie. Doch der „Skeptische Chemiker“ ist ein Schatz neuartiger Experimente, Vorschriften und Vorschläge, aus denen die

Er entdeckte die Phosphorsäure (1670), indem er Rückstände des eben entdeckten Phosphors verbrannte.

Bei der Beschäftigung mit Farben und Farbstoffen — auch Goethe ließ ihn deshalb bei seinen biographischen Skizzen berühmter Farbenforscher nicht aus — beeindruckten ihn die farbigen Ringe auf dünnen Schichten, und er suchte nach einer Erklärung. Gewisse Fluoreszenzerscheinungen von Pflanzenextrakten wurden von ihm und seinen Freunden „mit großer Verwunderung“ betrachtet. Boyle war übrigens Anhänger der Newtonschen Farbentheorie.

Auf organischem Gebiet befaßte er sich mit der Einwirkung von Säuren auf Eiweiß, Blut und Milch und empfahl der Heilkunde, allerdings nicht im Sinn der Iatrochemiker, dringend die Anwendung chemischer Präparate. Die Erscheinungen der Sublimation studierte er vor allem beim Campher. Bei Versuchen mit trockener Destillation fand er den Holzgeist (Methylalkohol) und das Aceton. Übrigens sollen seine Siedepunktangaben für Wasser, Spiritus, Säuren und Laugen schon ganz vorzüglich gewesen sein.

Als Anwendungschemiker stellt sich uns Boyle mit vielen Arbeiten vor: er erteilte Vorschriften zur Herstellung von Metall-Legierungen und zur Eisenvergoldung, gab Anweisungen für die Bereitung von Farben, Beizen, Glasflüssen für die Glasmalerei usw. Ein nachhaltiger Erfolg war die Bereitung von Tinte aus Galläpfeln und Eisenvitriol, die Eisengallustinte. Sie hat sich noch über die Erfindung der Anilinfarbstoffe hinaus als die am meisten verwendete Tinte bewährt.

Johann Joachim Becher weilte in Windsor bei „Herrn Boyle“ zu Besuch, um mit ihm verschiedene Sorten Kohle zu guten Kohlen (Koks) zu brennen, die nicht mehr rauchen noch stinken. Auch hier hat also Boyle mitgeholfen, und er hat Steinkohle und Koks zur Beheizung seiner chemischen Öfen verwendet. Becher hat übrigens Boyle sein Werk „Alphabetum Minerale“ gewidmet.

Der Physiker

Vergessen wir den Physiker nicht! Der Name Boyles hat sich der Allgemeinheit durch das Boyle-Mariottesche Gesetz mehr eingepägt, als durch seine bedeutenderen chemischen Leistungen. Boyle selbst hat auf die Entdeckung, daß das „Volumen der Luft dem darauf wirkenden Druck umgekehrt proportional“ ist, niemals großen Wert gelegt. Übrigens sollen die Verhältniszahlen seinem Schüler Richard Townley bei Messungen zuerst aufgefallen sein. 17 Jahre später hat Edme Mariotte (1620 bis 1684) in Paris, mit dem Boyle niemals in Berührung kam, das Gesetz nochmals aus Messungen abgeleitet und gesichert.

Bewundernswert ist auch Boyles apparative Begabung. Er benutzte eine von ihm verbesserte Luftpumpe nicht nur zur Destillation unter vermindertem Druck, er nahm auch, seiner Zeit weit vorausseilend, chemische Reaktionen unter erhöhtem Druck vor.

Theorien abgeleitet werden. In dem Bemühen die Stoffe zu zerlegen, wird Boyle zum Vater der Analyse. Wer weiß noch, daß Boyle das Wort „Analyse“ prägte? Boyle erkennt vor allem, daß nicht wie bis dahin angenommen, das Feuer der einzige Weg ist, die Stoffe in elementare Bestandteile zu zerlegen. Er beschreitet den nassen Weg, wie er heute noch für die anorganische Analyse maßgebend ist. Auch hier haben Goldschmiede und Metallurgen schon vor Boyle praktische Kenntnisse gesammelt, war es doch durchaus bekannt, daß man das scheinbar aller Zerlegung trotze Gold in Königswasser auflösen könne, um es von fremden Bestandteilen zu trennen. Boyle aber fragt stets nach dem Warum, nach dem Prinzipiellen. Systematischen, auf das ganze stoffliche Gebiet Übertragbaren. Bei vielen Experimenten kommt er nahe heran an spätere, umwälzende Erkenntnisse: er bemerkt beispielsweise die Gewichtszunahme der Metalle bei der Calcination (Oxydation), die auch von anderen Forschern im Versuch erkannt, aber erst von Lavoisier schließlich richtig erklärt wurde. Boyle gelangte zu einer einfachen, doch wegweisenden experimentellen Unterscheidung der Säuren und Alkalien, indem er als erster die farbliche Veränderung gewisser Pflanzenfarbstoffe beobachtete. Das heute gebräuchliche Lakmus stand ihm noch nicht zur Verfügung, Boyle bemerkte aber, wie Veilchensaft durch Säuren rot und durch „flüchtige“ und „alkalische Salze“ grün gefärbt wird. Auch mit Kornblumensaft hat er viel experimentiert.

Experimentelles und Theoretisches ist im „Skeptischen Chemiker“ eng miteinander verwoben. Nach den im Mystischen wurzelnden alchimistischen Schriften taucht hier eine ganz andere Gedankenwelt auf: ein neuer, realer Elementbegriff ist gefunden und damit die Aufgabe, nach den wahren, unveränderlichen Bestandteilen der Stoffe zu suchen. Boyle wurde zum Kämpfer einer neuen Chemie, wenn auch noch nicht zu ihrem Neugestalter. In einer von Geheimlehren und Aberglauben erfüllten Welt war dies an mutiger Tat genug. Oft fiel es ihm selbst schwer, sich ganz vom Mystischen zu lösen. So glaubte er noch an die Wunderwirkung der Edelsteine.

Chemische Entdeckungen

Der experimentierfreudige, sachlich arbeitende „Philosoph“ Boyle begegnet uns jedoch auf Schritt und Tritt. Eine Fülle rein praktischer Entdeckungen und Erfindungen sind ihm zuzuschreiben. Auch diese würden seinen Namen als Chemiker unvergessen lassen. Nur einige seien hier erwähnt:

Auf analytischem Gebiet fand er, abgesehen von den erwähnten Pflanzenfarbstoff-Reaktionen, die Reaktion des Silbers mit Salzsäure und beobachtete die Schwärzung des Chlorsilbers. Als ein Hilfsmittel für die Analyse erkannte er die weißen Nebel, die sich beim Austreiben des Ammoniaks mittels Kalk bilden. Ferner stellte er den Unterschied zwischen Kupferdichlorid und Kupfermonochlorid fest.

Die Werke

Das literarische Werk Boyles ist gewaltig. Es füllt viele Bände und wurde als Gesamtausgabe zum erstenmal geordnet im Jahr 1725 von Peter Shaw herausgegeben unter dem Titel „The philosophical Works of the honorable R. Boyle zu London“. Am populärsten jedoch ist, mindestens seinem Titel nach, der „Skeptische Chemiker“ geblieben.

Durch die Macht der Sprache hat es Boyle vermocht, — wenn sich die Auswirkungen auch erst allmählich zeigten —, die Chemie von alchimistischen Vorurteilen zu befreien, ein lautes Streben nach Wahrheit auf Grund des Experimentes anzubahnen und dem Chemiker die Forschung um ihrer selbst willen ans Herz zu legen.

Hauptversammlung 1961 der Gesellschaft Deutscher Chemiker

Zur diesjährigen Hauptversammlung in Aachen (18. bis 23. September) hatten sich unerwartet viele Teilnehmer eingefunden: Mehr als 2000 Chemiker waren statt der ursprünglich angemeldeten 1500 erschienen. So waren die Hörsäle, in denen die großen Plenarvorträge und die vielen Referate und Diskussionen der einzelnen Fachgebiete und Fachgruppen stattfanden, trotz des herrlichen Wetters und der zahlreichen Anregungen von Stadt und Umgebung meist sehr gut besucht.

Die feierliche Eröffnungssitzung bekam einen besonderen Akzent durch Atomminister Prof. Dr. S. Balke, der mit seinen grundsätzlichen Ausführungen über die zukünftigen Aufgaben von Wissenschaft, Forschung und Unterricht gleichzeitig wieder einmal auf die Notwendigkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Oberstufe — im Gegensatz zu dem im Rahmenplan der Kultusminister vorgesehenen Entwurf — hinwies. Anschließend sprach der Präsident der GDCh, Prof. Dr. E. Wiberg, die Ehrungen dieses Jahres aus und verlieh die ausgesetzten Preise:

Die Emil Fischer-Medaille erhielt Prof. Dr. Friedrich Weygand, Direktor des Organisch-chemischen Laboratoriums der T. H. München, „in Anerkennung seiner Verdienste um Lehre und Forschung, insbesondere seiner Untersuchungen über die Amadori-Umlagerung und Osazonbildung von Zuckern, die Synthese von Aldehyden und Ketoaldehyden, die präparative Bedeutung von Trifluoracetyl-Verbindungen der Aminosäuren und für die methodische Ausgestaltung der Chemie isotop-markierter organischer Verbindungen“ (Abb. S. 466 rechts).

Der Vorstand des Instituts für Organische Chemie der Universität München, Prof. Dr. Rolf Huisgen, wurde mit der Liebig-Denkmedaille ausgezeichnet „in Anerkennung seiner hervorragenden Arbeiten, mit denen er — von der Theorie her das Experiment wagend — die Organische Chemie um wertvolle



Das Online-Magazin
für Labor und Analytik

Kontakt
Newsletter
Anzeigen schalten
Über uns
FAQ
Shop

Labor Magazin

- Produktneuheiten
- Stellenangebote
- Veranstaltungskalender
- Aktuelle Nachrichten
- Fachbeiträge
- Webseite des Monats

LAB-SUPPLY Special

Labor interaktiv

- Diskussionsforum
- Stellensuche
- Gebrauchtes

Labor Branchenbuch

Labor Linktips

- Analysentechniken
- Qualitätssicherung
- Arbeitsicherheit
- Fachliteratur
- Laborsoftware
- Sonstiges

Ihr Ansprechpartner



Torsten Beyer

Weitere Webseiten

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

Labor Magazin ANALYTIK NEWS

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

In unseren wöchentlichen Email-Newslettern informieren wir mehr als 30.000 Anwender im deutschsprachigen Raum über Produktneuheiten, Nachrichten, Fachartikel, Veranstaltungen, Stellenangebote und vieles mehr aus Labor, Chemie, Pharma, Life Science, Biotechnologie, Biologie, Medizin und Materialforschung.

SPRESweb An indispensable resource for synthetic chemists

- 6.0 million molecules
- 3.8 million reactions

[CLICK SEARCH](#)

Produktneuheiten | alle | Anzeigen schalten

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

- **Wie Millipores Wasseraufbereitungssysteme die Arbeit im Labor rationalisieren**
In der heutigen schwierigen Wirtschaftslage, in der Labore "mehr mit weniger leisten" müssen, suchen Labormitarbeiter nach Mitteln und Wegen, um ihre Produktivität zu steigern. Ein oftmals ...
- **TemPro Spektrometer - Fluoreszenzlebensdauermessungen für jedes Labor leicht gemacht**
HORIBA Jobin Yvon, führender Hersteller auf dem Gebiet der Fluoreszenzspektroskopie, hat die Palette der Spektrometer zur Bestimmung der Fluoreszenzlebensdauer um ein weiteres System erweitert. Das S...
- **Tischzentrifugen ROTINA 380 / 380 R setzen Maßstäbe in Kapazität und Effizienz**
Mit den Modellen ROTINA 380 und ROTINA 380 R (gekühlt) ergänzt die Firma Hettich nicht nur ihr eigenes umfassendes Zentrifugenprogramm, sondern setzt auch innerhalb der Wettbewerbsklasse Maßstäbe in ...
- **Ministat® - Maßstab der Kompaktthermostate**
Ministat® sind äußerst kompakt aber leistungsstark. Seit 1976 ist der Ministat® der kleinste Kaltthermostat der Welt. Heute gibt es drei Ministat® - jeder ist Kleinsten in seiner Klasse. Die gerin...

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

Stellenangebote | alle | Stellenanzeige schalten

Aktuelle Jobs für Chemiker, Biologen, Ingenieure, Analytiker, Laborleiter, Laboranten und Techniker

- **Chemielaborant, CTA (m/w)**
Für unseren neuen Laborstandort in Augsburg suchen wir ab sofort Chemielaboranten/innen für die Bereiche Organik, Elementanalytik und die Probenvorbereitung. Ihre Aufgaben: Probenvorbereitung von Boden...
- **Teamleitung Qualitätskontrolllabor Pharmaproduktion (m/w)**
Planung, Koordination und Organisation der fristgerechten Bearbeitung von analytischen Untersuchungen flüssiger und fester Wirk- und Hilfsstoffe, Führung und Entwicklung eines Teams von etwa 10 Mitar...
- **Mitarbeiter Qualitätsmanagement - Auditierung und Zertifizierung (m/w)**
Das sind Ihre Aufgaben: Weiterentwicklung des Qualitätsmanagement-Systems gemeinsam mit dem Qualitätsmanagementbeauftragten Unterstützung des Qualitätsmanagementbeauftragten bei der Vorbereitung, Durc...

--> alle Stellenangebote

Sitemap Profisuche

© 2000-2010 Dr. Beyer Internet-Beratung
Kontakt
Newsletter
Anzeigen schalten
Über uns
FAQ
AGB
Impressum



Titration



Ionenchromatographie



Elektroanalytik



ProcessLab



Was Sie bei uns finden

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