

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

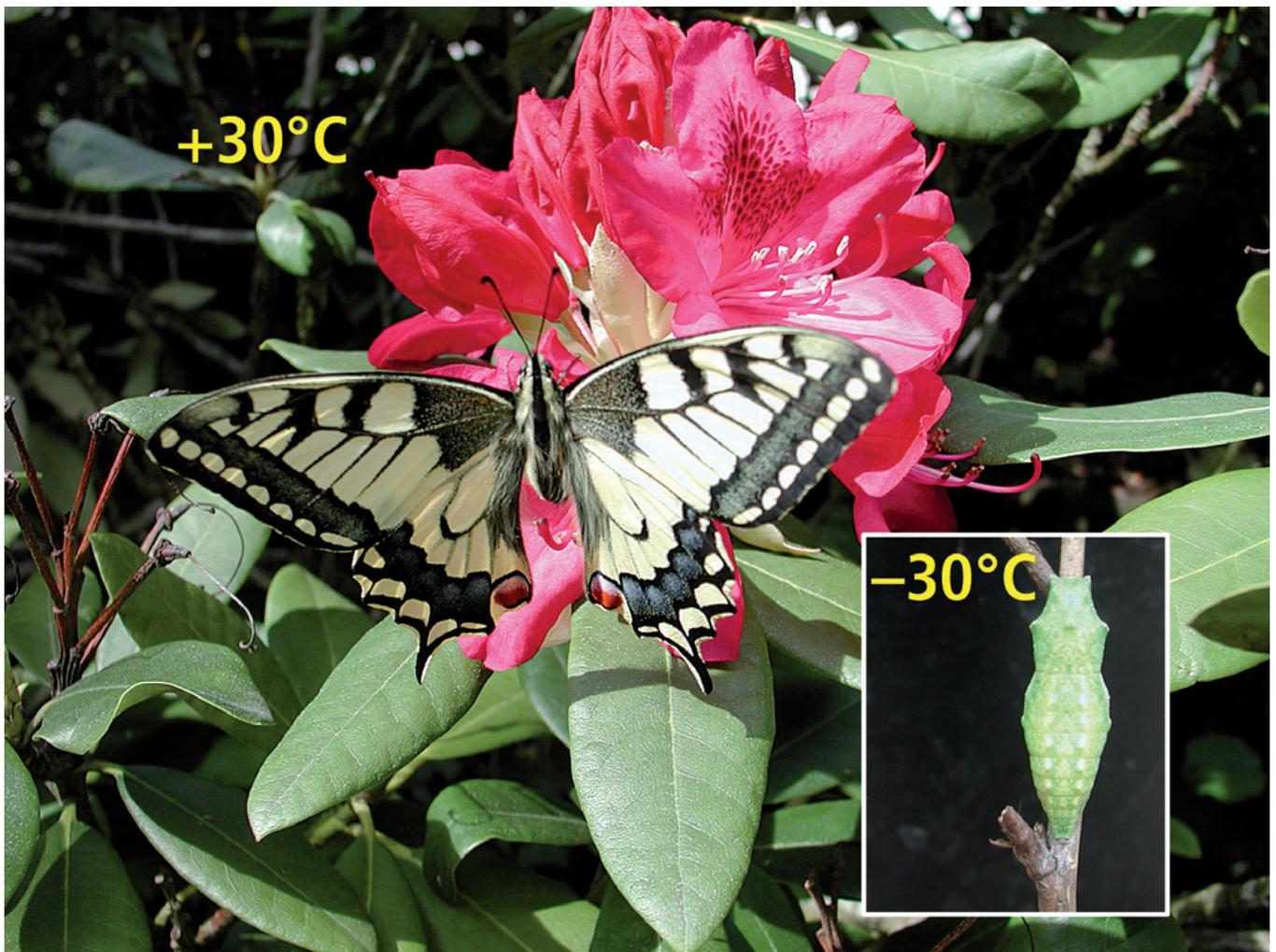
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Frostschutzproteine
- Lösungsmittel
- Malermuseum
- Doping

Chemie FÜR LABOR UND BETRIEB

Eine verständliche Monatschrift

Nr. 6

Frankfurt a. M., Mai 1958

9. Jahrgang

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln*)

Von Dr. B. Grüttner, Chem. Labor. Fresenius, Wiesbaden

Bei einer großen Zahl chemischer Umsetzungen spielt die Wahl des geeigneten Lösungsmittels eine wichtige Rolle: Das Lösungsmittel beeinflusst den Verlauf der Reaktion, es kann chemisch mitwirken. Fragen der Löslichkeit stehen daher oft im Vordergrund der Überlegungen des Chemikers. Das am häufigsten verwendete Lösungsmittel ist das Wasser, bei organischen Reaktionen werden aber auch viele andere benutzt. Hier soll eine besondere Gruppe von Lösungsmitteln näher betrachtet werden, die sich durch zwei Eigenschaften auszeichnen: die Lösungsmittel verhalten sich ähnlich wie das Wasser, müssen aber selbst absolut frei von Wasser sein. Nur wenn es gelingt, die Anwesenheit von Wasser auszuschließen, kann man andere Lösungsmittel, ihr Verhalten und die in ihnen ablaufenden Umsetzungen exakt studieren. Bei Gegenwart auch nur von Wasserspuren bleibt man im altbekannten Lösungssystem des Wassers.

Eine große Anzahl von Substanzen ist bereits auf ihre Eignung als „wasserähnliches, aber wasserfreies“ Lösungsmittel untersucht worden. Im Folgenden wird eine Auswahl charakteristischer Beispiele gegeben. Die Verbindungen werden, wenn sie als Lösungsmittel dienen sollen, in den flüssigen Zustand gebracht. Bei Zimmertemperatur feste Stoffe müssen also geschmolzen, Gase kondensiert werden.

Die ältesten Untersuchungen befassen sich mit NH_3 , HF, H_2S . Das sind die Hydride derjenigen Elemente, die sich um den Sauerstoff im Periodensystem gruppieren. HCN und HNO_2 sind weitere sich ähnlich verhaltende Verbindungen. Auch Substanzen, die keine Protonen enthalten, können als Lösungsmittel dienen, z. B. SO_2 oder J_2 . An organischen Substanzen hat man z. B. Äther, Eisessig oder Acetamid untersucht. Aber auch sogenannte Halbsalze wie HgBr_2 oder SbBr_3 , oder Säurehalogenide wie SOCl_2 können im flüssigen Zustand als Lösungsmittel dienen. Es sei aber nochmals betont, daß nur die reine wasserfreie Verbindung, die durch Abkühlung verflüssigt bzw. durch Erwärmen geschmolzen wurde, als Lösungsmittel untersucht wurde.

Diese so unterschiedlichen Verbindungen besitzen im flüssigen Zustand alle ein gemeinsames Merkmal: sie verhalten sich wasserähnlich. Um diesen Be-

*) Nach einem Vortrag der Verfasserin auf der Jahreshauptversammlung des Verbandes deutscher Chemotechniker am 19. 10. 57 in Wiesbaden.

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln

179

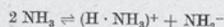
Die beiden H-Atome liegen nicht symmetrisch auf beiden Seiten des O-Atoms, sondern auf einer Seite und bilden so mit dem O-Atom ein Dreieck mit stumpfem Winkel. Die Schwerpunkte von Masse und Ladung innerhalb der Molekel fallen nicht zusammen, deshalb besitzt die Wassermolekel Dipolcharakter.

Eigenschaften wasserähnlicher Lösungsmittel

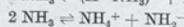
Nachdem man im Bau der Wassermolekel den Grund für das besondere Verhalten des Wassers gefunden hatte, lag es nahe, andere Substanzen, deren Bau dem der Wassermolekel ähnelt, auf ihre Eignung als Lösungsmittel zu untersuchen. Wasser kann man als Hydrid des Sauerstoffs auffassen, und so hat man schon frühzeitig die Hydride der den Sauerstoff im Periodensystem umgebenden Elemente untersucht. Das sind Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Fluorwasserstoff in flüssigem Zustand.

Die im vorigen Abschnitt unter 1. bis 4. erwähnten Eigenschaften sind nun tatsächlich auch bei Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Fluorwasserstoff vorhanden: Sie besitzen im flüssigen, wasserfreien Zustand eine eigene, sehr geringe Leitfähigkeit. Sie können sich an abgesättigte Verbindungen anlagern, sie bilden „Solvate“ (von solvens = das Lösende). Ihre Fähigkeit, andere Substanzen aufzulösen und sie gegebenenfalls in Ionen zu zerlegen, ist nicht so stark wie beim Wasser, jedoch deutlich ausgeprägt. Die mit diesen Lösungsmitteln erhaltenen Lösungen leiten den elektrischen Strom weit besser als das reine Lösungsmittel. Aus diesem Grunde bezeichnet man flüssiges Ammoniak, kondensierten Schwefelwasserstoff oder verflüssigten Fluorwasserstoff als wasserähnliche Lösungsmittel.

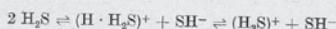
Die geringe Eigenleitfähigkeit der wasserfreien, flüssigen Verbindungen NH_3 , H_2S und HF führt man auf eine, wenn auch nur im geringen Maße vorhandene Eigen dissoziation zurück, die man analog derjenigen des Wassers formulieren kann:



oder:



Bei Schwefelwasserstoff formuliert man:



Bei Fluorwasserstoff:



Bei späteren Untersuchungen hat man dann festgestellt, daß viele Verbindungen, die im Bau keine Ähnlichkeit mehr mit dem Wasser haben, sich doch wie wasserähnliche Lösungsmittel verhalten können. Eine Auswahl solcher Lösungsmittel wurde oben schon gegeben.

Im Folgenden sollen nun am Beispiel des Ammoniaks einige charakteristische chemische Umsetzungen in wasserähnlichen Lösungsmitteln besprochen werden, da Ammoniak das besonders gründlich untersuchte Lösungsmittel ist.

178

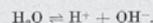
Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln

griff der Wasserähnlichkeit zu verstehen, muß man sich erst einmal die besonderen Eigenschaften des Wassers als Lösungsmittel vergegenwärtigen.

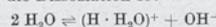
Das Wasser als Lösungsmittel

1. Das Vermögen, andere Substanzen aufzulösen, ist beim Wasser besonders groß. Ganze Gruppen anorganischer Verbindungen, Säuren, Salze und Basen, sind in Wasser ausgezeichnet oder doch gut löslich, aber auch viele organische Verbindungen können sich in Wasser lösen. Keine andere Substanz kann so vielfältig und bei so verschiedenen Typen von Stoffen als Lösungsmittel benutzt werden.

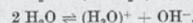
2. Das Wasser besitzt eine eigene, wenn auch sehr geringe Leitfähigkeit für den elektrischen Strom. Diese beträgt $6 \cdot 10^{-8}$ reziproke Ω bei 25°C . Diese Eigenleitfähigkeit beruht darauf, daß das Wasser in sehr geringem Maße dissoziiert ist:



Richtiger beschreibt man die Dissoziation so:



oder:



da man weiß, daß im Wasser keine freien Protonen (H^+) existieren können. Schreibt man H_3O^+ , so berücksichtigt man, daß die Protonen hydratisiert vorliegen.

3. Das Wasser kann gelöste Stoffe in Ionen zerlegen. Die Stoffgruppen: Salze, Säuren und Basen geben dabei Lösungen, die den elektrischen Strom leiten; die Leitfähigkeit dieser Lösungen ist weit größer als die Eigenleitfähigkeit des Wassers. Bei der Elektrolyse wandern die Ionen des gelösten Stoffes zu den entgegengesetzt geladenen Elektroden, wo sie entladen werden oder Sekundärreaktionen eingehen.

Nach der *Nernst-Thomson-Regel* ist die Fähigkeit eines Lösungsmittels, andere Stoffe zu lösen und sie in Ionen zu zerlegen, seiner Dielektrizitätskonstanten proportional. Wasser mit einer hohen Dielektrizitätskonstanten von 81 bei 18°C besitzt daher die genannten Eigenschaften in hohem Maße. Es handelt sich hier aber nur um eine Regel, von der es auch Ausnahmen gibt. Wasserfreie flüssige Blausäure besitzt z. B. eine sehr hohe Dielektrizitätskonstante, ist aber kein besonders gutes Lösungsmittel.

4. Wasser kann sich schließlich an schon abgesättigte Verbindungen anlagern und mit ihnen feste Hydrate bilden, in denen jeweils eine definierte Menge Wasser gebunden vorliegt. In wässriger Lösung hydratisieren sich die gelösten Substanzen ebenfalls. Jedes Ion schlepft gleichsam eine bestimmte Anzahl H_2O -Molekeln in der Lösung mit sich herum.

Den Grund für die hier aufgeführten besonderen Eigenschaften des Wassers hat man im Bau der Wassermolekel zu suchen. Es besitzt ein kleines Volumen-

180

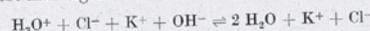
Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln

Reaktionen auf Grund der Eigendissoziation des Lösungsmittels

1. Eine sehr charakteristische Reaktion im Lösungsmittel Wasser ist die Neutralisation. Den Umsatz von Salzsäure mit Kalilauge formuliert man so:



Richtiger schreibt man eigentlich:



Es treten also Kationen, die auch das Lösungsmittel abdissoziieren kann (hier H^+ bzw. H_3O^+), mit Anionen, die ebenfalls das Lösungsmittel liefern kann (hier OH^-), zusammen und bilden Lösungsmittelmolekeln. Das ist der eigentliche Neutralisationsvorgang.

Einen ganz ähnlichen Vorgang, den man als „neutralisationsanaloge“ Reaktion bezeichnen muß, findet man nun auch im wasserfreien Ammoniak. Wie das obige Beispiel zeigt, sind diejenigen Verbindungen, die dieselben Kationen abspalten können wie das Lösungsmittel, Säuren; Verbindungen, die die lösungsmittelleigenen Anionen liefern, sind Basen. Im Fall des Ammoniaks sind die Lösungsmittel sind daher die Ammoniumsalze als „Säuren“ zu betrachten (vgl. das Dissoziationsschema des Ammoniaks auf S. 179), die Metallamide, z. B. NaNH_2 oder KNH_2 , stellen die „Basen“ dar. Wenn man also reines flüssiges Ammoniak als Lösungsmittel benutzt, sind z. B. folgende Reaktionen möglich:

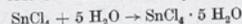


oder:



Die „Säuren“ Ammoniumperchlorat bzw. Ammoniumchlorid setzen sich mit den „Basen“ Natrium- bzw. Kaliumamid um, es bilden sich das Lösungsmittel und Salze. Natriumperchlorat ist löslich, während das entstandene Kaliumchlorid ausfällt. Es gibt noch viele ähnliche neutralisationsanaloge Umsetzungen; die Verbindungen zeigen dabei oft eine andersartige Löslichkeit, als man sie von der Chemie in Wasser her gewohnt ist.

2. Ein weiterer sehr auffälliger Reaktionstyp in Wasser ist die Hydrolyse. Das Wasser selbst (genauer: seine Ionen) wirkt auf die gelöste Substanz ein und spaltet sie. Die Gesetzmäßigkeiten dieser Reaktion sollen hier nicht näher erörtert werden, es sei nur erwähnt, daß man hydrolytische Reaktionen bei ganzen Gruppen von Stoffen findet, z. B. bei Estern, Säurechloriden und bei Salzen schwacher Säuren oder Basen. Bei hydrolysierenden Salzen führt die Reaktion zur Bildung von Hydroxyden und Säuren, sie ist also der Neutralisation entgegengesetzt. An einem Beispiel sei diese Reaktion erläutert. Bei der Verbindung SnCl_4 verläuft die Umsetzung in Stufen, bei tiefer Temperatur bildet sich mit Wasser erst ein kristallines Hydrat:



Fortsetzung auf Umschlagseite 3

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

nachdem in dieser CLB sich viel um Flüssigkeiten dreht – selbst die Frostschutz-Eiweißthematik knüpft ja daran an – habe ich auch bei der CLB-Geschichte darauf zurück gegriffen; vergleichen Sie doch einmal die Lösungsmittel-Artikel.



Liebe Laboranten, BTAs, Chemikanten und jeweils -innen: Hat ihnen eine Meldung der letzten Tage gezeigt, welche Macht sie haben? Zwei aufsehenerregende Studien über Erbgutschäden durch Mobilfunk sind offenbar das Werk einer Schwindlerin. Nach Informationen des Magazins Spiegel hat eine Labortechnikerin einer Wiener Universität die Daten manipuliert. Beide Studien, durchgeführt an der Medizinischen Universität Wien und veröffentlicht in den Jahren 2005 und 2008, hatten schon bei geringer Mobilfunkbelastung

Brüche im Erbgut von Zellen festgestellt. In Wahrheit hat eine Labortechnikerin die Daten einfach erfunden. Das ergab die Untersuchung einer von der Universität eingesetzten Kommission. Die Angestellte, die ihre Manipulationen offenbar über Jahre hinweg fortsetzte, wurde auf frischer Tat beim Fabrizieren von Daten ertappt. Nach Auskunft des Rektors Wolfgang Schütz war sie sofort geständig. Dass Arbeitsverhältnis wurde beendet.

Das stellen sich natürlich verschiedene Fragen: Warum hat die Frau das gemacht, Geltungssucht? War sie eine Handy-Gegnerin? Wieso hat ihr wissenschaftlicher Chef nichts gemerkt? Oder hat der mitgespielt? Es stellen sich noch andere Vertrauensfragen, auch hinsichtlich der medialen Informationspraxis. So titelte die Süddeutsche Zeitung im Januar 2007: „Handys können Krebs auslösen“. Finnische und schwedische Forscher hätten ein höheres Risiko für Tumore im Stützgewebe der Neuronen ausgemacht. Ob eine solch starke Schlagzeile dadurch jedoch gerechtfertigt ist? Wörtlich heißt es in der Studie nämlich: „We found no evidence of increased risk of glioma related to regular mobile phone use. No significant association was found across categories with duration of use, years since first use, cumulative number of calls or cumulative hours of use.“ Es wurde also

kein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen erhöhtem Risiko für Gliome (so heißen Tumore des Hirn-Stützgewebes) und regelmäßiger Handy-Nutzung gefunden, und für Nutzungsdauer, Zahl der Jahre seit erster Handynutzung, aufgelaufene Gesamt-Gesprächszahl und Gesamt-Gesprächsdauer wurde ebenfalls kein Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko nachgewiesen.

Manche Schreckensmeldungen aus Chemie und Biologie erweisen sich ebenso als überzogen. Arbeiten in diesen Wissenschaften sind genauso wie die Handy-Untersuchungen auf die Genauigkeit der Probenahme, auf systematische Fehler und weitere Fehlerquellen hin zu prüfen, bis hin auf die Gefahr der Erzeugung selbsterfüllender Prophezeiungen im Hinblick auf die eigene Einstellung zur untersuchten Sache. Und jeder Empfänger von Informationen muss ständig bemüht sein, seine Basis zur Beurteilung von Informationen zu verbessern. In diesem Zusammenhang finde ich es bedauerlich, wie wenig die Menschen sich immer noch für Naturwissenschaft und Technik interessieren. Und leider betrifft das auch Politiker. Ich habe kürzlich mit zwei Lokalpolitikern gesprochen, die sich als Kandidaten für den Bundestag bewerben. Beide sagen aus, sie wollen sich um die Stärkung von Naturwissenschaft und Technik kümmern. Meine einfache Frage, wie weit denn die Sonne von der Erde entfernt sei, konnte keiner der beiden beantworten. Wie stark muss den Menschen denn noch etwas aufs Hirn brennen, damit es sie interessiert?

Ich weiß: CLB-Leser sind anders. Es liegen auch schon etliche Antworten zu unserer Preisfrage aus der vorigen Ausgabe zu den Meteoriten vor, auf die noch wenige Tage (bis zum 10. Juni) geantwortet werden kann.

Wieder einmal viel Interesse beim Lesen dieser CLB wünscht Ihnen

Ihr

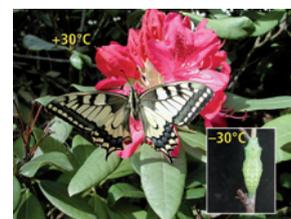
INHALT

Aufsätze

Chemiker mit seinen Werkzeugen „Der mit den Lösungsmitteln spricht“ _____	168
Frostschutz-Eiweiße Überlebenswichtige Proteine mit vielen technischen Anwendungen__	178
Angewandte Chemie im Rheinischen Malermuseum Kostbare Farben – billiger Lohn _____	182

Rubriken

Editorial _____	161
Impressum _____	163
F & E im Bild _____	163
Unternehmen _____	164
Personalia _____	166
Förderungen / Preise _____	167
Literatur _____	186
Umschau	
Neue Entwicklungen beim Doping	
Gendoping im Zentrum des Interesses _____	190
Neue Produkte _____	196
Bezugsquellenverzeichnis _____	199



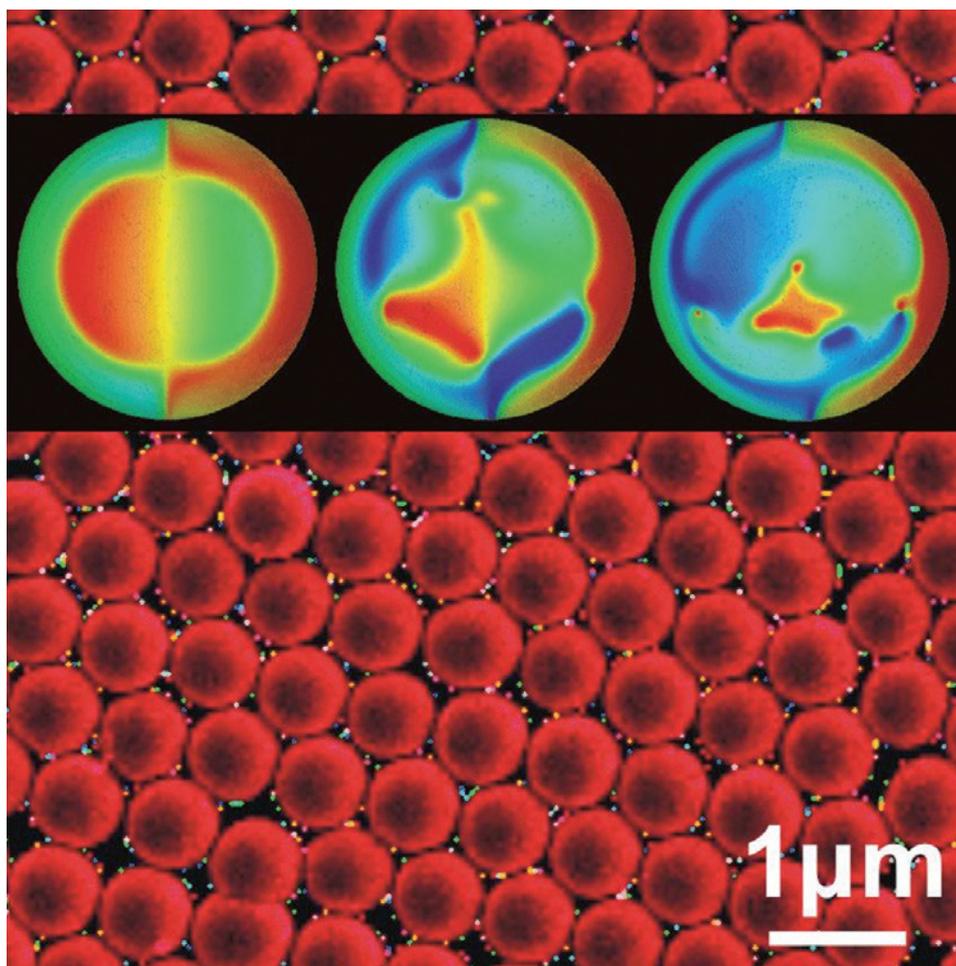
Zum Titelbild:
Das Titelbild zeigt einen Schwalbenschwanz-Schmetterling und seine Puppe. Sie überlebt dank spezieller Frostschutz-Eiweiße auch strenge Winter (siehe dazu den Artikel ab Seite 178; Fotos: Dr. Angela Lahee).

CLB-Memory

Akkreditierung von fünf Berufskollegs für BTA-Ausbildung	
Abgleich mit Standards in Bachelorstudiengängen _____	M33
Beeinträchtigungen durch Emissionen aus Büromaschinen:	
Nicht ausgeschlossen – noch Fragen offen _____	M34
Erdbeeren, Kirschen, Äpfel, Birnen, Pflaumen, Strauchbeeren:	
Deutsche Genbank Obst erhält genetische Ressourcen _____	M35
Neuartige Moskitonetze als Lebensretter	
Mückentod durch Chrysanthemen-Abwehrstoff _____	M36
Ausbildungsberuf Produktionstechnologen/innen	
Drei Jahre Ausbildung zu vielfältigem Gebiet _____	M38
Das aktuelle Hochschulranking des CHE	
Schwerpunkt Betriebswissenschaften und Soziales _____	M39
Chemie und Energie	
Kraftstoffe – Teil 1: Grundlagen und fossile Kraftstoffe _____	M40

Mini-Mag

Forscher lieben eine Lösung aus Polymer-Nanokugeln langsam auf einer glatten Unterlage verdampfen. Dabei ordnen sich die Nanokugeln durch Selbstorganisationskräfte regelmäßig auf der Oberfläche an. Auf diese Kugel-Landschaft wurden dann abwechseln dünne Schichten aus Kobalt und Platin aufgedampft. Auf den Polen der Kugeln bildeten sich dabei relativ dicke Schichten aus, die zum Äquator hin immer dünner wurden. Es entstanden so voneinander entkoppelte magnetische Inseln. Interessant für die Forscher ist besonders die Ausrichtung der Magnetisierung innerhalb dieser Inseln. Während sie an den dicken Stellen der Schicht in der Ebene liegt, weist sie an den dünnen Stellen senkrecht zur Oberfläche. Für eine stabile Magnetisierung ist eine gewisse Größe notwendig, die die Verkleinerung von Chips limitiert. Die senkrechte Magnetisierung ist daher sehr erwünscht, denn sie braucht weniger Platz und erlaubt es, mehr Informationen auf kleinerem Raum unterzubringen. Mit einem Röntgenmikroskop in Berkeley, Kalifornien, konnte der Bochumer Forscher Dr. Thomas Eimüller die Umorientierung der Magnetisierung auf einer Längenskala von weniger als 100 Nanometern nachweisen (Abb.: Uni Bochum).



Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

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

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

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Quantel, französischer Laserhersteller, hat bei seinem langjährigen Partner LOT-Oriel ein Büro in Deutschland eröffnet. Dies ermöglicht engere Kontakte zu den Kunden sowie lokalen Service durch LOT-Oriel. Quantel beschäftigt 340 Mitarbeiter in Frankreich sowie den USA und produziert Blitzlampengepumpte Kurzpulslaser, diodengepumpte Laser, Diodenlaser und Faserlaser. **Die Evonik Industries AG** und die **EL-Technologie GmbH** entwickeln künftig gemeinsam Pasten, die die Elektrolumineszenz (EL)-Lampen zum Leuchten bringen. Evonik steigt damit in die Produktion und Vermarktung von EL-Pasten für Foliensubstrate, Glas und andere Materialien ein. EL-Technologie steuert das für Elektrolumineszenz-Systeme notwendige System- und Geräte- sowie das Formulierungs-Know-how für die Pasten bei.

Die Cytocentrics AG erhielt vom Landesministerium für Soziales und Gesundheit des Landes Mecklenburg-Vorpommern die GLP-Bestätigung (Good Laboratory Practise) der Prüfkategorie 9. Das Rostocker Biotechnologie Unternehmen ist somit das erste Unternehmen in den neuen Bundesländern, welches sicherheitspharmakologische Tests an menschlichen Ionenkanälen nach national und international anerkannten GLP-Richtlinien durchführen darf.

Roche übernimmt Piramed Limited, ein britisches Unternehmen, das sich auf Therapien konzentriert, die gezielt an der PI3-Kinase (PI3-K) ansetzen. Der PI3-K-Signalweg spielt eine wichtige Rolle beim Fortschreiten einer Krebserkrankung und bei der Resistenz von Krebszellen gegen Chemotherapeutika.

Der Sartorius Stedim Biotech Konzern hat ein Technical Support Center in Singapur eröffnet. In Zusammenarbeit mit der Temasek Polytechnic University wird der Biotech-Zulieferer mit diesem Center seine Großkunden bei Produktionsverlagerungen nach Singapur begleiten und vor Ort technische Unterstützung anbieten.

Medtronic Inc. und **Scil Technology GmbH** haben einen gemeinsamen Entwicklungs-, Lizenz- und Liefervertrag unterzeichnet. Die Vereinbarung betrifft die Entwicklung von Scils regenerativen Biomaterialien zur Anwendung bei Zahnimplantaten und zur Behandlung von Zahnfleischerkrankungen. Im Rahmen der Zusammenarbeit ist Scil Technology hauptverantwortlich für alle Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, während Medtronic die Verantwortung für klinische Studien, Zulassungen und Vermarktung übernimmt.

Biotecon Diagnostics aus Potsdam und **Merck KGaA** aus Darmstadt starten eine Marketing-Allianz für PCR-basierte Tests zur Lebensmittel-Sicherheit. Bakteriell bedingte Verunreinigungen oder der Verderb von Lebensmitteln können solcherart schnell und preiswert diagnostiziert werden. Die von Biotecon entwickelten Schnelltests werden durch das weltweite Vertriebsnetz von Merck verkauft.

AVK und DLR

Strategische Innovationspartner

Die „Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V.“ (AVK) und das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) haben eine Vereinbarung zu einer strategischen Innovationspartnerschaft unterzeichnet.

Diese Plattform ermöglicht es den Mitgliedsfirmen der AVK, gemeinsam mit dem DLR-Technologiemarketing neue Produkte und Dienstleistungen zu identifizieren, zu entwickeln und in den Markt zu bringen. So können z.B. innovative Produkte aus verstärkten Kunststoffen bzw. Faserverbundwerkstoffen schneller und effizienter umgesetzt werden.

Im Vorfeld von Innovationen, dem „Innovation Front End“, werden zukünftige „Opportunities“ identifiziert, die dann gemeinsam systematisch zu Innovationskonzepten und Zukunftsanwendungen

geführt werden. Über diesen Netzwerknoten DLR – AVK haben deren Firmen einen effizienten Zugang zu Forschungsergebnissen des DLR und zu weiteren Partnern aus Forschung und Industrie.

Das DLR-Technologiemarketing bildet die Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie, zwischen Idee, Innovation und Markt und hat die Aufgabe, in einer Vielzahl von Branchen DLR-Kompetenzen in industrielle Wertschöpfungsketten einzubringen. Die AVK bietet ihren Mitgliedern im Rahmen dieses „Schulterschlusses mit der Forschung“ einen neuen Weg und einen effektiven Zugang zu solchen „Opportunities“.

Die AVK ist der Fachverband für die Interessenvertretung der Erzeuger und Verarbeiter von verstärkten und gefüllten Kunststoffen.

10 Jahre InProcess Instruments

InProcess Instruments, weltweit führender Anbieter von spezialisierten Quadrupolmassenspektrometern für die Online-Gasanalytik, begeht sein 10-jähriges Firmenbestehen. 1998 startete das Unternehmen mit 3 Mitarbeitern in Bremen, heute sind es über 20. Hauptanwendungsgebiete sind die Online-Prozesskontrolle und -steuerung, die Qualitätsüberwachung, der Umweltschutz sowie Verfahrensentwicklung und der Einsatz in Forschung und Labor. Hauptsächlich beliefert werden die Chemische Industrie, der große Bereich der Stahlerzeugung und -veredlung, Unternehmen der Metallurgie, Gasehersteller sowie Forschungseinrichtungen. Spezialanwendungen wie zum Beispiel für die Glas- und Lampenindustrie ergänzen die Produktpalette. Eine neue Zielgruppe sind die industriellen Biotechnologien und der Einsatz im Pharmabereich.

Pilotanlage für Biokraftstoffe in Wolfsburg

Die Lurgi GmbH will in einer Methanol-to-Synfuels (MtS)-Pilotanlage in Wolfsburg Methanol auf Basis von Biomasse in Diesel- und Ottokraftstoffe umwandeln. Gefördert wird das Projekt mit 4,5 Millionen Euro durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. im Auftrag des Bundeslandwirtschaftsministeriums. Unterauftragnehmer der Lurgi GmbH sind die Süd-Chemie AG und die Volkswagen AG. Süd Chemie ist für die Katalysator-technik zuständig, Volkswagen analysiert den Gesamtprozess hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und CO₂-Minderungspotenzial und unterzieht den BtL-Kraftstoff umfangreichen Tests. Die Versuchsreihen sollen im Jahr 2011 abgeschlossen sein. Synthetische BtL- (Biomass-to-Liquid-) Kraftstoffe (Biokraftstoffe der 2. Generation) sind noch nicht auf dem Markt. BtL verbrennt sehr sauber, mit deutlich höherer Flächeneffizienz.

Schott investiert in Indien und China

Lizenzen für Produktion und Import

Die Schott AG gründet ein Gemeinschaftsunternehmen mit der indischen Firma Kaisha Manufacturers Private Ltd. Weiterhin darf Schott sein Spezialglas nach China importieren, sowie auch dort produzieren.

Das neue Joint Venture Schott Kaisha Private Ltd. mit Niederlassungen in Daman und Mumbai wird pharmazeutische Primärverpackungen aus Glas für den indischen Markt herstellen. Schott ist mit 50 Prozent, einer Investition im zweistelligen Millionenbereich, an dem Unternehmen beteiligt und steuert das technologische Know-how zur Herstellung von Ampullen, Fläschchen, Spritzen und Karpulen bei, Kaisha bringt seine Standorte und

Produktionskapazitäten für Pharmaverpackungen ein.

Indien wächst im Bereich Pharmaverpackungen um 10-15 Prozent jährlich, besonders in den qualitativ hochwertigen Segmenten.

Daneben engagiert sich Schott in China. Vor kurzem hatte das Unternehmen die Zulassung für den Import von „Fiolax“ Type 1 Glasrohr nach China bekommen, ein hochwertiges Rohrglas, das internationalen Standards entspricht (USP, EP, JP). Damit ist die Schott-Rohrglas GmbH weltweit erster zertifizierter Importeur von Spezialglasröhren für Pharmaverpackungen in China.

Nun hat die Schott Glass Technology, Inc. in Suzhou die Lizenz für die Herstellung und Verkauf

von Ampullen und Fläschchen für die pharmazeutische Industrie von der „State Food and Drug Administration“ (SFDA) bekommen. Diese Behörde in Peking, vergleichbar mit der Food and Drug Administration (FDA) in den USA, hat kürzlich einen anspruchsvollen Zulassungsprozess für Lieferanten von pharmazeutischen Primärpackmitteln eingeführt. Alle Hersteller, die neu in den chinesischen Markt eintreten wollen, müssen nun eine Vielzahl von Anforderungen hinsichtlich Material und Verarbeitungsqualität erfüllen.

Experten erwarten bei pharmazeutischen Verpackungen in China in den kommenden Jahren weiterhin zweistellige Wachstumsraten.

Expertenkreis Keramikspritzguss gegründet

Gestärkt im globalen Wettbewerb

Ende April 2008 gründete sich in Hannover der „Expertenkreis Keramikspritzguss in der DKG e.V.“.

Der Expertenkreis Keramikspritzguss ist ein Netzwerk von Unternehmen und Instituten, das sich die innovative Weiterentwicklung der gesamten Prozesskette Keramikspritzguss zum Ziel gesetzt hat. Der Keramikspritzguss (Ceramic Injection Moulding, CIM) eröffnet ungeahnte Freiheitsgrade in der Gestaltung zukunftsfähiger Produkte, indem er die großen Möglichkeiten der Formgebung von Kunststoff mit den herausragenden Eigenschaften keramischer Werkstoffe verbindet. So wurden in den vergangenen Jahren mit beeindruckenden technischen Lösungen große Fortschritte und hohe Umsatzsteigerungen erzielt.

Mit dem Expertenkreis Keramikspritzguss leisten die DKG und Partner einen wichtigen Beitrag zur

Schaffung einer gemeinsamen Marke Keramikspritzguss in Deutschland und Europa für eine gestärkte Position im globalen Wettbewerb der Werkstoffe, Technologien und Märkte. Im Expertenkreis Keramikspritzguss mitarbeiten können deutsche und europäische Mitgliedsunternehmen sowie -institute der DKG, die den Keramikspritzguss anwenden und die Prozesskette Spritzgießen, Entbindern und Sintern von Keramik im eigenen Haus abdecken.

Zu den Gründungsmitgliedern gehören Adform AG, Arburg GmbH + Co KG, BASF SE, CeramTec AG, Doncasters Precision Castings - Bochum GmbH, E. Bröll GmbH & Co., Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, H.C. Starck Ceramics GmbH & Co. KG, Inmatec Technologies GmbH, Kläger Spritzguss GmbH & Co. KG, MicroCeram GmbH, MKS Kunststoffspritzguss GmbH, Rauschert GmbH und Sembach GmbH & Co.

Peptid in Rekordlänge

Proteine bzw. Peptide spielen für die physiologische und biochemische Funktion lebender Organismen eine herausragende Rolle. Seit langem werden diese Wirkstoffe auf ihre pharmakologische Wirksamkeit untersucht. Inzwischen ist es möglich, solche Wirkstoffe synthetisch in Forschungslaboratorien herzustellen. Eine solche Peptid-Produktion wird unter Mikrowelleneinwirkung schneller als mit konventionellen Systemen vorgenommen. Die organischen Reaktionen laufen bei Verwendung von Mikrowellenenergie in wenigen Minuten ab, anstelle von Stunden, wie es bei der traditionellen Methode üblich war. Außerdem ist eine erhöhte Reinheit sowie eine Unterdrückung der Racemisierungen zu beobachten.

Es konnte auch gezeigt werden, dass besonders schwierige Sequenzen und besonders langkettige Peptide in der Mikrowelle darzustellen sind. So wurde kürzlich von der Synthese eines Peptides mit einer Rekordlänge von über 100 mer berichtet, die ausschließlich in einem Gerät namens Liberty erfolgen konnte. CEM stellt diese Technologie mit ihren enormen Möglichkeiten im Rahmen einer bundesweiten Seminarreihe vor, erstmals am 25. August in Hamburg (siehe www.cem.de).

EUROSTAT Auf Vorschlag von EU Kommissar Joaquín Almunia, Kommissar für Wirtschaft und Währung, hat die Europäische Kommission **Walter Radermacher**, Präsident des Statistischen Bundesamtes und Mitglied des Rates für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD), zum Leiter des Europäischen Statistikamtes (Eurostat) bestimmt. Eurostat hat die Aufgabe, europäische Statistiken vorzubereiten, aufzubereiten und zu veröffentlichen.

FIAS Der Hirnforscher und Physiker **Prof. Christoph von der Malsburg** (65) wurde neuer Geschäftsführender Direktor und Vorstandsvorsitzender des Frankfurt Institut for Advanced Studies (FIAS). Ziel des FIAS ist die interdisziplinäre Vernetzung der Wissenschaften. Das 2004 von der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt als Stiftung gegründete Institut betreibt vor allem theoretische Forschung über biologische Systeme wie das Gehirn oder das Immunsystem, deren Funktionsweise durch theoretische Modelle und Computersimulationen geklärt werden soll.

FILTRATION SOCIETY Nach zweijähriger Amtstätigkeit als Vorsitzender der Filtration Society ist **Dr. Graham Rideal** von Whitehouse Scientific als erster Wissenschaftskorrespondent des Verbandes ernannt worden.

ICDLI **Dr. Lutz Reitzel** (49) ist neuer Vorsitzender der Technischen Kommission des International Committee of the Decorative Laminates Industry (ICDLI), automatisch auch einer von zwei Vizepräsidenten des ICDLI. Dr. Reitzel, Geschäftsleitungsmitglied bei der Resopal GmbH in Groß-Umstadt für den Bereich Technologie, engagiert sich seit vielen Jahren in der Technischen Kommission. Jorge Pereira von Sonae Indústria de Revestimentos wurde zum Stellvertretenden Vorsitzenden der Technischen Kommission und dem Vertreter von Dr. Reitzel gewählt.



VCH Herr **Carl Hugo Erbslöh**, Präsident des Verbandes Chemiehandel in Köln, hat vom Bundespräsidenten das Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen bekommen. Mit der Auszeichnung hat die langjährige, ehrenamtliche Tätigkeit von Carl Hugo Erbslöh vor allem im beruflichen Bereich Anerkennung gefunden.

EHRUNGEN

Beim Bionik-Wirtschaftsforum in Osnabrück wurde der internationale **Bionic Award** an **Dr.-Ing. Michael Hermann** (35) verliehen. Der ehemalige Stipendiat der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) erhielt die mit 10 000 Euro dotierte Auszeichnung für seine bionischen Arbeiten zur Leistungssteigerung von Sonnenkollektoren und anderen Wärmetauschern. Heute arbeitet er am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Erstmals wurde der Preis 2008 im Auftrag der Schauenburg-Stiftung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft durch VDI und DBU vergeben.

Dr. Werner Opgenoorth (65), ehemaliger stellvertretender Vorsitzender des Bundesarbeitgeberverbandes Chemie (BAVC), ist vom Bundespräsidenten das **Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens** der Bundesrepublik Deutschland verliehen worden. Opgenoorth erhielt die Auszeichnung für sein konsequentes persönliches Engagement in den sozialpolitischen Gremien des BAVC sowie für seinen Einsatz

für die Berufsgenossenschaft Chemie (BG Chemie) und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, den Spitzenverband der gesetzlichen Unfallversicherungsträger.

Die Wissenschaftler **Carina Gross** vom Rudolf-Virchow-Zentrum und **Dr. Thomas Thum** von der Universität Würzburg haben den mit 12 000 Euro dotierten **Oskar-Lapp-Forschungspreis** erhalten. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie-, Herz- und Kreislaufforschung (DGK) zeichnete sie damit für ihre Forschungen auf dem Gebiet der Herzinsuffizienz aus. Die beiden Preisträger haben MikroRNAs auf ihre Rolle bei der Entstehung der Herzinsuffizienz untersucht. Sie konnten nachweisen, dass nach Ausschaltung einer bestimmten MikroRNA die Entwicklung einer Herzinsuffizienz stark reduziert und damit die Versorgung des Körpers mit Sauerstoff verbessert wird.

Die Deutsche Gesellschaft für experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie (DGPT) hat in diesem Jahr den „**Toxicology Award**“ an **Dr. Cornelia Dietrich** und **Dr. Carsten Weiss** verliehen. Beide haben am Institut für Toxikologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz die Regulation des Ah-Zellrezeptors untersucht. Der Rezeptor bindet krebserregende Stoffe, wie das Benzopyren aus der Zigarette oder das Seveso-Gift Dioxin, und signalisiert dem Körper, dass eine Entgiftung stattfinden soll. Der Toxicology Award wird von der internationalen Zeitschrift „Toxicology“ des Elsevier Verlages und der Deutschen Gesellschaft für Toxikologie gestiftet.

Der Physiker **Prof. Wolfgang Kiefer** (67), der an der Universität Würzburg bis 2006 den Lehrstuhl für Physikalische Chemie innehatte, wurde mit dem erstmals vergebenen **International Raman Award** ausgezeichnet. Den Preis bekam er für seine Beiträge zur Raman-Spektroskopie in den vergangenen 40 Jahren verliehen. Die Raman-Spektroskopie ist eine Analysetechnik zur Aufklärung von Molekülstrukturen. Kiefer wurde für seine erfolgreichen Forschungsarbeiten schon mehrfach geehrt, zuletzt 2006 mit dem Pittsburgh Spectroscopy Award.

Nephrologie bei Kindern

In diesem Jahr verleiht die Gesellschaft für pädiatrische Nephrologie (GPN) erstmals den von der Firma Novo Nordisk gestifteten Johannes-Brodehl-Preis. Der Preis dient der Anerkennung von Kinderneurologen, die auf dem Gebiet der pädiatrischen Nephrologie klinisch-wissenschaftlich arbeiten. Bewerbungen können für den mit 8000 Euro dotierten Preis können bis zum **31. Juli 2008** beim Vorstand der GPN eingereicht werden. Preisgekrönt werden der Initiator und Motor einer prospektiven, multizentrischen klinischen Studie (GPN-, GPN-gestützte- oder GPN-Mitgliedsstudie). Die Bewerbung ist frühestens nach vollständiger Patientenrekrutierung und spätestens im Jahr der Publikation möglich. Einreichungen bitte an

folgende Adresse: Prof. Dr. med. Dirk E. Müller-Wiefel, Pädiatrische Nephrologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Martinstraße 52, 20246 Hamburg, Tel 040 42803 2702, muellerw@uke.uni-hamburg.de. Prof. Brodehl aus Berlin war zuletzt Leiter der Abteilung Kinderheilkunde an der Medizinischen Hochschule Hannover. Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit war die pädiatrische Nephrologie und die Behandlung und Versorgung von leber- und nierentransplantierten Kindern. Die Arbeitsgemeinschaft der pädiatrischen Nephrologie hat Brodehl mitbegründet und war von 1991 bis 1994 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin. Er verstarb im Sommer 2006.

Herzforschung

Die Deutsche Stiftung für Herzforschung vergibt auch 2008 den mit 15 000 Euro dotierten August Wilhelm und Lieselotte Becht-Forschungspreis. Ausgezeichnet wird eine patientennahe Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Herz-Kreislauf-Krankheiten. Teilnahmeberechtigt sind in Deutschland tätige Wissenschaftler, die das 40. Lebensjahr noch nicht überschritten haben. Bewerbungen sind bis zum **12. Juli 2008** (Poststempel) an die Deutsche Stiftung für Herzforschung, Vogtstraße 50, 60322 Frankfurt am Main, einzusenden. Die Preisverleihung erfolgt im Rahmen der Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie im Oktober 2008 in Hamburg. Weitere Informationen unter www.herzstiftung.de.

Management ist die Kunst, drei Leute dazu zu bringen, die Arbeit von drei Leuten zu tun. William Feather (1889-1969), amerikanischer Werbefachmann.

Website zur Energieforschung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) baut die Förderung der Energieforschung massiv aus. Um allen Interessierten einen einfachen und schnellen Zugang zu Informationen zur Energieforschung zu ermöglichen, hat das Ministerium am Montag eine neue Website gestartet: Unter www.energieforschung-bmbf.de gibt es ab sofort im Internet einen Überblick über die vom BMBF geförderte Energieforschung. Außerdem hält die neue Website Informationen über energierelevante Forschungsaktivitäten verschiedener Fachabteilungen des Ministeriums sowie verschiedene Links zur Energieforschungsförderung anderer Bundesministerien bereit. Das BMBF will mit der Website sein Kommunikationsangebot für die interessierte Öffentlichkeit erweitern und die Zusammenhänge in der Energieforschungsförderung besser sichtbar machen.

Stipendien für Wissensschaffsmanagement

Im Wintersemester 2008/2009 startet an der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer (DHV Speyer) erneut das Weiterbildungsstudium Wissenschaftsmanagement. Deutschlands einziger Lehrstuhl für „Wissenschaftsorganisation, Hochschul- und Wissensmanagement“ richtet sein Angebot an Nachwuchskräfte in Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Wissenschaftsorganisationen und Ministerien, die von den jeweiligen Institutionen für drei Monate zur spezifischen Qualifizierung an die DHV Speyer entsandt werden. Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft vergibt Stipendien an interessierte Bewerber/innen, die bis zu 50 % der gesamten Kosten für das Weiterbildungsstudium decken. Die Frist für die Bewerbung um ein Stipendium für das Wintersemester 2008/2009 endet am **15. Juni 2008**.

Informatik-Innovationspreis

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) fördert neben wissenschaftlichen Arbeiten auch praxisorientierte Innovationen und lobt seit dem Jahr 2005 einen Informatik-Innovationspreis aus. Die für den Preis in Frage kommenden Innovationen oder Erfindungen müssen ein für die Informatik typisches Problemfeld betreffen. Softwarebezogene Erfindungen sind ausdrücklich mit eingeschlossen. Es werden nur solche Erfindungen berücksichtigt, die in jüngster Zeit in Form eines Patents anerkannt wurden ggf. der Patentantrag in Bearbeitung durch die entsprechenden Institutionen ist. Der Preis ist mit einer Prämie von 5000 Euro ausgestattet. Für den Preis können sich Erfinderinnen oder Erfinder, die GI-Mitglieder sein müssen, selbst bewerben oder von anderen GI-Mitgliedern vorgeschlagen werden. Einreichungen sind bis zum **15. Juli 2008** in sechsfacher Ausfertigung zu richten an: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Jury Innovationspreis, Ahrstraße 45, 53175 Bonn.

Chemiker mit seinen Werkzeugen:

„Der mit den Lösungsmitteln spricht“

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Die Welt der Lösungsmittel stellt eines der wichtigsten Handwerkzeuge dar, mit denen Chemiker neue Substanzen erproben, Verfahren verbessern und die Umwelt immer weniger belasten. Nahezu unüberschaubar zeigt sich die Fülle der Parameter und Beziehungen untereinander, von denen einige herausgegriffen werden sollen. Mehr als ein hundert Lösungsmittel mit all ihren Eigenschaften muss ein Chemiker so virtuos beherrschen, wie ein Musiker seine Instrumente. Nicht alle Lösungsmittel-Parameter lassen sich in der Literatur nachschlagen oder im Internet finden: eine Reihe harmonischer Beziehungen hilft, fehlende Daten in guter Näherung durch Inter- und Extrapolation zu erhalten.

Die Familien der Lösungsmittel

Warum benötigt man so viele verschiedene Lösungsmittel? Die amerikanische sowie die europäische Lösungsmittel-Industrie [1], [2] hält eine einfache Antwort bereit: weil sie für die Wirksamkeit und optimale Anwendung notwendig sind. Gesetzliche Regelungen und Selbstverpflichtungen zwingen Produzenten die Sicherheit und den Gesundheitsschutz im Umgang mit Lösungsmitteln auch für die Nutzer ihrer Produkte zu sichern. Leider lösen sich nicht alle Substanzen, Medikamente und Industrie-Chemikalien so gut in dem problemlosesten Lösungsmittel Wasser wie Zucker oder Kochsalz.

Aber nicht nur das Lösungsvermögen spielt eine große Rolle. Daneben sind andere Parameter zu beachten wie Siedetemperatur und Dampfdruck, Dichte und Brechungsindex, Viskosität und Oberflächenspannung. Hinzu gesellen sich die sicherheitstechnischen Kenn-

zahlen: Flammpunkt und Zündtemperatur, obere und untere Explosionsgrenzen wie auch die humantoxischen Grenzwerte. Eine Reihe von Anwendungen in Analytik und Produktion fordert auch Gemische und Gradienten verschiedener Lösungsmittel. Den „maßgeschneiderten“ Lösungsmittel-Anwendungen kommt in einer immer perfekter durchorganisierten Prozess-Optimierung eine hohe Bedeutung zu.

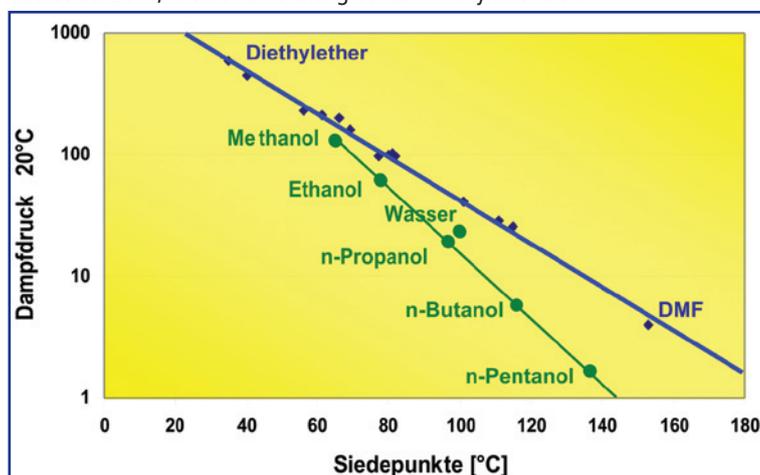
Der Ursprung fast aller organischen industriell verwendeten Lösungsmittel leitet sich von den Erdgas- und Rohöl-Vorkommen unserer Erde ab. Unter den gängigen organischen Lösungsmitteln unterscheidet man die

- Alkane, Isoalkane und Cycloalkane
- Alkohole (primäre, sekundäre und tertiäre; mit ein und mehreren OH-Gruppen)
- Aldehyde und Ketone
- Aliphatische und aromatische Ester (organische Säure + Alkohol)
- Aliphatische und aromatische Ether
- Glykolether und veresterte Glykolether
- Aromaten (Benzol-Derivate) und heterocyclischen Verbindungen
- Chlorierte aliphatische und aromatische Verbindungen, um nur einige der wichtigen Vertreter aus der großen Lösungsmittel-Familie zu nennen.

Einen Überblick über gängige Lösungsmittel verschafft die Tabelle 1. Sie sind nach der „Eluotropen Reihe“ angeordnet, einer empirischen Anordnung nach ihrer Eluationswirkung mit zunehmender Polarität bei der Adsorptions-Chromatographie [3].

Ebenso sind die Mischbarkeiten von Lösungsmitteln zu beachten (Tabelle 2): während sie beispielsweise

Abbildung 1: Lineare Beziehung der Siedepunkte mit dem Logarithmus des Dampfdruckes bei 20°C; lineare Abweichung bei den n-Alkylalkoholen.



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.



Lösungsmittel	Chemische Formel	M	Siedepkt. [°C]	Dampfdr. [20°C]	Dielektr. Konst.	Dipolm. [Debye]	Dichte [20°C]	n [20°C]	Viskosität [mPa·s, 20°C]	Lösungsmittel
n-Hexan	C ₆ H ₁₄	86,18	69	160	1,89	0	0,66	1,38	0,33	n-Hexan
c-Hexan	C ₆ H ₁₂	84,16	81	104	2,0	0	0,78	1,43	1,02	c-Hexan
Toluol	C ₇ H ₈	92,15	111	29	2,38	0,36	0,87	1,5	0,590	Toluol
Benzol	C ₆ H ₆	78,12	80	101	2,3	0	0,88	1,5	0,63	Benzol
Diethylether	C ₄ H ₁₀ O	74,12	35	587	4,3	1,25	0,71	1,35	0,23	Diethylether
Chloroform	CHCl ₃	119,38	61	210	4,8	1,01	1,480	1,45	0,58	Chloroform
Methylenchlorid	CH ₂ Cl ₂	84,93	40	453	9,1	1,6	1,33	1,42	0,43	Methylenchlorid
Tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	72,12	66	200	7,4	1,63	0,89	1,407	0,46	Tetrahydrofuran
Aceton	C ₃ H ₆ O	58,08	56	233	20,7	2,7	0,79	1,36	0,320	Aceton
1,4-Dioxan	C ₄ H ₈ O ₂	88,12	101	41	2,2	0,4	1	1,42	1,54	1,4-Dioxan
Essigsäureethylester	C ₄ H ₈ O ₂	88,10	77	97	6,02	1,78	0,9	1,37	0,46	Essigsäureethylester
Acetonitril	C ₂ H ₃ N	41,05	82	97	37,5	3,44	0,78	1,34	0,36	Acetonitril
Pyridin	C ₅ H ₅ N	79,10	115	26	12,3	2,2	0,98	1,510	0,97	Pyridin
Propanol	C ₃ H ₈ O	60,11	97	18,7	20,1	1,7	0,8	1,39	2,26	Propanol
Ethanol	C ₂ H ₆ O	46,07	78	50	24,3	1,7	0,79	1,36	1,200	Ethanol
Methanol	CH ₄ O	32,04	65	128	32,6	1,7	0,79	1,33	0,6	Methanol
Wasser	H ₂ O	18,02	100	23	80,2	1,85	1	1,33	1	Wasser
Dimethylformamid, DMF	C ₃ H ₇ ON	73,10	153	4	182,4	3,8	0,950	1,430	0,88	Dimethylformamid, DMF

Lösungsmittel	n-Hexan	c-Hexan	Toluol	Benzol	Ether	CHCl ₃	CH ₂ Cl ₂	THF	Aceton	Dioxan	Essigester	Acetonitril	Pyridin	Propanol	Ethanol	Methanol	Wasser	DMF	Lösungsmittel
n-Hexan	■																		n-Hexan
c-Hexan	■	■																	c-Hexan
Toluol		■	■																Toluol
Benzol		■	■	■															Benzol
Diethylether			■	■	■														Diethylether
Chloroform				■	■	■													Chloroform
Methylenchlorid				■	■	■	■												Methylenchlorid
Tetrahydrofuran, THF					■	■	■	■											Tetrahydrofuran, THF
Aceton								■	■										Aceton
1,4-Dioxan									■	■									1,4-Dioxan
Essigsäureethylester										■	■								Essigsäureethylester
Acetonitril											■	■							Acetonitril
Pyridin												■	■						Pyridin
Propanol													■	■					Propanol
Ethanol														■	■				Ethanol
Methanol															■	■			Methanol
Wasser																■	■		Wasser
Dimethylformamid, DMF																	■	■	Dimethylformamid, DMF

zum Auskristallisieren, für reziproke Salzpaare und für Gradienten-Eluotions-Methoden sehr gut sein müssen, soll bei der Flüssig-flüssig-Extraktion extrem niedrige Mischbarkeit vorliegen, wie das bei Oktan und Wasser der Fall ist. Eine der wichtigsten Parameter von Lösungsmitteln ist der Siedepunkt. Von Ihm leiten sich auch andere Größen in einfacher linearer Beziehung ab.

Siedepunkt und Dampfdruck

Am Siedepunkt haben alle Lösungsmittel den Dampfdruck von 1 bar. Den Zusammenhang zwischen Dampfdruck und dem Siedepunkt ist in der Clausius-Clapeyron'schen Gleichung zu finden. Die von ihnen 1850 und 1834 aufgestellte Gleichung befasst sich mit dem thermischen Gleichgewicht in einem Zweiphasensystem reiner Stoffe:

$$\ln p(T_2) - \ln p(T_1) = \text{const.} (1/T_1 - 1/T_2).$$

Da der Siedepunkt (T_2) eine Stoffkonstante darstellt, vereinfacht sich die Beziehung näherungsweise in die lineare Beziehung $\lg p(20^\circ\text{C}) = -K_1 \times \text{Sdp.} + K_2$.

Abbildung 1 zeigt diese Linearität, wobei die Alkohole systematisch zu einer eigenen Geraden ausschieren.

Molekulargewicht, Siedepunkt, Dichte und Brechungsindex

Neben dem Siedepunkt eignen sich auch Dichte und Brechungsindex, um lineare Beziehungen mit dem entsprechenden Molekulargewicht von Lösungsmitteln homologer Reihen zu nutzen.

Tabelle 1 (ganz oben): Eluotrope Reihe für Kieselgel (http://de.wikipedia.org/wiki/Eluotrope_Reihe).

Tabelle 2 (oben): Mischbarkeit von Lösungsmitteln.

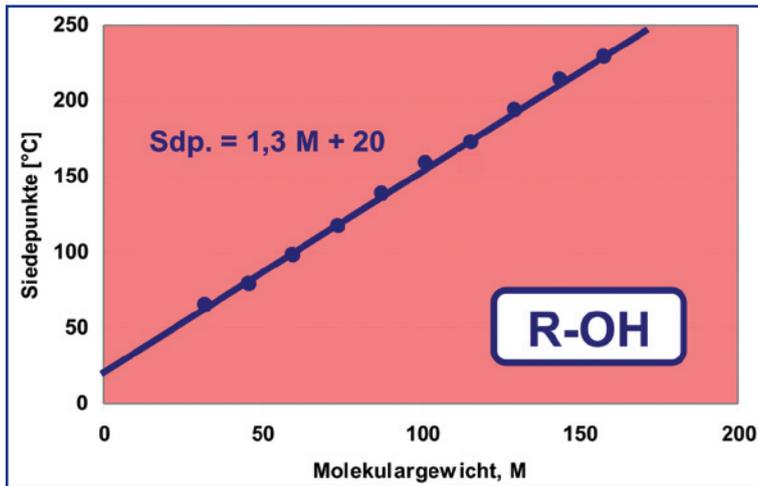


Abbildung 2: Beziehung zwischen Molekulargewicht und Siedepunkt bei den aliphatischen n-Alkoholen.

Abbildung 3: Siedepunkte von Hexanolen mit 1 bis 6 OH-Gruppen in Relation zum Molekulargewicht.

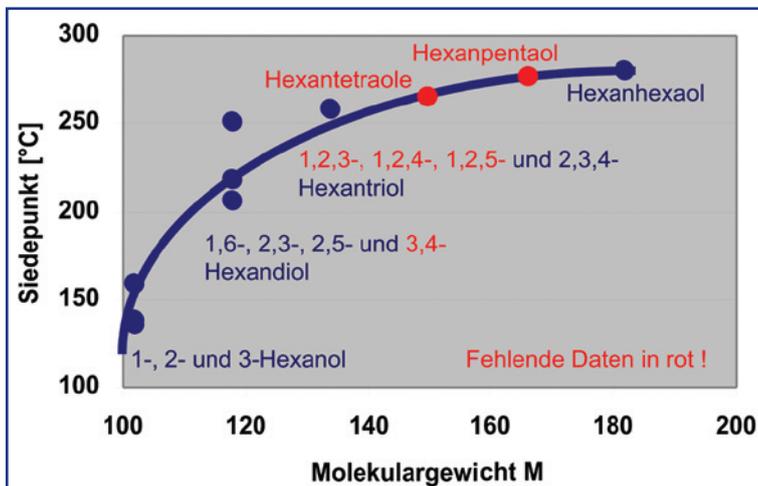


Abbildung 4: Dichte und Brechungsindex von n-Hexanolen in Beziehung zum Molekulargewicht (A) und in Beziehung untereinander (B).

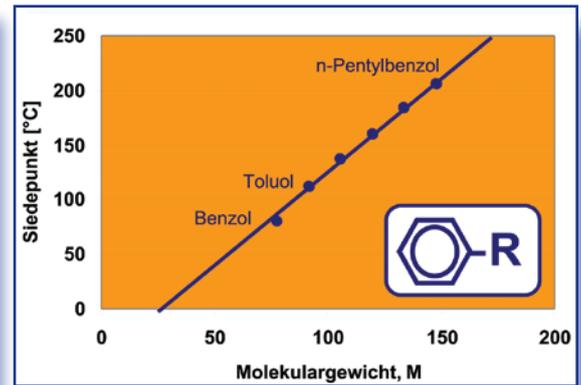
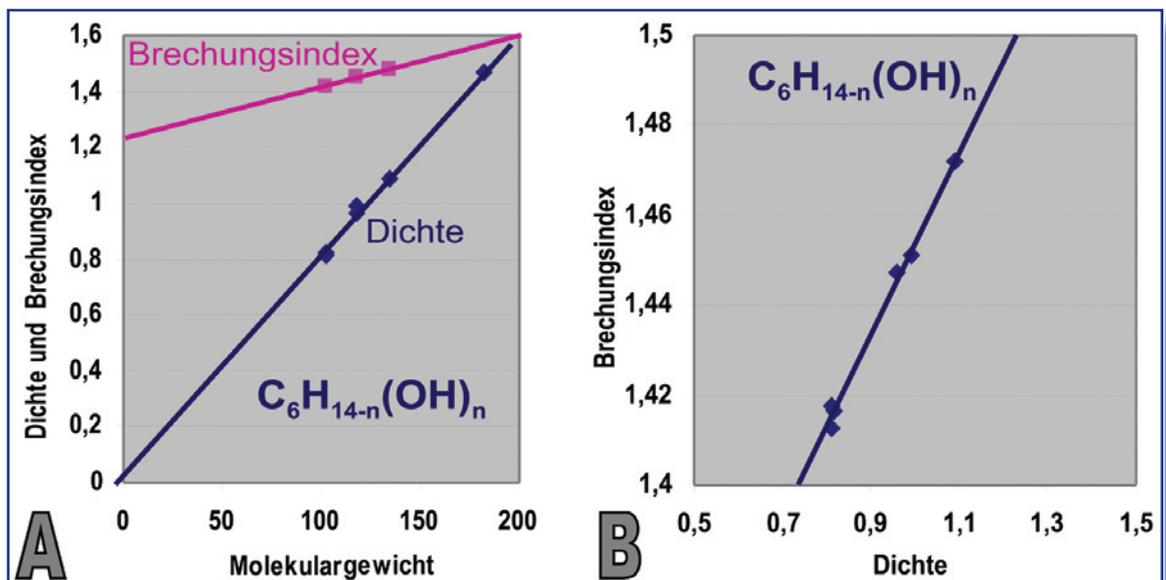


Abbildung 5: Beziehung zwischen Molekulargewicht und Siedepunkt bei den n-Alkyl-Benzol-Verbindungen.

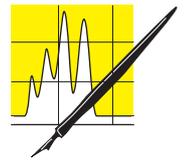
Nachfolgend zeigen Beispiele gebräuchlicher Lösungsmittel das Verhalten der

- Molekulargewicht-Siedepunkt-Relationen
 - Molekulargewicht-Dichte-Brechungsindex-Beziehungen und
 - Dichte-Brechungsindex-Grafiken.
- Dabei lassen sich zum Teil hinreichend genaue, gut auf unbekannte Daten extrapolierbare Geraden erhalten.
- Als Beispiele dienen
- Aliphatische n-Alkohole sowie Hexanole mit steigender Anzahl von OH-Gruppen
 - n-Alkylbenzol
 - n-Alkylketone, n-Dekanone und n-Decanole
 - n-Alkylether sowie
 - n-Alkylmono- und polychloride.

Aliphatische n-Alkohole und n-Hexanole

Die grafische Darstellung von Molekulargewicht und Siedepunkte bei den 1-n-Alkylalkoholen zeigt, dass alle Daten relativ gut auf einer Geraden liegen (Abbildung 2).

Nicht ganz so deutlich und harmonisch fällt das Diagramm bei den n-Hexanolen mit steigender Anzahl von OH-Gruppen aus (Abbildung 3): Die Daten liegen nur



AUFSÄTZE

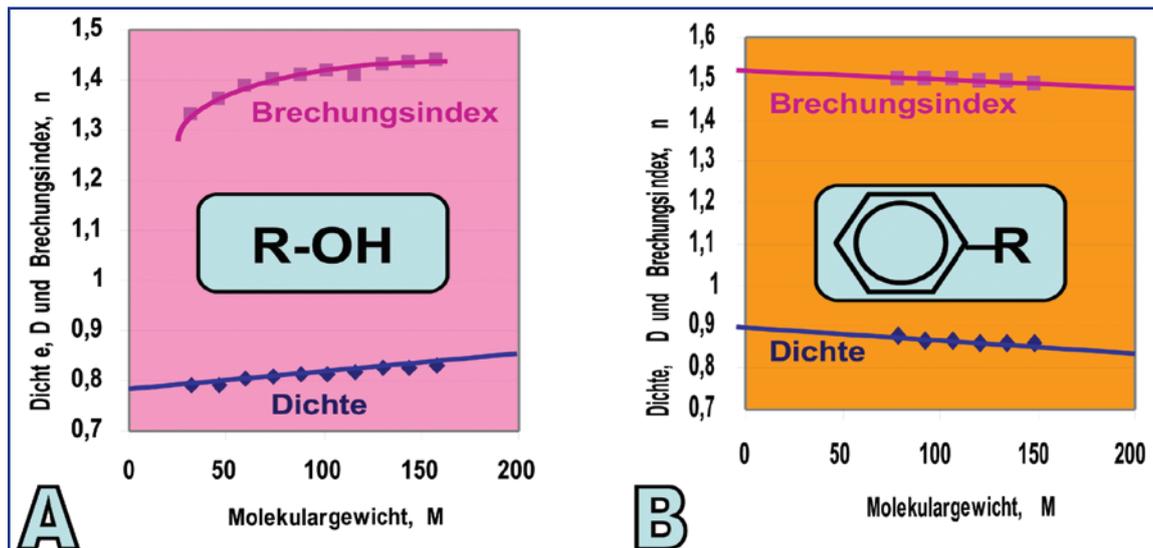


Abbildung 6: Beziehungen zwischen Molekulargewicht M sowie der Dichte und dem Brechungsindex n bei aliphatischen Alkoholen (A) und n-Alkylbenzol-Verbindungen (B).

verstreut auf einer Kurve. Zudem sind die Isomeren zu beachten. Die fehlenden Daten sind in der Abbildung in Rot dargestellt und zum Teil als interpolierte Schätzwerte eingetragen.

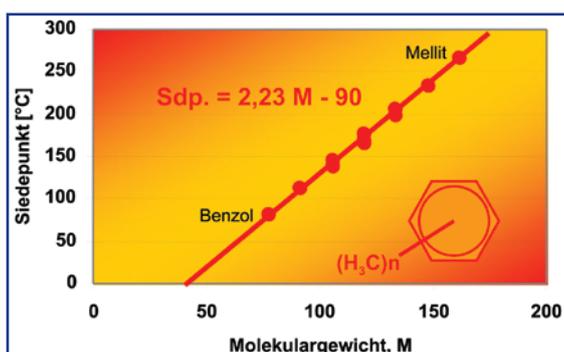
Deutlich exakter erweisen sich die Abhängigkeiten der Dichte und des Brechungsindex vom Molekulargewicht. Sie liegen sehr gut auf einer Geraden (Abbildung 4A). Gleiches kommt auch in der Relation von Dichte und Brechungsindex untereinander zum Ausdruck (Abbildung 4B). Danach wäre der Brechungsindex vom Hexanhexaol bei einer Dichte von $1,466 \text{ g/cm}^3$ mit $1,53$ aus der Grafik zu entnehmen.

N-Alkylbenzole

Die Funktion „Siedepunkt = f (Molekulargewicht)“ beschreibt bei den n-Alkylbenzol-Verbindungen eine exakte Gerade (Abbildung 5), bei der nur das Benzol etwas von der Geraden abweicht. Danach lassen sich die Siedepunkte der nachfolgenden Verbindungen mit höherem Molekulargewicht von

- n-Hexylbenzol (1-Phenylhexan): 228°C (Lit.: 226°C)
- n-Heptylbenzol (1-Phenylheptan): 252°C und
- n-Octylbenzol (1-Octylbenzol): 274°C grafisch bestimmen.

Abbildung 7: Lineare Siedepunkt-Molekulargewicht-Beziehung der Methyl-Benzole vom Benzol bis zum Mellit.



Dichte und Brechungsindex weisen, im Vergleich zu den 1-n-Alkylalkoholen mit einem leichten Aufwärtstrend bei steigendem Molekulargewicht (Abbildung 6A), fallende Geraden auf (Abbildung 6B): Aromaten haben generell eine höhere Dichte und höhere Brechungsindizes. Daher sinken diese Werte mit steigendem n-Alkan-Anteil am Benzol.

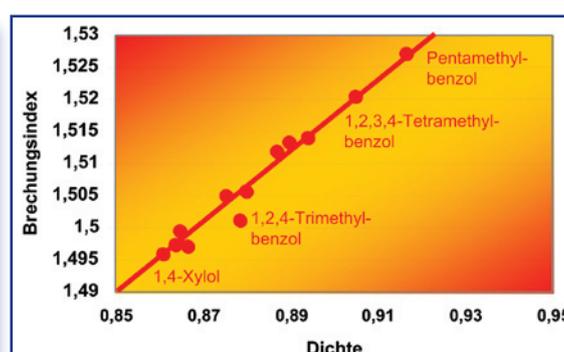
Eine interessante Betrachtung folgt den zunehmenden Methylierungen des Benzols bis zum voll methylierten Mellit: trotz der Isomere liegen die Siedepunkte mit steigendem Molekulargewicht sehr gut auf einer Geraden vom Benzol bis zum Mellit, die der Gleichung „Siedepunkt = $2,23 M - 90$ “ folgt (Abbildung 7).

Auch in der Dichte-Brechungsindex-Relation weist die grafische Darstellung eine Gerade mit nur wenigen Abweichungen auf (Abbildung 8). Durch die relativ hohe Dichte des Mellits von $1,064 \text{ g/cm}^3$ führt die Grafik zu einem ungewöhnlich hohen Brechungsindex von $1,61$.

n-Alkylketone

Die Siedepunkte der aliphatischen Ketone liegen in der graphischen Darstellung mit dem Molekulargewicht sehr gut auf einer Geraden – und das unabhängig von der Lage der Keto-Gruppe. Beginnend vom Dimethyl-

Abbildung 8: Lineare Dichte-Brechungsindex-Relation der Methylbenzole.



Betrachtet man wieder die mit dem Molekulargewicht ansteigenden Siedepunkte, so ergeben sich bei den substituierten Methan- und Ethan-Derivaten zwei harmonisch gebogene Kurven (Abbildung 15): Chloroform, 1,2,3-Trichlorethan und besonders das Tetrachlormethan als Endglied bilden ihre eigene, von der Hauptkurve mit steigenden Molekulargewichten zu niedrigeren Siedepunkten wegdriftende Kurve. Mit der Polarität ist dieses Verhalten kaum erklärbar.

Bilden die Werte von Dichte und Brechungsindex mit dem Molekulargewichten wieder passable Geraden (Abbildung 16), so liegen sie selbst in Relation zueinander nur annähernd auf einer Geraden mit größerer Streuung (Abbildung 17).

Die unverzweigten 1-Chloralkane weisen in ihrer Molekulargewicht-Siedepunkt-Relation eine leicht gebogene harmonische Kurve im Diagramm aus, wie sie exakter in ihrer Werte-Platzierung kaum sein kann (Abbildung 18). Die entsprechenden Brechungsindizes fallen mit steigender Dichte linear ab (Abbildung 19). Bei den anderen hier betrachteten Lösungsmittel-Typen sind nur mit ansteigender Dichte auch zunehmende Werte für die entsprechenden Brechungsindizes zu beobachten. Das Chlor am Ethan hat einen hohen Einfluss auf den Brechungsindex, weniger auf die Dichte. Mit zunehmender Alkan-Kettenlänge lässt dieser Einfluss auf den Brechungsindex nach.

Viskosität

Ein sehr wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit Lösungsmitteln allgemein ist die Zähigkeit des Mediums. Bei vielen chemischen Prozessen hat sie einen großen Einfluss, etwa auf den Stoff-Austausch oder auf die Kristallisation von Feststoffen.

Die Viskosität, gemessen in „Pascalsekunden“ (bis 1978 noch „Poise“; 1 Poise = 10 Pa s). Der Praxis halber wird oft mit der relativen Viskosität gearbeitet, bei der die des Wassers (20°C) gleich 1 ist.

Die Änderung der Zähflüssigkeit, d. h. Viskositäts-Erniedrigung mit steigender Temperatur, zeigt sich am eindrucksvollsten bei Flüssigkeiten mit einer hohen Viskosität als Materialkonstante bei 20°C, wie es bei Glycerin der Fall ist. Schon nach wenigen Temperaturgraden fällt die Viskosität um einige Tausend Milli-Pascalsekunden parabolisch ab (Abbildung 20A).

Die logarithmische Auftragung der Viskosität erzeugt mit der Temperatur eine Gerade, die bereits knapp unter 100°C die Viskosität des Wassers erreicht, bei 20°C nämlich 1 [mPa × sec] (Abbildung 20B).

Sicherheitstechnische Kennzahlen

Schließlich sei die Betrachtung von Zusammenhängen bei Lösungsmitteln noch auf die „Sicherheitstechnischen Kennzahlen“ gelenkt, die

- Flammpunkte
- Zündtemperaturen und
- Explosionsgrenzen.

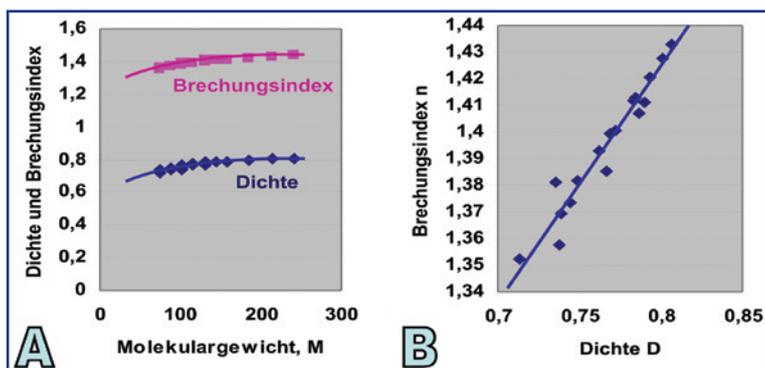


Abbildung 14: Dichte und Brechungsindex aliphatischer Ether in Beziehung zum Molekulargewicht (A) und in Beziehung untereinander (B).

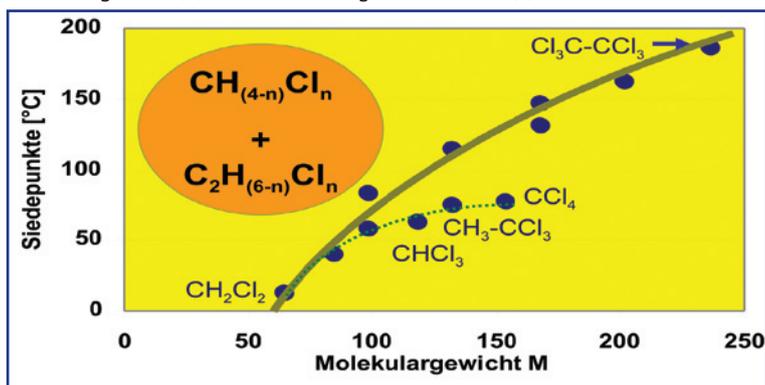


Abbildung 15: Relation zwischen Molekulargewicht und Siedepunkt bei chlorierten Methan- und Ethan-Verbindungen.

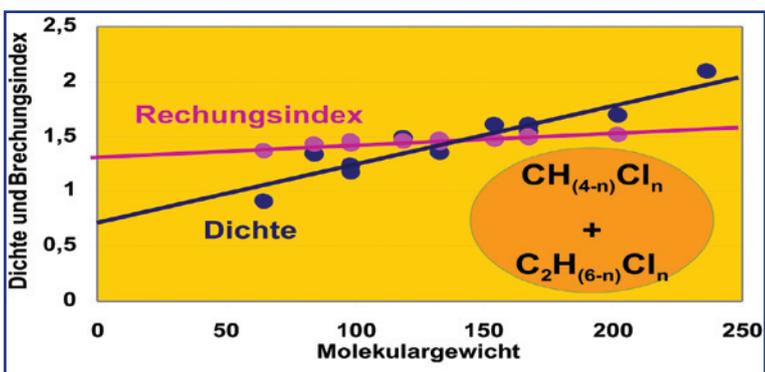
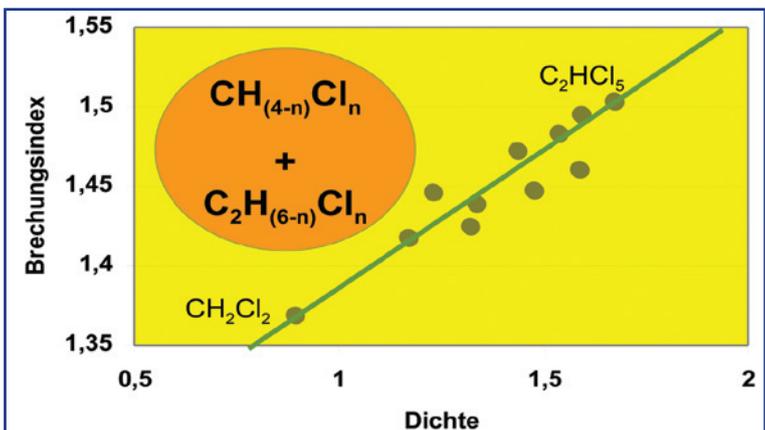


Abbildung 16: Linearität von Dichte und Brechungsindex mit dem Molekulargewicht bei chlorierten Methan- und Ethan-Verbindungen.

Abbildung 17 (unten): Dichte-Brechungsindex-Relation von chlorierten Methan- und Ethan-Verbindungen.



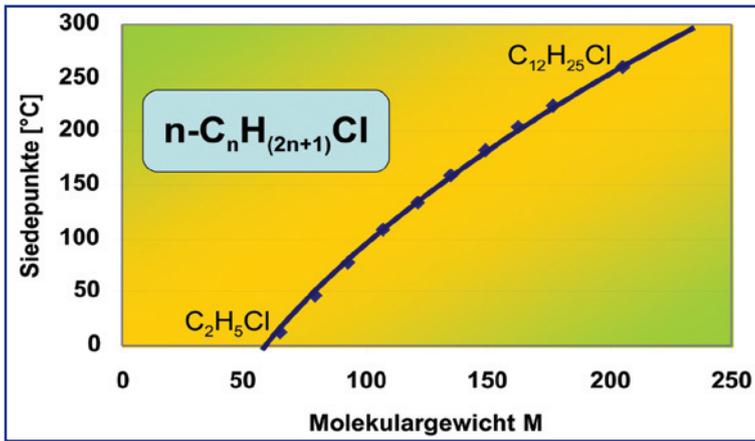


Abbildung 18: Beziehung zwischen Molekulargewicht und den Siedepunkten der 1-Chlor-n-Alkane.

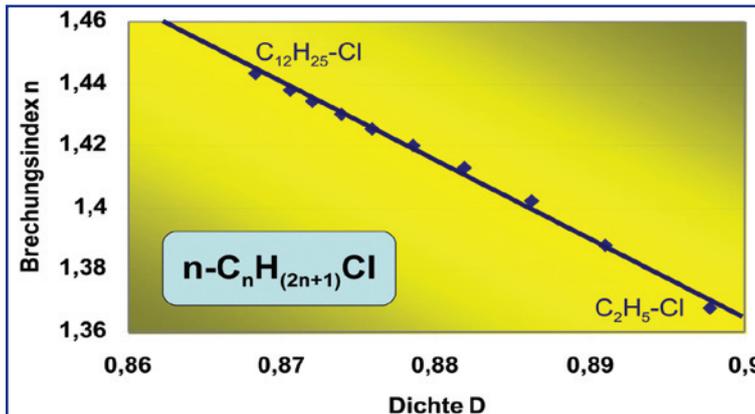


Abbildung 19: Lineare Dichte-Brechungsindex-Relation bei 1-Chlor-n-Alkanen.

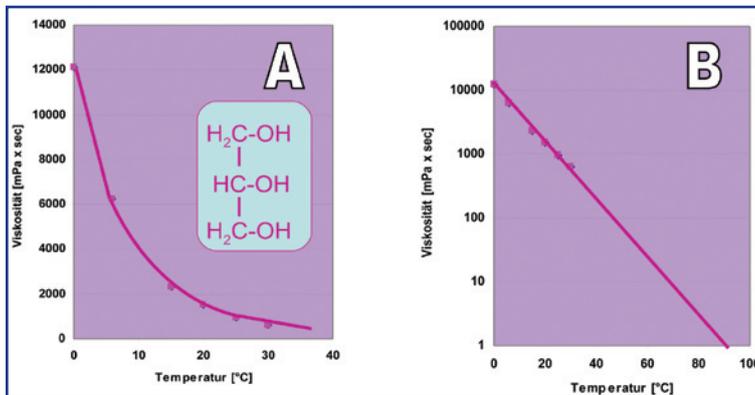
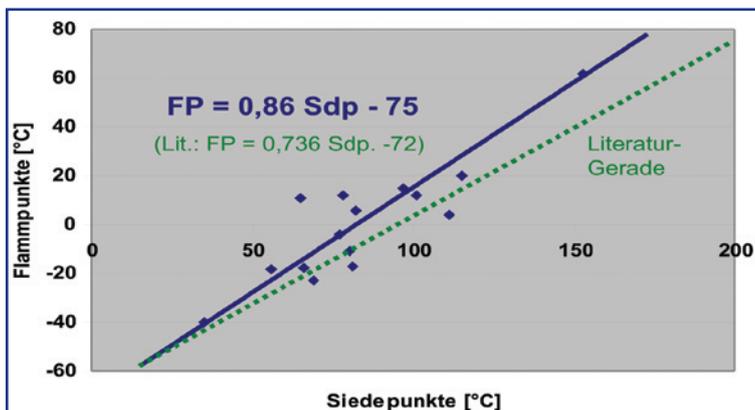


Abbildung 20: Viskosität von Glycerin, dekadisch (A) und logarithmisch (B). Abbildung 21 (unten): Tendenzielle Beziehung zwischen Siedepunkt und Flammpunkt bei Lösungsmitteln.



Hinsichtlich der von brennbaren Flüssigkeiten ausgehenden Brand- und Explosionsgefahren werden häufig falsch eingeschätzt. Einige Daten sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Flammpunkte

Der Flammpunkt beschreibt die niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, über der sich ein entflammbares Gas gebildet hat. Zur Messung dieser speziellen Materialkonstante sind genormte Geräte im Handel.

In grober Näherung steigen die Flammpunkte organischer Lösungsmittel mit ihrem Siedepunkt an. Die Literatur weist eine exakt scheinende Geradengleichung aus: $FP = 0,736 \text{ Sdp} - 72$ [4].

Dass es sich dabei nur um die genau angegebene Ausgleichsgerade handelt, zeigen die Streuungen der einzelnen Werte im Flammpunkt-Siedepunkt-Diagramm (Abbildung 21). Je nach der Auswahl von Lösungsmitteln kann die Gerade auch etwas verlagert sein.

Unter den einzelnen homologen Lösungsmittel-Reihen zeigen sich sehr gute lineare Übereinstimmungen (Abbildung 22), wie an den Funktionen $FP = f(\text{Sdp.})$ der unverzweigten Alkane, Alkohole, Ether und Ketone ersichtlich ist.

Wenig verlässlich erweist sich eine Geradengleichung zwischen Flammpunkt und Siedepunkt bei den höher siedenden Lösungsmitteln mit Flammpunkten über 100°C und Siedepunkten von über 190°C : Nur die Daten der Ethylenglykole und ihrer Kondensationsprodukte, Diethylenglykol, Triethylenglykol, usw., liegen relativ gut auf einer Geraden (Abbildung 23).

Zündtemperaturen

Bei der Zündtemperatur haben wir es mit einem weiteren Parameter zu tun: er beschreibt die Temperatur in Grad Celsius einer heißen Oberfläche, an der sich brennbare Flüssigkeiten an Luft bei Normaldruck entzünden.

Besonders niedrige Zündtemperaturen unter 180°C haben: Acetaldehyd und Diethylether sowie Schwefelkohlenstoff, bei dem bereits ein heißer Glasstab zur Zündung ausreicht. Beim Dipropylenglykol-dimethylether liegt die Zündtemperatur 10°C unterhalb des Siedepunktes ($ZT = 165^\circ\text{C}$; $\text{Sdp.} = 175^\circ\text{C}$; $\text{FP} = 65^\circ\text{C}$).

Wie auch beim Diethylenglykol-dimethylether ($ZT = 174^\circ\text{C}$; $\text{Sdp.} = 189^\circ\text{C}$; $\text{FP} = 71^\circ\text{C}$) können daher bereits bei Destillationen an heißen Reaktorwänden explosionsartige Zündungen auftreten.

Die Zündtemperatur korreliert mit keiner anderen Stoffgröße. Sie selbst stellt auch keine eigentliche Stoffkonstante dar, da sich größere Gasvolumina bei tieferen Temperaturen entzünden als kleinere Volumina. Die Zündtemperatur darf als Maß für die Sensibilität der Oxidation an Luft angesehen werden.

Speiseöle können sich bereits bei etwa 300°C entzünden, wie mancher Besitzer einer Pommes-Bude

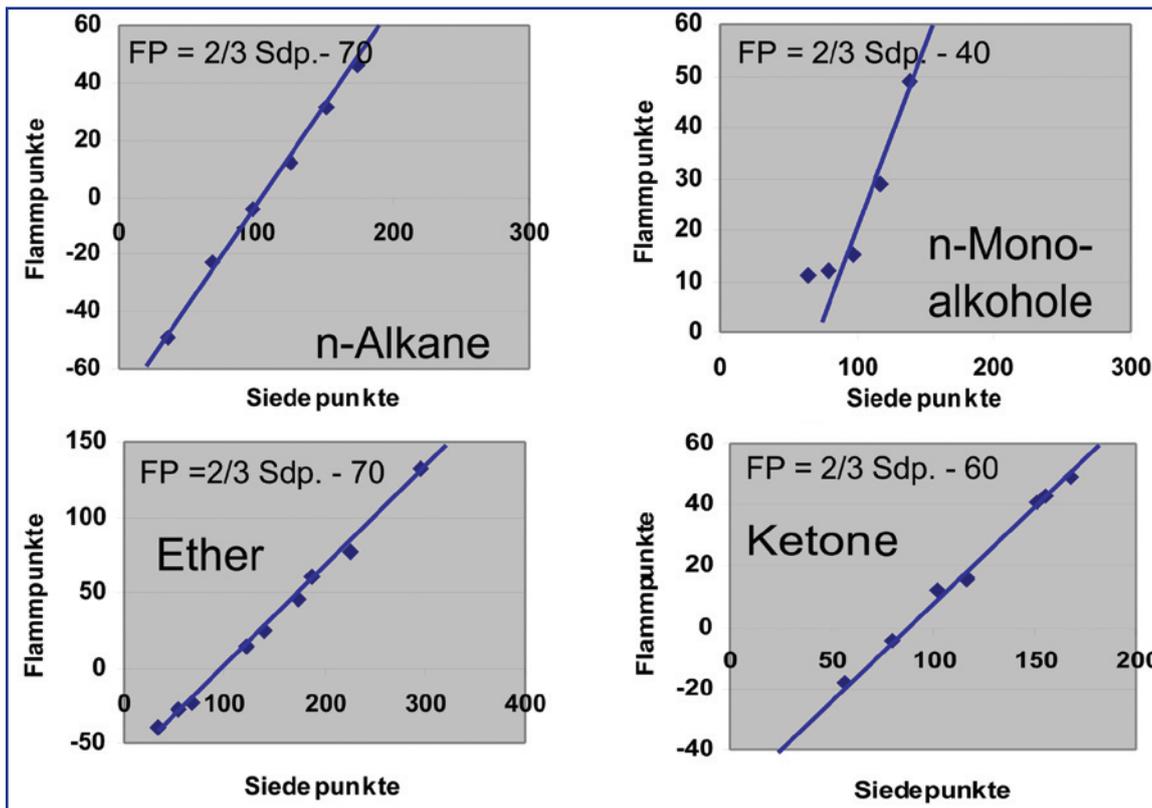


Abbildung 22: Gute lineare Beziehungen zwischen Siedepunkten und Flammpunkten bei homologen Lösungsmittel-Reihen.

bereits leidvoll erfahren musste. Methanol zündet bei 455°C, Petroleum schon 100°C tiefer.

Explosionsgrenzen

Die Dämpfe organischer Flüssigkeiten sind in einem bestimmten Volumen-Verhältnis mit Luft explosionsfähig. Keine Zündfähigkeit liegt bei geringen Konzentrationen (magerer Bereich) und bei hohen Konzentrationen (fetter Bereich) vor. Zwischen diesen unteren und oberen Explosionsgrenzen liegt der Explosionsbereich. Er ist möglichst zu vermeiden oder durch Inertisierung mit Stickstoff unwirksam zu machen.

Eigenartigerweise sinken die Explosionsgrenzen homologer Lösungsmittelreihen mit steigendem Molekulargewicht. An vier Beispielen zeigt die Abbildung 24 den Verlauf der oberen und unteren Explosionsgrenzen: n-Alkane, n-Alkohole, n-Alkylessigester und 1-Chlor-n-alkane.

Resumé

Lösungsmitteln kommt eine Reihe wichtiger Aufgaben zu [5]: sie besorgen den Wärme- und Stofftransport, stabilisieren Übergangszustände und halten Nebenreaktionen im Zaum.

Für Prozessführungen und Reinigungsoperationen sind Lösungsmittel mit ihrer Fähigkeit, Stoffe in molekular-disperse Verteilung im unteren Nanobereich zu

bringen unentbehrlich. Kristallisationen, Extraktionen und chromatographische Verfahren sind Beispiele für lösungsmittelgesteuerte Verfahren.

Allerdings bergen in der Leichtflüchtigkeit von Lösungsmitteln, ihrer Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit und ihrer toxischen Eigenschaften auch sorgfältig zu beachtende gesundheitliche und technische Risiken.

Wenn sich schon in Wohnräumen deutliche Konzentrationen an schädlichen Lösungsmitteln messen lassen, wie sieht es da erst in Laboratorien und Betrieben aus, in denen täglich mit Lösungsmitteln direkt gearbeitet wird?

Abbildung 23: FP-Sdp.-Relation höher siedender Lösungsmittel

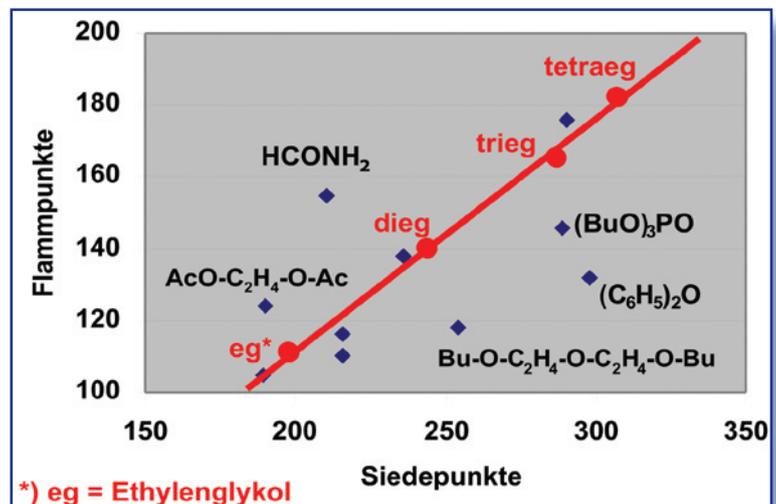
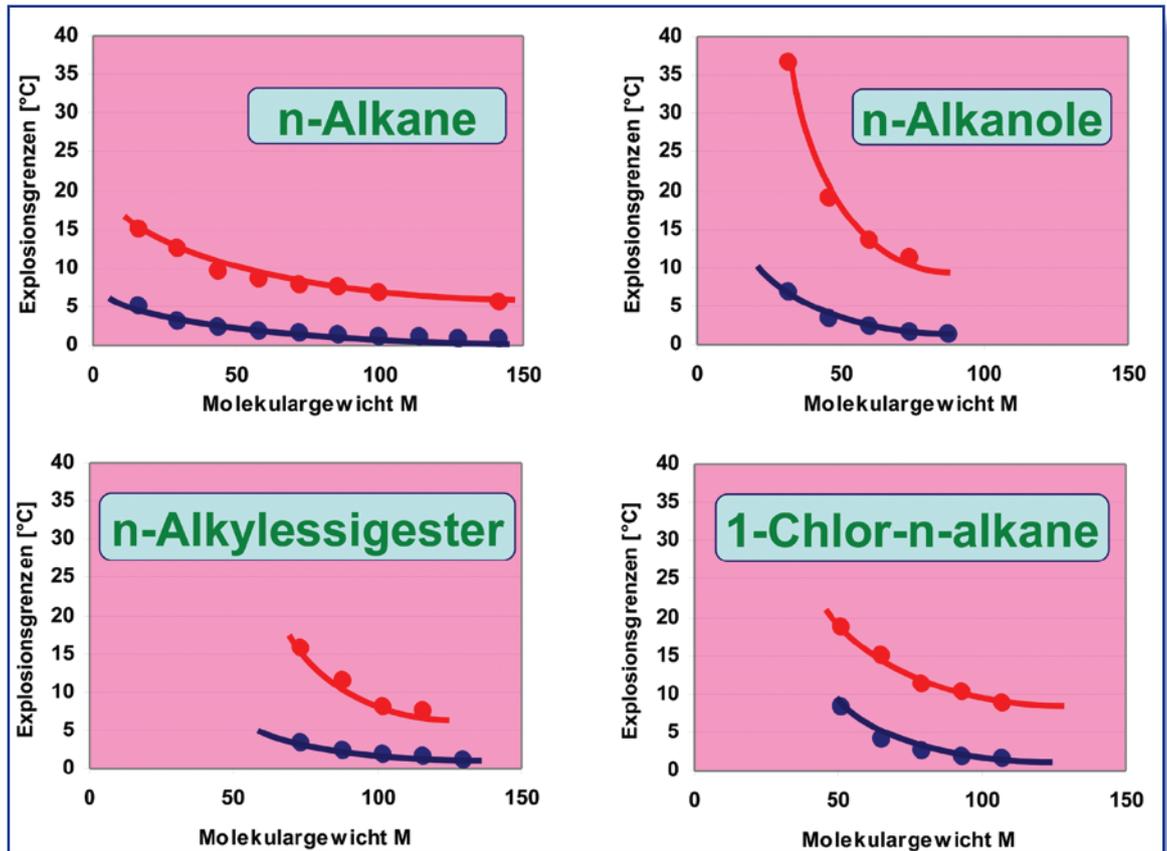


Abbildung 24:
Explosions-
grenzen von
Lösungsmittel-
Dämpfen in Luft.



Organische Lösungsmittel können zu starken Gesundheitsschädigungen führen, die sich in Lungenödem, Kreislaufschock und nervlichen Störungen äußern [6]. Ähnlich wie bei Vergiftungen durch Reizgase kann es zu einer Verzögerung des Symptom-Eintritts von 3 bis 10 Stunden kommen. Daher schätzen selbst Fachleute die Gefahr durch Lösungsmittel oft falsch ein.

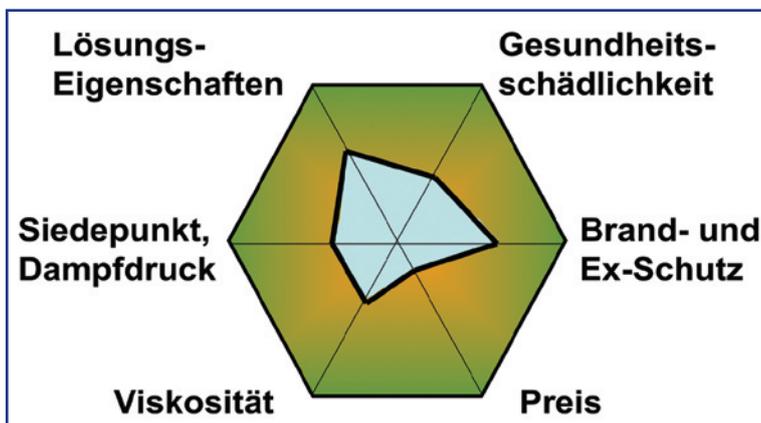
Schließlich sei noch auf das Substitutionsgebot der Gefahrstoffverordnung verwiesen, das den Ersatz gefährlicher Lösungsmittel durch weniger gefährliche fordert und die Nichtdurchführbarkeit schriftlich begründet wissen will.

Ein intensives Studium der Parameter bleibt dabei unumgänglich. Diese sind stets zu überprüfen und abzugleichen, wie das beispielsweise in einem Polygramm (Abbildung 25) sichtbar darzustellen ist. *CLB*

Literatur:

- [1] www.solventsindustrygroup.org, (Barbara_Francis@american-chemistry.com) www.esig.org, (dar@cefic.be)
- [2] "Halogenated Solvents Industry Alliance, HSIA", www.hsia.org, "European chlorinated Solvents Association, EuroChlor", www.eurochlor.org
- [3] Latscha, H.P., G. Schilling und H. A. Klein, „Chemie-Datensammlung“, Springer-Verl., Berlin, Heidelberg (1990)
- [4] Römpp Chemie Lexikon, Georg Thieme Verl., Stuttgart
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Lösungsmittel>
- [6] <http://www.gesundheit.com/> (Giftstoffe: Organische Lösungsmittel)

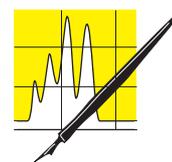
Abbildung 25:
Beispiel eines
Brauchbar-
keitsprofils von
Lösungsmitteln.



EU reduziert VOC-Gehalt

Seit dem Jahre 2007 gelten neue Vorschriften für potentiell gefährliche Lösungsmittel. Die Europäische Union hat die Mengen solcher Lösungsmitteln in Farben, Firnissen und Fahrzeugreparaturprodukten in wesentlichem Maße reduziert. Einem Verbot des Europäischen Parlaments zufolge mussten die meisten flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Farben für die Innenausstattung von Wohnräumen entfernt werden. Man geht davon aus, dass flüchtige organische Verbindungen Erkrankungen der Atmungsorgane auslösen und Schäden bei Feldfrüchten verursachen, weil sie durch die Luft übertragen werden.

Abgesehen von Farben für die Innenausstattung von Wohnräumen sind auch andere Produkte betroffen, unter anderem Firnisse und Kraftfahrzeuglacke für gewerbliche bzw. industrielle Zwecke. Gemäß der neuen VOC-Richtlinie wird die Emission gefährlicher Lösungsmittel in zwei Stufen (2007 und 2010) gestoppt. So verfügt die Industrie über die erforderliche Anpassungszeit. Ab Januar 2010 gelten Grenzwerte für Kraftfahrzeuglacke.



AUFSÄTZE

Tabelle 3:
Humantoxische
Grenzwerte und
Gefahrstoff-
Eigenschaften.

Lösungsmittel	Chemische Formel	M	Siedepkt. [°C]	Dampfdr. [20°C]	Verdunstungszahl	Flammptkt. [°C]	Zündtemperatur [°C]	Ex-Grenzen [Vol-%]	AGW [mg/m ³]	Gefahrstoff-Eigenschaft
n-Hexan	C ₆ H ₁₄	86,18	69	160	2,5	- 23	240	1,18-7,4	180	F, Xn, N
c-Hexan	C ₆ H ₁₂	84,16	81	104	40	-17	260	1,2-8,3	700	F
Toluol	C ₇ H ₈	92,15	111	29	6,1	4	535	1,2-7,1	190	F, Xn
Benzol	C ₆ H ₆	78,12	80	101	3	-11	555	1,4-8	5 ppm (TRK, alt)	F, T, C 1
Diethylether	C ₄ H ₁₀ O	74,12	35	587	1	- 40	170	1,85-36,5	1.200	F
Chloroform	CHCl ₃	119,38	61	210	2,5				2,5	Xn, C 3
Methylenchlorid	CH ₂ Cl ₂	84,93	40	453	1,8		605	13-22	260	Xn
Tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	72,12	66	200	126	- 17,5	230	1,5-12,4	150	F, Xi
Aceton	C ₃ H ₆ O	58,08	56	233	2,1	- 18	540	2,55-12,8	1.200	F, Xi
1,4-Dioxan	C ₄ H ₈ O ₂	88,12	101	41	7,3	11,8	375	1,97-22,25	73	F, Xn
Essigsäureethylester	C ₄ H ₈ O ₂	88,10	77	97	2,9	- 4	460	2,18-11,4	1.500	F, Xi
Acetonitril	C ₂ H ₃ N	41,05	82	97		6	525	4,4-16	34	F, T
Pyridin	C ₅ H ₅ N	79,10	115	26	36	20	550	1,81-12,4	15 (alt)	F, Xn
Propanol	C ₃ H ₈ O	60,11	97	18,7	11,1	15	405	2,15-13,5	200 ppm (alt)	F
Ethanol	C ₂ H ₆ O	46,07	78	50	8,3	12	425	3,5-15	960	F
Methanol	CH ₄ O	32,04	65	128	6,3	11	455	5,5-44	270	F, T
Wasser	H ₂ O	18,02	100	23	80				keinen	
Dimethylformamid, DMF	C ₃ H ₇ ON	73,10	153	4	120	62	440	2,2-16	30	T

Überlebenswichtige Proteine mit vielen technischen Anwendungen

Mechthild Käßer, Diekholzen

Frostige Temperaturen unter Null sind für Lebewesen eine tödliche Bedrohung. Um in eiskalter Umgebung zu überleben, haben Pflanzen und Tiere ganz unterschiedliche Strategien entwickelt. Einige Pflanzen werfen im Herbst ihre frostempfindlichen Blätter ab, andere geben die oberirdischen Teile ganz auf und ziehen sich in ihre weniger gefährdeten Knollen oder Zwiebeln zurück, wieder andere sterben und leben nur in Form ihrer Samen weiter. Aber es gibt auch immergrüne Pflanzen, die mit Eis und Schnee zurechtkommen, selbst zarte Gebilde wie Weizenkeimlinge oder Gänseblümchen. Und auch unter wechselwarmen Tieren, die ihre Körpertemperatur nicht wie wir aktiv in einem günstigen Bereich halten können, gibt es erstaunliche Überlebenskünstler: Schneeflöhe, die auch unter Null munter sind, Maden, die sogar Minustemperaturen von 20-30 °C trotzen, oder Fische der Eismeere, denen eigentlich das Blut in den Adern gefrieren müsste. Ihr Geheimnis sind körpereigene Kälteschutzmittel in den Zellen. Die wirksamsten sind Frostschutz-Eiweiße.

Wenn die Temperaturen unter den Nullpunkt sinken, geht die Gefahr für Lebewesen von den Eiskristallen aus, die sich in den Zellen bilden. Zum einen entziehen sie der Zellflüssigkeit Wasser, so dass die Konzentration der gelösten Stoffe steigt. Dies wirkt sich zunächst positiv aus, denn es verschiebt den Gefrierpunkt unter null Grad und verzögert das Erfrieren. Werden die Kristalle aber größer, konzentrieren sich die gelösten Stoffe im Restwasser so stark auf, dass sie die Zelle schließlich vergiften (osmotischer Schock). Zum andern verletzen wachsende Kristallnadeln die zarten Zellmembranen, die Zelle läuft aus und stirbt ab.

Frostschutzmittel der Natur

In der Natur findet man zahlreiche, oft nur unvollkommene Maßnahmen zum Schutz vor eisiger Kälte: Weinbergschnecken etwa bauen bei sinkenden Temperaturen Eiweiße zu Aminosäuren ab, die den Gefrierpunkt ihrer Körperflüssigkeiten senken. Andere Arten nutzen Zucker wie Trehalose, Glukose oder Fruktose, der Eisfrosch *Rana sylvatica* überlebt den Winter dank Harnstoff. Diese osmotisch wirksamen Stoffe verzögern das Einfrieren und schützen vor leichteren

Abbildung 1: Links: Puppen des Schwalbenschwanzes (dunkel ca. 25 %, hell ca. 75 % der Funde); rechts: Schwalbenschwanz direkt nach dem Schlüpfen (siehe dazu auch das Titelbild dieser CLB; Fotos: Dr. Angela Lahee).

Die Autorin:

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



Frösten, außerdem beeinflussen sie die Form der entstehenden Eiskristalle. Die Puppe des Schwalbenschwanzes, eines auffallend schönen Schmetterlings (Abbildung 1), bedient sich des Frostschutzmittels Glycerin. Der mehrwertige Alkohol verhindert zwar nicht das Gefrieren, er stabilisiert aber die Zellmembranen und sorgt dafür, dass den Zellen nicht tödlich viel Wasser entzogen wird. Auch nach Temperaturen von nahe -30 °C entwickelt sich die Puppe nach dem Auftauen ohne Schaden weiter.

Noch gezielter wirkt eine weitere Stoffgruppe, spezielle Frostschutz-Eiweiße. Sie wurden von hoch angepassten Arten wie den Fischen der arktischen und antarktischen Gewässer entwickelt, aber auch von Pflanzen wie Getreide oder Karotten. Eine kanadische Froschart kann sich im Winter dank ihrer Antifrostproteine plus bestimmter Zuckerarten regelmäßig unbeschadet einfrieren lassen.

Besonders wirksame Eiweiß-Varianten wurden in Insekten gefunden. Der Schneefloh kann mit ihrer Hilfe den Gefrierpunkt um beachtliche 6° absenken, eine nordamerikanische Gallmückenart z. B. überlebt, selbst wenn 65 % ihrer Körperflüssigkeit gefroren war.

Wirkung der Frostschutz-Eiweiße

Während die kleinen biologischen Moleküle wie Zucker oder Harnstoff oder Elektrolyte den Gefrierpunkt proportional zu ihrer Konzentration senken, wirken Frostschutz-Eiweiße schon in 300-500 Mal geringeren Konzentrationen als diese, sie beeinflussen auch nicht den osmotischen Druck der Zellen. Ihre außergewöhnlichen Eigenschaften beruhen auf ihrer Fähigkeit, sich reversibel an die Oberfläche von entstehenden Eiskristallen zu heften. So konkurrieren sie mit den Kristallbausteinen, drängen sich zwischen Eis und Wasser und verlangsamen oder verhindern das Kristallwachstum mit dem Ergebnis, dass der Gefrierpunkt sinkt.

Forscher um Braslavsky von der Ohio University, USA konnten erstmals zusammen mit Peter Davies von der Queen's University, Kanada [1] die Vorgänge am Eiskristall sichtbar machen. Dazu versahen sie zwei verschiedene Frostschutz-Eiweiße mit einem fluoreszierenden Farbstoff aus der Qualle und betrachteten die Bindung an Eiskristalle unter dem Fluoreszenzmikroskop. Während das schwächer wirkende Eiweiß aus einem Fisch sich nur an die Ecken anlagerte, belegte das stärkere, aus dem Amerikanischen Tannentriebwickler *Choristoneura fumiferana* stammende Protein breite Flächen der Eiskristalle. Auch war zu beobachten, dass beide Eiweiße die Kristallform während des Wachstums veränderten, es entstehen keine spitze Nadeln.

Aminosäuresequenz eines Antifrost-Proteins der Winterflunder (*Pseudopleuronectes americanus*) aus 37 AS [3]:

DTASDAAAAA ALTAABAAAA AKLTABBBAAA AAAATAA
 Es bedeuten A Alanin, D Asparaginsäure, T Threonin, S Serin, L Leucin, K Lysin, B Asparaginsäure oder Asparagin

Die Forscher bezeichnen die Eiweiße daher auch als Eis-strukturierende Proteine.

Aufbau

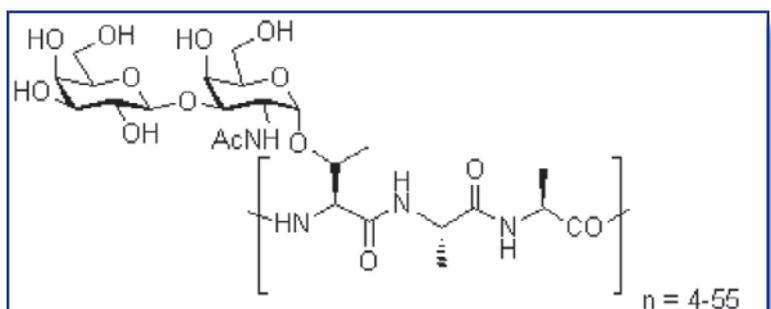
Bis heute sind etwa 30 Frostschutzproteine in Pflanzen, Fischen, Insekten, Pilzen und Bakterien bekannt. Trotz ähnlicher Wirkung sind sie recht unterschiedlich gebaut. Eine größere Gruppe besteht aus 35 bis 45 Aminosäuren, viele sind mit Zuckern verknüpft (Glykoproteine). Besonders gut untersucht sind die Eiweiße aus Fischen (Abbildung 2). Es gibt Typen, die reich an Alanin sind und mehrere Alpha-Helix-Bereiche bilden, andere besitzen einen hohen Cystein-Anteil oder fallen durch Beta-Strukturen auf. Welcher Aufbau eine gute Eisbindung begünstigt, ist nur unzureichend bekannt. Vorteilhaft sollten relativ flache und hydrophobe Bereiche im Eiweißmolekül sein, die Bindung könnte zum Beispiel durch Wasserstoffbrücken zwischen den Methylgruppen der Aminosäuren Alanin und Threonin und dem Sauerstoff im Eisgitter zustande kommen. [2]

Anwendungen

Von einigen Gefrierschutz-Proteinen sind Aufbau, räumliche Gestalt und Gene bekannt und natürlich gibt es Vorstellungen, wie man sie nutzen könnte.

- In Tiefkühlkost könnten die schützenden Eiweiße verhindern, dass sich im Lauf der Lagerung Eiskristallnadelchen bilden. Diese zerstören pflanzliche und tierische Zellen, so dass Fleisch z. B. nach dem Auftauen viel Saft verliert und beim Garen trocken wird, oder dass Speiseeis sich auf der Zunge körnig und rau anfühlt. Ein internationaler Lebensmittelhersteller hat da-

Abbildung 2: Struktur eines typischen Frostschutz-Glykoproteins mit an Threonin geknüpfter Zuckergruppe [5].



her die Zulassung für ein Frostschutz-Eiweiß als Zusatzstoff in Eis beantragt und inzwischen erhalten. Es wird von einer Hefe, die mit dem entsprechenden Fisch-Gen ausgestattet ist, gebaut und macht in den USA, Australien, Neuseeland und mehreren südamerikanischen Ländern selbst fettreduziertes Eis unwiderstehlich zart. Frostschutzproteine könnten ganz allgemein die Qualität von Tiefkühlkost länger erhalten bzw. die Lagerzeit der Waren ausdehnen.

- Es bietet sich natürlich an, Frostschutz-Gene auf kälteempfindliche Wirtschaftspflanzen zu übertragen, um ihr Anbaugebiet und ihre Wachstumszeit auszuweiten.
- Großes Interesse zeigt auch die Medizin. Schon lange ist die zellerhaltende Lagerung von lebenden Zellen und Geweben z. B. für Transplantationen unbefriedigend. Stärkere Kühlung unter den Gefrierpunkt würde zwar die unerwünschten Vorgänge entscheidend verlangsamen, es entstehen aber auch hier leicht zerstörerische Eiskristalle. Welche Frostschutz-Eiweiße in Zellen zukünftig Abhilfe schaffen könnten, wird noch sorgfältig geprüft, denn es gibt unter ihnen auch Vertreter, die menschliche Zellen schädigen.
- Eiskristalle auf Oberflächen verursachen oft Störungen, ob auf Propellern von Windrädern, Rollläden oder Kühl- und Gefriergeräten. Immer wieder brechen Stromleitungen unter der Eislast zusammen oder müssen mühsam enteist werden, Flugzeugflügel werden vor dem Start mit großen Mengen giftiger Glykole übergeben, um einen sicheren Flug zu gewährleisten. In Zukunft könnten spezielle Oberflächen, z. B. mit Frostschutzeiweißen versehene Lacküberzüge Abhilfe schaffen. Diesen Ansatz verfolgen Forscher am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung in Bremen. [4] Über Methoden, die schützenden Proteine an Lack fest zu verankern, verfügen sie bereits, und diese Lacke erfüllen ihre Aufgabe. Es fehlt aber noch an Verfahren, die Eiweiß-Wirkstoffe kostengünstig herzustellen.

Herstellung und Weiterentwicklung

Zunächst wurden Anti-Frost-Proteine aus ihrer natürlichen Quelle, überwiegend Fischen, isoliert und gereinigt, eine zu mühsame und teure Arbeit. Wirtschaftlicher ist die klassische chemische Synthese, bei der ein Automat Aminosäure an Aminosäure reiht, und die gentechnische Gewinnung, z. B. mit Hilfe von Hefen.

Ein nächster Schritt ist die Weiterentwicklung und Anpassung der in der Natur gefundenen Eiweiße an technische Anwendungen. Wissenschaftler in Kanada und USA haben untersucht, welche Teile eines Frostschutzeiweißes für seine

Wirkung entscheidend und welche verzichtbar sind. Ihr Ziel ist es, die geschätzte Eigenschaft noch zu verstärken und das Molekül für einen bestimmten Zweck zu optimieren. So nahmen sie sich etwa ein natürliches Frostschutz-Glykoprotein vor: Sein Vorzug, bei Körpertemperatur schnell in harmlose Bestandteile zu zerfallen, macht es für die Gefrier-Lagerung von lebenden Zellen für die Transplantation interessant, andererseits aber ist es für einige menschliche Zellarten giftig. Den Forschern gelang es, den Aufbau des Eiweißes so umzugestalten und zu synthetisieren, dass es seine vorteilhaften Eigenschaften beibehielt, den Makel der Zellschädigung aber einbüßte. [5]

Auch die Fraunhofer Forscher sind dabei, ihr an Lack gebundenes Frostschutzeiweiß abzuwandeln, um es gegen Wind und Wetter und biologischen Abbau widerstandsfähig zu machen. Eine Idee haben sie schon, und Luft- und Raumfahrt-Industrie und Hersteller von Gefriergeräten zeigen lebhaftes Interesse, bei der Weiterentwicklung mitzuwirken. **CLB**

Literatur

- [1] Pertaya N., Marshall C.B., DiPrinzio C.L., Wilen L., Thomson E.S., Wettlaufer J.S., Davies P.L. and Braslavsky I. "Fluorescence microscopy evidence for quasi-permanent attachment of antifreeze proteins to ice surfaces" *Biophys. J.* 92, (2007), 3663-3673
- [2] Chou K.C. "Energy-optimized structure of antifreeze protein and its binding mechanism" *J. Mol. Biol.* 223 (1992) 509-517
- [3] Devries A.L., Lin Y. «Structure of a peptide antifreeze and mechanism of adsorption to ice.» *Biochim. Biophys. Acta* 495 (1977) 388-392
- [4] Fraunhofer Magazin 1. (2008) 60-61
- [5] Liu S., Wang W., von Moos E., Jackman J., Mealing G., Monette R., and Ben R. N. "In Vitro Studies of Antifreeze Glycoprotein (AFGP) and a C-Linked AFGP Analogue" *Biomacromolecules* 8 (2007) 1456 -1462

CLB – Memory

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

Mai 2008

Akkreditierung von fünf Berufskollegs für BTA-Ausbildung Abgleich mit Standards in Bachelorstudiengängen

2004 haben sich fünf Berufskollegs entschlossen den langen Weg der Akkreditierung für die Ausbildung Biologisch – technischer Assistenten/innen (BTA) aufzunehmen. Jetzt erhielten sie mit den Akkreditierungsurkunden die Bestätigung, dass Module ihrer Ausbildung mit qualitativen Standards in Bachelorstudiengängen vergleichbar sind.

Bachelor und Master, Akkreditierung und ECTS Points haben sich seit Beginn des Bologna-Prozesses im Jahre 1999 zu Begriffen entwickelt, die den Studienalltag von heute bestimmen. Auch wenn der Weg zu einer neuen, durchlässigen Hochschullandschaft in Europa sehr mühsam erscheint, entwickelt sich die Reform der Berufsausbildung im Hochschulrahmen unaufhaltsam. Die neuen Perspektiven, die sich aus der Umgestaltung des Studiums ergeben, stellen natürlich auch für die berufliche Ausbildung außerhalb von Fachhochschule und Hochschule eine neue Herausforderung dar. Insbesondere der Bachelor Abschluß nach nur 3 - 6 Studienjahren kann sich einerseits in Konkurrenz zu klassischen beruflichen Abschlüssen entwickeln, bietet aber andererseits auch die Möglichkeit den Übergang von Berufsausbildung und Studium effektiver als bisher zu gestalten.

Wie Dr. Klaus Fuisting (Foto) vom Berufskolleg Kartäuserwall in Köln jetzt



berichtete hatten sich daher fünf Berufskollegs entschlossen, ihre Ausbildung zu Biologisch – technischer Assistenten/innen akkreditieren zu lassen. Daran beteiligt waren neben dem Berufskolleg Kartäuserwall in Köln auch die Rheinische Akademie, dazu die Berufskollegs Hilden und Olsberg sowie das Naturwissenschaftliche Technikum in Landau. Unter dem Dach des VBIO erarbeiteten die fünf Kollegs in Zusammenarbeit mit der Akkreditierungsagentur AQAS in Bonn ein Konzept, das die Kerngedanken des Bologna Abkommens mit der beruflichen Vollzeitausbildung BTA verknüpft. Im Vordergrund stand die Etablierung von vergleichbaren Qualitätsstandards verbunden mit Verbesserung der Akzeptanz der Ausbildungsleistungen bei der Aufnahme eines Studiums der Biologie und Biowissenschaften der BTA Absolventen.

Dem Antrag zur Akkreditierung lag – wie im Hochschulrahmen auch – eine modulare Struktur zu Grunde. Man einigte sich auf die Module Biochemie, Chemie, Mikrobiologie, Organismische Biologie und Zellbiologie. Über die Inhalte und die organisatorische Struktur der Module, z.B. der Unterrichtsformen Theorie, Praktikum, Seminar, stimmten sich die Kollegs so ab, dass eine für alle verbindliche Modulbeschreibung der fünf Themenbereiche präsentiert werden konnte. Ergänzt wurden diese Rahmenbedingungen durch schulspezifische Erläuterungen zur Realisation der Module an den jeweiligen Schulen. Für alle Teilnehmer

besonders spannend war natürlich die Begehung der Einrichtungen durch die fünfköpfige Gutachtergruppe. Besonders bemerkenswert empfanden die Vertreter aus dem Hochschulbereich, Fachhochschulbereich und der Wirtschaft die gute Ausstattung der Laboratorien und das Engagement und die Qualifikation der Lehrenden.

So erhielten die fünf Berufskollegs dann im März dieses Jahres mit den Akkreditierungsurkunden die Bestätigung, dass diese Module mit qualitativen Standards in Bachelorstudiengängen vergleichbar sind. Absolventen und Absolventinnen von akkreditierten BTA-Kollegs werden es zukünftig wohl leichter haben, sich in die bestehenden Bachelorstudiengänge zu integrieren, da die Einordnung der Qualifikationen der BTAs für die Modulverantwortlichen an den Hochschulen und Fachhochschulen transparenter wird. Folgerichtig kann auf diese Weise eine Studienzeiterkürzung erwirtschaftet und eine deutliche Verbesserung des Studienablaufes bis zum Bachelorexamen für die BTA-Absolventen möglich werden.

Durch die Entwicklung eines Diploma-Supplements und dem Dialog mit Fachhochschulen und Hochschulen soll die Gestaltung der Module weiterhin optimiert werden, so dass eine Kompatibilität mit den Hochschulveranstaltungen erreicht wird.

Nach 25 Jahren BTA-Ausbildung am BK Kartäuserwall gibt es am 19. und 20. Juni 2008 dazu zwei Vortragsveranstaltungen.

Beeinträchtigungen durch Emissionen aus Büromaschinen: Nicht ausgeschlossen – noch Fragen offen

Emissionen aus Laserdruckern, -kopierern und Multifunktionsgeräten könnten dazu beitragen, unspezifische Symptome wie Schleimhautbeschwerden, Bindehautreizungen, Reizungen des Atemtraktes und der Rachenschleimhaut hervorzurufen. Schwerwiegende Gesundheitsschäden sind nach den bislang vorliegenden ärztlichen Daten nicht beobachtet worden.

Zu diesem Ergebnis kommt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in einer umfangreichen gesundheitlichen Bewertung, mit der es seine Arbeiten zur „Toner“-Problematik jetzt abgeschlossen hat. In die Bewertung sind neben den Daten der BfR-„Toner“-Studie die Ergebnisse weiterer aktueller, zum Teil noch nicht veröffentlichter Studien eingeflossen. „Welche Komponenten die unerwünschten Wirkungen auslösen könnten, ist noch ungeklärt“, sagt BfR-Präsident Professor Andreas Hensel. „Studien zur physikalischen und chemischen Identität der gemessenen Partikel sollten deshalb mit hoher Priorität durchgeführt werden, um gegebenenfalls gezielte Maßnahmen zur Risikobegrenzung ableiten zu können“.

Beim Drucken und Kopieren werden leicht-, mittel- und schwerflüchtige Verbindungen sowie Staubpartikel emittiert. Um mögliche Zusammenhänge mit gesundheitlichen Beschwerden bei Büroangestellten abzuklären, hatte das Bundesinstitut für Risikobewertung 2005 eine Pilotstudie in Auftrag gegeben, die als Machbarkeitsstudie konzipiert war. Sie wurde am Institut für Innenraum- und Umwelttoxikologie des Universitätsklinikums Gießen durchgeführt, die humanmedizinischen

Untersuchungen am Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Für die Studie wurde zwischen Januar und Oktober 2006 die Raumluft in 63 Büroräumen in Deutschland gemessen, und es wurden 69 der dort arbeitenden Personen untersucht. Zwischenergebnisse und Abschlussbericht der Studie wurden auf der Internetseite des BfR veröffentlicht.

Die Untersuchungsergebnisse waren für die meisten der gemessenen raumlufttechnischen Parameter unauffällig. Nicht geklärt werden konnte die genaue Zusammensetzung feiner und ultrafeiner Partikel. Um Tonermaterial handelte es sich bei den ultrafeinen Partikeln, deren Konzentration mit der Inbetriebnahme von Laserdruckern und Kopierern vorübergehend signifikant anstieg, offenbar überwiegend nicht. Die gesundheitlichen Beschwerden der Probanden waren unspezifisch und in keinem Fall schwerwiegend. Möglicherweise reagieren einzelne, besonders empfindliche Personen mit Beschwerden, die dem „Sick-Building-Syndrom“ ähneln. Welche Emissionskomponenten diese Reaktionen auslösen könnten, ist bislang noch nicht abschließend geklärt.

Auch nach Auswertung der aktuellen Daten zur „Toner“-Problematik bleiben damit Fragen offen. Um diese Erkenntnislücken zu schließen sind aus Sicht des Bundesinstituts für Risikobewertung zusätzliche Untersuchungen nötig. Studien zur physikalischen und chemischen Identität der gemessenen Partikel sieht das BfR dabei als vordringlich an, sie sollten mit hoher Priorität durchgeführt werden. Erst wenn deren Ergebnisse vorliegen, sollte über Folgestudien nachgedacht werden, da eine sinnvolle Konzeption

kontrollierter Expositions- oder möglicher epidemiologischer Studien ohne Kenntnis der Partikelzusammensetzung nicht möglich ist. Studien zu zellbiologischen Effektparametern und Untersuchungen zur Wirkung der feinen und ultrafeinen Partikel in in-vitro-Versuchen hält das Institut derzeit nicht für sinnvoll. Das gilt auch für die Durchführung einer Kasuistikstudie. Eine umfassende epidemiologische Studie, wie sie der Auftragnehmer der „Toner“-Studie des BfR, Professor Mersch-Sundermann, in seinem Abschlussbericht vorschlägt, wäre grundsätzlich geeignet, mögliche Einflüsse von Emissionen aus Büromaschinen zu erfassen. Da die gesundheitlichen Wirkungen nur bei einem kleinen Teil der Bevölkerung auftreten, ist eine signifikante Aussage allerdings nur dann zu erwarten, wenn an der Studie mehrere Millionen Probanden teilnahmen und aufwändig untersucht würden.

Unabhängig von den Ergebnissen weiterer Forschung empfiehlt das BfR schon heute Geräte zu verwenden, die mit dem Blauen Engel gekennzeichnet sind. Um dieses Umweltzeichen zu erlangen, müssen Geräte Mindeststandards im Hinblick auf die Emissionen flüchtiger organischer Stoffe und von Staub einhalten. Hohe und gesundheitlich bedenkliche Benzolgehalte, wie sie in einzelnen Studien beim Druck- und Kopiervorgang gemessen wurden, würden damit vermieden. Abschließend weist das BfR noch einmal auf die Empfehlungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin zum Umgang mit Druckern, zur Anschaffung neuer und der nachträglichen Ausrüstung vorhandener Geräte sowie zu den Anforderungen an den Aufstellort hin.

Erdbeeren, Kirschen, Äpfel, Birnen, Pflaumen, Strauchbeeren:

Deutsche Genbank Obst erhält genetische Ressourcen

Das Julius Kühn-Institut koordiniert von Dresden aus Arbeiten zur Erhaltung von Erdbeer- und Kirschsor- ten - Apfel, Birne, Pflaume und Strauchbeeren folgen. Das dezentral arbeitende Genbanknetzwerk zeigt beispielhaft, wie das 1992 in Rio de Janeiro beschlossene internationale Übereinkommen über die biologische Vielfalt national umgesetzt wird.

In der „Deutschen Genbank Obst“ wird ein wichtiger Schatz lagern: Die genetische Vielfalt unseres heimischen Obstes. Damit enthält sie den Schlüssel für zukünftige Sorten, die an verändertes Klima oder neue Schädlinge angepasst sind. Jetzt haben sieben deutsche Einrichtungen, die Kirschsor- ten sammeln und erhalten, einen Kooperationsvertrag unterzeichnet. Für die Erdbeer- sammlungen ist dies bereits Ende 2007 geschehen. Damit nimmt die vom Julius Kühn-Institut - Bundes- forschungsanstalt für Kulturpflan- zen (JKI) in Dresden koordinierte „Deutsche Genbank Obst“ ihre Arbeit auf. Es handelt sich dabei um ein Netz mehrerer Genbankfilialen, in dem sowohl staatliche als auch nichtstaatliche Organisationen mit- arbeiten.

„Nach und nach sollen sich auch alle anderen Sammlungen heimischer Obstarten unter dem Dach der „Deutschen Genbank Obst“ zusammenfinden“, sagt Prof. Dr. Viola Hanke. An dem von ihr geleiteten Institut für Züchtungs- forschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst in Dresden-Pill- nitz hat die Erhaltung von Apfel-, Kirsch-, Birnen-, Pflaumen- und Erdbeersorten sowie verwandten

Wildarten eine lange Tradition. Aber auch gemeinnützige Vereine versuchen alte Sorten vor dem Aussterben zu bewahren. „Durch die fehlende Koordination der viel- fältigen Aktivitäten bestand bisher die Gefahr, dass wir

in Dresden mittels Kryokonservierung von Erdbeeren eine Duplikat-Sammlung aufgebaut.

„Die Etablierung der ‚Deutschen Genbank Obst‘ ist ein entscheidender Beitrag zur Erhaltung obstgene- tischer Ressourcen in Deutschland, wie sie im Na- tionalen Fachprogramm für genetische Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflan- zen gefordert wird“, so Hanke. Gleichzei- tig sei das Netzwerk ein Beispiel

dafür, wie das 1992 in Rio de Janeiro beschlossene inter- nationale Übereinkommen über die biologische

Vielfalt national um- gesetzt wird. Auf der 9. Vertragsstaaten- konferenz der Kon- vention über die biologische Viel- falt, die gerade in Bonn stattfand, wurde die „Deut- sche Genbank Obst“ vorgestellt.



Foto: Süßkirschensorten und ver- wandte Wildarten lagern in der Genbank Obst (Abb.: ZGO Pillnitz/Julius Kühn-Institut).

wertvolles genetisches Ma- terial unwiederbringlich ver- lieren“, erklärt Hanke das Problem. Mit der Gründung der „Deutschen Genbank Obst“ ist diese Gefahr nun gebannt. Noch in diesem Jahr soll der Aufbau der deutschen Apfel-Genbank abgeschlossen sein. Birne, Pflaume und Strauchbeeren folgen.

421 Kirschsor- ten

In der ‚Deutschen Genbank Kirsche‘ werden derzeit 315 Süßkirschsor- ten sowie 106 Sauerkirschsor- ten quasi in sieben „Bankfilialen“ an Bundes- und Landeseinrichtungen sowie von nichtstaatlichen Organi- sationen erhalten. Die ‚Deutsche Genbank Erdbeere‘ umfasst 370 Sorten, an zwei Standorten. Ne- ben diesen ex-situ Sammlungen auf dem Feld wird derzeit im JKI

Hintergrundinfo zu Genbanken

Genbanken bzw. Kulturpflanzenbanken sind natur- und gesellschaftskundliche Einrichtungen, die die Viel- falt von Kultur- und verwandten Wildpflanzenarten sammeln, erhalten, untersuchen und z.B. für die Bio- diversitätsforschung, für Züchtungsvorhaben sowie für Wiedereinbürgerungen bereitstellen. Genbanken unterscheiden sich von Botanischen Gärten durch ihren Sammlungs- und Erhaltungsschwerpunkt, nämlich den vom Menschen züchterisch bearbeiteten Pflanzen.

Die Deutsche Genbank Obst ist ein nationales Netz zur Erhaltung obstgenetischer Ressourcen. Es wird dezentral tätig, so dass staatliche und nichtstaatliche Organisationen mitarbeiten können. Die zentrale Koordinierung übernimmt im Auftrag des Bundesmini- steriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbrau- cherschutz (BMELV) das Julius Kühn-Institut, konkret das Institut für Züchtungsforschung an gartenbau- lichen Kulturen und Obst in Dresden-Pillnitz, das selbst seit langem eine Obst-Genbank bewirtschaftet.

Neuartige Moskitonetze als Lebensretter

Mückentod durch Chrysanthemen-Abwehrstoff

Sie ist eine der drei verbliebenen großen Seuchen: Malaria. Weit über eine Million Menschen sterben jährlich an dieser Tropenkrankheit – nur Aids und Tuberkulose fordern mehr Opfer. Auslöser der Malaria sind winzige Einzeller, Plasmodien, die durch Stechmücken der Gattung *Anopheles* übertragen werden. 90 Prozent der Fälle konzentrieren sich in Afrika, betroffen sind vor allem Kleinkinder: Alle 30 Sekunden stirbt ein Kind in Afrika an Malaria, und etwa jedes zweite Opfer ist jünger als fünf Jahre.

Seit Jahrzehnten engagiert sich auch BASF im Kampf gegen die Malaria sowie andere Tropenkrankheiten. Der neueste Beitrag des Unternehmens ist Interceptor, ein mit dem Insektizid Fendona beschichtetes Moskitonetz, das über mehrere Jahre wirksam gegen Stechmücken bleibt. Damit erfüllt es die Anforderungen der Weltgesundheitsorganisation WHO an ein „Long lasting insecticide impregna-

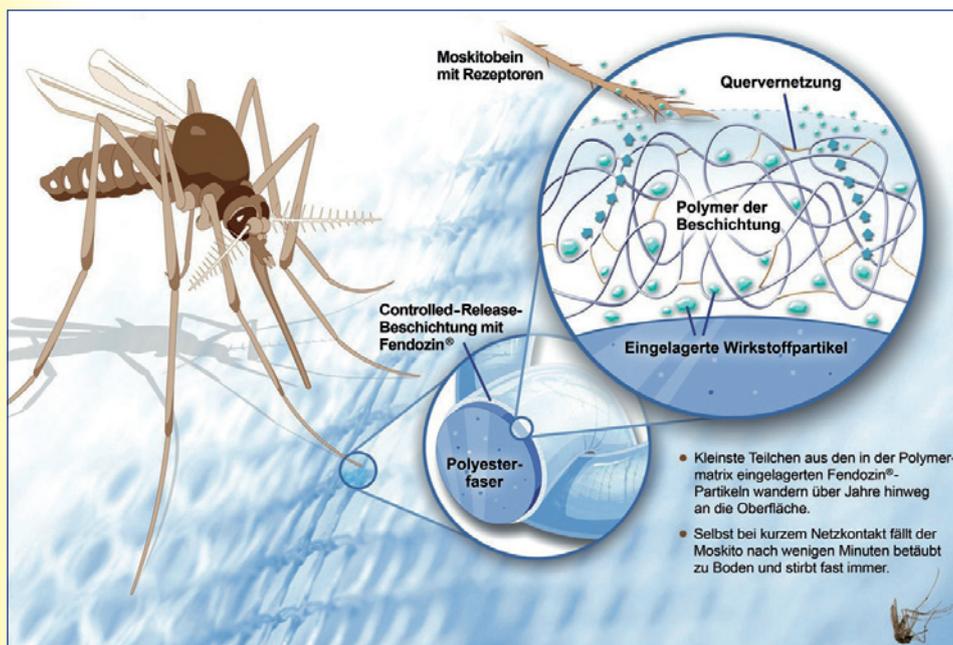
ted net“ (LLIN), also ein nachhaltig insektizidwirksames Moskitonetz. Der Schutz durch solche Netze vor den zumeist nachts stechenden Überträgermücken stellt aus Sicht der WHO das effizienteste Mittel zur Vorbeugung vor Malaria-Infektionen dar. Einfache, unbeschichtete Moskitonetze, die über den Schlafstätten aufgehängt werden, halten die Insekten mechanisch fern, können aber beispielsweise den Stich durch die Maschen des Netzes nicht verhindern. Erst die Behandlung des Netzes mit einem für Menschen unschädlichen Insektizid setzt die Tiere wirklich außer Gefecht. In Kenia ließ sich so die Kindersterblichkeit in den Hochrisikogebieten um 44 Prozent verringern. Flächendeckend eingesetzte LLINs schützen dabei nicht nur ihre Nutzer: Die Netze können so viele Moskitos töten, dass das Infektionsrisiko auch für benachbarte Dorfbewohner ohne Stechmückenschutz deutlich sinkt.

Herkömmliche insektizidbehandelte Netze haben jedoch den Nachteil, dass sie ihre insektizide

Wirkung schon nach wenigen Monaten verlieren. „Die WHO bat deshalb vor einigen Jahren die chemische Industrie, Netze zu entwickeln, die ihre insektizide Wirkung auch noch nach Jahren und zahlreichen Wäschen behalten“, so Dr. Ulrich Karl, Entwickler im Bereich Veredelungschemikalien des Ludwigshafener Unternehmens.

Dort hatte man bereits einen geeigneten Wirkstoff: Alphacypermethrin, das als aktive Komponente des Insektizids Fendona schon seit Langem in den hauseigenen Pflanzenschutzmitteln eingesetzt wird. Diese dem natürlichen Abwehrstoff der Chrysantheme nachempfundene Substanz tötet Insekten schon in geringster Dosis. Für Wirbeltiere und damit auch den Menschen ist die eingesetzte Menge dagegen ungiftig. „Die besondere Herausforderung lag darin, Fendona so in ein Kunststoff-Polymer zur Veredelung des Netzes einzubetten, dass es über Jahre hinweg gleichmäßig an die Oberfläche wandert“, erklärt Karl.

Ein veredeltes Polymer mit über Jahre hinweg freigesetzten Wirkstoffmolekülen als Bestandteil neuartiger Mosquito-Netze schützt gegen Malaria-Infektionen (Abbildungen: BASF).



Grad der Quervernetzung entscheidend

Als entscheidend für diese Merkmale erwies sich der Grad der Quervernetzung des Veredelungspolymer. Dieser bestimmt die dreidimensionale Struktur und damit die Durchlässigkeit für die Wirkstoffmoleküle. Das Ergebnis: Fendozin, die geruchlose Beschichtung der Interceptor-Netze. Deren Polyesterfaser fühlt sich trotz der Beschichtung weich und hautfreundlich an – ein wichtiger Punkt, um die späteren Anwender nicht vom Gebrauch der Netze abzuschrecken.

An der London School of Hygiene & Tropical Medicine wurde das neue Produkt auf seine Wirksamkeit getestet. Die Forscher fanden heraus, dass in den meisten Fällen schon eine kurze Berührung mit

dem Netz genügt, um das Schicksal eines Moskitos zu besiegeln: Nicht einmal fünf Minuten nach dem Kontakt fällt das Tier betäubt zu Boden, dies nennt man Knockdown. So gut wie alle betäubten Stechmücken sterben. Die WHO bestätigt, dass Interceptor dank Fendozin problemlos alle Anforderungen erfüllt, und hat dem Netz den offiziellen Status eines vorläufig empfohlenen LLINs verliehen. Dabei sind die Hürden der WHO sehr hoch: Selbst nach 20 Wäschen muss der Knockdown noch bei mindestens 95 Prozent und die Mortalitätsrate bei 80 Prozent liegen. Studienleiter Dr. Vincent Corbel vom L'Institut de recherche pour le développement in Montpellier – von der WHO offiziell mit der Prüfung des Netzes beauftragt – kam zu dem Schluss: „Interceptor übertrifft den Knockdown von 95 Prozent sogar noch nach 25 Wäschen. Bereits am Tag nach dem Waschen ist das Netz wieder voll einsatzfähig.“

Ebenso wichtig wie die Wirksamkeit ist die Sicherheit der Interceptor-Netze. „Unser ‚Worst-Case-Szenario‘ ist ein Säugling, der die ganze Nacht am Netz nuckelt“, sagt Dr. Thomas Maurer, der bei BASF für die Sicherheit von Insektiziden verantwortlich ist. „Unser Tests zeigten jedoch, dass die Menge, die in diesem Szenario aufgenommen würde, noch hundertfach unter dem toxikologischen Grenzwert bliebe.“ Die Testergebnisse überzeugten auch die WHO: Ende 2006 erhielt Interceptor eine offizielle Empfehlung und konnte in vielen wichtigen tropischen Ländern der Welt Zulassungen erreichen. Die Forschung ist damit aber nicht abgeschlossen: Zurzeit beginnen in Tansania und Indien groß angelegte dreijährige Praxistests. Während Mediziner in aller Welt weiter intensiv an einem wirksamen Impfstoff und neuen Medikamenten gegen Malaria arbeiten, könnte die Seuche durch eine flächendeckende Versorgung mit Netzen wie Interceptor schon jetzt einen Teil ihres Schreckens verlieren.

60 Millionen Netze jährlich

Mittelfristiges Ziel der WHO ist es, allen Menschen in malariagefährdeten Gebieten Zugang zu LLINs wie Interceptor zu verschaffen – im Moment schlafen gerade mal zehn Prozent der gefährdeten Bevölkerung in Afrika unter Moskitonetzen. Der Gesamtbedarf dürfte in den kommenden Jahren bei rund 50 bis 60 Millionen Netzen jährlich liegen. BASF hat Produktionskapazitäten etabliert, um einen guten Teil des Bedarfs zu decken. Wichtigste Abnehmer für das wenige Dollar teure Interceptor-Netz sind internationale Hilfsorganisationen, nationale Gesundheitsministerien und



nichtstaatliche Organisationen, die die Netze meist über große Ausschreibungen ankaufen oder Länder bei lokalen Ausschreibungen unterstützen.

Die neuen Netze werden zwar auch in Lateinamerika und Asien angeboten, der Hauptmarkt ist jedoch Afrika. Das Ludwigshafener Unternehmen engagiert sich zudem durch Spenden im Kampf gegen die Malaria.

In persönlichen Gesprächen wird erklärt, wie die Interceptor-Moskitonetze anzuwenden sind, damit sie über Jahre wirksam sind.

Malaria – Gefahr durch Einzeller

Erreger der Malaria sind winzige Einzeller der Gattung Plasmodium, von deren zahlreichen Arten vier den Menschen befallen können. Zur tödlichen Geißel der Menschheit wurde aber nur Plasmodium falciparum, der vielgestaltige Erreger der Malaria tropica.

Entwicklung im Menschen

Mit dem Speichel einer infizierten Überträgermücke der Gattung Anopheles dringen einige Plasmodien in Form sogenannter Sporoziten zunächst in die Blutbahn und von dort aus in Zellen des Lebergewebes ein, in denen sie sich durch Teilung vervielfachen. Auf diese Weise entstehen aus jedem Sporoziten bis zu 30.000 Merozoiten, die die Wirtszelle schließlich zum Platzen bringen. Die so freigesetzten Erreger befallen nun einzelne rote Blutkörperchen, in denen sie sich weiter teilen. Die absterbenden roten Blutkörperchen setzen immer mehr Erreger frei, die wiederum gesunde Zellen befallen. Ein kleiner Teil der Merozoiten entwickelt sich währenddessen weiter zu männlichen und weiblichen Gametozyten. Gelangen diese bei einem Stich in den Darm einer Mücke, so kommt es dort zur geschlechtlichen Fortpflanzung der Parasiten. Aus ihr gehen bis zu 1.000 neue Sporoziten hervor, die in die Speicheldrüsen des Insekts eindringen und von dort beim nächsten Stich in ein neues Opfer gelangen – der verhängnisvolle Kreislauf der Malaria ist geschlossen.

Auswirkungen von Malaria

Das Zerstörungswerk der Plasmodien an den roten Blutkörperchen führt schnell zu Blutarmut, heftigen Fieberschüben und Krämpfen. Unbehandelt führen schwere Komplikationen in Nieren, Milz, Lunge und Gehirn bei rund 20 Prozent der Erkrankten oft innerhalb weniger Tage zum Tod. Unter optimalen medizinischen Bedingungen gilt Malaria zwar als heilbar, doch stehen gerade in ländlichen Gebieten Afrikas oft nicht die nötigen, teuren Medikamente zur Verfügung. Zudem entwickeln immer mehr Stämme von Plasmodium Resistenzen gegen die gängigsten Arzneien – die Vermeidung von Neuinfektionen gilt deshalb als bestes Mittel gegen Malaria.

Ausbildungsberuf Produktionstechnologen/innen

Drei Jahre Ausbildung zu vielfältigem Gebiet

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) hat im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und in Zusammenarbeit mit Experten der Sozialpartner den neue, zukunfts-trächtige Ausbildungsberuf „Produktionstechnologe/-in“ entwickelt. In dem neuen Beruf kann ab dem 1. August 2008 ausgebildet werden.

Produktionstechnologen/innen

- nehmen Produktionsanlagen in Betrieb, richten diese ein und bereiten den Produktionsanlauf vor,
- nehmen neue Prozesse in Betrieb, fahren Testreihen und dokumentieren diese, richten Produktionsanlagen ein, ermitteln Prozessparameter und stellen die Produktionsfähigkeit der Anlagen her,
- programmieren und parametrieren Produktionsanlagen, einschließlich Werkzeugmaschinen, Prüfeinrichtungen und Industrieroboter oder andere Handhabungssysteme,
- organisieren logistische Prozesse für Produkte, Werkzeuge, Prozessmedien und Reststoffe, simulieren Prozesse, produzieren und testen Muster und Prototypen,
- überwachen Prozessabläufe, führen prozessbegleitende Prüfungen durch und erstellen Dokumentationen,
- erkennen Verbesserungspotentiale in den Prozessabläufen,
- ermitteln und dokumentieren Prozess- und Qualitätsabweichungen, ergreifen Maßnahmen zu deren Beseitigung und führen dazu systematische Fehleranalysen durch,
- beurteilen und analysieren Produktionsanlagen hinsichtlich der Realisierung von Produktionsaufträgen, wenden Standardsoftware, Produktions- und Qualitätssicherungssoftware an,
- wenden Normen, Vorschriften und Regeln zur Sicherung der Prozessfähigkeit von Produktionsanlagen an,
- pflegen Daten für die Produktionsplanung und -steuerung, sorgen für Informationsaustausch zwischen der Produktion und den anderen Betriebsbereichen und stimmen sich mit ihnen ab.

Innovative Produkte flexibel entwickeln, sie schnell marktfähig machen sowie komplexe Aufträge zügig und kundenorientiert erfüllen: Dies wird im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobil- und Automobilzuliefererindustrie, aber auch in vielen weiteren industriellen Branchen immer notwendiger, um die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und auszubauen. Die Gestaltung innovativer Produktionsprozesse, die Anwendung modernster Technologien sowie die garantierte Einhaltung von Qualitätsstandards setzen bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen eine breite, nachhaltige Aus- und Fortbildung voraus. Hier setzt der neue, zukunfts-trächtige Ausbildungsberuf „Produktionstechnologe/-in“ an.

Das Aufgabengebiet von Produktionstechnologen/-innen ist vielfältig: Sie bereiten Produktionsaufträge vor, stellen Produktmuster her, testen Produktionsanlagen und bedienen Prüfeinrichtungen. Sie nehmen Maschinen in Betrieb und richten sie ein, nutzen spezielle Programme zur Simulation, Steuerung und Überwachung von Prozessen und pflegen Daten für die unternehmensweit vernetzte Produktionsplanung und -steuerung. Produktionstechnologen/-innen gestalten und überwachen die laufende Produktion und sind dafür verantwortlich, Prozesse zu optimieren. Hierzu arbeiten sie mit allen Bereichen des Unternehmens, mit Kunden und Dienstleistern zusammen.

In der dreijährigen Ausbildungszeit werden als Grundlage für die berufliche Handlungsfähigkeit neben personalen und methodischen Kompetenzen umfangreiche Kenntnisse und Fähigkeiten zu Prozessen und Technologien, insbesondere in der Anwendung von Infor-

mations- und Kommunikationstechnologien, sowie zum Qualitätsmanagement vermittelt. Den qualifizierten Fachkräften eröffnet sich damit ein breites Einsatzgebiet mit entsprechend guten Zukunftschancen.

Mit dem Berufsprofil des/der Produktionstechnologen/-in wird eine Lücke bei den dualen Ausbildungsberufen geschlossen. Die Ausbildung soll vom ersten Tag an in betriebliche Abläufe integriert werden. Sie ist entsprechend typischer Arbeitsprozesse gegliedert, wird in betriebspezifisch wählbaren Einsatzgebieten vertieft und mit der Facharbeiterprüfung vor der Industrie- und Handelskammer abgeschlossen.

Prozessmanager/in

Die Grundlagen für eine permanente Fort- und Weiterbildung werden in der Ausbildung gelegt. So kann sich in den Unternehmen die Kompetenz der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen gemeinsam mit Technologie- und Prozessinnovationen weiterentwickeln. Aufbauend auf den neuen Ausbildungsberuf wird es daher künftig Fortbildungsmöglichkeiten zum/zur „Prozess- und Applikationsexperten/-in“ sowie zum „Geprüften Prozessmanager“/zur „Geprüften Prozessmanagerin“ geben.

Mit diesem Konzept wird das Lernen im Arbeitsprozess gefördert. Sowohl informell bereits erworbene Kompetenzen können anerkannt als auch Fortbildungskonzepte arbeitsplatzbezogen umgesetzt werden. Damit wird ein praktisches Beispiel gegeben, wie der Forderung des Innovationskreises Berufliche Bildung (IKBB) nach „Offenheit neugeordneter Berufe für die möglichst enge Verzahnung von Aus- und Weiterbildung“ nachgekommen werden kann.

Das aktuelle Hochschulranking des CHE

Schwerpunkt Betriebswissenschaften und Soziales

Das neueste Hochschulranking des Centrum für Hochschulentwicklung in Deutschland (CHE) zeigt unter anderem Spitzenergebnisse für die Universitäten Mannheim, Erfurt, Münster und Bremen und sehr gute Bewertungen für die neuen dualen Studiengänge im Fach BWL. Im Fach Soziale Arbeit stehen vor allem verschiedene kirchliche Hochschulen gut da, die Fachhochschulen punkten beim Praxisbezug.

Über 250 Universitäten und Fachhochschulen hat das CHE für das größte Hochschulranking im deutschsprachigen Raum untersucht.

Der dazu produzierte aktuelle Studienführer der Zeitschrift „Die Zeit“ liefert Befragungsergebnisse zu insgesamt 2500 Fachbereichen mit knapp 7500 Studiengängen. Allein für die aktuelle Ausgabe wurden über 200 000 Studierende und 15 000 Professoren befragt. Jedes Jahr wird ein Drittel der Fächer neu gerankt, in diesem Jahr sind es Medien, Wirtschaftsinformatik, BWL, Jura, Politikwissenschaft, Soziale Arbeit, Soziologie, VWL und Wirtschaftsingenieurwesen.

Uni Mannheim ragt heraus

Die Universität Mannheim erreicht gleich in drei der aktualisierten Fächer die Spitzengruppen bei allen ausgewiesenen Indikatoren: In BWL, Politik/Sozialwissenschaft sowie Soziologie/Sozialwissenschaften. Weiter herausragend mit durchgängig Spitzenplatzierungen sind die Universitäten Erfurt und Münster in Medien-, Kommunikationswissenschaften und Journalistik, die BTU Cottbus im Fach Wirtschaftsingenieurwesen, die Uni Münster im Fach Wirtschaftsinformatik sowie die Uni Bremen in Politik-/Sozialwissenschaft.

VWL / Jura: Bayreuth und Jena in der Volkswirtschaftslehre vorn, private Hochschule und Europa-Universität erzielen Spitzenergebnisse im Fach Jura.

Im Fach VWL fehlt den Universitäten Bayreuth und Jena mit Spitzenbewertungen in jeweils vier von fünf Kriteriengruppen lediglich die Spitzenposition in der Forschungsreputation der Professoren. Gleiches gilt im Fach Jura für die private Bucerius Law School in Hamburg und die Europa Universität Frankfurt/Oder mit vier von fünf Spitzenwerten.

Fachhochschulen punkten beim Praxisbezug

Bei den Fachhochschulen wurden alle Spitzengruppen von der Hochschule Reutlingen im Fach BWL, von der Hochschule Wismar in Wirtschaftsrecht sowie von der Hochschule Darmstadt in Medien- und Kommunikationswissenschaften erreicht. Im Fach Wirtschaftsingenieurwesen erreichten zehn Fachhochschulen vier von fünf möglichen Spitzengruppen, hier fehlten nur die Bestnoten beim Indikator „Reputation bei Professoren“. In Wirtschaftsinformatik errangen die Nordakademie Elmshorn, die Hochschule Furtwangen, die FH Südwestfalen/Hagen und die FH Wedel vier von fünf mal Spitze.

Im Fach Soziale Arbeit punkten besonders die kirchlichen Hochschulen. Fünf, die KFH NW in Aachen, die EFH Dresden, die EFH Freiburg, die KFH München und die KFH München am Standort Benediktbeuern sind bei vier der fünf Indikatoren in der Spitzengruppe. Von den staatlichen Hochschulen wurde nur die Hochschule Zwickau ähnlich gut bewertet.

Die dualen Studiengänge in BWL an Berufsakademien (BA), Fachhochschulen (FH) und einer Universität werden in diesem

Jahr erstmals in einen eigenen Vergleich gestellt. Im „Ranking kompakt“ sind dazu neben dem Gesamturteil der Studierenden und der Bewertung der Betreuung die Bibliotheksausstattung und die Verknüpfung von Theorie und Praxis ausgewiesen. Gleich fünf Hochschulen und Berufsakademien finden sich bei allen vier Indikatoren in der Spitzengruppe: die private Universität Frankfurt School of Finance and Management, die private Fachhochschule Nordakademie Elmshorn, die BA Bankwirtschaft in Hannover, die BA Leibniz Hannover und die FH Ingolstadt.

Das CHE-Hochschulranking ist das derzeit umfassendste und detaillierteste Ranking im deutschsprachigen Raum. Bis zu 34 Kriterien pro Studienfach fließen in die Untersuchung ein. Einen Überblick über die Ergebnisse gibt – neben Fakten zu Studium, Lehre, Ausstattung und Forschung – der neue Studienführer 2008/09 o.g. Zeitschrift, der Schülern den Übergang von der Schule zur Hochschule erleichtern soll. „Kein Abiturient kann alle Hochschulen vor Ort begutachten, um die beste für sich auszuwählen“, so der Leiter des CHE-Leiter, Prof. Detlef Müller-Böling.

Das Heft soll der verbreiteten Orientierungslosigkeit vieler Abiturienten entgegen wirken: Fast sämtliche Studiengänge werden auf Bachelor- und Masterstruktur umgestellt, neue Eignungstest und Aufnahmegespräche ergänzen die Abiturnote, in vielen Bundesländern werden Studiengebühren eingeführt. „Das Studienangebot ist heute größer denn je“, sagt Martin Spiewak, Chefredakteur des Studienführers. „Die Hochschulen versuchen sich zu profilieren und voneinander zu unterscheiden. Dadurch wächst der Orientierungsbedarf der Studienanfänger“, so Spiewak.

Chemie und Energie

Kraftstoffe – Teil 1: Grundlagen und fossile Kraftstoffe

1 Welcher dieser Begriffe bezeichnet einen flüssigen Kraftstoff?

- A** Schweröl.
- B** Gasöl.
- C** Rapsöl.
- D** Zitronenöl.
- E** Silikonöl.

2 Welche reine Substanz zählt zu den Kraftstoffen?

- A** Benzol.
- B** Methanol.
- C** Benzin.
- D** Wasserstoff.
- E** Stickstoff.

3 Was ist Hauptbestandteil von Erdöl?

- A** Alkane.
- B** Blei.
- C** Thioether.
- D** Cycloalkane.
- E** Alkene.

4 Welche Reihenfolge von Erdölfraktionen geordnet nach steigenden Siedebereichen ist richtig?

- A** Petrolether, Petroleum, Leichtbenzin, Kerosin.
- B** Raffineriegas, Gasöl, Leichtbenzin, Schwerbenzin.
- C** Leichtes Heizöl, Kerosin, Schwerbenzin, Bitumen.
- D** Schwerbenzin, Petroleum, Kerosin, Dieselöl.
- E** Petrolether, Leichtbenzin, Petroleum, Schmieröle.

5 Ordnen Sie die Produkte, die heute typischerweise eine Erdölraffinerie verlassen nach sinkender Häufigkeit.

- A** Diesel, Heizöl, Benzin, Flüssiggas, Kerosin, Bitumen, Schmieröle.
- B** Heizöl, Benzin, Flüssiggas, Schmieröle, Diesel, Kerosin, Bitumen.
- C** Heizöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Bitumen, Flüssiggas, Schmieröle.
- D** Benzin, Heizöl, Diesel, Kerosin, Schmieröle, Bitumen, Flüssiggas.

E Heizöl, Kerosin, Benzin, Diesel, Bitumen, Flüssiggas, Schmieröle.

6 Wozu dient das auf Produkte wie Benzin, Schmier- und Heizöle angewandte Verfahren Hydrofinieren?

- A** Zur Entsalzung.
- B** Zur Entschwefelung.
- C** Zur Destillation.
- D** Zur Rektifikation.
- E** Zum Cracken.

7 Was kann ein Produkt von katalytischem Reforming sein?

- A** Wasserstoff.
- B** Cycloalkane.
- C** Aromaten.
- D** Schwefel.
- E** Alkane.

8 Welcher Kraftstoff hat den höchsten Heizwert [kWh/kg]?

- A** Superbenzin.
- B** Pflanzenöl.
- C** Autogas.
- D** Diesel.
- E** Methanol.

9 Welcher Kraftstoff wurde als erster in Otto-Motoren verwendet?

- A** Ethanol.
- B** Pflanzenöl.
- C** Benzin.
- D** Diesel.
- E** Benzol.

10 Was ist hauptsächlich Bestandteil von Erdgas?

- A** Wasserstoff.
- B** Kohlendioxid.
- C** Stickstoff.
- D** Methan.
- E** Hexan.

11 Welche Verfahren helfen bei der Erdgasaufbereitung?

- A** Freiwasserabscheidung.
- B** Destillieren.
- C** Cracken.
- D** Glykolabsorption.
- E** Druckreduzierung.

12 Was ist Dieseldieselkraftstoff?

- A** Diesel ist eine Mischung von Dekalin, iso-Propanol, Ethan, Schwefel, Ether und Leichtbenzin.
- B** Diesel ist eine Mischung von Kerosin, Gasölfraktionen, Biodiesel und Additiven.
- C** Diesel ist eine Mischung aus Mitteldestillatfraktionen der Erdöldestillation.
- D** Diesel ist die mit Additiven versetzte höchst siedende Fraktion der Erdöldestillation.
- E** Diesel besteht hauptsächlich aus Alkanen, Cycloalkanen und aromatischen Kohlenwasserstoffen.

13 Welches Additiv zur Erhöhung der Zündwilligkeit von Dieseldieselkraftstoff kann durch Veresterung von Salpetersäure mit 1-Pentanol dargestellt werden?

- A** Amylnitrat.
- B** Acetonperoxid.
- C** Tetranitromethan.
- D** 2-Ethyl-Hexylnitrat.
- E** 3,3,6,6,9,9-Hexamethyl-1-,2,4,5,7,8-hexaoxonan.

14 Was ist synthetischer Dieseldiesel? Die Komponenten werden ...

- A** ... nicht aus Erdöl destilliert.
- B** ... aus Synthesegas synthetisiert.
- C** ... mit der Fischer-Tropsch-Synthese hergestellt.
- D** ... aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff erzeugt.
- E** ... aus Bitumen gewonnen.

Lösungen zu Seite M30 (CLB 04/2008):

1 C, E; 2 B, D; 3 E; 4 D; 5 A; 6 A, B, C; 7 A, B, C, D, E; 8 A, B, C, D, E; 9 E; 10 D; 11 C, D, E; 12 B, E; 13 B, C, D; 14 A, C; 15 A, B, C, D, E.

(Alle Lösungen zu Seite M36 finden Sie in CLB 06/2008 sowie auf www.clb.de)

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

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

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

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

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

Kostbare Farben – billiger Lohn

Georg Schwedt, Bonn



Abbildung 1 (links): „Gründerzeit-Wohnhaus-Fassade“ am Rheinischen Malermuseum, heute Pestalozzi-Schule, Berliner Platz 35-39, Bonn-Innenstadt (alle Fotos: Schwedt).

Abbildung 2 (oben): In der Maler-Werkstatt: Farbenmühle im Vordergrund.

Im Jahr der 2000-Jahr-Feier der Stadt Bonn römischen Ursprungs wurde am 10. November 1989 im „Malersaal“ der ehemaligen Berufsschule der Stadt das Rheinische Malermuseum mit handwerklichen und malerischen Ausstellungsstücken sowie mit einer Malerwerkstatt um 1900 eröffnet. Die Exponate reichen von Dokumenten der lokalen Innungsgeschichte bis zu Farbenmühlen sowie Farbstoffen und Pigmenten.

Historischer Exkurs

Die ersten Malervereinigungen sind in den Bauhütten des 13. Jahrhunderts nachweisbar. Eine erste zunftmäßige Organisation hatte die Bezeichnung „Schilderer“ (schon 1196 in Magdeburg). Namen wie die Schildergasse in Köln weisen auf spezielle Wohnviertel von Malern hin. Die Arbeitsbereiche der Maler waren vielfältig und zeigen sich in Berufsbezeichnungen wie Schilder-, Kunst-, Wappen-, Glas- und Porzellanmaler

sowie Dekorationsmaler und Lackierer. Die Kombination Maler und Lackierer ist bis heute erhalten geblieben. Der einfache Außenanstrich von Häusern mit Kalk- oder Leimfarbe war Aufgabe der Tüncher (auch Weißmaler, Weißbinder oder Anstreicher genannt). Zahlreiche Maler-Ordnungen verlangten eine Zubereitung der Farben (Farbstoffe) von eigener Hand. Der Einkauf bei ortsansässigen Kaufleuten oder fahrenden Händlern wurde von der Zunft kontrolliert. Die Kosten für Farben (bzw. Materialkosten insgesamt) überstiegen im Mittelalter die Lohnkosten, so dass die Maler über ein erhebliches Betriebskapital verfügen mussten. Bis in das 18. Jahrhundert waren Maler auch ih-

Abbildung 3: Schubladenschrank für Trockenfarben.



Der Autor

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



Abbildung 4: Farbtöpfe mit Maler-Schablonen an der Wand neben dem Schubladenschrank.

re eigenen Farbenproduzenten. Als Trockenpigmente wurden vor allem Erdfarben wie Ocker, Umbra, Terre di Siena, als Löse- und Bindemittel pflanzliche Öle wie Lein- und Nussöl sowie auch Kalk, Wachs und tierische Leime verwendet. Im 18. und vor allem 19. Jahrhundert entstanden Farben- und Lackfabriken. Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts wurde die Malerei vorwiegend als Stadtbetrieb mit einer kleinbetrieblichen Struktur betrieben. War in der Mitte des 19. Jahrhunderts die Zahl der Gehilfen noch geringer als die der Selbstständigen, so war in Berlin am Ende des 19. Jahrhunderts bereits das Verhältnis Meister zu Gehilfe mit 1:3 erreicht. [1]

Das Rheinische Malermuseum Bonn

Die Fassade des Gebäudes, in dessen Räumen sich das Malermuseum befindet, wurde mit einer Wohnhausansicht aus der Gründerzeit (um 1900) mit Fenstern und Säulen als Blickfang und Einladung zum Besuch gestaltet. (Abb. 1) Als Aufgabe haben sich das Museum und der vom Vorstand der Bonner Maler- und Lackiererinnung Bonn 1985 gegründete Förderverein Rheinisches Malermuseum e.V. zum Ziel gesetzt, „alte und fast in Vergessenheit geratene Techniken und Gerätschaften des Malerhandwerks der Nachwelt zu erhalten und Kenntnisse an junge Kollegen weiterzuvermitteln“. Im Flyer des Museums ist auch zu lesen: „In historischem Rahmen finden sich hier Dokumente schöpferischer Kraft, die die Grenze zwischen Können und Kunst verwischen ohne die Überschreitung dieser Grenze für sich in Anspruch zu nehmen.“

Die sehenswerte Ausstellung gliedert sich in drei Bereiche. Im Rahmen der Innungsgeschichte von Bonn und Bad Godesberg werden Fahnen, Dokumente von Meistern und Gesellen, Protokollbücher für das Maler- und Anstreichergewerbe (s.o.), Rechnungsbelege sowie allgemeine schriftliche Unterlagen gezeigt. Als handwerkliche und malerische Zeugnisse sind Fassadenentwürfe, Decken- und Wandmalereien, Dekorationsmalerei, Zeichnungen verschiedenster Art, Marmoralei und Vergoldung sowie allgemeine

Arbeitstechniken und Arbeitproben gesammelt und ausgestellt.

Im Mittelpunkt eines chemisch interessierten Besuchers steht sicher die Malerwerkstatt aus dem Jahr 1925 mit Trockenfarben, Pinsel und Bürsten sowie Farbenmühlen (Abb. 2). Im einem Schubladenschrank befinden sich Trockenfarben (Abb. 3), ein Arbeitstisch veranschaulicht das Anrühren von Ölfarben. (Abb. 4)

In den Räumen des Museums wird aber nicht nur die Vergangenheit lebendig. Fortbildungsveranstaltungen der Innung sorgen auch dafür, dass die neuesten Materialien und deren Anwendung für Maler und Lackierer von kompetenten Fachleuten vorgestellt werden.

Aus der Vielfalt der braunen und roten Pigmente

Bereits im Treppenhaus auf dem Weg zu den Museumsräumen begegnet der Besucher einer Farbmühle und Pigmenten wie der Umbra in einer großen Tonne. (Abb. 5) Die Bezeichnung für eines der ältesten Pigmente ist entweder vom lateinischen Wort umbra = Schatten oder von den mittelitalienischen Landschaft Umbrien abgeleitet. Chemisch ist Umbra ein Eisen- und Mangan-haltiger Ton (als Bolus, Siegelerde von griech. bolos = Erdklumpen, bezeichnet), der durch Verwitterung aus Eisen-haltigen Erzen (wie Pyrit) und Mangan-Erzen entstanden ist. Durch Mahlen und Glühen wird aus dem „Erdbraun, Sepiabraun, Römischbraun“ die rotbraun gefärbte gebrannte Umbra. Die Gehalte an Fe_2O_3 variieren zwischen 20 und 35 %, die an Mn_2O_3 liegen zwischen 7 und 15 %. Beim Glühen werden die Hydrate in Oxide umgewandelt. Je nach Glühtemperatur und Mangangehalt lassen sich unterschiedliche Farbtöne und durch Mischen von roher und gebrannter Umbra zusätzliche Farbvariationen erzielen. Aus der Zeit der ausgestellten Malerwerkstatt stammt ein Werk über „Mineralfarben“ (1916) [2], in



Abbildung 5: Farbmühle im Treppenhaus mit Farbtonnen (rechts mit Umbra).





Abbildung 6:
Farbrollen mit
Mustern für
Tapeten.

dem unter „Umbra“ zu lesen ist: Alle diese Farben finden in dem Tapeten- und Kunstdruck [s. auch Abb. 6] sehr vielseitige Anwendung wegen ihrer angenehmen Tönung und großen Deckkraft. Sie sind als Ölstrich sehr dauerhaft und wegen ihrer Wetterbeständigkeit unentbehrlich. Diese Eigenschaften machen auch verständlich, dass wir sie heute noch in den Malereien der Römer z.B. in Pompeji bewundern können.

Die Farbe Braun ist auch durch weitere Pigmente vertreten: Als Casseler Braun (und auch als Kölnische Erde) bezeichnet man Umbra, das aus der Tertiärformation angehörenden Braunkohlenlagern am Meißner bei Kassel bzw. in der Nähe von Köln, zwischen Brühl und Bonn (bei Frechen und Bensberg) stammt. Auch dazu erfahren wir Einzelheiten im Buch über die „Mineralfarben“: Das durch Bergbau gewonnene Material kommt nicht direkt in den Verkehr, sondern wird vorher einer Aufbereitung unterworfen, die die Beseitigung von Sand, Holzteilchen und Fasern bezweckt. Sie geschieht durch Mahlen, Sieben und Schlämmen. (...) Die gewöhnlichen Sorten, die immer Pulverform haben und zum Anstrich von Wänden und zum Tapetendruck dienen, kosten die 100 kg 20 bis 50 M., feinere die zur Nachahmung der Holzstruktur benutzt werden und daher Masirbraun heißen, erzielen über 50 M.,... Alle sind als Öl-, Kalk- und Wasserfarbe gleich gut verwendbar... [2].

Als Cyprische Umbra schätzte man früher die von der Insel Zypern stammende Umbra, die der berühmte Berliner Chemiker Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) analysierte – mit dem Ergebnis: 20 %

Manganoxid, 48 % Eisenoxid, 18 % Kieselsäure (und Tonerde: Aluminiumoxid), 14 % Wasser.

Zu den Ockerarten (Ocker: gelbes bis braunes Erdpigment aus Eisenoxiden, -hydroxiden sowie Feldspäten) zählt die ebenfalls im Museum vorhandene Malerfarbe Terra de Siena. Es handelt sich um ein in der Toskana, in der Nähe von Siena, aber auch am Harz und in Nordamerika vorkommendes Mineral, das folgendermaßen beschrieben wird: Es bildet ziemlich leichte, dichte, muschelartig brechende Massen von gelbbrauner bis kaffeebrauner Farbe und dunkelorangeartigem glänzendem Strich, die stark an der feuchten Zunge kleben. [2] Der Manganengehalt an Braunstein (MnO_2) ist mit bis zu 1,5 % geringer als von Umbra. Es überwiegt das Eisen(III)oxid mit 46 bis 69 % (außerdem 3-7 % Al_2O_3 , 5-23 % SiO_2 , 15-20 % H_2O).

Als Oxydrot oder Englischrot bezeichnete man ein Pigment, das durch Glühen von basischem Eisenoxidsulfat gewonnen wurde. Das Eisenoxidsulfat erhielt man durch die Einwirkung des Luftsauerstoffs auf Lösungen von Eisenvitriol ($20 \text{FeSO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{O}_2 \rightarrow$

$6 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2 \text{Fe}_4(\text{OH})_{10}\text{SO}_4$). Historisch gewann man es auch aus Grubenwässern sowie durch die Auslaugung von verwitterten oder gerösteten Alaunerden beim Stehenlassen und Verdampfen des Wassers als Schlamm. (1914 kosteten 100 kg der gewöhnlichen ... Farbe 30 M. Deutschland produzierte 1900 8000 t, führte 2327 t ein, 1052 t aus.) [2]

Blaue und grüne Pigmente

Als blaue Pigmente findet man im Museum das Ultramarin und das Preußisch-Blau. Ultramarin war bereits den Ägyptern als ein durch seine tiefblaue Farbe ausgezeichnetes Mineral bekannt, das sie zu Schmuckgegenständen und Amuletten verarbeiteten, aber auch pulverisiert als Farbe benutzten – so an den Wänden des Schatzhauses von König Ramses III (König von 1184 bis 1153 v. Chr.). 1795 analysierte Klaproth darin den Gehalt an Tonerde. Fünf Jahre später fand der französische Chemiker Guyton de Morveau (1737-1816) den Gehalt an Schwefeleisen (des Sulfids) als Ursache der Farbe. Die Näherungsformel heute lautet: $\text{Na}_9[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{S}(2-4)$. Im 19. Jahrhundert gelang es, Ultramarine zu synthetisieren – z.B. durch Schmelzen von hartgebranntem Ton, Sulfaten und Holzkohle. Ultramarin zählt zu den Lasurfarben (Lasur: Eigenschaft eines Pigments mit hoher Transparenz) und wird heute stets mit Weißpigmenten (wie Titandioxid) verarbeitet. Es zeichnet sich durch seine reinen Farbton von hoher Leuchtkraft und durch seine Lichtechtheit aus, die von keinem anderen Blaupigment übertroffen wird. Im 19. Jahrhundert entstand eine Ultramarinfabrikation und Friedrich Rose [2] stellt nach einer ausführlichen Vorstellung aller Verfahren fest: Alle Ultramarinfarben des Handels sind als Öl-, Wasser-,

Leim- und Kalkfarben verwendbar und werden daher als Maler- und Anstreicherfarben, ferner in der Freskomalerei(..), dem Tapeten- und Kunstdruck, der Lithographie gebraucht.

Die Entdeckung der „Eisencyanfarbe“ Berlinerblau oder Preußisch Blau wird dem Farbenkünstler Diesbach in Berlin (1704) zugeschrieben: Dieser wollte durch Niederschlagen eines Absudes von Cochenille mit Alaun und etwas Eisenvitriol durch Alkali Florentinerlack bereiten. Er verwandte zu diesem Zweck Kali [Kaliumcarbonat], welches er von dem Alchemisten Dippel erhalten hatte, und über welches dieser bereits mehrere Male das nach ihm benannte tierische Öl zur Reinigung destilliert hatte. Diesbach erhielt nun damit statt des erwarteten roten Lackes einen blauen Niederschlag. Er teilte diese Beobachtung Dippel mit. Dieser erkannte sofort, daß die Entstehung der blauen Farbe auf die Einwirkung des verunreinigten Kalis auf den Eisenvitriol zurückzuführen sei. Man ging sofort an die Darstellung größerer Mengen; denn die prachtvolle blaue Farbe versprach eine gesuchter Handelsartikel zu werden. Da Dippel sein tierisches Öl aus Blut bereitete, wurde das Berlinerblau zuerst so dargestellt, daß man Kali mit Blut calcinierte und damit eine Eisenvitriollösung fällt. P. Woringer in [2] vermerkt weiterhin, dass die Verwendung der Eisencyanblau eine sehr ausgedehnte sei. Es entstanden ebenfalls im 19. Jahrhundert Fabriken zur Produktion und noch 1916 meint Woringer, dass die Lichteinheit dieser Farbstoffklasse sie für manche Zwecke ganz unentbehrlich mache, da kein Teerfarbstoff ihr darin gleichkomme. Er schränkt jedoch ein, dass die große Empfindlichkeit gegen alkalische Substanzen ein Nachteil sei. Heute bezeichnen wir das Berliner oder Preußisch Blau als Eisen(III)-hexacyanoferrat(II) – dargestellt aus Eisen(III)salzen und Kaliumhexacyanoferrat(II), dem gelben Blutlaugensalz

Als Zinkgrün wird eine Mischfarbe aus Zinkchromat (gelb) und Berliner Blau bezeichnet. Auch dieses Pigment ist im Museum vorhanden. Es wurde meist mit Öl, seltener mit Leim angerührt und auch zu Außenstrichen verwendet.

Schellack, Terpentin und Talkum

Größere Mengen an Schellack im Museum weisen auf eine breite Anwendung. Sie wird in der Warenkunde für Drogisten, die auch das Farbengeschäft betrieben, wie folgt beschrieben: Der Schellack wird zu vielen verschiedenen, jedoch ausschließlich technischen Zwecken angewendet, so namentlich zu Lacken, Polituren, als Kitt, Lederappretur usw. [3]

Schellack ist ein (das einzige) Harz tierischer Herkunft, das aus dem Lac (Sekret) der weiblichen Lackschildläuse gewonnen wird. Die durchschnittliche Molmasse beträgt 1000 g/mol. Hauptbestandteile sind Hydroxycarbonsäuren, so die Aleuritinsäure (9,10,16-Trihydroxypalmitinsäure).

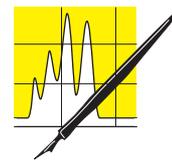
Terpentin (in Flaschen auch im Museum) wird der Harzsaft von *Pinus pinaster* und *Pinus larix* genannt und stellt ein dickflüssiges Gemenge von 70 bis 85 % an Harz und 30 bis 15 % an Terpentinöl dar. Terpentin ist Bestandteil vieler Lacke. Terpentinöl wird durch Wasserdampfdestillation aus dem dickflüssigen Terpentin gewonnen. Die klare, farblose und wasserhelle Flüssigkeit (mit unterschiedlicher Zusammensetzung an Terpenen wie Pinene, Campfen, Dipenten und p-Cymol) wird als Verdünnungs- und zugleich Trocknungsmittel für verschiedene Ölsorten eingesetzt. [3]

Talkum (pulverisierter Talk – sehr weiches Mineral, so genanntes Phyllosilicat – hydratisiertes Magnesiumsilicat: $Mg_3(OH)_2/Si_4O_{10}$ oder als $3 MgO \cdot 4 SiO_2 \cdot H_2O$) wurde von Malern nicht direkt als Farbe verwendet. (Abb. 7) In Tapetenfabriken jedoch wurde Talkum eingesetzt, um Farben leichter glättbar zu machen und es diente außerdem oft als Zusatz zu Metallbronzen und als Grundlage zu Lackfarben (s. Schellack).

Der Besuch im Rheinischer Malermuseum Bonn führt somit auch in die angewandte Chemie der Maler und Lackierer. Die eingangs im historischen Exkurs zitierten Materialien und Gerätschaften sind in den Museumsräumen fast alle zu besichtigen. **CLB**

Literatur

- [1] Reith, Reinold (Hrsg.): Lexikon des alten Handwerks. Vom späten Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert, C. H. Beck, München 1990
- [2] Rose, Friedrich: Die Mineralfarben und die durch Mineralstoffe erzeugten Färbungen, Verlag von Otto Spamer, Leipzig 1916
- [3] Freise, Ed. u. F. von Morgenstern: Der Drogist. Lehr- und Nachschlagebuch für Drogisten und Apotheker, H. Killinger Verlagsges., Nordhausen (um 1930)



AUFsätze

Abbildung 7: Tisch mit Talkum (zum Verreiben), auch zum Anrühren von Ölfarben – historische Dokumente an der Wand.



Tim Flannery's Buch und Anknüpfungspunkte im Chemieunterricht

Über Klimakiller die Rettung der Erde

Volker Wiskamp, Darmstadt

„Wir Klimakiller“ [1] ist eine verkürzte Fassung des umfangreicheren Buches „Wir Wettermacher“ [2] des australischen Zoologen Tim Flannery und wendet sich vor allem an Jugendliche. Dieser Artikel rezensiert das Buch, gibt aber auch Anknüpfungspunkte für den Chemieunterricht.

Der Autor versteht es, die vielseitigen naturwissenschaftlichen, kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Zusammenhänge, die auf das Klima der Erde Einfluss haben, anschaulich darzustellen. Er verdeutlicht, wie dramatisch die Klimaveränderungen bereits sind bzw. werden können, lässt die junge Generation aber nicht ohnmächtig zurück, sondern zeigt Wege auf, wie klimabedingte Verschlechterungen der Lebensbedingungen auf der Erde weitgehend abgewendet werden können, und ermutigt die jungen Menschen, sich dieser Aufgabe bewusst und engagiert anzunehmen. „Wir Klimakiller“ kann ähnlich bewussteinbildend wirken wie das vom Club of Rome Anfang der Siebziger Jahre veröffentlichte Buch „Grenzen des Wachstums“ und ist ein wesentlicher Beitrag zur Verantwortungsethik. Jungen Menschen sei die Lektüre des Buches deshalb wärmstens empfohlen.

Das Buch sollte und kann auch in der Schule und Berufsausbildung thematisiert werden. Nicht nur für den Erdkundelehrer ist es ein hervorragendes Unterrichtsmaterial, sondern auch der Chemielehrer findet hier zahlreiche Anknüpfungspunkte, um seinen Schülern physikalisch-chemische Lehrinhalte in einem sinnstiftenden Kontext zu vermitteln. Im Folgenden werden zunächst einige chemische Phänomene betrachtet und ausgewählte Experimente (mit durchaus unterschiedlichem Anspruchsniveau) durchgeführt, um Klimaveränderungen und deren Auswirkungen zu verstehen (vgl. [3]). Anschließend werden solche Themen aus dem Chemieunterricht zitiert, die Möglichkeiten zur Reduzierung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid aufzeigen.



Der Autor

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

Vernetzte Gleichgewichte

Schon beim Besprechen des Massenwirkungsgesetzes und in besonderem Maße im Biochemieunterricht wird deutlich, dass alles mit allem zusammenhängt: die Fotosynthese der Pflanzen mit der Atmung der Tiere und Menschen, der Kohlenhydrat- mit dem Fettstoffwechsel, die Proteinsynthese mit dem Harnstoffkreislauf etc. Ganz analog beeinflussen sich die verschiedenen Klimafaktoren. Mehr Kohlenstoffdioxid in der Luft führt zu deren Erwärmung – der Organismus Erde bekommt Fieber. Folglich schmelzen Eisflächen, der Meeresspiegel steigt, mehr Wasser verdunstet, die Erde trocknet aus, das Meer erwärmt sich, verliert an Sauerstoffgehalt, reichert sich im Gegenzug mit CO_2 an und versauert, die erhöhte Luftfeuchtigkeit führt zu mehr Unwettern usw. All dies geschieht mit zum Teil verheerenden Folgen für die Vielfalt an pflanzlichen und tierischen Lebewesen und beeinträchtigt die Gesundheit, die Lebensgewohnheiten und das friedliche Beieinander der Menschen.

Wie kann man Einfluss auf die Lage chemischer Gleichgewichte nehmen? Vor allem durch die Variation der Konzentrationen der Ausgangsstoffe und Produkte. Auf den Reaktor Erde übertragen bedeutet dies in erster Linie: CO_2 -Emissionen vermeiden.

Wärmeabsorption

Mit Oberstufenschülern können die molekularen Grundlagen der Wärmeabsorption erarbeitet, die IR-Spektren von Kohlenstoffdioxid sowie von den deutlich effektiveren Treibhausgasen Methan und Wasser besprochen und an Molekülmodellen verschiedene Schwingungsformen erprobt werden. Unterstufenschüler sollte man die Schwüle, die von feuchter Luft ausgeht, einfach spüren lassen, indem man sie bittet, vorsichtig ihre Hände in aufsteigenden Wasserdampf zu halten.

Was zieht man bei strahlendem Sonnenschein vorzugsweise an – ein schwarzes oder ein weißes T-Shirt? Von dieser (trivialen) Frage ausgehend kann zur Konsequenz des Schmelzen von Eis und Schnee übergeleitet werden. Während die weißen Flächen das Sonnenlicht weitgehend reflektieren, absorbieren es die durch das Verschwinden von Eis und Schnee resultierenden dunkleren Wasser- und Festlandflächen in starkem Maße, was eine weitere

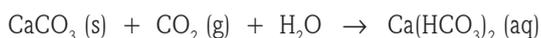
– unerwünschte – Erwärmung der Erde zur Folge hat.

Luft- und Wasserbewegung

Die Dichte ist eine Stoffeigenschaft, die maßgeblich von der Temperatur abhängt. Warme Luft und warmes Wasser steigen nach oben, was man mit der „Teebeutelrakete“ – ein Teebeutel wird entleert und entrollt, die resultierende Papierröhre auf eine feuerfeste Unterlage gestellt und oben angezündet – und dem „Unterwasservulkan“ – ein Gefäß mit schmaler Öffnung und gefüllt mit heißer Tinte wird auf den Boden eines großen, mit kaltem Wasser gefüllten Gefäß gestellt – demonstrieren kann. Auf ähnliche Weise, nämlich durch die Erwärmung der Luft an der Erdoberfläche und des Oberflächenwassers, entstehen Winde und Meeresströmungen. Nun verstehen die Schüler, warum Änderungen der Luft- und Wassertemperaturen die momentanen Luft- und Wasserströmungen auf der Erde maßgeblich verändern können.

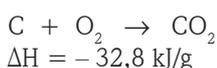
Kohlensäure und Kalkauflösung

Mehr Kohlenstoffdioxid in der Luft führt zwangsläufig zur Bildung von mehr Kohlensäure im Wasser. Dies kann u. a. für Schalentiere fatale Folgen haben. Denn das in den Panzern von Krabben oder Seesternen enthaltene Calciumcarbonat löst sich unter Einwirkung der Kohlensäure zu Calciumhydrogencarbonat auf. Dies kann modelliert werden, indem in einer Calciumchlorid-Lösung durch Zugabe von wenig Soda-Lösung etwas Calciumcarbonat ausgefällt und durch anschließendes Einleiten von CO_2 -Gas wieder in Lösung gebracht wird:

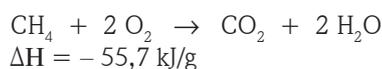
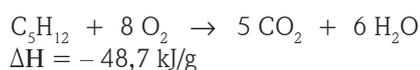


Brennwerte fossiler Rohstoffe

Wenn schon fossile Brennstoffe zur Energiegewinnung genutzt werden, dann bitte vorzugsweise Erdgas! Dies begründet Flannery nicht nur mit der im Vergleich zu Kohle und Öl sehr viel höheren chemischen Reinheit des Erdgases, sondern in erster Linie mit dem steigenden Brennwert von Kohle über Erdöl zu Erdgas sowie mit dem geringeren CO_2 -Abgasanteil. Dies kann im Chemieunterricht anhand der Zahlenwerte der Verbrennungsenthalpien von Graphit (reiner Kohlenstoff), Pentan (repräsentatives Beispiel für ein Erdöl-Destillat) und Methan nachvollzogen und mit der abnehmenden Oxidationsstufe des Kohlenstoffs und dem ebenfalls abnehmenden Kohlenstoff-Massenanteil in der Reihenfolge der drei genannten Stoffe korreliert werden.



Das Buch von 2007 hat 304 Seiten, gebunden; ISBN 978-3-596-85248-2; Fischer Schatzinsel. Aus dem Australisch-Englischen von Birgit Brandau. Der Preis ist schülergerecht: 12,90 Euro bzw. 23,80 Sfr.



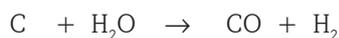
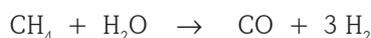
Nachwachsende Kraftstoffe

Die Pflanzen nutzen das Sonnenlicht auf höchst effiziente Weise, um aus dem in der Luft enthaltenen Kohlenstoffdioxid und aus Wasser energiereiche Zucker und Öle herzustellen. Die Saccharide können enzymatisch zu Ethanol vergoren und die Triglyceride mit Methanol zu weniger viskosen Fettsäuremethylestern umgeestert werden – im industriellen Maßstab, als auch in Schülerversuchen. Wenn diese Produkte als Bio-Ethanol bzw. Bio-Diesel anschließend im Motor eines Autos verbrannt werden, entstehen bei den exothermen Reaktionen lediglich Kohlenstoffdioxid und Wasser, die den Auspuff verlassen und in die

Umwelt gelangen. Ein Stoff- und Energiekreislauf ist geschlossen. Und anders als bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, die in einem Millionen Jahre dauernden anaeroben Prozess entstanden sind, wird insgesamt nur so viel Kohlenstoffdioxid emittiert wie zuvor bei der Fotosynthese fixiert wurde. Das klingt nach *perpetuum mobile*, ist es aber natürlich nicht. Man denke nur an die Energieverluste beim Anbau, bei der Ernte und Verarbeitung der Jahrespflanzen (z. B. Zuckerrohr, Zuckerrüben, Raps) und auch an die Umweltbelastungen durch (Über)Düngung und Pflanzenschutzmittel. Doch immerhin, der Einsatz so genannter nachwachsender Kraftstoffe kann ein kleiner sinnvoller Beitrag zur Substitution fossiler Brennstoffe sein, vorausgesetzt es werden keine Urwälder (CO₂-Senken) zur Bereitstellung von Anbauflächen abgeholzt oder verbrannt und die Nahrungsmittelproduktion leidet nicht darunter.

Alternative Energien

Für Schüler besonders faszinierend ist die Knallgasreaktion – ein wahrhaft elementares Erleben der enormen Energie, die bei der Entstehung des umweltfreundlichen Wassers frei wird. Doch Vorsicht mit der Äußerung, Wasserstoff sei ein alternativer Brennstoff. Denn elementaren Wasserstoff gibt es auf der Erde nicht. Das Gas muss erst unter hohem Energieaufwand hergestellt werden, z. B. durch Steam-Reforming oder Kohlevergasung aus den fossilen Brennstoffen Methan bzw. Kohle:



Eine Wasserstoffverbrennungstechnologie, die mit einem auf diese Weise synthetisierten Gas betrieben wird, ist in keiner Weise CO₂-neutral. Und auch der dritte industrielle Weg zu Wasserstoff, die Elektrolyse von Wasser,



macht unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung von CO₂-Emissionen nur dann Sinn, wenn der erforderliche elektrische Strom nicht aus einem Kohle-, Erdöl- oder Erdgas-Kraftwerk stammt, sondern mit Hilfe von Wind-, Wasser- oder Atomkraft, Erdwärme oder Sonnenlicht gewonnen wird.

Viele Staaten bauen neue Atomkraftwerke, um ihren Energiebedarf ohne die Erzeugung von Treibhausgas zu decken. Ob sie damit nicht sprichwörtlich den Teufel (CO₂) mit dem Beelzebub (radioaktiver Abfall) austreiben, wird die Zukunft zeigen.

Der Euphorie bezüglich der Photovoltaik ist ein sehr kleiner Dämpfer zu versetzen. Denn das erforderliche Silizium muss erst carbothermisch – also letztlich unter CO₂-Emission – aus Sand hergestellt und an-

schließend energieaufwändig gereinigt werden. Doch mit einer anwendungstechnisch ausgeklügelten Solarzelle kann heute deutlich mehr Energie gewonnen werden, als für ihre Fabrikation erforderlich ist. Mit der Solartechnik ahmt der Mensch in gewisser Weise die Fotosynthese der Pflanzen, die eine Urquelle des Lebens ist, nach (vgl. [4]). Das kann nur gut sein.

Chemie und Gesetzgebung

Flannery weist darauf hin, dass gesetzliche Regelungen schon mehrfach zur Beseitigung oder zumindest zur Reduktion von Umweltproblemen beigetragen haben. Dazu drei Beispiele, die gut in den Chemieunterricht passen. Die Verpflichtung zur Rauchgasentschwefelung (insbesondere bei Braunkohlekraftwerken) hat dem „sauren Regen“ weitgehend ein Ende bereitet. Die verbindliche Einführung des Autoabgaskatalysators hat zu deutlich weniger Ausstoß toxischer Stickstoffoxide geführt. Das Verbot von Fluorchlorkohlenstoffen wird vermutlich die natürliche Regeneration der Ozonschicht ermöglichen.

Deshalb gibt es berechtigte Hoffnung, dass der internationale Gesetzgeber auch die Verminderung der CO₂-Emissionen und die Hinwendung zu alternativen Energiequellen sowie zum Einsparen von Energie erzwingen kann. Das Kyoto-Protokoll, durch das ein Emissionshandel und quasi eine CO₂-Währung eingeführt wurde, ist ein erster sinnvoller Ansatz dazu. Wenn diesem in Kürze weitergehende Regelungen folgen, kann man zuversichtlich sein, so Flannery, dass eine bedrohliche Klimaveränderung noch gerade rechtzeitig abgewendet werden kann. **CLB**

Literatur

- [1] Tim Flannery: *Wir Klimakiller – Wie wir die Erde retten können.* – Fischer Schatzinsel, Frankfurt a. M. 2007, 304 Seiten, gebunden, ISBN 978-3-596-85248-2, 12,90 Euro, „<http://www.fischerverlage.de/buch/9783596852482>“
- [2] Tim Flannery: *Wir Wettermacher – Wie die Menschen das Klima verändern und was das für unser Leben auf der Erde bedeutet.* – Fischer Verlag, Frankfurt a. M. 2006, 404 Seiten, gebunden, ISBN 978-3-10-021109-5, 19,90 Euro, bzw. 400 Seiten, Broschur, ISBN 978-3-596-17221-4, 9,95 Euro, „<http://www.wir-wettermacher.de/buchdetails>“
- [3] V. Wiskamp: *Geowissenschaftliche Phänomene.* – CLB (Beilage Memory) 57 (2006), Heft 11, S. M71-M73
- [4] V. Wiskamp: *Das Wunder des Lebens – Gedanken zu einer Biochemie-Vorlesung.* – Shaker Verlag, Aachen 2008, ISBN 978-3-8322-6965-4

Die praxisnahe Prüfungsvorbereitung

Wolf Rainer Less (Hrsg.), Franz Laut, Rolf Schauder, Jens Schröder: Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe; Band 3: Prüfungsvorbereitung. 406 Seiten; Vogel Buchverlag, Würzburg 2008; ISBN 978-3-8343-3022-2; 29,80 Euro.

Der dritte Band der Reihe „Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe“ ist ein modernes Trainingsbuch zur autodidaktischen Vorbereitung auf die vorgeschriebenen Abschlussprüfungen. Basierend auf den Inhalten der beiden ersten Bände (Band 1 Pflichtqualifikationen; Band 2 Wahlqualifikationen) ist ein umfangreicher Fragenpool entstanden, der sich an der aktuellen Prüfungsordnung orientiert. Die darauf ausgerichtete Kontrolle des Wissensstandes ermöglicht es, Schwachpunkte zu erkennen und zu beseitigen.

In Band 3 steht die notwendige Wiederholung des gesamten Stoffgebietes im Vordergrund. Bei den behandelten Wahlqualifikationen wurden die acht häufigsten Themen ausgewählt. Die Aufgaben sind realen Praxisprozessen entnommen.

Die in der Gestaltung der Prüfungsinhalte ab Sommer 08 zur Anwendung kommende „Thematische Klammer“ wird ebenfalls behandelt. So wird die Voraussetzung geschaffen, dass sich die Auszubildenden

optimal auf ihre Abschlussprüfungen vorbereiten können.

Lehrer von berufsbildenden Schulen werden von der Buchreihe ebenso profitieren wie ihre Auszubildenden. Aber auch Chemisch-Technische Assistenten und Bachelorstudenten sind angesprochen.

Die Autoren sind als Berufsausbilder für Chemie- oder Biogielaboranten bei „Provalids Partner für Bildung und Beratung“ beschäftigt, und sind Prüfer in IHK-Kommissionen. Sie haben profunde Erfahrung in der Gestaltung und Vermittlung von Aus- und Weiterbildungsinhalten. CS



Arzneimittelklassiker in 9. Auflage: Der Mutschler

Ernst Mutschler, Gerd Geisslinger, Heyo K. Kroemer, Peter Ruth, Monika Schäfer-Korting: Mutschler Arzneimittelwirkungen. Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie. 9., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 1244 Seiten, 360 Abbildungen, 264 Tabellen, 1357 Strukturformeln; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2008; ISBN 978-3-8047-1952-1; 68,50 Euro.

Das Standardwerk seit fast vier Jahrzehnten: Für Studierende der Medizin, Pharmazie und anderer Naturwissenschaften als Lehrbuch; für im Beruf stehende Ärzte, Zahnärzte, Apotheker, Biologen und Chemiker als praxisrelevantes Nachschlagewerk.

Unverändert geblieben sind in der Neuauflage:

- das didaktische Konzept, das heißt die Einteilung in einen allgemeinen, einen speziellen und Vergiftungsteil.
- die den Kapiteln vorangestellten kurzen Einführungen in Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie.
- sowie die bewährte Kapitelgliederung, eine klare einprägsame Darstellung und gute Verständlichkeit des Textes.

Neu sind in der 9. Auflage:

- am Ende der Kapitel die Therapieempfehlungen, die den Leitlinien der medizinischen Fachgesellschaften entsprechen.

- im allgemeinen Teil das Kapitel Beeinträchtigung der Fahrtüchtigkeit, die Unterkapitel Stammzelltherapie sowie Pseudo-, Durchbruch und Schrittinovationen, die Erweiterung des Kapitels Pharmakogenetik und die Ergänzung der Unterkapitel Stofftransport, Rezeptoren, Signaltransduktion und Interaktionen.
- im speziellen Teil das Kapitel Orphan Drugs und zahlreiche Unterkapitel.
- die Aufnahme von weiteren Arzneistoff-Gruppen.
- die Unterkapitel Klinische Toxikologie, Hyperventilation, Brandgase, und Bakterientoxine im Vergiftungsteil.

Sämtliche Strukturformeln wurden nach den Empfehlungen der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) gezeichnet und überprüft. Außer den neuen Kapiteln wurden auch die beibehaltenen Kapitel neu bearbeitet und dem aktuellen Kenntnisstand angepasst. Der in den Gegenstandskatalogen des Instituts für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen für die Prüfungen im Fach Pharmakologie geforderte Wissensstoff ist vollständig enthalten. CS



Neueste Entwicklungen beim Doping

Gendoping im Zentrum des Interesses

Große Sportereignisse werfen zur Zeit ihre Schatten voraus. Leider wird man wahrscheinlich wiederum von Dopingfällen erfahren. Dabei werden die Methoden sowohl seitens der Doping-Sünder wie auch der Kontrolleure immer ausgefeilter. In CLB 05-2003 hat auf den Seiten 180-183 der Autor Dr. Mario Thevis vom Institut für Biochemie der

Deutschen Sporthochschule Köln verschiedene Methoden vorgestellt. In der Analytik sind im Jahr 2008 weitere wichtige Fortschritte zu vermelden. Darüber berichtet das FIZ Chemie Berlin in seiner aktuellen Report-Ausgabe 01-2008. Auszugsweise wird dies hier zusammen mit weiteren aktuellen Informationen wiedergegeben.

Demnach besteht große Hoffnung, dass der Nachweis von Wachstumshormon hGH (human growth hormone) von der Welt-Anti-Doping-Agentur WADA zu den Olympischen Spielen in Peking freigegeben wird. hGH wird im Blut nachgewiesen. Verschiedene Labore haben bereits eine ganze Reihe von Blutproben eingefroren, um sie nach der Freigabe des Tests auf hGH zu analysieren.

Fortschritte gab es in jüngster Zeit auch im Testosteron-Nachweis, der sich nicht mehr allein auf die indirekte Nachweismethode durch das Verhältnis von Testosteron zu Epitestosteron stützt, sondern durch ein direktes Bestimmungsverfahren mittels der Isotopen-Massenspektrometrie abgesichert wird und dadurch einen eindeutigen Nachweis von Doping mit endogenen Steroidhormonen wie Testosteron ermöglicht.

Während also Testosteron wie auch Anabolika und Stimulanzien mittlerweile leicht nachweisbar sind, gilt das noch nicht für Blutdoping. Zwar kann seit 2000 das Blutdopingmittel Erythropoietin (EPO) im Urin nachgewiesen werden, doch EPO hat, je nach Dosierung, eine relativ kurze Abbauzeit, so dass nach gut zwölf Stunden möglicherweise schon keine Spuren mehr zu finden sind. Zudem ist zwar der Austausch von Fremdblut nachweisbar, nicht aber der von Eigenblut. Es gibt aber eine ganze Reihe von Forschungsprojekten, die daran arbeiten, Blutdoping durch von der Norm abweichende Werte indirekt nachzuweisen. Doch derzeit dienen die Blutkontrollen vor allem einem Screening. Bei Auffälligkeiten können sofort Zielkontrollen vorgenommen werden.

Die Nationale Anti-Doping-Agentur

Die Nationale Anti-Doping-Agentur (NADA) ist die zentrale Stelle zur Dopingbekämpfung in Deutschland und als unabhängige Stiftung bürgerlichen Rechts allein diesem Ziel und damit einem fairen Sport verpflichtet. Die NADA ist verantwortlich für das Doping-Kontrollsystem, die Doping-Prävention, die medizinische Beratung zu Medikamentenanfragen und medizinischen Ausnahmegenehmigungen, für Rechtsberatung, Anti-Doping-Regeln (NADA-Code) und die internationale Zusammenarbeit im Anti-Doping-Kampf.

Die NADA realisiert ein unabhängiges Doping-Kontrollsystem außerhalb der Wettkämpfe, das sie im Jahr 2007 reorganisiert und den Gegebenheiten des modernen Hochleistungssports angepasst hat. Bis Ende 2007 standen der NADA aus finanziellen Gründen jährlich nur rund 4500 Kontrollen außerhalb der Wettkämpfe für rund 9000 Athleten zur Verfügung. Um das Kontrollsystem effizienter zu machen, musste auf jeden Fall die der Kontrollen erhöht werden – für das Jahr 2008 sind nun mehr als 8000 Kontrollen außerhalb des Wettkampfs geplant. Die Athleten wurden in drei Testpools eingeteilt: den Nationalen Testpool (NTP) mit den rund 1300 Top-Athleten, den Allgemeinen Testpool I (ATP I) mit den rund 2000 B-Kader-Athleten und den Allgemeinen Testpool II (ATP II) mit den rund 5000 Nachwuchssportlern.

Da nur absolut unangekündigte Kontrollen effektiv sind, weil jede Vorwarnzeit Manipulationen ermöglicht, müssen die Athleten der NADA ihre Aufenthaltsdaten mitteilen, damit die Kontrolleure sie auch für die Kontrollen auffinden. Die Mitglieder der unterschiedlichen Testpools haben unterschiedliche Meldepflichten, wobei die Athleten des NTP den strengsten Meldepflichten unterliegen und der NADA mitteilen müssen, wenn sie länger als 24 Stunden von ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort abwesend sind. Außerdem sind die NTP-Athleten verpflichtet, der NADA jeweils am Ende eines Quartals die Termine für das nächste Vierteljahr mitzuteilen. Die Athleten des ATP I müssen sich abmelden, wenn sie mehr als 72 Stunden von ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort abwesend sind, und die ATP-II-Athleten teilen der NADA ihre Adressen und Rahmentrainingspläne mit. Ulrike Spitz

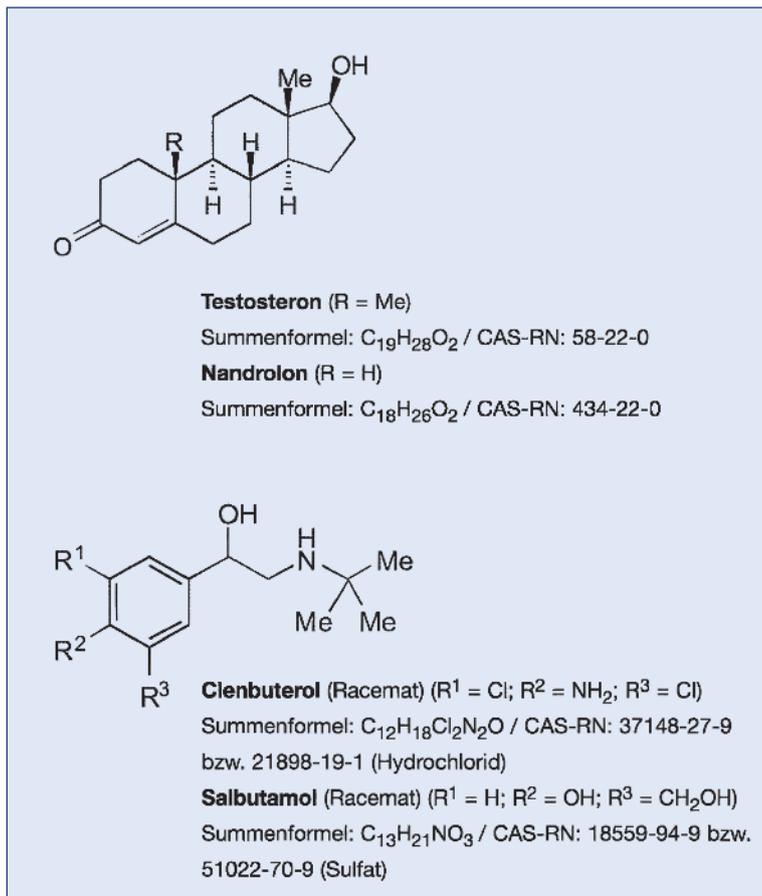
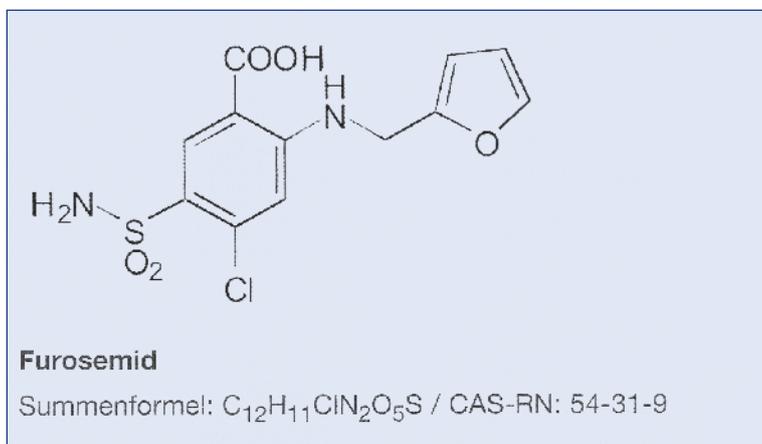


Abbildung 1 (oben): Beispiele für Anabolika.

Abbildung 2 (unten): Das Diuretikum Furosemid.



Doping aus chemischer Sicht

Eine speziell abgestimmte Ernährung ist für viele Leistungssportler eine wichtige Grundlage für ihre Wettkampfvorbereitung. Einige Sportler gehen aber über diese Vorbereitungen hinaus und fügen ihrem Körper zusätzliche, verbotene Substanzen zu, um sich im

Wettkampf einen unerlaubten Vorteil zu verschaffen.

Bei der Klassifizierung der Dopingvergehen unterscheidet die NADA (Nationale Anti-Doping-Agentur) zwischen Wirkstoffen, etwa Anabolika, und Methoden wie zum Beispiel Gendoping. Im Folgenden wird speziell auf die Wirkstoffe eingegangen, bei denen wiederum zwischen sol-

chen Substanzen unterschieden wird, deren Einnahme generell verboten ist, und solchen, deren Einnahme nur während Wettkämpfen untersagt ist.

Der Nachweis der hier vorgestellten Substanzen bzw. ihrer Abbau- und Zwischenprodukte kann durch verschiedene Methoden erfolgen. In der Regel wird die Analysenprobe chromatographisch getrennt und die enthaltenen Substanzen durch entsprechende Detektionsmethoden nachgewiesen. Als Trennmethode bietet sich insbesondere die Gaschromatographie an, aber auch flüssigchromatographische Methoden können eingesetzt werden. Zur Detektion werden häufig Massenspektrometer eingesetzt, inklusive spezieller Verfahren wie hochauflösender Massenspektrometrie (HRMS), Tandem-Massenspektrometrie (MS/MS) oder Verfahren zur Bestimmung von Isotopenverhältnissen (IRMS). Im Allgemeinen werden Urinproben untersucht, da die Probennahme hierbei problemlos durch nicht-invasive Methoden erfolgen kann. Alternativ kann auch das Blut des Probanden untersucht werden.

Generell verbotene Substanzen

Anabolika

Anabolika (Abbildung 1) dienen dem Körper- und Muskelaufbau durch Steigerung der Proteinbiosynthese. Zu den bekanntesten Vertretern gehören u. a. die anabolen Steroide (z. B. Testosteron und Nandrolon) und β 2-Sympathomimetika (z. B. Clenbuterol) sowie Wachstumshormone und -faktoren und verwandte Wirkstoffe (z. B. Insulin oder Erythropoietin / EPO).

Anabole Steroide – wie etwa die androgen wirkenden Steroide Testosteron und Nandrolon – gehören mit zu den namentlich bekanntesten Dopingmitteln.

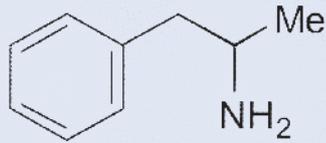
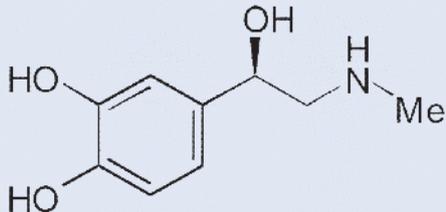
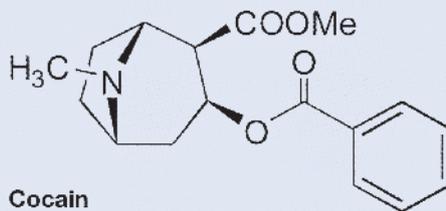
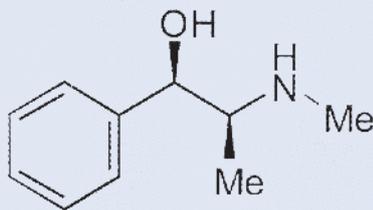
**Amphetamin (Racemat)**Summenformel: $C_9H_{13}N$ / CAS-RN: 300-62-9**Adrenalin**Summenformel: $C_9H_{13}NO_3$ / CAS-RN: 51-43-4**Cocain**Summenformel: $C_{17}H_{21}NO_4$ / CAS-RN: 50-36-2**L-(-)-Ephedrin**Summenformel: $C_{10}H_{15}NO$ / CAS-RN: 299-42-3

Abbildung 3: Beispiele für im Wettkampf verbotene Stimulantien.

Neben der leistungssteigernden Wirkung haben diese anabolen Steroide auch eine Reihe von Nebenwirkungen. Hierzu gehören neben Akne und Leberschäden auch weitreichende hormonelle Nebenwirkungen, im Falle von androgenen Steroiden z. B. Zyklusstörungen bei Frauen oder Beeinträchtigungen in der Spermienproduktion bei Männern.

Diuretika

Diuretika (Abbildung 2) sind harntreibende Substanzen, die der verstärkten Wasserausscheidung aus dem Körper dienen. Was auf den ersten Blick wie eine leistungsmindernde Eigenschaft wirken mag, wird beim Einsatz zu Dopingzwecken auf verschiedene Arten missbraucht.

So kann die erhöhte Wasserabscheidung zur gezielten Gewichtsabnahme eingesetzt werden, um so bei Sportarten, die in Gewichtsklassen unterteilt sind, ein bestimmtes Zielgewicht zu erreichen. Nach dem offiziellen Wiegen wird der Flüssigkeitsverlust entsprechend wieder ausgeglichen, um so beim Wettkampf Vorteile zu haben.

Des Weiteren kann die wasserabscheidende Wirkung auch zur Ausscheidung anderer verbotener Substanzen aus dem Körper genutzt werden, man spricht in einem solchen Fall von Maskierungsmitteln. Allerdings bewirkt die erhöhte Wasserausscheidung in vielen Fällen ebenfalls eine erhöhte Mineralienausscheidung aus dem Körper, welche zu Nierenschäden führen kann.

Ein Beispiel für ein besonders wirksames Diuretikum ist Furosemid, welches häufig in Form des Natriumsalzes eingesetzt wird. Viele Diuretika sind polare Substanzen. Als Alternative zu GC/MS-Verfahren werden hier in der Analytik auch häufig LC/MS-Verfahren eingesetzt.

β 2-Sympathomimetika wurden ursprünglich zur Behandlung von Asthma verwendet, werden aber auch als Dopingmittel eingesetzt, da sie neben ihrer Bronchien erweiternden Wirkung zusätzlich sowohl fettabbauende als auch muskelaufbauende Eigenschaften besitzen. Clenbuterol (welches als Hydrochlorid eingesetzt wird) und Salbutamol (in Form des Sulfats) sind wohl die bekanntesten Vertreter. Zu den Nebenwirkungen gehören u. a. Herz-Kreislauf-Beschwerden und Muskelzittern.

Im Wettkampf verbotene Substanzen

Stimulantien

Als Stimulantien (Abbildung 3) bezeichnet man Substanzen, die eine Steigerung der motorischen Aktivität hervorrufen.

Hierzu gehören z. B. Amphetamine, Adrenalin und Cocain, aber auch Ephedrin, welches in vielen Erkältungsmedikamenten enthalten ist. Als Nebenwirkungen treten u. a. Stress und Aggressivität auf. Zudem kann es bei hohen Dosierungen dazu kommen, dass das körpereigene Warnsystem nicht mehr reagiert, wenn der Sportler zu viele seiner Körperreserven aufbraucht, was Folgen von Erschöpfung bis hin zum Tod nach sich ziehen kann.

Narkotika

Narkotika (Abbildung 4) werden aufgrund ihrer beruhigenden Wirkung zu Dopingzwecken missbraucht, z. B. bei Schieß-

sportarten. Zu den bekanntesten Vertretern gehören das Morphin und seine Derivate (z. B. Heroin) sowie Methadon. Zu hohe Dosierungen können zu Bewusstseins Einschränkungen, Ohnmacht oder gar zum Tod führen.

Bei bestimmten Sportarten verbotene Substanzen

Neben den für alle Sportarten verbotenen Substanzen gibt es einige Stoffe, deren Einnahme nur bei bestimmten Sportarten bzw. in einigen Sportverbänden verboten ist. Hiervon betroffene Substanzen sind Alkohol (Ethanol) und Betablocker, die etwa für verschiedene Schieß- oder Motorsportarten nicht eingesetzt werden dürfen.

Gendoping

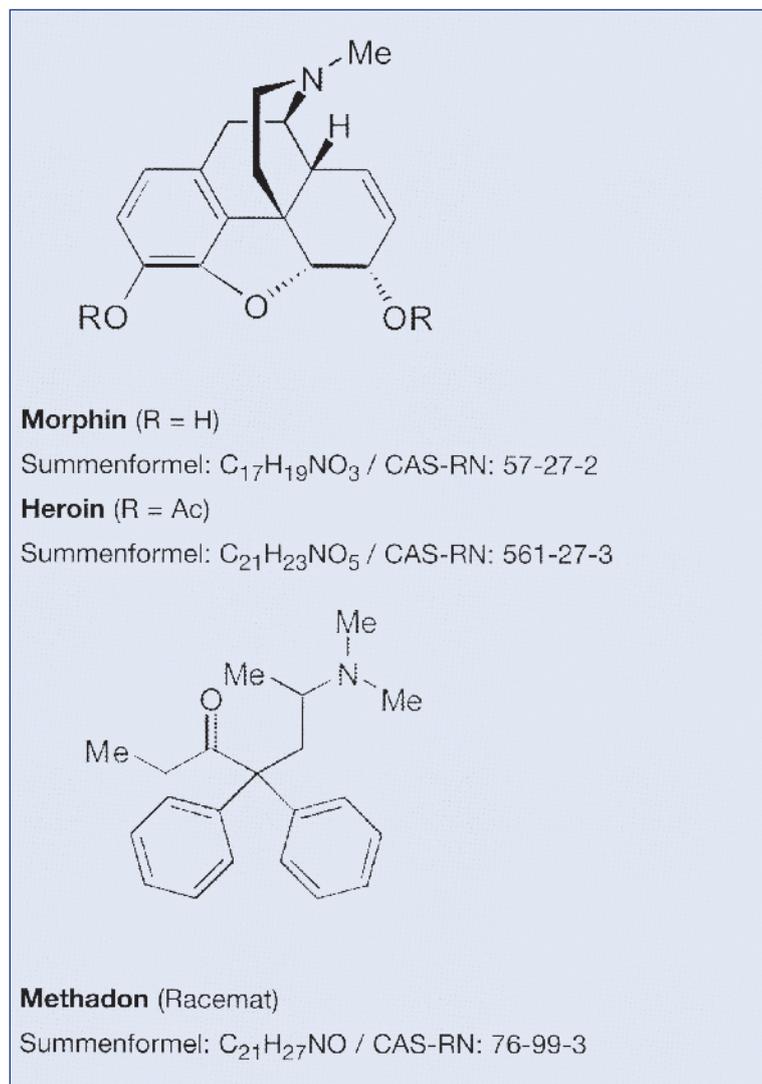
Gendoping ist der Missbrauch von gen- und zelltherapeutischen Verfahren einerseits und der Missbrauch von Methoden zur gezielten Manipulation der Genaktivität durch hochspezifische Medikamente andererseits. Ein zukünftiger Missbrauch dürfte vor allem darauf abzielen, Muskulatur aufzubauen, den Körper besser mit Sauerstoff zu versorgen und die Energiebereitstellung zu verbessern. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hat keine Hinweise, dass Szenarien von Menschenselektion oder -züchtung für sportliche Leistungssteigerungen in absehbarer Zukunft technisch machbar wären.

Medizinische Forschungsansätze zielen auf die Behandlung kranker Menschen. Nebenwirkungen und potenzielle Risiken wegen der missbräuchlichen Verwendung durch gesunde, zum Teil physisch extrem belastete Sportler sind hingegen kein Gegenstand medizinischer Forschung. Die derzeitige Doping-situation lässt jedoch vermuten, dass sich einzelne Sportler auch durch unbekannte gesundheitliche Risiken und mögliche Nebenwirkungen bis hin zum Tod nicht abschrecken lassen. Darüber hinaus werden einzelne Personen nicht warten, bis eine wissenschaftlich fundierte Arzneimittel- oder Therapiezulassung vorliegt.

„Ein entscheidender Faktor, der die Anwendung von Gendoping begrenzen kann, ist die Nachweisbarkeit“, stellt Dr. Katrin Gerlinger, die Leiterin des Projektes Gendoping beim TAB, fest. „Durch die steigende Vielfalt der Dopingmöglichkeiten wird ein Nachweis mindestens so aufwendig wie bisher, wahrscheinlich sogar noch viel aufwendiger.“

Nachweisverfahren sind aber die Voraussetzung für eine gerichtsfeste Sanktionierung. Auch wenn die Welt-Anti-Doping-Agentur einige Projekte zum Nachweis

Abbildung 4: Beispiele für im Wettkampf verbotene Narkotika.



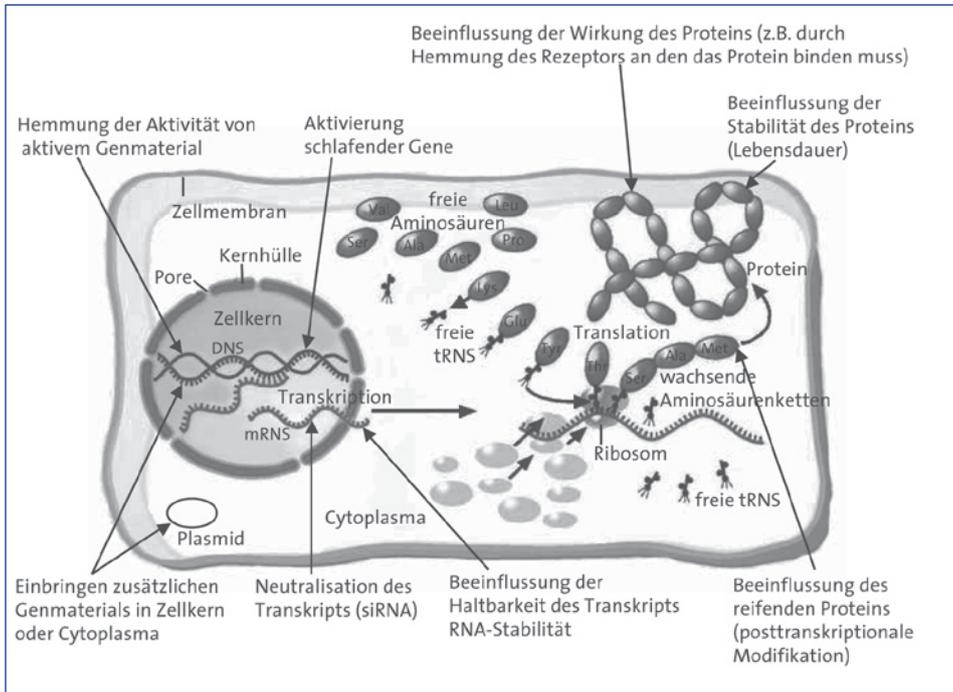


Abbildung 5: Ansatzpunkte für eine Modifikation der körpereigenen Genaktivität (P.Diel/FZK/Roche).

von Gendoping fördert, ist der Weg bis zu einem anwendbaren Test, der vor einem Gericht als Beweismittel standhält, voraussichtlich noch lang. Ohne einen gerichtsfesten Beweis greifen die bestehenden Dopingkontroll- und -sanktionssysteme des organisierten Sports nicht (wie heute schon beim Doping mit Wachstumshormonen und Formen des Blutdopings). Durch Gendoping wird sich diese Situation verschärfen.

„Es gibt viele Einfallstore für Gendoping“, befürchtet Professor Dr. Armin Grunwald, Leiter des TAB und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse im Karlsruher Institut für Technologie. „Wir sehen sie, analog zu den konventionellen Dopingmethoden, vorrangig im Spitzensport, aber auch im ehrgeizigen Bodybuilding zum Muskelaufbau und – zeitlich versetzt – beim Muskelerhalt im Graubereich zwischen Therapie, Life-Style und Missbrauch.“

Ein Einfallstor für Gendoping

Das Ziel von Gendoping ist also eine gezielte Beeinflussung (Modifikation) der körpereigenen

Genaktivität, ob in Form einer Aktivierung, Verstärkung, Abschwächung oder Blockade (Abbildung 5).

Codierende Gene sind dann aktiv, wenn sie exprimiert, d.h. ihre Informationen »abgelesen« werden und daraufhin von der Zelle ein funktional wirksamer Eiweißstoff, ein Protein, hergestellt wird. In einem ersten Schritt dieses Prozesses wird von dem entsprechenden Bereich der Kern-DNA eine Art Kopie erzeugt, allerdings nicht aus DNA, sondern aus der chemisch leicht abgewandelten RNA. Dieser Vorgang wird als Transkription (Umschreibung) bezeichnet, das entstehende Ableseprodukt als Boten- oder mRNA (für englisch: „messenger“). Diese kann danach in einem komplexen Prozess der Übersetzung (Translation) als Bauanleitung für die Produktion eines ganz spezifischen Proteins dienen. Die körpereigene Steuerung dieser Genexpression wird als Genregulation bezeichnet.

Weil jeder einzelne Schritt der Genexpression einer physiologisch hochkomplexen Regulierung unterworfen ist, ergibt sich

eine Vielzahl von Ansatzpunkten für pharmakologische und molekularbiologische Modulationen – für therapeutische Interventionen, aber eben auch für Dopingzwecke.

Die wahrscheinlichsten Ansatzpunkte eines möglichen Gendopings liegen in drei physiologischen Bereichen und deren molekularer Regulation: dem Aufbau der Skelettmuskulatur (Wachstum, Struktur, Kraft, Ausdauer, Regeneration (molekulare Ziele: Myostatin, HGH/IGF/MGF, Pax7, PPAR-delta)), der Sauerstoffversorgung (Hämoglobinkonzentration, Blutgefäßversorgung (molekulare Ziele: EPO, HIF, VEGF)) sowie der Energiebereitstellung (Fettsäure- und Glucosestoffwechsel in Leber und Muskel (molekulare Ziele: FATPs, GLUTs, PTP-1B)). Konkrete Hinweise auf eine in manchen Darstellungen angeführte Beeinflussung der Schmerzempfindlichkeit mittels Gendoping konnten nicht gefunden werden.

Anti-Gendopingstrategie

Das bestehende System von Dopingkontrolle und Sanktion innerhalb des Spitzensports kann Doping nur begrenzt verhindern. Deshalb sollten weitere Maßnahmen ergriffen werden, um zu vermeiden, dass durch Gendoping die Dopingspirale eine weitere Drehung erhält und Erfolge im Anti-Doping-Kampf entwertet werden. Das TAB sieht vier Elemente einer spezifischen Anti-Gendopingstrategie:

- Kontinuierliche Beobachtung gendoping-relevanter wissenschaftlicher Trends und pharmazeutischer Entwicklungsvorhaben im Sinne eines Frühwarnsystems.
- Forschung und Entwicklung im Bereich Nachweis, Test, Kontrollverfahren.
- Konkretisierung der Doping-Verbotsliste, um die Bestimmtheit der bestehenden Straftatbestände zu gewährleisten.
- Aufklärung und Information (Gendoping-Prävention sollte

als eigenständige Aktivität zusätzlich zum Dopingkontroll- und -sanktionssystem etabliert werden und alle Risikogruppen in den Blick nehmen).

Gendoping-Test: Mäuse auf dem Everest

Am 26. Mai dieses Jahres brach ein Forscherteam der Universität Pennsylvania zum Mount Everest auf. Die Wissenschaftler wollen erstmals lebende Mäuse auf das „Dach der Welt“ bringen. Mit dem Forschungsprojekt im Vorfeld der Olympischen Sommerspiele will das Team die Entwicklung neuartiger molekularer Testverfahren für den Nachweis von Leistungsmanipulationen auf Gen-Ebene ermöglichen. Unterstützt wird das Projekt von der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA) und dem Molekular diagnostik-Unternehmen Qiagen.

Im Rahmen der Expedition wollen die Forscher Blut- und Gewebeproben der Mäuse untersuchen und damit eine molekulare Signatur für höhenbedingten Sauerstoffmangel erstellen. Darauf basierende Tests sollen dann einen Vergleich zwischen natürlichen und durch Gendoping künstlich beeinflussten molekularen Signaturen ermöglichen.

Konkret sucht das Forscherteam um Prof. Dr. Tejvir S. Khurana und Dr. Gabriel Willmann nach Genen, die in sauerstoffarmer Umgebung aktiv sind und so die Anpassung des Organismus an die veränderten Umweltbedingungen erlauben. Grundsätzlich hat Sauerstoffmangel eine leistungsfördernde Funktion, indem er die Bildung von Erythropoetin (EPO) anregt – eines natürlichen Hormons, das die Produktion roter Blutkörperchen steigert. Künstlich zugeführt, lässt sich EPO inzwischen leicht nachweisen. Wird jedoch die Aktivität von Genen so beeinflusst, dass der Körper ohne echten Sauerstoffmangel verstärkt „eigenes“ EPO und somit vermehrt rote Blutkörperchen bildet, versagen die Methoden der Anti-Doping-Kämpfer – bislang zumin-

dest. Dieses Problem wollen die Forscher nun lösen, indem sie Biomarker für einen Test identifizieren, der zwischen einem natürlichen und künstlich durch Gendoping herbeigeführtem Aktivierungszustand der Gene unterscheiden kann.

Das Prinzip einer Methode zur Steigerung der körpereigenen EPO-Produktion beruht auf der Nutzung von HIF-Stabilisatoren. Für die Versorgung der Zellen mit Sauerstoff ist der Hypoxie-induzierte Faktor (HIF) zuständig, der bei Sauerstoffmangel die vermehrte Produktion von EPO anregt. Lässt die Mangelercheinung nach, gehen normalerweise auch der HIF und damit die EPO-Produktion zurück. Für diesen Abbau des HIFs ist das Enzym HIF-PH zuständig. Wird die Funktion dieses Enzyms mithilfe von HIF-Stabilisatoren unterbunden („inhibiert“), wird auch der HIF und folglich das EPO nicht (so schnell) abgebaut. Genau daran arbeiten bereits einige Unternehmen. So existieren bereits heute Medikamente zur Behandlung von Blutarmut – unter Verwendung von HIF-Stabilisatoren.

Dieses Problem, Gendoping wie o.g. nachzuweisen, wollen die Forscher nun lösen, indem sie Biomarker für einen Test identifizieren, der zwischen einem natürlichen und künstlich durch Gendoping herbeigeführtem Aktivierungszustand der Gene unterscheiden kann.

Neben Nachweismethoden zur Überführung von Dopingsündern erhoffen sich die Forscher auch neue Erkenntnisse zur Behandlung von Muskeldystrophie. Die genetisch bedingte Erkrankung tritt zwar vergleichsweise selten auf, ist bislang allerdings unheilbar und geht mit einer stark verringerten Lebenserwartung einher. Da die Krankheit auch die Atemmuskulatur betrifft, leiden Patienten im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung an Sauerstoffunterversorgung, die mit dem Effekt eines Aufenthalts in extremer Höhe vergleichbar ist.

Proteine, Gene und Hormone

Beim Grauen Star wird häufig die getrübe Linse durch ein Implantat ersetzt. Ein Forscherteam vom Helmholtz Zentrum München konnte an Mausmutanten zeigen, dass für die Linsentrübung ein Gen namens Gif1 aus der Connexin-Familie verantwortlich ist. Die Mutation behindert die Zellkommunikation bei der Faserentwicklung in der Augenlinse.

Typ 2 Diabetes kann, trotz genetischer Vorbelastung, durch Lebensstilfaktoren wie Gewicht und Bewegung stark beeinflusst werden. Eine internationale Studie unter Beteiligung des Helmholtz Zentrums München zeigt, dass die Erkrankung auf einer Störung der Regulation der Anzahl der Insulin produzierenden Zellen beruht. Dabei konnten, zusätzlich zu zehn bekannten, sechs neue Gene identifiziert werden, die bei der Entwicklung der Erkrankung eine Rolle spielen.

Proteinfaltung ist ein komplexer Prozess, fehlgefaltete Proteine können zu Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson führen. Dank neuer Techniken (Fluorescence resonance energy transfer, FRET) konnte ein Forscherteam der LMU München und des MPI für Biochemie in Martinsried zeigen, wie das bakterielle Chaperon GroEL neu synthetisierten Proteinen nicht nur eine geschützte Umgebung für die Faltung bietet, sondern auch aktiv bei der Faltung mithilft.

Viele Antibiotika greifen in die Proteinsynthese der Bakterien ein. Wissenschaftlern an der Universität Frankfurt ist es mittels Röntgenstrukturanalyse gelungen, das Andocken von Antibiotika (Thiostrepton und Nosiheptide) an Ribosomen dreidimensional sichtbar zu machen. Durch die Störung des Energie-Nachschubs und einer Konformationsänderung wird die korrekte Positionierung der t-RNA verhindert.

Transkriptionsfaktoren können Gene aktivieren oder hemmen. Einige Transkriptionsfaktoren werden durch die Verknüpfung mit dem Sumo-Protein von einem Aktivator zu einem Repressor verwandelt. Molekularbiologen der Universität Marburg identifizierten mittels RNA-Interferenz 120 Gene, die durch eine Sumo-vermittelte Reaktionskaskade dazu beitragen, dass keine unerwünschten Genprodukte entstehen. Die Sumo-Modifikation führt zu einer dichteren Verpackung der Gene, die dadurch nicht mehr abgelesen werden können.

Viele Multiple Sklerose Patienten werden mit β -Interferon behandelt. Da sich der IF-Rezeptor auf fast allen Körperzellen befindet, gibt es zahlreiche Nebenwirkungen. Ein Forscherteam am Universitätsklinikum Freiburg und am Paul-Ehrlich-Institut in Langen veränderte den Interferonrezeptor genetisch so, dass es nun möglich war, diesen entweder nur auf bestimmten Blutzellen, wie Lymphozyten oder Makrophagen, oder nur auf Hirnzellen auszuschalten. Die dämpfende Wirkung von Interferon auf Makrophagen und Mikroglia, die Fresszellen des Blutes und des Gehirns, waren für den positiven Verlauf der Erkrankung entscheidend.

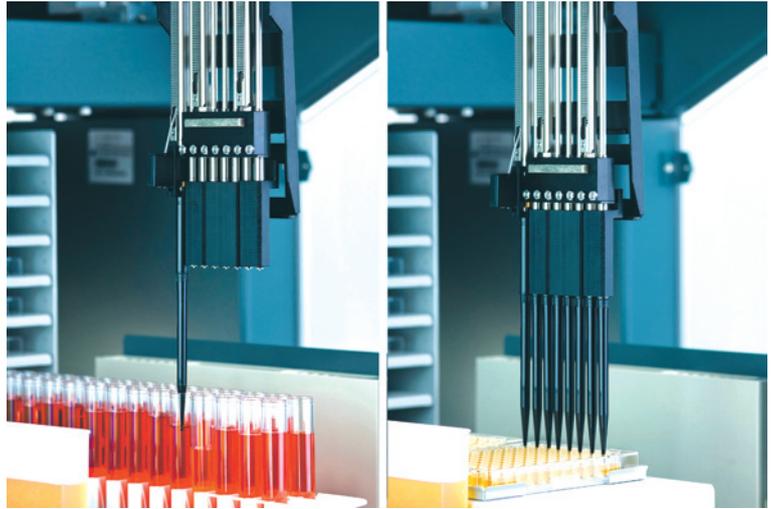
Flexibilität und Zeitersparnis beim Pipettieren

Tecan hat seine neueste Entwicklung für die sich ständig weiterentwickelnde, kompakte Roboter-Arbeitsstation Freedom EVO 75 auf den Markt gebracht. Das Werkzeug 8 Plus 1 Access ist ein geschickter und kosteneffizienter Acht-Kanal-Arm zum schnellen und flexiblen Pipettieren. Der Arm kann mit acht Spitzen gleichzeitig auf eine Mikroplatte pipettieren und mit einer einzigen, variablen Spitze auf eine einzelne Probe zugreifen.

Die Vorteile:

- Sicherheit der Flüssigkeitsstanddetektion, bis auf ein Minimum von 50 µl leitende Flüssigkeit (nur für die erste Spitze)
- Flexibilität eines großen Volumensbereichs: 2-1000 µl
- Effizienz einer Mehrfach-Pipettierung mit 1000-µl-Spitzen
- Zuverlässigkeit und Präzision der Freedom EVO Serie

Dank des 8 Plus 1 Access-Arms sind Routinepipettierarbeiten, darunter Reagenzienverteilung, Reihenverdünnungen und Re-Formatierung der



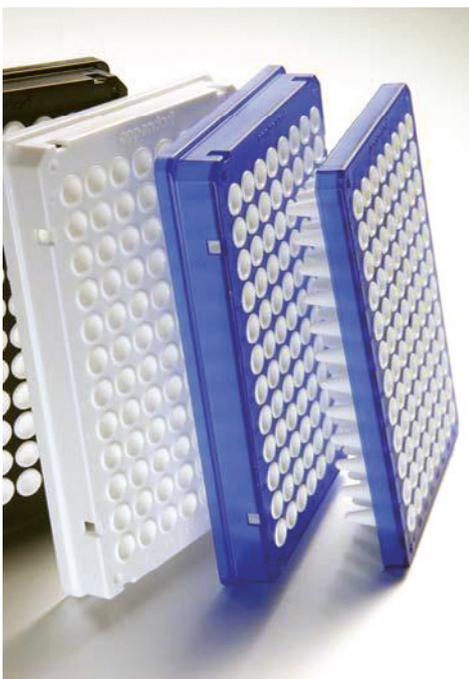
Platten, schnell und leicht einzurichten, ideal für Anwendungen wie ELISA, PCR-Einrichtung sowie Nukleinsäure-Extraktion. Die Zeit für teil- oder voll-automatische Abarbeitung von ELISAs (Reagenz-Zugabeschritte im Vergleich zu einem Gerät mit einer einzigen Spitze) kann um mehr als 80 % verringert werden. Das System kann mit Zusatz-Optionen ausgestattet wer-

den: On-Board-Inkubation, Lagerung sowie Waschen und Ablesen von Platten. Beides wird durch unsere Software EVOware gesteuert.

Tecan Deutschland GmbH
74564 Crailsheim
Tel +49 7951 94170
Fax +49 7951 5038
www.tecan.com

Weißer Wells verbessern PCR-Ergebnisse

Jeder real-time PCR-Anwender sucht immer nach dem besten Gerät, dem besten Mastermix oder der besten Polymerase.



Von den Plastik-Consumables, die die Verbindung zwischen Gerät und Reagenzien herstellen, erwartet niemand einen Einfluss auf die Ergebnisse. Eppendorf konnte jetzt mit einer neuen PCR-Platte eine deutliche Verbesserung von real-time PCR-Ergebnissen zeigen.

Diese twin.tec real-time PCR Platte verfügt über Wells, die mit Titandioxid weiß gefärbt sind. Die weißen Wells reflektieren bis zu 10-mal mehr Fluoreszenz und führen damit zu einer verbesserten Sensitivität des Assays. Darüber hinaus führt die einheitliche Farbe der undurchsichtigen Wells zu einer Verbesserung der Homogenität der Daten. Dadurch ergibt sich eine geringere Standardabweichung innerhalb des Assays. Die anschließende Analyse der Daten wird dadurch vereinfacht.

Eppendorf AG
22331 Hamburg
Tel +49 40 53801 0
Fax +49 40 53801 556
www.eppendorf.com

Eppendorf setzt auf Vielseitigkeit und einfache Nutzung

Mit einer neuen LCD-Anzeige und einem benutzerfreundlichen Bedienfeld ausgestattet, ist der Eppendorf Concentrator plus zur Konzentration, Trocknung und Reinigung von Biomolekülen bestimmt. Der Concentrator plus verfügt über drei Konzentrationsmodi sowie eine Zentrifugier- und Exsikkatorfunktion und ist so in Molekular- und Zellbiologiela-boratorien sehr vielseitig einsetzbar. Vier verschiedene vorwählbare Heizstufen sorgen für optimierte Trocknungszeiten bei unterschiedlichen Proben, während drei Anwendungsmodi, für wässrige oder alkoholhaltige Lösungsmittel beziehungsweise solche mit einem hohen Dampfdruck, eine schnellere Evaporation gestatten, was die Bearbeitungszeit um bis zu 20 Prozent verringert.

Mit Hilfe der Exsikkatorfunktion lassen sich Filter unter optimierten Dampfdruckbedingungen schnell trocknen. Die Zentrifugierfunktion mit 1400 U/min ist geeignet zum Herunterzentrifugieren von Tröpfchen nach Resuspension. Eppendorf hält 14 verschiedene kompatible Rotoren, für 0,2 ml PCR-Gefäße bis hin zu Gefäßen mit 25 ml, bereit und bei Verwendung von zwei Stapelrotoren kann der Durchsatz weiter erhöht wer-

den.

Wie Peter Schreiner, Produktmanager für Tischzentrifugen, Eppendorf AG, Hamburg, erklärt, stellt der „neue Concentrator plus beim Handling von Proben bis zu 240 ml eine überzeugende Alternative zur Konzentration durch Gefrier-trocknung, Rotationsver-dampfung, Aus-fällung oder Evaporation im Stickstoffstrom dar. Im Fokus stehen dabei Anwendungen, die eine schnelle und schonende Konzentration von DNA, RNA, Oligonukleotiden und Proteinen erfordern, wie auch kleinvolumige und temperaturempfindliche Proben.“

Der Eppendorf Concentrator plus ist in zwei verschiedenen Konfigurationen erhältlich: als Einzelgerät oder als Gesamtsystem mit integrierter wartungs-



freier Membranpumpe, Kondensatabscheider und optionalem Anschlussstück für ein externes Gerät wie beispielsweise einen Geltdrockner. Das kompakte Design spart Platz und dank der klaren Zuordnung der Softkeys sowie des digitalen Displays ist die Nutzung einfach und intuitiv.

Eppendorf AG
22331 Hamburg
Tel +49 40 53801 0
Fax +49 40 53801 556
www.eppendorf.com

Microarray Detektions- und Scanning-System

Die Silverquant Detektionstechnologie bietet eine mehr als 4 mal höhere Sensitivität als Fluoreszenz und ist in Kombination mit seiner Signalstabilität eine gute Alternative zur traditionellen Microarray-Färbung. Eppendorf Biochip Systems GmbH präsentiert eine neue Application Note (No.148). Hier werden die Eigenschaften und Vorteile der colorimetrischen Eppendorf Silverquant Detektion beschrieben und mit Fluoreszenz-Detektionsmethoden bezüglich Sensitivität, dynamischem Bereich, Reproduzierbarkeit und Stabilität verglichen.

Die Vorteile der Silverquant Detek-tionstechnologie sind:

- 4 mal höhere Sensitivität im Vergleich zur Fluoreszenz
- bessere Auflösbarkeit von niedrigen Analytkonzentrationen (zum Beispiel geringen mRNA Konzentrationen)
- höherer dynamischer Bereich

- hohe Reproduzierbarkeit
- hohe Signalstabilität (kein Photo bleaching, keine Empfindlichkeit gegenüber Ozon); Langzeit-Archivierung der Glaträger wird ermöglicht

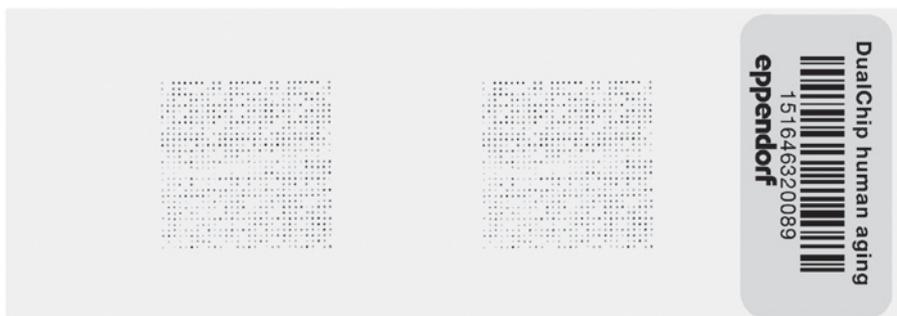
Die Silverquant Detektionstechnologie wird komplettiert durch den Silverquant Scanner:

- verlässlicher und robuster Transmissions-Scanner (keine beweglichen optischen Teile)
- 16 bit CCD Sensor
- liest Standard Microarray-Glaträger

ger (26 x 76 mm)

- integrierter Barcodeleser
- hohe Auflösung (bis zu 6 µm)
- schnelle Lesezeiten (1 min/ Glas-träger bei 12 µm)
- kleine Abmessungen (330 x 190 x 150 mm)

Eppendorf AG
22331 Hamburg
Tel +49 40 53801 0
Fax +49 40 53801 556
www.eppendorf.com



Prozessüberwachung im betrieblichen Umfeld

Die bereits im Labor bewährte Voltammetrie (VA) und die Cyclic Voltammetric Stripping Analysis (CVS) stehen jetzt auch für die betriebliche Routineanalytik vor Ort zur Verfügung.

Das neue ProcessLab-VA/CVS-System ist mit einem integrierten Potentiostaten/Galvanostaten ausgestattet und erschließt damit einen wichtigen analytischen Anwendungsbereich. Während die Voltammetrie für die klassische Spurenanalytik eingesetzt wird, dient die CVS für die Bestimmung von organischen Additiven in galvanischen Bädern.

Durch die Integration des Potentiostaten/Galvanostaten VA Computrace 797 hat das Analysensystem einen sehr einfachen und kompakten Aufbau. Alle Komponenten sind in einem robusten, spritzwassergeschützten Gehäuse untergebracht. Eine Bedieneinheit mit Touch-Oberfläche ermöglicht eine komfortable Handhabung, gesteuert durch die vereinfachte Benutzeroberfläche

der ProcessLab-Software.

Typische Einsatzgebiete sind:

- Spuren von Metallen wie zum Beispiel Cu, Cd, Zn und Pb in Wasser, Abwasser und Meerwasser
- Metallionen in Salzen und Reinchemikalien
- Cd, Tl und weitere Metallionen in Elektrolyten der Zinkherstellung
- Analyse von Organika wie zum Beispiel 4-Carboxybenzaldehyd in Terephthalsäure (PET-Herstellung)
- Bestimmung von organischen Additiven wie Glanzbildnern (Brightener), Grundeinebnern (Suppressoren) und Leveler in sauren Kupferbädern.

Durch die Nähe zum Prozess liegen bereits unmittelbar nach der Analyse



die Ergebnisse der relevanten Prozesskomponenten vor. ProcessLab-VA/CVS eignet sich somit zur schnellen und unabhängigen Prozessüberwachung im betrieblichen Umfeld.

Deutsche Metrohm GmbH & Co. KG
70794 Filderstadt
Tel 0711 77088 13
Fax 0711 77088 55
www.metrohm.de

Digitales Klimaprotokoll: USB-Datenlogger für Temperatur und Feuchte

Mit dem neuen LOG32 stellt die Dostmann electronic GmbH, Spezialist für elektronische Handmessgeräte, einen mobilen Datenlogger für Temperatur und Feuchte vor.

Das kompakte Gerät in der Größe eines USB-Sticks protokolliert Temperatur- und Feuchtdaten sehr kostengünstig. Mit seinem großen Speicher, der bis zu 32 000 Messwerte aufzeichnet, ermöglicht das LOG32 die Überwachung von Umgebungsdaten über einen langen Zeitraum. Die kostenlos mitgelieferte Windows-Software (in deutsch, englisch und französisch) gestattet eine komfortable Konfiguration, während der Anschluss an den PC über die integrierte USB-Schnittstelle schnell durchgeführt wird.

Der LOG32 wird in der Gebäudetechnik, Hausverwaltung und der Energieberatung eingesetzt. Hier stehen die Themen Schimmel, Heizen und Lüften mit anschließender Analyse im Vordergrund. Im Bereich der Arzneimittelkühlung nutzt man die Fähigkeit,

Daten über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen, für die Einhaltung der Kühlkette. Die Auswertung erfolgt einfach und schnell über den PC. In der Lebensmittelindustrie überwacht man beispielsweise Reifeprozesse von Käse oder gezüchteten Pilzen mit dem LOG 32 genauso einfach, wie die Umgebungsbedingungen in Kraftwerken.

Die einfache Bedienung und der große Messwertspeicher machen den LOG32 zu einem wertvollen Dokumentationstool. Der Speicherintervall beträgt zwischen 2 Sekunden und 24 Stunden und kann frei eingestellt werden. Mit der Wandhalterung wird das Gerät am Messort befestigt. Start der Messung kann wahlweise per Knopfdruck oder durch eine voreingestellte Zeit und Datum erfolgen.

Das LOG 32 hat einen Temperaturmessbereich von -40°C bis $+70^{\circ}\text{C}$. Die Genauigkeit liegt bei ± 1 Grad. Der Feuchtmessbereich erstreckt sich von 0% bis 100% r.H. bei einer Genauigkeit von 3%.

Das ABS-Gehäuse ist mit den Abmessungen 130 x 30 x 25 mm sehr kompakt. Das 20g „leichte“ Gerät wird über eine 3,6V Batterie mit Spannung versorgt.

Dostmann electronic GmbH
97877 Wertheim-Reicholzheim
Tel +49 (0)9342 308 90
Fax +49 (0)9342 308 94
www.dostmann-electronic.de



ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



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

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE

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

PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS

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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER

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



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

CLB-Geschichte

Fortsetzung von Umschlagseite 3

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln 185

löst, erhält man tiefergehende Einblicke in den Vorgang des Lösens überhaupt, in die Rolle des Lösungsmittels bei zahlreichen Reaktionen. Vorgänge wie die Neutralisation lernt man unter ganz anderen Blickpunkten sehen, wenn man nicht immer nur die Salzbildung in den Vordergrund stellt. Fragen, weshalb die „Säuren“ in den wasserähnlichen Lösungsmitteln häufig schwach bis sehr schwach sind, während man bei den „Basen“ auch stärkere Vertreter findet, leiten dann auch zu praktischen Folgerungen über.

Eine praktische Anwendung von Reaktionen in wasserähnlichen Lösungsmitteln ist in verschiedener Hinsicht möglich. Aus dem Bereich der analytischen Chemie sei angeführt, daß man eine Reihe von Titrationsmethoden in wasserfreier Lösung ausführen kann. Für viele Bestimmungen, z. B. von Aminen, Aminosäuren aber auch anderen Substanzen, ist es von großem Vorteil, wenn man in wasserfreier Essigsäure titriert. Die Essigsäure ist als Lösungsmittel (wasserfrei verwendet) für manche Bestimmungen unentbehrlich. Bei ihrer Anwendung hat man noch den großen Vorteil, daß Wasser oder Wasserspuren, die hier unerwünscht sind, durch Zusatz von Essigsäureanhydrid leicht beseitigt werden können. Solche Titrations lassen sich auch in anderen organischen Lösungsmitteln, die man aber z. T. nicht in dem hier gegebenen Sinn als „wasserähnlich“ bezeichnen kann, ausführen. Eine kurze Zusammenstellung über diese Methoden findet man z. B. bei *J. A. Riddick*³⁾. Auch Redox-titrations sind möglich. Der Endpunkt kann auf elektrometrischem Wege, bei den oben erwähnten Titrations aber auch visuell mit Hilfe von Indikatoren erkannt werden. Die Wasserbestimmung nach *Karl Fischer* kann man ebenfalls in diesem Zusammenhang sehen, wenn es sich auch um ein Gemisch verschiedener wasserfreier Lösungsmittel dabei handelt. Man vergleiche z. B. die Zusammenstellung von *E. Eberius*⁴⁾.

In der präparativen Chemie gibt es fast unübersehbare Möglichkeiten, von denen nur einige angedeutet werden können. Man kann in wasserähnlichen Lösungsmitteln viele Salze wasserfrei herstellen, die man sonst nur in kristallwasserhaltigem Zustand kennt und die sich dann nicht ohne Zersetzung entwässern lassen. Es sind häufig Solvolysereaktionen, die zu solchen Salzen führen. Einige Lösungsmittel, wie HNO_3 oder HF , wirken sehr energisch solvolysierend, andere wie SO_2 und NH_3 sehr milde. Bei Verwendung der letzteren erhält man oft Produkte, die in Wasser nicht darstellbar sind. Es sei hier außerdem an die blauen Lösungen der Alkalimetalle in flüssigem Ammoniak erinnert; sie dienen als Reduktionsmittel und ermöglichen interessante Reaktionen, wobei solche aus der organischen Chemie hervorgehoben seien.

Überhaupt ist zu betonen, daß die Lösungsmittel Ammoniak, Fluorwasser-

³⁾ *J. A. Riddick*, *Analytic. Chem.* 24, 41 (1952).
⁴⁾ *E. Eberius*, Wasserbestimmung mit *Karl-Fischer-Lösung*, Monogr. zu „Angewandte Chemie“ u. „Chemie-Ingenieur-Technik“ Nr. 65, Verlag Chemie 1954.

186 Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln

stoff und Schwefeldioxyd ganz besonders weitgehend für organische Umsetzungen nutzbar gemacht werden können und auch bereits vielfältig verwendet werden. Alkylierungen, Acylierungen, Ringschlüsse, Umlagerungen, Sulfonierungen, Nitrierungen und weitere Reaktionen lassen sich oft mit besonderem Erfolg in diesen Lösungsmitteln vornehmen. Kurze Angaben und Literaturhinweise findet man in dem schon zitierten Buch von *G. Jander*²⁾, in dem aber die neueste Literatur noch nicht berücksichtigt ist. Auch in den anderen Lösungsmitteln verlaufen z. T. interessante organische Umsetzungen. Auch auf dem Gebiet der Komplexchemie kann man neue Verbindungen finden, die in Wasser nicht erhältlich sind. Elektrolysen sind für präparative Zwecke ebenfalls anwendbar.

Dieser Abriß über die Bedeutung der Reaktionen der Verbindungen in wasserähnlichen Lösungsmitteln kann nur kurz und unvollständig sein. Die Monographie über dieses Gebiet von *G. Jander*²⁾, die 1947 in Druck ging, hat einen Umfang von 350 Seiten. Bei einer Neuauflage soll daraus ein mehrbändiges Werk werden!

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

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln 181

Nach längerer Zeit oder bei etwas höherer Temperatur tritt dann die Hydrolyse ein:

$$\text{SnCl}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_4 \cdot \text{aq} + 4 \text{HCl}$$

$$\text{Sn}(\text{OH})_4 \cdot \text{aq} \rightarrow \text{SnO}_2 + x \text{H}_2\text{O}$$

Daß $\text{Sn}(\text{OH})_4$ wasserreich anfällt, ist durch das Zeichen aq angedeutet. Eine ganz ähnliche, in Stufen verlaufende Reaktion erleidet Germaniumtetrachlorid im Lösungsmittel Ammoniak. Was man in Wasser „Hydrolyse“ nennt, bezeichnet man sinngemäß in anderen Lösungsmitteln als Solvolyse. Bei tiefen Temperaturen und mit wenig Lösungsmittel Ammoniak bildet GeCl_4 ein Ammoniakat („Solvat“):

$$\text{GeCl}_4 + 6 \text{NH}_3 \rightarrow \text{GeCl}_4 \cdot 6 \text{NH}_3$$

Beim Erwärmen und in Gegenwart von mehr Ammoniak erhält man eine Verbindung des Germaniums, die dem SnO_2 im Wasser entspricht. Die Solvolyse verläuft so:

$$\text{GeCl}_4 + 6 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ge}(\text{NH}_2)_4 + 4 \text{NH}_4\text{Cl}$$

Es entsteht also Germaniumimid und die „Säure“ Ammoniumchlorid. Eigentlich hätte man erwarten sollen, daß die „Base“ Germaniumamid $\text{Ge}(\text{NH}_2)_4$ entsteht. Die Amide und Imide stehen im Lösungsmittel Ammoniak zueinander wie im Wasser die Hydroxyde zu den Oxyden, wie sich aus dem „Ammonosystem der Verbindungen“ ergibt. Es wurde von E. C. Franklin¹⁾ aufgestellt. Folgenden Verbindungen und Ionengruppen, die man aus der Chemie in Wasser kennt, findet man entsprechend im Lösungsmittel Ammoniak (s. Tab.):

Lösungsmittel Wasser	Lösungsmittel Ammoniak
H_2O	NH_3
OH^-	NH_2^-
O^{2-} (in Verbindungen wie GeO_2)	NH_2^- (in Verbindungen wie $\text{Ge}(\text{NH}_2)_4$)
H_3O^+	NH_4^+

Die Amide und Imide in Ammoniak entsprechen den Hydroxyden und Oxyden in Wasser, die Ammoniumionen entsprechen den hydratisierten H^+ in Wasser. Man kann diese Entsprechung bei weiteren Verbindungen der organischen und anorganischen Chemie finden, wie G. Jander²⁾ gezeigt hat.

3. Die Erscheinung der Amphoterie findet sich in Wasser ebenfalls recht häufig. Es handelt sich dabei um Hydroxyde (oder Oxyhydrate), die sich nicht nur mit Säuren umsetzen und wieder auflösen lassen, sondern die sich auch mit überschüssiger starker Lauge wieder lösen können. Man erhält dabei die Gruppe der „Hydroxosalze“. Z. B. kann man Zinkhydroxyd mit Natronlauge lösen:

¹⁾ E. C. Franklin: The Nitrogen System of Compounds. Amer. chem. Soc. Monogr., Ser. 68. New York 1935.
²⁾ G. Jander, Die Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln, aus: Anorganische und Allgemeine Chemie in Einzeldarstellungen. Bd. 1, Springer Verlag 1949.

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln 183

Ganz entsprechend verhält es sich im Lösungsmittel Schwefelwasserstoff:

$$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons [(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}] \text{SH} \rightleftharpoons [(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}]^+ + \text{SH}^-$$

und ebenso auch in anderen Lösungsmitteln.

Besonderheiten in wasserähnlichen Lösungsmitteln

Wenn die Verhältnisse in den protonenhaltigen Lösungsmitteln noch leicht überschaubar sind, weil sich viele Analogien mit dem Wasser ergeben, so muß man erheblich umdenken, wenn man die Reaktionen in Lösungsmitteln wie flüssiges Schwefeldioxyd, geschmolzenes Jod, Quecksilberbromid oder Acetamid verstehen will. Alle diese Substanzen leiten in reinem flüssigem Zustand den elektrischen Strom nur wenig, Auflösungen anderer Verbindungen in ihnen leiten dagegen wesentlich besser, müssen also im Lösungsmittel dissoziiert vorliegen.

Für reines flüssiges Schwefeldioxyd hat man für die geringe Eigendissoziation folgendes Schema aufgestellt:

$$2 \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}^+ + (\text{O} \cdot \text{SO}_2)^- \rightleftharpoons \text{SO}^+ + \text{SO}_3^-$$

In diesem Lösungsmittel, das übrigens ein gutes Lösevermögen für viele Stoffe zeigt, sind also die Sulfit „Basen“. Diejenigen Stoffe, die die SO-Gruppe haben, z. B. Thionylchlorid SOCl_2 oder Thionylbromid SOBr_2 , verhalten sich wie „Säuren“. Die Chemie in SO_2 ist außerordentlich interessant, es würde aber zu weit führen, hier nähere Angaben zu machen.

Geschmolzenes Jod besitzt in reinem Zustand eine Leitfähigkeit von etwa 10^{-5} rezip. Ω bei 140°C . Diese Leitfähigkeit hat zwar z. T. metallischen Charakter, muß jedoch z. T. auch auf eine gewisse Eigendissoziation des Jods zurückgeführt werden:

$$2 \text{J}_2 \rightleftharpoons \text{J}^+ + (\text{J} \cdot \text{J}_2)^- \rightleftharpoons \text{J}^+ + \text{J}_3^-$$

Demnach sind Verbindungen wie Jodbromid, JBr , in diesem Lösungsmittel „Säuren“, als „Basen“ kann man die Jodide betrachten, die dann im Lösungsmittel zu Trijodiden werden und somit die lösungsmittelleigenen Anionen liefern.

Aus der großen Auswahl soll noch ein organischer Stoff hervorgehoben werden, Acetamid. Dieses besitzt ebenfalls in reinem flüssigem Zustand ein geringes Eigenleitvermögen, das auf folgende Eigendissoziation zurückgeführt wurde:

$$2 \text{CH}_3\text{CONH}_2 \rightleftharpoons (\text{H} \cdot \text{CH}_3\text{CONH}_2)^+ + \text{CH}_3\text{CONH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CONH}_3^+ + \text{CH}_3\text{CONH}^-$$

Als „Säuren“ kann man hier die Verbindungen zwischen Acetamid und HNO_3 oder HClO_4 ansehen, die sich leicht darstellen lassen. Als „Base“ kommt eine Substanz wie Natriumacetamid, CH_3CONHNa , in Frage.

Es soll nun aber nicht der Eindruck entstehen, als ob die Chemie in diesen wasserähnlichen Lösungsmitteln nur eintönig aus „Neutralisation“, „Solvolyse“

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln 182

$$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$$

man erhält eine Lösung von Natriumzinkat.

Im Lösungsmittel Ammoniak verhält sich das entsprechende Zinkamid ganz ähnlich. Es ist in flüssigem Ammoniak schwerlöslich, läßt sich aber mit Kaliumamid zum „Kaliumammonozinkat“ umsetzen. Allerdings ist dieses auch nicht gut löslich, sein Entstehen ist aber eindeutig nachgewiesen worden:

$$\text{Zn}(\text{NH}_2)_2 + 2 \text{KNH}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{NH}_3]$$

Das Kaliumammonozinkat kann man auch als $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{NH}_2)_4]$ formulieren. Man vergleiche hierzu die obige Tabelle. Weitere Amide und Imide zeigen ebenfalls ein amphoterer Verhalten.

„Säuren“ und „Basen“ in anderen wasserähnlichen Lösungsmitteln

Wenn man bei anderen wasserähnlichen Lösungsmitteln die oben geschilderten Reaktionstypen aufsuchen will, muß man zunächst feststellen, welche Verbindungen in dem betrachteten Lösungsmittel die Funktionen einer „Säure“ oder einer „Base“ ausüben können. Diese Frage kann leicht bei Lösungsmitteln beantwortet werden, die selbst protonenhaltig sind, z. B. H_2S , HNO_2 oder HCN . Diese dissoziieren selbst in geringem Maße in Protonen, die jeweils mit den Lösungsmittelmolekeln Solvate bilden, und in die entsprechenden negativ geladenen Reste. In diesen Lösungsmitteln sind also die Verbindungen, die man als Säuren kennt, ebenfalls „Säuren“. Bei ihrer Dissoziation entstehen solvatisierte Protonen, also lösungsmittelleigene Kationen. Die Verbindung HClO_4 liefert z. B. im Lösungsmittel HCN : $(\text{H} \cdot \text{HCN})^+$ und ClO_4^- , im Lösungsmittel wasserfreie Salpetersäure: $(\text{H} \cdot \text{HNO}_2)^+$ und ClO_4^- , in Wasser $(\text{H} \cdot \text{H}_2\text{O})^+$ und ClO_4^- . Sie ist also in allen drei Systemen eine „Säure“.

„Basen“ sind diejenigen Verbindungen, welche die lösungsmittelleigenen Anionen liefern können, sie sind also von Lösungsmitteln zu Lösungsmitteln verschieden. In Blausäure als Lösungsmittel verhalten sich die Cyanide (z. B. KCN) wie „Basen“, in Salpetersäure die Nitrate (z. B. KNO_3), in Flußsäure die Fluoride (KF). Im Lösungsmittel Schwefelwasserstoff sind es die Hydrogensulfide (etwa KHS), die „Basencharakter“ besitzen.

In einigen dieser Lösungsmittel treten auch Besonderheiten auf. So findet man in Flußsäure als Lösungsmittel praktisch keine „Säuren“. Verbindungen wie HCl , HBr u. a., die sich wie „Säuren“ benehmen müßten, sind kaum löslich, Sauerstoffsäuren werden von dem Lösungsmittel HF umgesetzt, sie geben dann aber keine „Säuren“. In manchen Lösungsmitteln verwendet man als Lö-Basen auch organische Amine. Diese bilden erst durch die Reaktion mit Lösungsmittelmolekeln „Basen“, wie das ja auch in Wasser geschieht. Das Triäthylamin wird z. B. in Wasser durch folgende Reaktion zur Base:

$$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}] \text{OH} \rightleftharpoons [(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}]^+ + \text{OH}^-$$

Zur Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln 184

oder Amphoterie-Reaktionen bestände. Diese Klassifizierung, ebenso wie die in „Säuren“, „Basen“ und andere Verbindungen, soll nur die Übersicht über die Fülle der Reaktionsmöglichkeiten erleichtern. Außer diesen gibt es noch zahlreiche andere Umsetzungen, wie Oxydation, Fällung, Elektrolyse u. a. m.

Jedes Lösungsmittel zeigt ein ganz eigentümliches Verhalten und seine eigenen Besonderheiten. So ist z. B. wasserfreier Fluorwasserstoff ein sehr aggressives Lösungsmittel, das oft auch stark mit den gelösten Verbindungen reagiert. Es gibt letztlich im Lösungsmittel HF fast nur Fluoride, andere Substanzen werden dazu umgewandelt. Das wäre so, als ob es in der Wasserchemie praktisch nur Hydroxyde gäbe!

Ammoniak ist ein relativ „mildes“ Lösungsmittel. Es zeigt die merkwürdige Eigenschaft, daß sich die Alkali- und einige Erdalkalimetalle bei tieferen Temperaturen ohne Reaktion darin lösen. Man erhält blaue, etwas goldbraun schillernde Lösungen, aus denen beim Abdunsten des Ammoniaks bei tiefen Temperaturen unter Luft- und Feuchtigkeitsausschluß die unveränderten Alkalimetalle zurückgehalten werden können. Diese Lösungen leiten den elektrischen Strom gut.

Beim Arbeiten mit wasserfreier Blausäure als Lösungsmittel ist es auffällig, daß das Lösungsmittel stark verharzt, sobald man in der Lösung einen Überschuß an Cyanidionen hat. Man kann dann nach kurzer Zeit nicht weiter arbeiten, denn die Blausäure wird dunkelbraun und schließlich unter positiver Wärmetönung fest. Überträgt man diese Tatsache auf die Wasserchemie, so dürfte man in Wasser nie in alkalischen Medium arbeiten.

In einer Reihe von Lösungsmitteln, z. B. in Schwefelwasserstoff und in Blausäure, kann man die aus der Wasserchemie bekannten Säure-Basen-Indikatoren anwenden. Sie zeigen durch Farbumschlag das Vorherrschen einer dem jeweiligen Lösungsmittel angepaßten „Säure“ oder „Base“ an. Doch treten in den wasserähnlichen Lösungsmitteln häufig ganz andere Farben auf als in Wasser, bei Thymolphthalein z. B. in:

Wasser		Schwefelwasserstoff		Blausäure	
sauer	alkalisch	„sauer“	„basisch“	„sauer“	„basisch“
farblos	blau	lilarot	farblos	dunkelrot	gelblich

Schließlich sei noch kurz bemerkt, daß man in vielen wasserähnlichen Lösungsmitteln nur schwache „Säuren“ findet, die „Basen“ können dagegen auch stärker dissoziiert sein.

Die Bedeutung der wasserähnlichen Lösungsmittel

Die Bedeutung der Untersuchungen chemischer Reaktionen in wasserähnlichen Lösungsmitteln liegt zunächst auf theoretischem Gebiet. Erst wenn man seinen Blick von der gewohnten Chemie der Verbindungen in Wasser

Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

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

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