

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik
Biotechnik
Optimierte Prozesse
Komplexe Materialien
Maßgeschneiderte Moleküle
Menschen und Chemie
Aus- und Weiterbildung

PATENT
Motor-Wagen
BENZ & CO. MANNHEIM
GASMOTORENFABRIK

- Patente und Recht
- Elektroautos und Batterien
- Grippevirus und Impfungen
- Nitrile und Chemiewirtschaft
- Frühblüher und Pflanzenchemie
- Naturwissenschaften und Unterricht

Schon in der vorhergehenden CLB zeigte der Artikel über MOFs die Bedeutung von Einschlussverbindungen. In dieser CLB liest man auf den Seiten 152-154 über Interkalationen bei Lithium-Ionen-Akkus. Eine schöne Geschichte zu Einschlussverbindungen stand bereits in der Mai-Ausgabe der CLB von 1952.

Chemie FÜR LABOR UND BETRIEB
Die neue verständliche Monatsschrift

Nr. 5 Frankfurt a. M., Mai 1952 3. Jahrgang

Moleküle im Käfig

Die Geschichte einer chemischen Entdeckung aus unseren Tagen

Von Dr. J. Hausen, Berlin

„Auch in unseren Tagen ist es noch möglich, einem bescheiden ausgerüsteten Chemikalienschrank Stoffe zu entnehmen, sie im Reagenzglas zu mischen, umzuschütteln und dabei zu Körpern zu kommen, an denen grundsätzlich Neues zu lernen ist und die zudem auch noch für die Technik interessant sind.“ Mit diesen Worten beginnt Dr. W. Schlenk jr. eine wissenschaftliche Arbeit¹⁾, die sich mit einer der neuesten Klassen chemischer Körper, den sogenannten Harnstoff-Einschlussverbindungen, beschäftigt. Die Geschichte der Entdeckung dieser Verbindungen, die in unserer Zeit spielt, ist nicht nur ungemein reizvoll, sondern auch äußerst lehrreich; denn sie zeigt, wie ein Forscher mit Beobachtungsgabe, Fleiß und wissenschaftlicher Neugier, aber auch mit einem guten Schuß Skepsis gegenüber vorgefaßten Meinungen und Auffassungen auf einem von seinem eigentlichen Arbeitsgebiet völlig entlegenen Feld der Chemie eine grundlegend neue Entdeckung machen konnte, für die er neben der Wasserleitung im Grunde nur ein Reagenzglas und zwei Chemikalien benötigte.

Die Geschichte dieser Entdeckung scheint also die oft gehörte Meinung zu widerlegen, moderne Entdeckungen seien nur noch mit umfangreichen Apparaten und Laboratoriums-Ausrüstungen und unter Einsatz eines ganzen Stabes von Spezialisten möglich. Aber das scheint nur so; denn wie einfach auch immer die Anfänge dieser Entdeckung gewesen sein mögen, die wirkliche Durchleuchtung und Klärung der Tatbestände blieb schließlich doch dem schweren Rüstzeug der Röntgenanalytiker und dem Zusammenwirken mehrerer Wissenschaftler überlassen. Doch nun zum Geschehen selbst.

¹⁾ Angew. Chem. 62., 299-301 [1950].

Moleküle im Käfig 229

Stelle konzentrierter Schwefelsäure eine völlig harmlose gesättigte Harnstofflösung benutzen zu können.

Das Rätsel der weißen Streifen

Eine solche quantitative Fettbestimmung setzt natürlich voraus, daß sich die Fettschicht scharf und deutlich gegen die darunter befindliche Flüssigkeit absetzt, so daß man ihre Höhe an der Graduierung des Röhrchens ablesen kann. Hier nun traf Dr. Bengen auf eine unvermutete Schwierigkeit: merkwürdigerweise war die Grenze zwischen der gelösten Milch und dem abgesetzten Fett niemals scharf, sondern bestand stets aus einem einige Millimeter breiten weißen Streifen. Dr. Bengen hielt diese Grenzschicht für eine Emulsion.

An diesem Punkt nun griff der Zufall in unsere Geschichte ein. Zufällig nämlich hatte Dr. Bengen, der die Literatur des Auslands verfolgte, einmal gelesen, daß man in Amerika zur Zerstörung hartnäckiger Emulsionen vorteilhaft Oktylalkohol benutzt. Er setzte daher seinen Bestimmungsröhrchen etwas Oktylalkohol zu. Aber es gab eine neue Enttäuschung: der erwartete Effekt blieb aus. Er mußte ausbleiben; denn wie sich später herausstellte, waren die weißen Streifen gar keine Emulsion, sondern amorphes Calciumphosphat, das natürlich durch den Oktylalkohol nicht beeinflusst wurde.

Immerhin hatte die irrije Auffassung von der Natur der weißen Streifen auch ihr Gutes; denn durch sie kamen — offenbar zum ersten Male in der Geschichte der Chemie — Oktylalkohol und Harnstoff zusammen, und was es damit auf sich hatte, sollte sich bald zeigen. Dr. Bengen, der an den weißen Grenzstreifen herumrätselte, betrachtete sie unter der Lupe. Und siehe da: zwar war die Trennungsschicht durch den Oktylalkohol nicht verschwunden, doch hatten sich an ihr winzige Kristalle abgeschieden, die vor dem Zusatz des Alkohols nicht da gewesen waren.

Die Sache begann spannend zu werden, und die erste Frage, die sich Dr. Bengen vorlegte, war: hat mit diesen Erscheinungen die Milch überhaupt noch etwas zu tun? Er machte den Gegenversuch, er versetzte reine gesättigte wässrige Harnstofflösung mit Oktylalkohol und mußte zu seiner Verwunderung feststellen, daß sich auch dann erhebliche Mengen von Kristallen bildeten. Die Milch war also offenbar an diesem Phänomen gar nicht beteiligt, und die gemachten Feststellungen lagen völlig außerhalb der Lebensmittelchemie. Gleichwohl ging Dr. Bengen ihnen weiter

228 Moleküle im Käfig

Ein neues Milchgesetz

Der Stein kam ins Rollen durch die Einführung eines neuen Milchgesetzes in den dreißiger Jahren, wonach nur noch pasteurisierte Milch an den Verbraucher abgegeben werden durfte. Die Lebensmittelchemiker standen damit vor der Aufgabe, einwandfrei nachzuweisen, ob eine Milch pasteurisiert worden war oder nicht. Wurde die Milch durch kurzes Erhitzen auf hohe Temperaturen entkeimt, so war dieser Nachweis unschwer möglich. Nun gibt es aber noch ein anderes Pasteurisierungsverfahren, bei dem die Milch längere Zeit — etwa eine halbe Stunde lang — auf mäßige Temperaturen, etwa 65 Grad, erwärmt und dadurch entkeimt wird. Der analytische Nachweis einer solchen sogenannten Dauererwärmung war damals noch nicht zuverlässig möglich.

Für Dr. M. F. Bengen, der in jener Zeit die Staatliche Chemische Untersuchungsanstalt Frankfurt a. M. leitete, erwuchs daraus die Aufgabe, nach einem Verfahren zu suchen, wie man eine stattgehabte Dauererwärmung der Milch einwandfrei feststellen konnte.²⁾ Er fragte sich, ob sich nicht in der Milch irgendwelche wärmeempfindliche Eiweißkörper befänden, die schon durch Erwärmung auf 65 Grad verändert werden oder, anders ausgedrückt, ob man nicht auf irgendeine Weise aus der Milch ein Serum abscheiden könne, in dem diese „thermolabilen“ Eiweißstoffe nicht mehr enthalten wären, so daß man eben daran die stattgehabte Erwärmung nachweisen könnte. Dr. Bengen widmete sich eifrig diesem Problem, und er fand auch eine Lösung dafür, auf die jedoch hier nicht näher eingegangen sein soll, weil sie für die weiteren Entdeckungen ohne Belang ist.

Der Weg führte nach einer ganz anderen Richtung. Dr. Bengen hatte unter zahlreichen Substanzen, die er der Milch zusetzte, um zu seinem Ziel zu gelangen, auch Harnstoff ausprobiert, und er hatte dabei die damals noch unbekannte Tatsache entdeckt, daß der Harnstoff die Fähigkeit hat, Eiweißstoffe zu lösen. Setzte er Harnstoff zur Milch zu, so ging das ganze Kasein in Lösung, es entstand eine trübe gelbliche Flüssigkeit, und wenn er das Röhrchen eine Zeitlang stehen ließ, schwamm das gesamte Milchfett oben auf der Flüssigkeit. Dr. Bengen kam sogleich auf den Gedanken, dies zur quantitativen Fettbestimmung in der Milch auszunutzen. Man macht solche Bestimmungen üblicherweise mit Schwefelsäure, aber es wäre eine Erleichterung und Vereinfachung gewesen, an

²⁾ Angew. Chemie 63., 207-8 [1951].

230 Moleküle im Käfig

nach. Eine Stickstoffbestimmung an den Kristallen ergab, daß sie eine Verbindung von Harnstoff mit Oktylalkohol waren. Das Zustandekommen einer solchen Verbindung war damals völlig schleierhaft. Aber Dr. Bengen fand in einem Buch über Molekülverbindungen ähnliche Substanzen beschrieben, und er glaubte schon, in den beobachteten Kristallen derartige bekannte Körper in den Händen zu haben.

Neugier und Skepsis

Damit hätte diese Geschichte als die Auffindung einer Substanz, die sich schließlich als bekannt herausstellte, beinahe ihr unruhliches Ende gefunden. Aber Dr. Bengen war ein neugieriger und zugleich skeptischer Forscher. Er traute seiner Meinung, die gefundenen Kristalle seien Molekülverbindungen der bekannten Art, nicht. Darum beschaffte er sich eine Reihe von Verbindungen, die dem Oktylalkohol ähnelten, um auch sie auf ihr Verhalten gegen Harnstoff zu prüfen. Cetylalkohol, n-Decylalkohol, aber auch Aldehyde, Säuren und Ester wie Heptylaldehyd, Nonylaldehyd, Decylaldehyd, Capronsäure, Caprylsäure, Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Pelargonsäureester usw. wurden untersucht, und der Überraschungen war kein Ende: sie alle ergaben in gleicher Weise wie Oktylalkohol spielend leicht mit gesättigter Harnstofflösung Kristalle, die sich, sobald die Konzentration der Harnstofflösung durch Zusatz von Wasser verringert wurde, augenblicklich wieder zersetzten, wobei der Harnstoff in Lösung ging und die Komponente sich unverändert abschied.

Selbst mit wasserfreiem Harnstoff bilden sich die Kristalle, und man kann davon leicht Gebrauch machen, um ihre Entstehung unter dem Mikroskop zu beobachten. Bringt man auf einen Objektträger einen Tropfen Oktylalkohol und schiebt man von der Seite her einen Harnstoffkristall in den Tropfen hinein, so kann man schon nach wenigen Minuten sehen, daß an den derben Harnstoffkristall feine lange Nadeln anschießen; bald ist der Harnstoffkristall mit unzähligen Nadeln bewachsen und sieht aus wie ein Magnet, an den sich Eisenfeilspäne angesetzt haben.

Von den Verbindungen mit funktionellen Gruppen war es nur ein Schritt zu den reinen Kohlenwasserstoffen. Dr. Bengen tat auch diesen Schritt, er überschichtete gesättigte Harnstofflösung mit Testbenzin, Petroleum, Paraffinöl, und er erhielt in allen Fällen gut kristallisierende Verbindungen, die sich auf Zusatz von Wasser wieder zersetzten. Bisweilen verläuft diese Zersetzung sehr heftig. Bringt man zum Beispiel die aus Harnstoff und Paraffinöl erhaltenen Kriställchen unter dem

Fortsetzung auf Umschlagseite 3

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

Patente sind prima, assoziiert man typischerweise. Sie sind gleichermaßen Symbole für Innovationskraft, technischen Fortschritt und wirtschaftlichen Erfolg. Da auch bei Unternehmenspatenten eventuell nur ein, zwei, drei kluge Köpfe dahinter stecken, fragen sich die Beteiligten natürlich, in welchem Rahmen sie an diesem Erfolg teilhaben können. Das Unternehmen stellte zwar die Infrastruktur für entsprechende Entwicklungen zur Verfügung, aber ohne klugen Kopf... In dieser CLB zeigt unser Mitherausgeber Prof. Dr. Dr. Uwe Fitzner ab Seite 128 ausführlich auf, wie man beiden Seiten gerecht werden kann.



Wie schwierig es ist, den Wert technischer Entwicklungen zu ermessen, zeigt auch der Artikel über potenzielle neue Batterien für Elektrofahrzeuge ab Seite 152. Auch wenn dort bei verschiedenen Projekten bereits Patente vorliegen, weiß man dennoch nicht, ob je ein Produkt daraus wird. Entsprechend unklare Ankündigungen von Unternehmen bezeichnet man daher auch gerne als Vaporware, auf deutsch am besten mit „heißer Luft“ übersetzt. Das US-Magazin Wired veröffentlicht seit 1996 jährlich die Liste der bei seinen Lesern zehn bekanntesten Vaporware-Produkte. Unter den Top Ten 2008 ist übrigens auch ein Elektroauto, der ZAP X EV. Der Sport-Geländewagen mit einer Leistung von 450 Kilowatt (über 600 PS; Ende dieses Jahres läuft die „Schonfrist“ für die Angabe veralteter Einheiten aus) soll eine Reichweite von über 500 Kilometern haben – noch ein Kandidat für Superbatterien. Die Erscheinung steht wohl in den Sternen.

Zeichen für Innovationsfähigkeit sind Patentanmeldungen jedoch allemal. Erfreulich für uns: Das Deutsche Patent- und Markenamt (DPMA) verzeichnete für das Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr bei den Patentanmeldungen ein Plus von 2,3 Prozent auf 62 417 Anträge. Beim Europäischen Patentamt (EPA) stieg die Zahl der Anträge um 3,6 Prozent auf 146 600. Wie allerdings EPA-Präsidentin Alison Brimelow betonte, habe die Zahl der Ablehnungen zudem erstmals die der Anerkennungen knapp übertroffen. Die DPMA-Prüfer konnten 33 193 Verfahren abschließen, 3,2 Prozent weniger als 2007. Sei erteilt dabei 17 584 gewerbliche Schutzrechte, was einem Minus von 3,5 Prozent entspricht. Drückt sich darin aus, man meldet Patente „auf Teufel komm raus“ an, um mit Vaporware schon einmal Claims abzustecken? Besonders krass: Die Anzahl abgelehnter EPA-Anträge erhöhte sich 2008 um 48 Prozent gegenüber 2007. Wie immer muss man sich jedoch umfangreich informieren – auch mit der CLB ;-) um eine möglichst gute eigene Einschätzung zu bekommen. So soll beim EPA ein Vergütungssystem eingeführt worden sein, das die Abgabe einer begründeten Stellungnahme zur Zurückweisung einer Anmeldung besser honoriert...

Viel Freude beim Lesen – und nicht zuviel Wasabi-Erdnüsse aus patentierter, Sauerstoff-absorbierender Frischhaltedose dabei knabbern (s.S. M23)

Ihr



Zum Titelbild:

Das Titelbild zeigt einen originalgetreuen Nachbau des ersten Autos der Welt, des Patentwagens Nr. 1. Er steht im Foyer der Verwaltung des Auto und Technik-Museums in Sinsheim. Ein zweiter Nachbau mit Berta Benz-Puppe, die als reale Person ja die allererste große Autofahrt – ohne Wissen ihres Gatten – mit den beiden Söhnen Richard und Eugen über 106 Kilometer von Mannheim nach Pforzheim absolvierte, steht im Museum selbst. Das Bild ist in dieser CLB ein Ankerpunkt für Patente; schließlich war er der „Patentwagen Nr. 1“, und in dieser CLB gibt es einen großen Artikel über das Arbeitnehmererfinderrecht (s.S. 128 ff.). Wir berichten aber auch über Entwicklungen zu Batterien für Elektrofahrzeuge (ab Seite 152). Daher sei es für den Blickfang und einen Denkanstoß erlaubt, eine Fotomontage als Titelbild zu verwenden und den Patentwagen optisch in ein Elektroauto zu verwandeln. Die elektrotechnischen Armaturen am Patentwagen Nr. 1 entstammen einem Foto, das im Museum der Zeche Zollern in Dortmund aufgenommen worden ist (siehe nebenstehendes Bild: Schalttafelteil der Zeche). Um 1900 war sie die fortschrittlichste Zeche im Ruhrgebiet (Fotos: Kickuth).

INHALT

Aufsätze

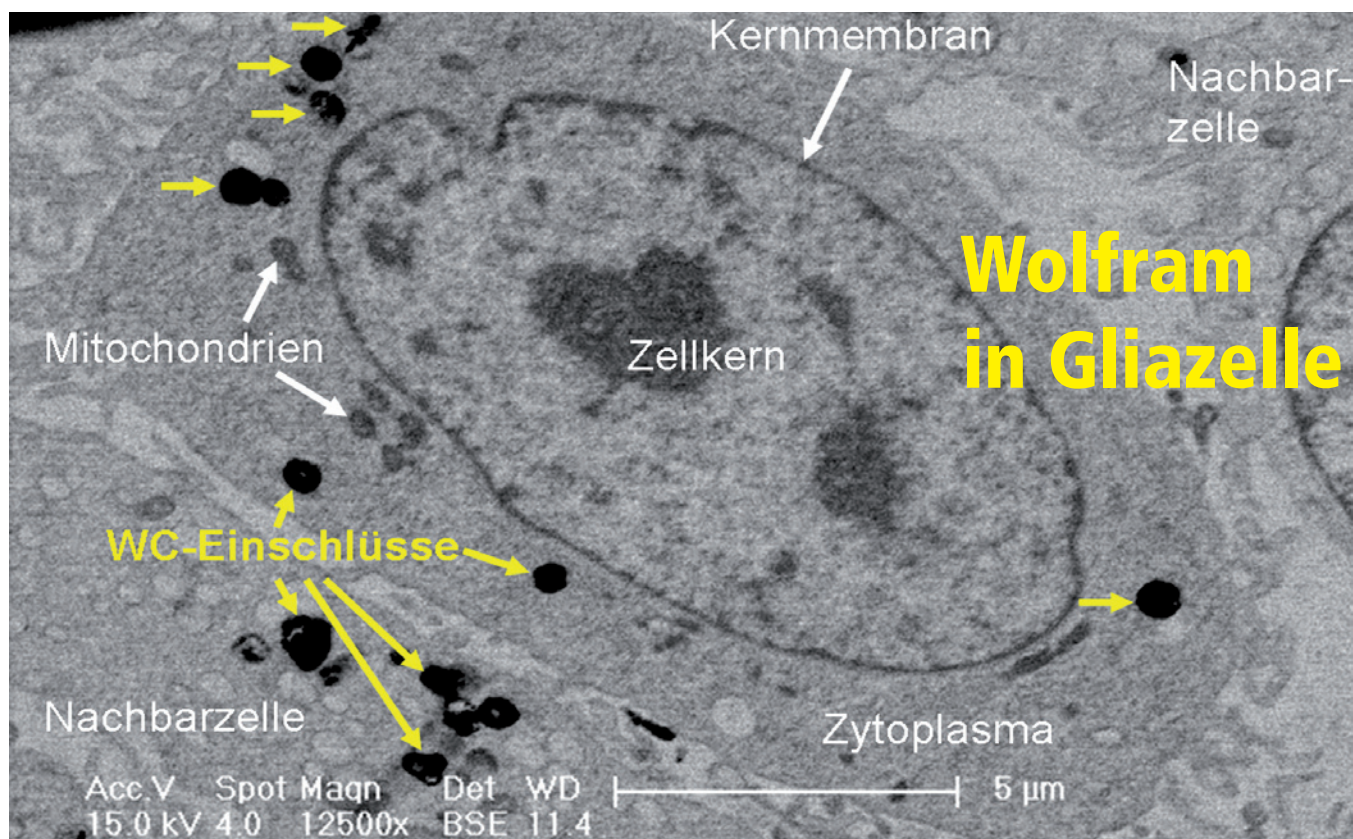
Das deutsche Arbeitnehmererfinderrecht Umfangreiche Rechte und Pflichten für Arbeitgeber und Arbeitnehmer _____	128
Nitrile Am Anfang steht das Acetonitril... ...und das wurde plötzlich knapp _____	136
Verwandlungskünstler Grippevirus Auf dem Weg zu einer universellen Impfung gegen alle Arten von Influenza _____	146
Pflanzenchemie im Experiment, Teil 4: Frühblüher Märzveilchen, Forsythie und Echtes Lungenkraut _____	150

Rubriken

Editorial _____	121
Impressum _____	123
F & E im Bild _____	123
Unternehmen _____	124
Personalia _____	126
Förderungen / Preise _____	127
Umschau _____	152
Neue Konzepte für Fahrzeugbatterien: „Secret Vaporware“ oder revolutionäre Technik?	
Literatur _____	155
Neue Produkte _____	156
Bezugsquellenverzeichnis _____	159

CLB-Memory

BVL zieht positive Bilanz zu Acrylamid in Lebensmitteln, aber: Minimierungsbemühungen stoßen an Grenzen _____	M17
Analyse von Unterrichtsinhalten und -methoden Naturwissenschaften immer unbeliebter? _____	M18
Sauerstoffbindemittel aus Eisenpulver und Metalljodid/-bromid Patentes Tütchen hält Wasabi-Erdnüsse frisch _____	M23
Biopolymere und Biokunststoffe Mehrere richtige Antworten sind möglich _____	M24



Etwa 150 Nanometer groß – und doch so klein im Vergleich zu einer Gliazelle sind diese Einschlüsse von Wolframcarbid. Nanopartikel aus Wolframcarbid und Wolframcarbid-Cobalt können in kultivierte Zellen von Säugetieren eindringen. Das geht aus einer Studie hervor, die Wissenschaftler der Universität Dresden, des Leipziger Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung und des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme Dresden durchgeführt haben. Nanopartikel aus reinem Wolframcarbid verursachten dabei keine Zellschädigungen. Erst durch das Mischen von Nanopartikeln mit toxischen Stoffen wie Cobalt werden zellschädigende Effekte hervorgerufen. Die Untersuchungen haben Bedeutung für die Maschinenbauindustrie. Das harte Wolframcarbid wird vor allem zur Werkzeugfertigung eingesetzt. Die Beimischung von Cobalt erhöht Zähigkeit und Festigkeit. Bei der Herstellung der Werkzeuge könnte es gegebenenfalls zu einer Belastung am Arbeitsplatz kommen (Foto: Armin Springer, TU Dresden).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.
© 2009 Agentur und Verlag Rubikon
Rolf Kickuth

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik
mit der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft – außerhalb des Abonnements – 11,00 Euro, im persönlichen Abonnement jährlich 100,00 Euro zuzüglich Versandkosten; ermäßigter Preis für Schüler, Studenten und Auszubildende (nur gegen Vorlage der Bescheinigung) jährlich 76,45 Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7% MWSt. Ausland sowie Firmen- bzw. Bibliothekenabonnements auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt.

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

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

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder Störung durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar.

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die BASF ist, laut einer Umfrage des US-Wirtschaftsmagazins Fortune, das angesehenste Chemieunternehmen der Welt. In der Rangliste „World's Most Admired Companies“ belegt die BASF den ersten Platz unter den Chemieunternehmen und hat sich damit im Vergleich zum Vorjahr um einen Platz verbessert. Mehr als 4000 Führungskräfte und Manager wählten die BASF in acht von neun Kategorien auf den ersten Platz in der chemischen Industrie. Fortune stellte weltweit rund 700 Unternehmen zur Wahl.

CEM, weltweit Marktführer in der Mikrowellen-Labortechnik für die Geschäftsbereiche Instrumentelle Analytik, Prozeßkontrolle und Life Sciences, vertreibt nach der Geschäftsaufgabe des langjährigen Händlers LABORpartner die Mikrowellen-Laborgeräte direkt in Österreich. Für 2009 plant CEM in Österreich auch Praxis-Seminare in verschiedenen Städten.

Sigma-Aldrich kündigte eine Zusammenarbeit mit MitoProd SA an, einem führenden Unternehmen im RNA-Design. Sigma-Aldrich wird MitoProd's RNA Produkte und Services weltweit vertreiben. Im Gegenzug wird MitoProd für die Kunden von Sigma-Aldrich mit seiner speziellen in vivo Technologie RNA-Oligonucleotide produzieren.

Oxford Gene Technology (OGT) gab die Übernahme von Sense Proteomic Ltd. bekannt, einem britischen Unternehmen, das sich auf die Entdeckung krankheitsspezifischer Proteinmarker spezialisiert hat. Mit der von Sense Proteomic entwickelten Protein-Array-Plattform können diagnostische Marker von Autoimmunkrankheiten charakterisiert werden.

Das Online-Labormagazin Analytik News (www.analytik-news.de) wird erstmals auf der Achema 2009 mit einem Stand vertreten sein. Dort wird auch das „1. Branchenbarometer Labor: Wie steht es um die Labore in der Chemie-, Pharma-, Lebensmittel- und Biotech-Industrie?“, eine Marktstudie zur aktuellen Wirtschaftslage und ihren Auswirkungen auf Laborgerätehersteller vorgestellt.

Qiagen bietet in Deutschland die besten Entwicklungsmöglichkeiten für Arbeitnehmer. So lautet das Ergebnis einer Studie des Forschungsinstituts CRF, in deren Rahmen die attraktivsten Arbeitgeber Deutschlands ermittelt wurden. Qiagen wurde bereits zum vierten Mal in Folge als einer der aktuell 105 „Top-Arbeitgeber“ in Deutschland ausgewiesen, wobei das Unternehmen erstmalig den ersten Platz in der Kategorie „Entwicklungsmöglichkeiten“ belegen konnte.

Cognis, weltweit tätiger Spezialchemieanbieter, vertreibt ab sofort seine Produkte und Lösungen auch aus dem neuseeländischen Auckland. Mit seiner neuen Niederlassung will Cognis die bestehenden Geschäftsbeziehungen mit lokalen Kunden weiterentwickeln, Möglichkeiten für Neugeschäft identifizieren sowie sein Verständnis für die lokalen Verbrauchermärkte weiter verbessern.

Spectaris mit Prognose für 2009

Verhalten optimistisch

Während die deutschen Hersteller von Analysen-, Bio- und Labortechnik im vergangenen Jahr deutliche Zuwächse erwirtschaften konnten, ist die Branche für das laufende Jahr verhalten optimistisch.

Nach Berechnungen des Branchenverbandes Spectaris lag der Umsatz der rund 330 Unternehmen im Jahr 2008 mit 6,2 Milliarden Euro fast acht Prozent über dem Vorjahresniveau.

Das positive Ergebnis basierte dabei maßgeblich auf hohen Zuwächsen auf dem deutschen Markt. So konnte der Inlandsumsatz um mehr als zehn Prozent auf 2,9 Milliarden Euro gesteigert werden. Auch das Auslandsgeschäft konnte im vergangenen Jahr zulegen. Bei einem Plus von 5,5 Prozent erreichte der Auslandsumsatz einen Wert von fast 3,3 Milliarden Euro. Der erfreulichen Umsatzentwicklung entsprechend erhöhte sich auch die Beschäftigtenzahl. Mit rund 35 000 Mitarbeitern lag sie

um 4,6 % über dem Vorjahresniveau.

Der Verband erwartet ein gleichbleibendes Inlandsgeschäft bei gleichzeitig leicht steigenden Exporten. Spectaris prognostiziert für das laufende Jahr insgesamt ein Wachstum im schwach einstelligen Bereich. Positive Impulse erwartet er insbesondere von der öffentlichen Hand, dagegen ein rückläufiges Geschäft im Chemiebereich.

Der Verband gibt sich auch bei den Beschäftigten für 2009 optimistisch. Die Mitarbeiterzahl der Unternehmen der Analysen-, Bio- und Labortechnik dürfte um ein Prozent steigen.

Fünzig Prozent bei der Werbung sind immer rausgeworfen. Man weiß aber nicht, welche Hälfte das ist.

Henry Ford, 1863-1947

Febit entwickelt für READNA-Projekte

Genabschnitte selektieren

Die Heidelberger Firma Febit wird ihre kurz vor der Markteinführung stehende Technologie HybSelect für die Arbeiten an READNA-Projekten weiterentwickeln.

Als einer von insgesamt 16 europäischen Partnern aus Industrie und Forschung unterstützt die Heidelberger Firma damit das READNA-Konsortium (REvolutionary Approaches and Devices for Nucleic Acid analysis). Im Rahmen von Projekten, die die EU mit 12 Millionen Euro fördert, arbeitet das Konsortium an der Entwicklung und Evaluierung neuer Technologien zur Sequenzierung von DNA.. HybSelect erlaubt erstmals eine automatisierte

Anreicherung interessierender Sequenzabschnitte für die Hochdurchsatzsequenzierung. Mit dieser Technik werden nur noch die Genabschnitte sequenziert, für die sich der Forscher interessiert. So können mehrere Proben gleichzeitig analysiert und anschließend direkt verglichen werden. Das spart Zeit und Geld sowie viel Aufwand bei der Auswertung der Daten. Für die Arbeitsgruppe von Dr. Ivo Gut, Projekt-Koordinator und stellvertretender Direktor am Centre National de Génotypage (CNG) in Paris, wird Febit ihre HybSelect-Technologie für bestimmte Bereiche der Hochdurchsatzsequenzierung adaptieren.

Orphan Drugs 1: Verordnung der EU laut BPI erfolgreich

50 neue Medikamente seit 2001 zugelassen

„In den vergangenen acht Jahren sind in Europa ca. 50 Orphan Drugs zugelassen worden. Für die nächsten Jahre sind weitere neue Arzneimittel für bisher nicht oder nur unzureichend behandelbare seltene Erkrankungen zu erwarten. Die Gesetzgebung hat eine sehr wichtige Entwicklung in Gang gebracht.“

Dies gab Prof. Barbara Sickmüller, stellvertretende Hauptgeschäftsführerin des Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie (BPI) zum zweiten europäischen Tag der seltenen Erkrankungen bekannt. Dieser wirft ein Schlaglicht auf Krankheiten, die wenig Beachtung finden. Die Zahl der Menschen, die an einer dieser schweren, oft lebensbedroh-

lichen Krankheiten leiden, ist meist sehr klein. Da es aber insgesamt ca. 6000 „Rare Diseases“ gibt, ist die Zahl der Patienten insgesamt hoch – vier Millionen allein in Deutschland.

Die vor neun Jahren von der EU erlassene Orphan-Drug Verordnung (EG) 141/2000 fördert die Entwicklung von Arzneimitteln gegen seltene Erkrankungen, indem u. a. wirtschaftliche Anreize geschaffen werden. Diese Anreize sind nach Angaben des BPI notwendig, da die Entwicklung dieser Arzneimittel wegen der kleinen Patientenzahlen sonst nicht möglich wäre.

Die EU hat darüber hinaus vor, auch im Bereich der Diagnostik, der Ursachenforschung und der Vernetzung von ärztlichen Kompetenzzentren einen weiteren Anschlag zur besseren Therapie

von Patienten mit seltenen Leiden zu leisten.

Auch der frühzeitige Zugang von Patienten zu dringend benötigten Therapien hat sich nach Verbandsangaben verbessert. Seit 2005 haben Patienten unter bestimmten Voraussetzungen Zugang zu noch nicht zugelassenen Arzneimitteln, sofern die Sicherheit des Arzneimittels belegt ist. Dadurch ist ein frühzeitiger Therapiebeginn für die von seltenen Leiden betroffenen Patienten möglich. Leider sind die gesetzlichen Krankenkassen bislang nicht gesetzlich verpflichtet, zu diesem Zeitpunkt die Kosten für die Therapie zu übernehmen, bedauert der Verband.

Als selten gilt eine Krankheit in der EU, wenn weniger als fünf von 10 000 Menschen in der EU von ihr betroffen sind.

Orphan Drugs 2: Rasantes Umsatzwachstum bis 2015

Als Strategie des Pharmaunternehmenswachstums

Dem Europamarkt für Medikamente zur Behandlung seltener Krankheiten prognostiziert die Unternehmensberatung Frost & Sullivan ein Umsatzwachstum von 16,48 Milliarden US-Dollar im Jahr 2008 auf 27,09 Milliarden US-Dollar im Jahr 2015.

Nach Ablauf des Patentschutzes für diverse Blockbuster-Medikamente müssen sich große Pharmafirmen verstärkt mit Generikaherstellern messen. Um sich dem hohen Wettbewerbsdruck zu entziehen und das Unternehmenswachstum weiter voranzutreiben, sucht man nun nach neuen Strategien. Eine durchaus gangbare Alternative mit erheblichem Potenzial sind hier Nischenprodukte zur Behandlung seltener Krankheiten. So wurden in der Europäischen Union und in anderen Ländern nicht nur

Verordnungen und Gesetze verabschiedet, die die Behandlung von Orphan Diseases fördern sollen (siehe Artikel oben), man stellt den Herstellern auch Erleichterungen bei Vermarktung und Herstellung in Aussicht.

„Der zunehmende Konkurrenzdruck von Seiten der Generika-Produzenten veranlasst einige Pharmagiganten dazu, Übernahmen und Zusammenschlüsse mit kleinen Biotech-Unternehmen anzustreben“, erläutert Shabeer Hussain, Programmleiter bei Frost & Sullivan. „Damit steht dem Markt eine Konsolidierungswelle bevor. Das ist auch insofern realistisch, als es kleinen Biotech-Firmen häufig an den nötigen finanziellen Mitteln mangelt, um die Entwicklung neuer Therapien und Technologien voranzutreiben. Ein Zusammenschluss mit einem größeren Player bedeutet in

diesem Fall auch eine erhebliche Erweiterung der F&E-Möglichkeiten.“

Der Blick auf den Europamarkt offenbart diverse Herausforderungen für die Hersteller von Orphan Drugs. Am meisten haben die Anbieter mit dem mangelnden Bewusstsein, der schwierigen Diagnosesituation sowie mit der eingeschränkten Verfügbarkeit entsprechender Medikamente zu kämpfen. „Gerade im letzten Punkt besteht das Problem darin, dass sich die Gesetzgebung in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten teilweise erheblich unterscheidet – und das schadet dem Markt“, so Hussain. „Abhilfe könnte hier eine EU-weite Harmonisierung der Zulassungsverfahren wie auch der Preispolitik schaffen.“

Die Studie umfasst die Sektoren Gaucher-Krankheit und pulmonalarterielle Hypertonie (PAH) in Europa.

BIO DEUTSCHLAND Der Arbeitskreis der Bioregionen in der BIO Deutschland hat sein Sprechergremium für die nächsten zwei Jahre neu gewählt: Als Sprecher wurde der Chemiker **Dr. Kai Bindseil** (BioTOP Berlin-Brandenburg) bestätigt. Zu stellvertretenden Sprechern wurden Dr. Thomas Diefenthal (BioPark Regensburg) wieder- und Dr. Klaus Eichenberg (BioRegio STERN) neu gewählt. Der Arbeitskreis der Bioregionen in Deutschland (AKBioRegio) ist der Zusammenschluss der deutschen BioRegionen. Er hat sich Anfang 2004 in Leipzig gegründet und hat seine Geschäftsstelle seit Januar 2009 in der BIO Deutschland.

FVEE Prof. Dr. Frithjof Staiß vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg in Stuttgart wurde vom Direktorium des Forschungsverbands Erneuerbare Energien (FVEE) zum Sprecher für das Jahr 2009 gewählt. Stellvertretender Sprecher ist Prof. Dr. Vladimir Dyakonov vom Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung in Würzburg. Der 47-jährige Wirtschaftsingenieur Staiß ist Honorarprofessor an der TU Darmstadt am Fachbereich für Rechts- und Wirtschaftswissenschaften. Der FVEE unterstützt das Ausbauziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 mindestens 50% der Energieversorgung mit erneuerbaren Energien zu gewährleisten.

IZA Mit sofortiger Wirkung wird der Volkswirt **Marco Caliendo** (34) neuer Forschungsdirektor des Instituts zur Zukunft der Arbeit und koordiniert alle wissenschaftlichen Aktivitäten des IZA in enger Abstimmung mit IZA-Direktor Klaus F. Zimmermann. Zuvor war Marco Caliendo zwei Jahre am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin) tätig.

QIAGEN Gisela Orth (45) ist als Vice President Global Human Resources in das Unternehmen eingetreten. In ihrer neuen Rolle wird



Bredenbeck



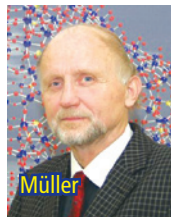
Bruckner-Tuderman



Graham



Krebber



Müller



Staiß



Caliendo



Orth



Bindseil

sie die globale Verantwortung für die Personalabteilung des Unternehmens sowie alle damit verbundenen Aktivitäten einschließlich der Rekrutierung und Bindung von Arbeitskräften, Personalmarketing und -entwicklung sowie Vergütung und Sozialleistungen übernehmen. Gisela Orth wird dem Executive Committee der Unternehmensgruppe angehören und am Standort Hilden tätig sein.

SKW Der Aufsichtsrat der SKW Stahl-Metallurgie Holding AG hat den Finanzvorstand des Unternehmens **Gerhard Ertl** vorzeitig für weitere drei Jahre bis zum 30. Juni 2012 wiederbestellt. Herr Gerhard Ertl ist seit September 2004 als Leiter Finanzen für den gesamten SKW Metallurgie Konzern tätig und in dieser Funktion seit 2006 Mitglied des Vorstands. Er verantwortet innerhalb des SKW Metallurgie Konzerns als Vorstand unverändert die Bereiche Finanzen, Controlling, Rechnungslegung, Steuern, Risk Management sowie IT.

EHRUNGEN

Prof. Leena Bruckner-Tuderman, Direktorin der School of Life Sciences am Freiburg Institute for Advanced Studies und Ärztliche Direktorin der Universitäts-Hautklinik, wurde in Berlin der mit 50 000 Euro dotierte **Eva Luise Köhler Forschungspreis für Seltene Erkrankungen** verliehen. Diese Auszeichnung würdigt Bruckner-Tudermans wissenschaftliches Wirken in dem von ihr selbst initiierten Projekt „Molekulare Krankheitsmechanismen und präklinische Testung von biologischen Therapien für dystrophe Epidermolysis bullosa“. Die genetisch bedingte Hauterkrankung kann die Lebensqualität der Betroffenen stark beeinträchtigen und zu Behinderungen oder frühzeitigem Tod der Patienten führen. Mit dem von der Eva Luise und Horst Köhler Stiftung für Menschen mit seltenen Erkrankungen in Koope-

ration mit der Allianz Chronischer Seltener Erkrankungen (ACHSE e.V.) verliehenen Preis werden Forschungsarbeiten auf dem Gebiet Seltener Erkrankungen in Deutschland gewürdigt.

Der Chemiker **Dr. Sascha Schäfer** (29) erhielt dem mit 15 000 Euro dotierten **Kurt-Ruths-Preis 2009** für seine Dissertation „Der Stark-Effekt als Werkzeug zur Strukturaufklärung isolierter Cluster“. Schäfer beschäftigt sich an der TU Darmstadt mit den Eigenschaften von Clustern, kleinen Teilchen, die aus nur wenigen Atomen bestehen. Sascha Schäfer hat den Einfluss eines elektrischen Feldes auf die Cluster beobachtet, und mit Hilfe zusätzlicher Berechnungen die Struktur von reinen und dotierten Metall- und Halbleiterclustern erstmalig bestimmt.

Einer der sechs mit je 16 000 Euro dotierten **Heinz Maier-Leibnitz-Preise** für das Jahr 2009 wird im Bereich Molekularbiologie an **Dr. Heike Krebber** (42) von der Universität Marburg vergeben. Sie entdeckte neue Faktoren, die für den Export von Boten-Ribonucleinsäuren (mRNA) aus dem Zellkern notwendig sind. Ebenso konnte sie erstmalig zeigen, dass Kernexportfaktoren eine entscheidende Rolle bei der Translation spielen. Krebber und ihr Forschungsteam schlagen ein neues Modell für den Mechanismus der Translation vor.

Mithilfe der mehrdimensionalen Infrarotspektroskopie untersucht **Dr. Jens Bredenbeck** (33), Gruppenleiter am Institut für Biophysik der Goethe-Universität Frankfurt, Biomoleküle, die in den lichtaktiven Sensoren von Mikroorganismen vorkommen. Diese verändern unter der Einwirkung von Licht ihre räumliche Struktur. Auf der Chemiedozententagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) erhielt Jens Bredenbeck den mit 2500 Euro dotierten **ADUC-Jahrespreis** der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Universitätsprofessoren für Chemie.

Für ihre Buchveröffentlichung „The Microscope and the Eye: A History of Reflection, 1740 - 1870“ erhielt **Prof. Dr. Jutta Schickore** vom Department of History and Philosophy of Science der Indiana University in Bloomington den **Paul-Bunge-Preis** der Hans R. Jenemann-Stiftung. Der mit 7500 Euro dotierte Preis wird von der GDCh und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie für Arbeiten zur Geschichte wissenschaftlicher Instrumente verliehen.

Prof. Dr. Dr. h.c. Robert Graham (66) von der Universität Duisburg-Essen ist mit der **Max-Planck-Medaille für theoretische Physik** ausgezeichnet worden. Der Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), Prof. Dr. Gerd Litfin, überreichte die mit der Ehrung verbundene Goldmedaille auf der Jahrestagung der DPG in Hamburg. Prof. Graham befasst sich seit vier Jahrzehnten erfolgreich mit quantenmechanischen Fragestellungen, beispielsweise mit der „Bose-Einstein-Kondensation“, ein erst seit 1990 realisierbarer Zustand. Dabei geht es um Atome, deren Bewegung quantenmechanischen Wellencharakter zeigt und durch Laserlicht beeinflusst werden kann.

Der Chemiker **Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. Achim Müller** (71) von der Universität Bielefeld ist für seine wissenschaftlichen Leistungen mit der **„Centenary Medal 2008/2009“** der traditionsreichen Royal Society of Chemistry in London ausgezeichnet worden. Achim Müller gilt als einer der international führenden Wissenschaftler auf dem Gebiet der löslichen Metalloxide und Metallsulfide und ihrer strukturellen Selbstorganisation. Seine Forschungsschwerpunkte liegen unter anderem im Bereich der anorganischen Nanochemie, wo er richtungsweisende Arbeiten zu Übergangsmetallkomplexen und deren elektronischen Struktur, der bioorganischen Chemie sowie zu Nanostrukturen von Polyoxometallen vorlegte.

Grand Prix Chimique

Der Grand Prix Chimique, 1991 in Deutschland ins Leben gerufen, ist ein internationaler Wettbewerb für alle, die in einem chemischen Laborberuf ausgebildet werden, oder am Anfang ihrer Berufstätigkeit stehen und die ihr praktisches Können unter Beweis zu stellen wollen. Der Wettbewerb umfasst experimentelle Aufgabenstellungen aus den Bereichen der analytischen und präparativen Chemie. Das alle zwei Jahre stattfindende Treffen fungiert außerdem als Leistungsvergleich der schulischen und betrieblichen Ausbildung innerhalb Deutschlands und Europas. Zunächst werden in der nationalen Runde die Besten ermittelt, dieses

Jahr vom 22. bis 24. Juli in der Hohenwiel-Gewerbeschule in Singen. Die nationalen Sieger nehmen am internationalen Wettbewerb vom 4. bis 9. Oktober am Kreisberufsschulzentrum in Ellwangen teil. Die Bedeutung des Wettbewerbs für die Nachwuchsförderung in den Chemieberufen wird auch dadurch unterstrichen, dass die Gesellschaft Deutscher Chemiker die Schirmherrschaft übernommen hat. Eine Anmeldung ist bis zum **30. April 2009** möglich. Nähere Informationen und die Anmeldung sind unter www.chf.de oder über die Nationale Geschäftsstelle beim Institut Dr. Flad, Breitscheidstraße 127 in 70176 Stuttgart zu finden.

Technische Kommunikation

Auch in diesem Jahr vergibt die Alcatel-Lucent Stiftung den mit 20 000 Euro dotierten Forschungspreis Technische Kommunikation. Der Preis wird einer wissenschaftlichen Leistung im Themenkreis „Mensch und Technik in Kommunikationssystemen“ zuerkannt. Der thematische Rahmen ist weit gefasst, um den interdisziplinären Aspekt des Preises zu betonen. Die Ausschreibung richtet sich an

Wissenschaftler außerindustrieller Forschungseinrichtungen. Die Leistung soll einen Beitrag zu einer menschengerechten Technik darstellen. Sie soll nicht in einer Einzelarbeit, sondern in einem „wegweisenden Gesamtschaffen“ bestehen. Damit sollte sich ein Vorschlag auf mehrere Publikationen zum Themenbereich beziehen. Details sind abrufbar unter www.stiftungaktuell.de.

Frauenförderung für Führungspositionen

„In Führung gehen“ heißt das Helmholtz-Mentoring-Programm für weibliche Nachwuchskräfte, das einer der Strategiebausteine der Helmholtz-Gemeinschaft zur Förderung der Chancengleichheit ist. Durch das Programm sollen junge Frauen aus der Wissenschaft und der Verwaltung auf anspruchsvolle Positionen und Führungsaufgaben vorbereitet werden. Als Mentorinnen und Mentoren werden Helmholtz-Führungskräfte ausgewählt, die die Frauen in ihrer Karriereplanung beraten und unterstützen. Gleichzeitig können die Mentees während der einjährigen Laufzeit ihre Vernetzung innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft nachhaltig ausbauen. Außerdem wird

das Programm für Mentees und Mentor/innen durch begleitende Weiterbildungsangebote und ein individuelles Coaching ergänzt. Vorgängerin des Programms ist das Netzwerk-Mentoring, das von 2005 bis 2008 als Projekt durch das DLR betreut wurde. Mit der neuen Ausschreibung wird das Programm zusammen mit anderen zentrenübergreifenden Aktivitäten zur Nachwuchsförderung und Chancengleichheit nun zentral von der Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft betreut. Die Ausschreibung beginnt am 09.03.2009 und endet am **17. April 2009**. Weitere Details zur Ausschreibung sind unter [„www.helmholtz.de/in-fuehrung-gehen“](http://www.helmholtz.de/in-fuehrung-gehen) zu finden.

Umfangreiche Rechte und Pflichten für Arbeitgeber und Arbeitnehmer

Uwe Fitzner, Ratingen

Deutschland ist nach wie vor das Land der Forscher, Entwickler und Erfinder. Insbesondere der in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen tätige Arbeitnehmer wird in der Regel mit dem Arbeitnehmererfindergesetz in Berührungen kommen. Dieses Gesetz ist eine Besonderheit des deutschen Rechts und in dieser Form nicht in allen Staaten bekannt. Dies gilt insbesondere für die nach diesem Gesetz einzuhaltenden Formalien. Im folgenden wird daher ein Überblick für die vom Arbeitnehmer und Arbeitgeber geltenden Rechte und Pflichten gegeben.

I. Geltungsbereich

1. Arbeitnehmer

Für das Arbeitnehmererfindergesetz wird der im Arbeitsrecht allgemein geltende Arbeitnehmerbegriff zugrunde gelegt (1). Danach ist Arbeitnehmer derjenige, der seine vertraglich geschuldete Leistung im Rahmen einer von Dritten bestimmten Arbeitsorganisation erbringt, in der er dem Weisungsrecht seines Vertragspartners unterliegt, was Inhalt, Durchführung, Zeit, Dauer und Ort der Tätigkeit betrifft (2). In Abgrenzung zum selbständigen freien Mitarbeiter ist der Arbeitnehmer derjenige Mitarbeiter, der nicht im Wesentlichen frei seine Tätigkeit gestalten und seine Arbeitszeit bestimmen kann (2).

Der Autor

Prof. Dr.-Ing. Dr. jur. Uwe Fitzner ist Rechts- und Patentanwalt und Teilhaber einer Rechts- und Patentanwaltskanzlei mit den Schwerpunkten Patente, Marken und Design in Ratingen bei Düsseldorf. Des Weiteren ist er Honorarprofessor der Rechtswissenschaftlichen Fakultät der FernUniversität Hagen. Er ist Mitglied des Vorstands der Patentanwaltskammer sowie Leiter der Arbeitsgemeinschaft für die Ausbildung der Patentanwaltskandidaten in Nordrhein-Westfalen und Mitglied der Prüfungskommission für das Patentassessor-Examen. Er veröffentlichte zahlreiche rechts- und naturwissenschaftlichen Arbeiten, so etwa Schriften zur Biotechnologie, zum Umweltrecht, Lebensmittelrecht und dem gewerblichen Rechtsschutz sowie das Lehrbuch zum gewerblichen Rechtsschutz „Der Patentanwalt. Berufsbild und Tätigkeit im gewerblichen Rechtsschutz“. Seit vielen Jahren ist er auch Mit-herausgeber der CLB.



Beispiele:

a) Unter das Arbeitnehmererfindergesetz fallen:

- Angestellte, Werkstudenten, Hochschulprofessoren (§ 42 ArbEG)

- Auszubildende

b) nicht unter das Arbeitnehmererfindergesetz fallen:

- Ruheständler (3), (4)

- nicht angestellte Handelsvertreter, Vertreter juristischer Personen wie Geschäftsführer (5), (6), (7), (8)

- oder Vorstandsmitglieder (2)

- persönlich haftende Gesellschafter (9)

- Praktikanten.

2. Arbeitgeber

Die Rechtsbeziehungen aus dem Arbeitnehmererfindergesetz betreffen ausschließlich das Verhältnis zwischen Arbeitnehmererfinder und Arbeitgeber. Bei verbundenen Unternehmen (Konzernen) ist für die erfinderrechtlichen Beziehungen zu klären, wer Arbeitgeber ist. Nur der jeweilige Arbeitgeber ist Träger aller Rechte und Pflichten nach dem Arbeitnehmererfindergesetz.

3. Betriebsübergang

Im Falle des Betriebsübergangs oder bei einem rechtsgeschäftlichen Betriebsinhaberwechsel erlischt das Arbeitsverhältnis nicht, sondern besteht mangels Widerspruchs des Arbeitnehmers mit dem neuen Betriebsinhaber unverändert fort. Der Erwerber tritt an die Stelle des bisherigen Arbeitgebers.

Widerspricht der Arbeitnehmererfinder der Fortführung seines Arbeitsverhältnisses mit dem Erwerber, bleibt seine arbeitsvertragliche Bindung zum bisherigen Arbeitgeber bestehen (2). Damit bleibt auch nach dem Arbeitnehmererfindergesetz der bisherige Betriebsinhaber und Arbeitgeber verpflichtet. Dies gilt auch für den Fall, dass die Erfindungsrechte auf den Erwerber übertragen worden sind. Ggf. ist der Arbeitnehmer an dem Kaufpreiserlös zu beteiligen.

4. Beendigung des Arbeitsverhältnisses

§ 26 ArbEG stellt klar, dass die Auflösung des Arbeitsverhältnisses bzw. Dienstverhältnisses die Rechte und Pflichten aus dem Arbeitnehmererfindergesetz unbe-

rührt lässt. D. h., ist eine Erfindung vor dem Ausscheiden aus dem Arbeitsverhältnis fertiggestellt worden, hat der ausgeschiedene Arbeitnehmer die sich aus dem Arbeitnehmererfindergesetz gebenden Rechte und Pflichten (10), (11).

Eine Erfindung wird erst nach Beendigung des Arbeitsverhältnisses fertiggestellt. In diesem Falle unterliegt sie in Bezug auf den früheren Arbeitgeber nicht mehr dem Arbeitnehmererfindergesetz, auch wenn zu deren Entwicklung Erkenntnisse aus der früheren Tätigkeit genutzt worden sind (12). Dies gilt auch, wenn der Arbeitnehmer einem nachvertraglichen Geheimhaltungs- und Wettbewerbsverbot unterliegt (2).

5. Räumlicher Geltungsbereich

Das Arbeitnehmererfindergesetz gilt für die Bundesrepublik Deutschland. Probleme ergeben sich daher insbesondere in der Praxis, wenn ein Arbeitnehmer vorübergehend ins Ausland zu Montage- und Forschungszwecken abgeordnet wird. Hier kommt es darauf an, ob das Arbeitsverhältnis den Regeln des internationalen Privatrechts und damit dem deutschen Recht unterliegt (13). Haben die Arbeitsvertragsparteien von der Möglichkeit einer Rechtswahl keinen Gebrauch gemacht, gilt das Recht des Arbeitsortes auch für die Arbeitnehmererfindungen. Zu beachten ist eine Sonderregelung für europäische Patentanmeldungen. Dort ist vorrangig das Recht des Beschäftigungsortes, ggf. des Betriebsortes maßgeblich.

Besonderheiten ergeben sich hinsichtlich des Beitritts der neuen Bundesländer. Für Erfindungen zwischen dem 01.07. und 02.10.1990 gelten weitgehend entsprechende Vorschriften wie im Bundesdeutschen Recht. Für Erfindungen vor dem 01.07.1990 gilt, dass die Erfindung zu Gunsten des sog. Ursprungsbetriebs als unbeschränkt in Anspruch genommen gilt.

II. Diensterfindung

Gemäß § 4 Abs. 2 ArbEG sind Diensterfindungen die während der Dauer des Arbeitsverhältnisses gemachten Erfindungen, sofern diese entweder aus der dem Arbeitnehmer im Betrieb oder der öffentlichen Verwaltung obliegenden Tätigkeit entstanden sind oder maßgeblich auf Erfahrungen oder Arbeiten des Betriebes oder der öffentlichen Verwaltung beruhen.

1. Fertigstellung der Erfindung

Voraussetzung für das Vorliegen einer Diensterfindung ist in jedem Falle, dass die Fertigstellung während der Dauer des Arbeitsverhältnisses erfolgt. Als Dauer des Arbeitsverhältnisses ist die Zeit vom rechtlichen Beginn des Arbeitsverhältnisses bis zur Beendigung im Rechtssinne zu verstehen, ohne dass es darauf ankommt, wann der Arbeitnehmer seine Arbeit tatsächlich aufnimmt, oder ob er bis zum letzten Tag tatsächlich tätig ist. Auch die während einer Freistellung

bzw. eines Schlussurlaubs gemachte Erfindung fällt daher unter das Arbeitnehmererfindergesetz (2).

Es ist unerheblich, wann und wo der Arbeitnehmer seine Erfindung entwickelt und fertiggestellt hat. Solange er in einem Arbeits- bzw. Dienstverhältnis steht, hat er gegenüber seinem Arbeitgeber Pflichten.

Beispiele:

- Eine Erfindung wird im Urlaub gemacht.
- Während der Freizeit gemachte Erfindung.
- Eine Erfindung wird während eines Krankenhausaufenthaltes gemacht.
- Erfindung wird auf dem Weg von und zur Arbeitsstätte gemacht.

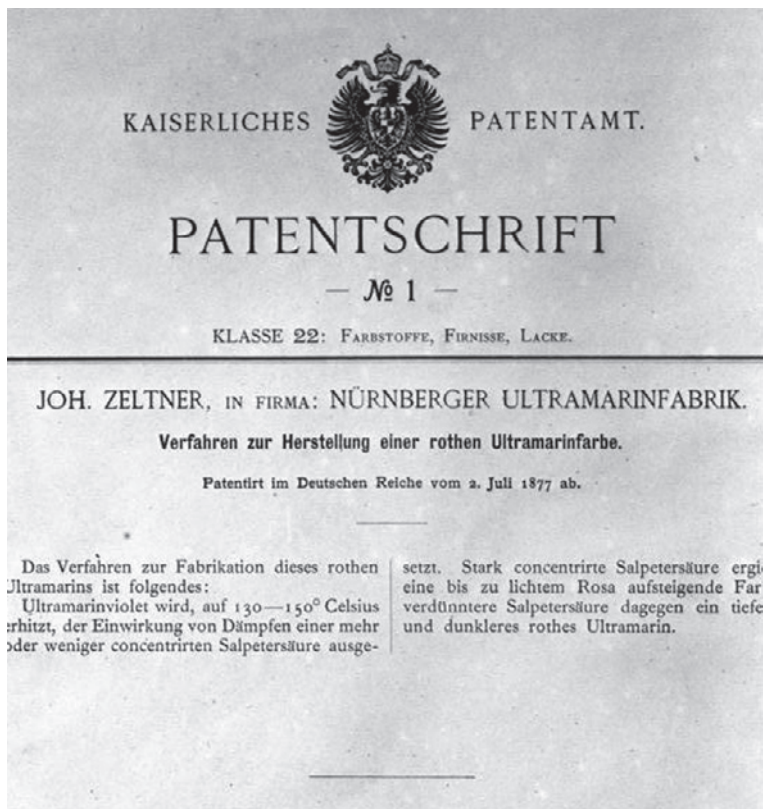
Unerheblich ist auch, mit welchen Arbeitsmitteln und in welchen Räumlichkeiten die Erfindung gemacht worden ist. Daher ist z. B. auch eine mit privaten Hilfsmitteln erstellte Erfindung eine Diensterfindung.

III. Erfindungsmeldung

1. Meldepflicht

Der Arbeitnehmer hat die Diensterfindung unverzüglich dem Arbeitgeber zu melden (§ 5 Abs.1 ArbEG). Die Meldepflicht gehört zu den elementaren Rechtspflichten des Arbeitnehmers (14).

Die erste Patentschrift des Deutschen Reiches, erteilt am 2. Juli 1877. Sie betraf ein Verfahren zur Herstellung roter Ultramarin-Farbe (Abb.: Deutsches Bundesarchiv).



AUFsätze

2. Form der Erfindungsmeldung

a) Schriftform

Die Erfindungsmeldung hat gemäß § 5 Abs.1 ArbEG schriftlich zu erfolgen (15). Für die Praxis gilt daher, dass die Schriftform für die Wirksamkeit der Erfindungsmeldung ein zwingendes Erfordernis ist. Die Übermittlung per E-Mail, Telefax, Telekopie und Fernschreiben reicht für die Erfüllung der gesetzlichen Erfordernisse nicht aus. Denn es fehlt die nach § 126 Abs.1 BGB auf der zu überreichenden Meldung anzubringende Original Unterschrift.

b) Gesonderte Erfindungsmeldung

Weiterhin erforderlich ist das Vorliegen einer gesonderten Erfindungsmeldung. Ein Jahresbericht, in dem sämtliche Tätigkeiten während des abgelaufenen Geschäftsjahres beschrieben sind und in dem sich auch Darstellungen von Neuentwicklungen finden, ist keine gesonderte Erfindungsmeldung. Eine solche ist nämlich nur gegeben, wenn von anderen Informationen und Schriftstücken getrennte Unterlagen überreicht werden. Folglich reichen Darstellungen im Rahmen bloßer Tätigkeitsberichte oder allgemeiner Unterrichtungen des Arbeitgebers über Versuchsergebnisse und Entwicklungen nicht aus (16).

c) Bezeichnung der Erfindungsmeldung

Die vom Arbeitnehmer dem Arbeitgeber vorgelegten Unterlagen müssen auch deutlich erkennen lassen, dass es sich um die Meldung einer Erfindung handelt (16). Wenn die Worte „Meldung“ oder „Erfindungsmeldung“ zuvor nicht gebraucht, aber aus dem Inhalt ersichtlich ist, dass sich

sämtliche Unterlagen nur auf eine Neuentwicklung beziehen, die der Arbeitnehmer offensichtlich als Erfindung wertet, ist von einer ordnungsgemäßen Erfindungsmeldung auszugehen.

Wird z. B. die Formulierung „Entwurf einer Patentanmeldung“ gewählt, spricht dies dafür, dass der Arbeitnehmer eine Erfindungsmeldung überreichen

wollte. Dagegen reichen z. B. vom Arbeitnehmer unterzeichnete Konstruktionszeichnungen ohne weitere Hinweise nicht. Denn dies ist wiederum im Einzelfall nicht als ausreichende Kenntlichmachung einer Erfindung anzusehen. Gleiches gilt, wenn ein Arbeitnehmer seinem Arbeitgeber Entwicklungsaufgaben und Versuchsergebnisse bekannt gibt, ohne darauf hinzuweisen, dass er die Versuche für bedeutsam und als Ausdruck eines ggf. patentfähigen allgemeinen Lösungsprinzips ansieht (16).

d) Unverzögliche Erfindungsmeldung

Die Meldung hat unverzüglich zu erfolgen. Erfolgt eine Erfindungsmeldung nicht unverzüglich, wird ihr zwar nicht der Charakter einer verbindlichen Meldung genommen, aber der Arbeitnehmer kann für den infolge der verzögerten Einreichung einer Anmeldung entstandenen Schaden ersatzpflichtig werden.

e) Beanstandung der Erfindungsmeldung

Liegt eine Erfindungsmeldung vor, ist diese jedoch bezüglich der inhaltlichen Erfordernisse des § 5 Abs.2 ArbEG unvollständig, kann der Arbeitgeber dies beanstanden. Hierbei ist konkret zu erklären, dass und in welcher Hinsicht die Meldung einer Ergänzung bedarf. Die Beanstandungserklärung muss dem Arbeitnehmer innerhalb von zwei Monaten zugehen. Versäumt der Arbeitgeber diese Frist, gilt die Erfindungsmeldung als ordnungsgemäß (§ 5 Abs.3 S.1 ArbEG).

f) Abgabe und Zugang der Erfindungsmeldung

Die Erfindungsmeldung muss der Arbeitnehmer abgeben. D. h., er muss auch für den Zugang sorgen. Das Übermittlungsrisiko liegt mithin beim Arbeitnehmer.

IV. Inanspruchnahme (17)

1. Rechtsnatur, Form und Frist

Mit der Fertigstellung einer Dienstleistung erlangt der Arbeitgeber kraft Gesetzes ein Recht zur Aneignung der Erfindung (§§ 6,7 ArbEG). Dieses Recht kann der Arbeitgeber durch Inanspruchnahme der Erfindung ausüben. Jede Dienstleistung ist gesondert in Anspruch zu nehmen (18). Die Inanspruchnahmeerklärung entfaltet ihre Wirkung auch gegen den Willen des Arbeitnehmers. Die Rechtswirkung tritt mit Zugang der Erklärung beim Arbeitnehmer ein (19), (20).

Die Inanspruchnahme hat durch schriftliche Erklärung des Arbeitgebers gegenüber dem Arbeitnehmer zu erfolgen (§ 6 Abs.1 S. 1 ArbEG) (15). D. h. es muß die eigenhändige (Original) Unterschrift auf der Erklärung vorhanden sein. D.h. z.B., eine Fax-Übermittlung genügt nicht der Schriftform des § 125 BGB.

Die Frist zur Erklärung der Inanspruchnahme beträgt vier Monate nach Zugang der ordnungsgemäßen Erfindungsmeldung (§ 6 Abs. 2 S. 2 ArbEG).

An der Wilhelm-Pieck-Universität in Rostock in der DDR wurde 1985 eine polytechnische Patentbibliothek eingerichtet. Typisches Werkzeug damals: Mikrofilm-Sichtgeräte statt Computer (Foto: Deutsches Bundesarchiv).



Lässt der Arbeitgeber diese Frist verstreichen oder versäumt er ihre Einhaltung, wird die Erfindung gemäß § 8 Abs.1 Nr.3 ArbEG frei. Im Ausnahmefall kann auch ohne ausdrückliche Erklärung eine Übertragung in Betracht kommen. Allerdings sind an die Annahme einer stillschweigenden Übertragung der Erfindung strenge Anforderungen zu stellen (21). Aus dem gesamten Sachverhalt muss sich nach außen unzweideutig ergeben, dass der Arbeitnehmer seine Diensterfindung dem Arbeitgeber übertragen und der Arbeitgeber die Erfindung übernehmen will (18).

Beispiel:

Ein Arbeitnehmer entwickelt ein neues Verfahren zur automatischen Bestückung von Öfen. Er fertigt entsprechende Zeichnungen an. Die Geschäftsleitung des Arbeitgebers beauftragte daraufhin den Arbeitnehmer, einen Patentanwalt zu finden und die Erfindung zum Patent anzumelden. Daraufhin erfolgte eine entsprechende Ausfertigung und Einreichung einer Patentanmeldung. Nach Ablauf von sechs Monaten, gerechnet vom Anmeldetag an, scheidet der Arbeitnehmer aus der Firma im Streit aus. Er behauptet nunmehr, ihm stünde das Recht auf das Patent zu.

Im vorliegenden Fall fehlt es an einer ordnungsgemäßen Erfindungsmeldung. Allerdings hat der Arbeitgeber den Arbeitnehmer mit der Suche nach einem Patentanwalt und einer Ausarbeitung der Patentanmeldung gemeinsam mit diesem beauftragt. Dadurch, dass schließlich der Arbeitgeber über den Patentanwalt eine Patentanmeldung hat einreichen lassen, hat er zum Ausdruck gebracht, dass er von einer Erfüllung der Meldepflicht ausgeht. Damit war dem Arbeitgeber klar, dass es um eine Erfindung geht. Aus Sicht des Arbeitnehmers lag eine Diensterfindung vor; denn er hatte gemeinsam mit dem Patentanwalt einen entsprechenden Anmeldungsentwurf erstellt. Spätestens mit dem Tag der Schutzrechtsanmeldung ist mithin der Beginn der Inanspruchnahmefrist anzunehmen. Da es an einer Inanspruchnahme innerhalb von vier Monaten fehlt, ist die Erfindung für den Arbeitnehmer freigeworden (22), (4).

2. Unbeschränkte Inanspruchnahme

Das Gesetz überlässt es der Entscheidung des Arbeitgebers, in welchem Umfang er eine Inanspruchnahme erklären will. Grundsätzlich hat er daher die Wahl, ob er die Erfindung beschränkt oder unbeschränkt in Anspruch nimmt. Natürlich kann er auch von einer Inanspruchnahme gänzlich absehen. Die Erklärung der unbeschränkten Inanspruchnahme muss eindeutig sein (2).

Mit Zugang der Erklärung der unbeschränkten Inanspruchnahme gehen alle Rechte der Diensterfindung auf den Arbeitgeber über. Dieser kann damit über den Gegenstand der Erfindung frei verfügen, hat also das

Recht, daran Lizenzen zu vergeben oder sie auch auf Dritte zu übertragen.

3. Beschränkte Inanspruchnahme

Mit der beschränkten Inanspruchnahme erwirbt der Arbeitgeber ein nicht ausschließliches Benutzungsrecht an der Erfindung. Inhaltlich muss der Arbeitgeber zum Ausdruck bringen, dass er mit der Inanspruchnahme ein nicht ausschließliches Benutzungsrecht erwerben will.

Dieses Recht des Arbeitgebers ist einer einfachen Lizenz gleichgestellt (23). Es ist betriebsgebunden, kann demgemäß nicht veräußert oder im Wege der Unterlizenzvergabe vervielfältigt werden (23) und umfasst alle Benutzungsarten, auf die sich ein erteiltes Schutzrecht erstrecken würde. Der Arbeitgeber ist also berechtigt, den Gegenstand der Erfindung selbst herzustellen oder herstellen zu lassen, z.B. durch Lohnfertigung durch Dritte. Ebenso ist er berechtigt, die erfindungsgemäßen Produkte in Verkehr zu bringen, freizuhalten oder sonst wie zu gebrauchen.

Wenn das nicht ausschließliche Benutzungsrecht des Arbeitgebers die anderweitige Verwertung durch den Arbeitnehmer unbillig erschwert, kann Letzterer vom Arbeitgeber verlangen, dass dieser innerhalb von zwei Monaten die Diensterfindung wieder unbeschränkt in Anspruch nimmt oder sie freigibt (§ 7 Abs.2 S.2 ArbEG). Trifft der Arbeitgeber keine Entscheidung, wird die Erfindung gänzlich frei (§ 8 Abs.1 Nr.3, 2. Alt. ArbEG).

V. Schutzrechtsanmeldung durch den Arbeitgeber

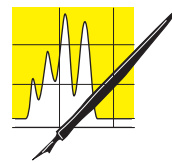
1. Inland:

Nach § 13 Abs. 2 ArbEG ist der Arbeitgeber verpflichtet, eine gemeldete Diensterfindung im Inland zur Schutzrechtserteilung anzumelden. Dies hat zur Sicherung möglichst frühzeitiger Prioritätsrechte unverzüglich zu erfolgen. Die Verpflichtung wird durch den Zugang der ordnungsgemäßen Erfindungsmeldung des Arbeitnehmers ausgelöst.

Gemäß § 13 ArbEG besteht diese Pflicht unabhängig von der Inanspruchnahme. Daher hat der Arbeitgeber eine Anmeldung auch unverzüglich auszuarbeiten und einzureichen, wenn eine Entscheidung über die Inanspruchnahme noch nicht getroffen ist (2). Er hat dabei zu prüfen, ob ein Patent oder ein Gebrauchsmuster in Betracht kommt.

2. Betriebsgeheime Erfindung:

Nach § 17 Abs.1 ArbEG kann der Arbeitgeber von einer Schutzrechtsanmeldung absehen, wenn berechnete Betriebsbelange dies erfordern (24). Erforderlich ist allerdings auch in diesem Falle, dass der Arbeitge-



AUFsätze

ber die Erfindung unbeschränkt in Anspruch nimmt. Der Arbeitgeber muss daher die Schutzfähigkeit anerkennen (§ 17 Abs.1 ArbEG). An diese Erklärung bleibt er gebunden.

Hat der Arbeitgeber Zweifel an der Schutzfähigkeit und erkennt er diese deshalb nicht an, muss er zur Herbeiführung einer Einigung über die Schutzfähigkeit die Schiedsstelle anrufen (§ 17 Abs.2 iVm § 28ff. ArbEG). Entsprechend § 13 Abs. S.3 ArbEG muss die Anrufung der Schiedsstelle unverzüglich erfolgen.

Als Alternative zur Anrufung der Schiedsstelle wird in der Praxis die Diensterfindung vielfach zunächst zum Patent angemeldet. Hierbei wird angestrebt, vor Ablauf der 18-Monats-Frist für die Offenlegung der Patentanmeldung einen Prüfungsbescheids des Patentamtes über die Schutzfähigkeit zu erhalten (§§ 48, 49 PatG). Bei einem negativen Bescheid kann der Arbeitgeber die Anmeldung zurücknehmen. Je nach Sachlage kann der Arbeitgeber die Schutzfähigkeit anerkennen, eine Einigung mit dem Erfinder über die zukünftige Behandlung anstreben oder die Schiedsstelle nach § 17 Abs.2 ArbEG zur abschließenden Klärung der Schutzfähigkeit anrufen. Dieses Verfahren stellt sich als nachträglicher Wechsel zum Betriebsgeheimnis dar (2).

3. Ausland:

Eine Pflicht zur Auslandsanmeldung besteht nicht (2). Das Recht zur Auslandsanmeldung hat der Arbeitgeber andererseits erst nach beschränkter Inanspruchnahme der Erfindung (§ 14 Abs. 1 ArbEG). Er ist frei, in wel-

chen Staaten er anmelden will.

Soweit der Arbeitgeber in ausländischen Staaten keine Anmeldungen durchführen will, hat er die Diensterfindung dem Arbeitnehmer freizugeben (§ 14 Abs.2 S.1 ArbEG). Die Freigabepflicht schließt die Verpflichtung für den Arbeitgeber ein, den Arbeitnehmer-erfinder unaufgefordert über die beabsichtigte Freigabe zu unterrichten, (24).

Der Arbeitgeber kann sich gleichzeitig mit der Auslandsfreigabe ein vergütungspflichtiges, nicht ausschließliches Benutzungsrecht vorbehalten. Dieses Recht entspricht einer einfachen Lizenz (23). Macht der Arbeitgeber von seinem Nutzungsrecht tatsächlichen Gebrauch, ist er vergütungspflichtig.

Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit einer Vereinbarung, wonach der Arbeitnehmer auf seine Rechte gegen Zahlung einer Pauschalvergütung verzichtet. Eine derartige Regelung ist gemäß § 22 S.2 ArbEG zulässig.

VI. Freiwerden der Diensterfindung und Aufgabe von Rechtspositionen

1. Freiwerden

Eine Diensterfindung wird gemäß § 8 Abs. 1 ArbEG frei, wenn der Arbeitgeber sie schriftlich freigibt, beschränkt in Anspruch nimmt, oder nicht fristgerecht in Anspruch nimmt. Im Fall des Freiwerdens der Diensterfindung bleibt der Arbeitnehmer Inhaber der Erfindungsrechte.

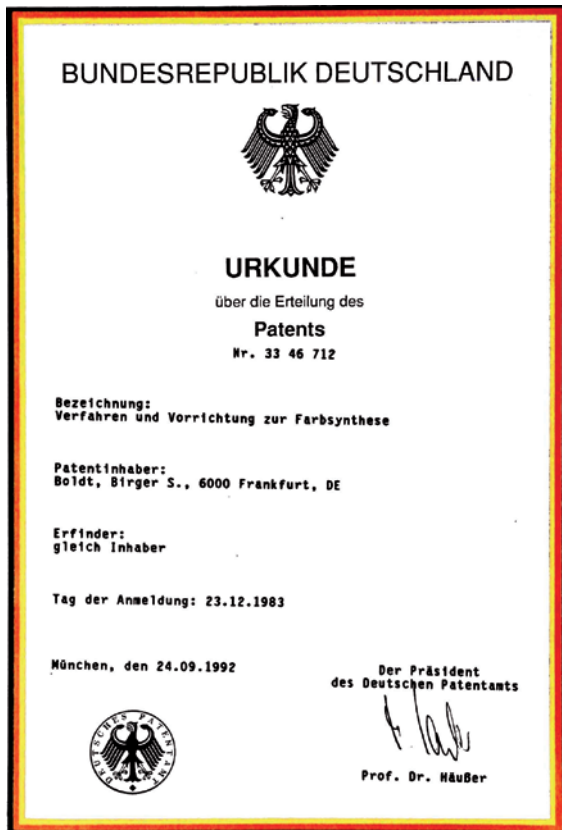
Der Arbeitnehmer ist mit dem Freiwerden der Erfindung befugt, entweder eine zuvor vom Arbeitgeber betriebene Schutzrechtsanmeldung fortzuführen (§ 13 Abs. 4 S. 2 ArbEG) oder die Diensterfindung selbst zum Schutzrecht anzumelden (§ 13 Abs. 4 S. 1 ArbEG). Der Arbeitnehmer kann über die freigewordene Erfindung frei verfügen. Nach herrschender Meinung darf er auch Konkurrenten seines Arbeitgebers die Erfindung anbieten, sie auf diese übertragen oder Lizenzen daran zu vergeben (2). Eine Eigenverwertung ist jedoch in dem Falle nicht zulässig, wenn er selbst in Konkurrenz zu seinem Arbeitgeber tritt. Er kann also die Erfindung insoweit nicht selbst verwerten, wenn diese Eigennutzung in den Arbeitsbereich seines Arbeitgebers fällt (2).

2. Schutzrechtsaufgabe

Hat der Arbeitgeber eine Erfindung unbeschränkt in Anspruch genommen und entscheidet später, dass er an einer Weiterverfolgung nicht mehr interessiert ist, kann er eine ggf. getätigte Schutzrechtsanmeldung nicht ohne weiteres fallen lassen (§ 16 ArbEG). Dies trifft zum einen das Fallenlassen von inländischen oder ausländischen Schutzrechten, aber auch den Verzicht auf eine die nationale Schutzordnung gewährte Verlängerungsmöglichkeit für ein Schutzrecht. Gleiches ist hinsichtlich der Nichteinlegung von Rechtsbehelfen bzw. Rechtsmitteln in Schutzrechtserteilungsverfahren zu berücksichtigen (25).

Der Arbeitgeber ist in seiner Entscheidung frei, ob und welche Schutzrechtspositionen er aufgeben will. Zu einem Fallenlassen der Schutzrechtsposition ohne vorheriges Angebot an den Arbeitnehmer ist der Arbeitgeber nach § 16 Abs.1 ArbEG nur dann befugt,

Von der Einreichung des Patentantrags bis zur Patenterteilung können durchaus mehrere Jahre vergehen (Foto: Birger Boldt).



wenn er den Vergütungsanspruch des Arbeitnehmers (§ 9 ArbEG) bereits vollständig erfüllt hat (2).

Bis zum Ablauf der Überlegungsfrist ist der Arbeitgeber verpflichtet, die Schutzrechtsposition in ihrem Bestand unverändert aufrecht zu erhalten. Während der Überlegungsfrist hat er alle ihm zumutbaren Maßnahmen zu treffen, um dem Arbeitnehmererfinder das zu übertragende Recht in dem Zustand zu erhalten, in dem es sich zum Zeitpunkt der Mitteilung der Aufgabeabsicht befunden hat (25). Dies beinhaltet bei einem Einspruchs- und Beschwerdeverfahren z.B. die Pflicht des Arbeitgebers, alle Verteidigungsmöglichkeiten zugunsten des Arbeitnehmers auszuschöpfen (25).

Verlangt der Arbeitnehmer die Übertragung der Schutzrechtsposition, hat der Arbeitgeber diese Rechte unverzüglich zu übertragen (25) und die zur Wahrung des Rechts erforderlichen Unterlagen auszuhandigen. Die Rechtsübertragung erfolgt auf Kosten des Arbeitnehmers. Mit der Übertragung entfällt jegliches Verwertungsrecht seitens des Arbeitgebers. Will dieser dies vermeiden, kann er sich mit der Mitteilung der Aufgabeabsicht ein ausschließliches Benutzungsrecht vorbehalten (§ 16 Abs. 3 ArbEG). Die Nutzung durch den Arbeitgeber ist in diesem Falle vergütungspflichtig. Lässt der Arbeitgeber die Schutzrechtsposition fallen, ohne dies zuvor dem Arbeitnehmer gemäß § 16 Abs.2 ArbEG mitzuteilen und ihm die Schutzrechtsposition anzubieten, so macht er sich schadensersatzpflichtig (25).

VII. Vergütung

1. Allgemeine Grundsätze:

Dem Recht des Arbeitgebers, eine Dienstleistung unbeschränkt in Anspruch nehmen zu können, steht ein Anspruch des Arbeitnehmers auf angemessene Vergütung im Falle der unbeschränkten Inanspruchnahme gegenüber (4). Die Vergütungsansprüche des Arbeitnehmers stellen den wirtschaftlichen Ausgleich für die Inanspruchnahme der Erfindung durch den Arbeitgeber dar.

Das Arbeitnehmererfindergesetz schreibt die Art der Vergütung nicht vor, geht aber von Geldleistungen aus (§ 12 Abs.3 S.1, Abs.6 S.2 ArbEG, und RL Nr. 40). Der Regelfall ist eine laufende Zahlung (RL Nr. 40 Abs.1 und 2). Pauschalabfindungen sind ebenfalls zulässig (24).

Seiner Rechtsnatur nach ist der Anspruch auf Erfindervergütung ein Anspruch eigener Art, der kein Arbeitsentgelt darstellt (26). Der Vergütungsanspruch kann deshalb auch nicht auf die Arbeitsvergütung angerechnet werden (10). Gleichwohl ist die Erfindervergütung beitragspflichtig in der Sozialversicherung.

Schuldner des Vergütungsanspruchs ist der Arbeitgeber (27). D.h., im Falle der Übertragung der Dienstleistung auf Dritte geht die Vergütungspflicht

nicht auf den Rechtserwerber über. Andererseits ist der Vergütungsanspruch auch des Arbeitnehmers übertragbar und vererblich (2).

2. Entstehen und Dauer des Vergütungsanspruchs:

Mit der unbeschränkten Inanspruchnahme entsteht der Vergütungsanspruch mit Zugang der Inanspruchnahmeerklärung beim Arbeitnehmer dem Grunde nach (28), (29), (10).

Die Vergütungsdauer wird im Regelfall durch die Laufzeit des Schutzrechts bestimmt (30). Wird die Schutzunfähigkeit aufgrund der Entscheidung einer Behörde eines Gerichts festgestellt, entfällt der Vergütungsanspruch (27). Grundsätzlich bleibt der Vergütungsanspruch bis zur rechtskräftigen Entscheidung bestehen (31). Vor einer amtlichen oder gerichtlichen Klärung kann sich der Arbeitgeber nicht auf die mangelnde Schutzfähigkeit berufen (32), (31), (25).

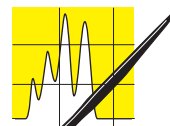
3. Fälligkeit der Vergütung:

Der gesetzliche Vergütungsanspruch ist fällig, sobald die Nutzungsaufnahme erfolgt (30). Und zwar wird der Vergütungsanspruch grundsätzlich drei Monate nach Aufnahme der Benutzungshandlungen fällig. Die Vergütung kann in Form einer laufenden Beteiligung oder als Pauschalvergütung einmalig oder mehrmalig in Form einer Gesamtabfindung gezahlt werden. Gemäß § 12 Abs.1 ArbEG sollen Art und Höhe der Vergütung in angemessener Frist nach Inanspruchnahme der Dienstleistung durch Vereinbarung zwischen den Parteien festgestellt werden (33).

Beispiel:

Ein Arbeitgeber bietet bestimmte Vergütungszahlungen an und der Arbeitnehmer nimmt diese widerspruchslos entgegen. In diesem Falle ist formlos durch konkludentes Handeln eine Vereinbarung zustande gekommen (2).

Kommt eine Vergütungsvereinbarung in angemessener Frist nicht zustande, hat der Arbeitgeber gemäß § 12 Abs.3 ArbEG die Vergütung durch eine begründete schriftliche Erklärung gegenüber dem Arbeitnehmer festzusetzen und entsprechend der Festsetzung zu zahlen (10). Der Arbeitnehmer kann binnen zwei Monaten nach Zugang der Festsetzung dieser schriftlich widersprechen (§ 12 Abs.1 S.4 ArbEG). Die Festsetzung wird damit unverbindlich. Allerdings muss der Arbeitgeber entsprechend seine Vergütung weiter zahlen; denn es entsteht eine einseitige Bindung des Arbeitgebers im Sinne einer Mindestzahlungsverpflichtung. Damit wird dem Arbeitnehmer die Möglichkeit eröffnet, zu widersprechen, ohne damit Einbußen zu seinen Lasten zu riskieren und so die Diskussion über die Vergütung in der Schwebe zu halten. Wenn sich nachträglich Umstände ändern, gibt § 12 Abs. 6 ArbEG jedem Beteiligten das Recht, von



AUFSÄTZE

a+b+c=	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	(20)
A=	2	4	7	10	13	15	18	21	25	32	39	47	55	63	72	81	90	(100)

Tabelle 1: Tabelle zur Bestimmung des Anteilsfaktors A (Anteil des Arbeitnehmers am Erfindungswert in Prozent). In dieser Tabelle bedeuten: a = Wertezahlen für die Stellung der Aufgabe; b = Wertezahlen für die Lösung der Aufgabe; c = Wertezahlen aus Aufgaben und Stellung im Betrieb.

dem anderen die Einwilligung in die Anpassung der Vergütungsregelung zu verlangen.

Der Arbeitgeber hat den Vergütungsanspruch grundsätzlich spätestens mit Ablauf von drei Monaten nach Aufnahme der Benutzung festzusetzen (30), (10). Allerdings hat der Arbeitnehmer für Benutzungshandlungen vor Schutzrechtserteilung nur einen Anspruch auf vorläufige Vergütung (30), (34). Bezüglich der Höhe der vorläufigen Vergütung ist der Arbeitgeber nicht verpflichtet, bereits den vollen Betrag zu zahlen. Er ist vielmehr berechtigt, einen Risikoabschlag in Abzug zu bringen. Dessen Höhe hängt von den Chancen der Schutzrechtserteilung im Einzelfall ab. Im Allgemeinen wird von einem Risikoabschlag von 50% der endgültigen Vergütung ausgegangen (2).

Die gezahlten Vergütungen sind nach rechtsbeständiger Schutzrechtsversagung nicht zurückzuzahlen. Wird das Schutzrecht endgültig erteilt, ist der einbehaltene Risikoabschlag nach zu zahlen (34). Eine Verzinsung erfolgt allerdings nicht.

4. Anspruch auf Auskunftserteilung und Rechnungslegung

Der Arbeitnehmer hat einen Anspruch auf Auskunft und Rechnungslegung (25), (35). Gemäß §§ 9, 12 ArbEG iVm § 242 BGB muss der Arbeitgeber dem Arbeitnehmer die Auskunft erteilen, die dieser benötigt, um den Umfang und die Höhe der ihm zustehenden Arbeitnehmervergütung berechnen zu können. Dazu gehören auch Angaben, die ihn in die Lage versetzen, die Richtigkeit der erteilten Auskünfte zu überprüfen (29).

Auf Verlangen muss der Arbeitgeber grundsätzlich auch die mit dem Erfindungseinsatz erzielten Gewinne und die Gestehungs- und Vertriebskosten einschließlich der einzelnen Kostenfaktoren offenbaren (36). Die Rechnungslegung (§ 259 BGB) ist eine besonders genaue Art der Auskunft in Form einer geordneten, in sich verständlichen Zusammenstellung von Einnahmen und Ausgaben, die den Schuldner zur Vorlage von Belegen verpflichten (36). Der Arbeitgeber kann auch verpflichtet sein, im Einzelfall Unterlagen dem Arbeitnehmer zur Einsicht zur Verfügung zu stellen (29).

5. Berechnung der Vergütung:

Für die Berechnung der Vergütung wird das in der folgenden Formel wiedergegebene Prinzip verwendet:

$$V = U \times L \times A$$

Dabei bedeuten: V = die zu zahlende Vergütung; A = den Anteilsfaktor in Prozenten; U = Umsatz; L = Lizenzsatz in Prozenten

Der Anteilsfaktor wird bestimmt:

- a) durch die Stellung der Aufgabe
- b) durch die Lösung der Aufgabe
- c) durch die Aufgaben und die Stellung des Arbeitnehmers im Betrieb.

Der Anteil des Arbeitnehmers am Zustandekommen der Dienstleistung ist umso größer, je größer seine Initiative bei der Aufgabenstellung und je größer seine Beteiligung bei der Kenntnis der betrieblichen Menge und Bedürfnisse ist. Diese Gesichtspunkte können in folgenden 6 Gruppen berücksichtigt werden; wobei jeder Gruppe eine Wertzahl a) zugeordnet wird (= Wertzahl 1-6)

1. Der Betrieb hat ihm eine Aufgabe unter unmittelbarer Angabe des beschrittenen Lösungsweges gestellt (Wertzahl 1),
2. der Betrieb hat ihm eine Aufgabe ohne unmittelbare Angabe des beschrittenen Lösungsweges gestellt (Wertzahl 2),
3. der Betrieb hat ihm keine Aufgabe gestellt und diese beruht auf infolge der Betriebszugehörigkeit erlangten Kenntnissen von Mängeln und Bedürfnissen, die der Erfinder aber nicht selbst festgestellt hat (Wertzahl 3),
4. der Betrieb hat ihm eine Aufgabe gestellt, diese beruht aber auf infolge der Betriebszugehörigkeit erlangten Kenntnissen oder Mängeln oder Bedürfnissen, die der Erfinder selbst festgestellt hat (Wertzahl 4),
5. der Erfinder hat sich innerhalb seines Aufgabenbereichs eine Aufgabe gestellt (Wertzahl 5),
6. der Erfinder hat sich außerhalb seines Aufgabenbereichs eine Aufgabe gestellt (Wertzahl 6).

Bei der Ermittlung der Wertzahl b) für die Lösung der Aufgabe sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Die Lösung wird mit Hilfe der dem Erfinder beruflich geläufigen Überlegung gefunden,
2. sie wird aufgrund betrieblicher Arbeiten oder Kenntnisse gefunden,
3. der Betrieb unterstützt den Erfinder mit technischen Mitteln.

Liegen alle Merkmale vor, enthält die Erfindung für die Lösung der Aufgabe die Wertzahl 1; wenn keines der Merkmale vorliegt, wird die Wertzahl 6 vergeben.

Bezüglich der Aufgaben und Stellung im Betrieb kann man folgende Gruppen von Arbeitnehmern

unterscheiden; wobei jeder Gruppe eine Wertzahl c) zugeordnet ist (Wertzahlen 1-8)

1. *Leiter der gesamten Forschungsabteilung eines Unternehmens und die technischen Leiter größerer Betriebe. (Wertzahl 1)*
2. *Leiter der Entwicklungsabteilungen sowie Gruppenleiter in der Forschung (Wertzahl 2),*
3. *Leiter von Fertigungsgruppen von Konstruktionsbüros und Entwicklungslaboratorien sowie Ingenieure und Chemiker in der Forschung (Wertzahl 3),*
4. *in der Fertigung leitende Tätige und in der Entwicklung tätige Ingenieure und Chemiker (Wertzahl 4),*
5. *Arbeitnehmer, die eine gehobene technische Ausbildung erhalten haben (Wertzahl 5),*
6. *Personen, die als untere betriebliche Führungskräfte eingesetzt werden oder eine etwas gründlichere technische Ausbildung erhalten haben (Wertzahl 6),*
7. *Arbeitnehmer, die eine handwerklich-technische Ausbildung erhalten haben (Wertzahl 7),*
8. *Arbeitnehmer, die im Wesentlichen ohne Vorbildung für die im Betrieb ausgeübte Tätigkeit sind (Wertzahl 8)*

Für die Bestimmung des Anteilsfaktors A gilt Tabelle 1.

Beispiel:

A ist Betriebsleiter und Alleinerfinder eines Verfahrens unter zugehöriger Vorrichtungen. Verfahren und Vorrichtungen werden im Bereich der Stahlindustrie eingesetzt. Der Jahresumsatz beträgt 400 000 Euro. Die Produkte werden als Massenartikel der Fahrzeugindustrie zu geliefert, bei denen die marktüblichen Lizenzen für den KFZ-Zuliefererbereich zwischen 0,5% und 1% liegen. Insoweit wäre ein Prozentsatz von 1% im vorliegenden Falle gerechtfertigt.

Im vorliegenden Fall nahm der Arbeitnehmer eine leitende verantwortungsvolle Position ein. Es ist daher nicht anzunehmen, dass seine beruflichen Pflichten sich darin erschöpften, die Fertigung am Laufen zu halten. Vielmehr kann von einem Betriebsangehörigen dieser herausgehobenen Position erwartet werden, dass er sich neben der Gewährleistung der Produktion auch laufend mit Verbesserungsmöglichkeiten der Erfindung befasst und auch solche anregt. Vor diesem Hintergrund sind die Wertzahlen mit a = 3, b = 1 und c = 3 anzusetzen, was zu einer Summe 7 führt. Diese Zahl 7 ist nach der oben wiedergegebenen Tabelle ein Anteilsfaktor von 13% zuzuordnen.

Bei einem Jahresumsatz von 400 000 Euro, einem Lizenzsatz von 1% und einem Anteilsfaktor von 13% ergibt sich demgemäß folgende Berechnung:

$$V = \frac{400\,000 \times 1 \times 13}{100 \times 100}$$

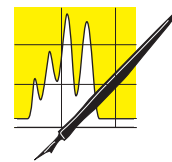
Die Vergütung beträgt damit für ein Jahr in diesem Falle 520 Euro.

VII. Zusammenfassung

Die Ausführungen zeigen, dass Arbeitgeber und Arbeitnehmer im Fall einer Erfindung umfangreiche Rechte und Pflichten treffen. Dies ist in vielen Betrieben unbekannt. Die Vorschriften des Arbeitnehmererfindergesetzes sind genauestens zu beachten. Denn deren Ignorierung birgt die Gefahr von zeit- und kostenaufwendigen Rechtsstreitigkeiten. Ggf. sollte daher rechtskundiger Rat eines Fachanwalts oder Patentanwalts eingeholt werden. **CLB**

Literatur

- [1] BGH GRUR 1990, 193 – Auto-Kindersitz; OLG Hamburg
- [2] Bartenbach/ Volz Arbeitnehmererfindungen, 4. Auflage, Heymanns-Verlag 2006
- [3] Kather VPP-Rundbrief 2005, 108 (116), S. 32
- [4] Fitzner, Der Patentanwalt, Heymanns Verlag 2. Auflage 2008
- [5] BGH GRUR 1990, 193, 194 – Auto-Kindersitz
- [6] OLG Düsseldorf, GRUR 2000, 49 – Geschäftsführererfindung
- [7] BGH GRUR 2001, 226 – Rollentriebseinheit
- [8] BGH GRUR 2006, 401, 402 – Zylinderrohr
- [9] BGH GRUR 1991, 127, 129 – Objektträger
- [10] BGH Mitt. 2003, 24, 25 – Ozon
- [11] LG Düsseldorf Mitt. 2002, 534, 535 – Freigabeanspruch
- [12] BGH GRUR 2003, 91, 92 – Spritzgießwerkzeuge
- [13] BGH GRUR 1976, 385 – Rosenmutation
- [14] BGH GRUR 2003, 702, 703 – Gehäusekonstruktion
- [15] Nach dem Entwurf des Patentrechtsmodernisierungsgesetz soll die Schriftform durch die Textform ersetzt werden. (10.12.2008 -BT Drucksache 16/11339)
- [16] BGH Mitt. 1996, 16, 17 – Gummielastische Masse I
- [17] Nach dem Referentenentwurf zum Patentrechtsmodernisierungsgesetz soll die Inanspruchnahme entfallen. An deren Stelle soll eine fiktive Inanspruchnahmeerklärung nach Meldung der Erfindung treten. (10.12.2008 -BT Drucksache 16/11339)
- [18] OLG Düsseldorf Mitt. 2004, 418, 422 – Hub-Kipp-Vorrichtung
- [19] BGH GRUR 1977, 784, 786 – Blitzlichtgeräte
- [20] BGH GRUR 1984, 652 – Schaltungsanordnung
- [21] Schiedsstelle GRUR 1991, 753, 754 – Spindelbetrieb
- [22] BGH Mitt. 2006, 363, -Haftetikett
- [23] BGH GRUR 1974, 463 ff. - Anlagengeschäft
- [24] BGH GRUR 1973, 649 – Absperrventil
- [25] BGH GRUR 2002, 609 – Drahtinjektionseinrichtung
- [26] BGH GRUR 1981, 263, 265 – Drehschiebeschalter
- [27] BGH GRUR 1987, 900, 901-Entwässerungsanlage
- [28] BGH GRUR 1961, 338, 339 – Chlormethylierung
- [29] BGH GRUR 1994, 898, 901 – Copolyester I
- [30] BGH BRUR 1963, 135, 138 – Cromegal
- [31] BGH GRUR 1990, 667, 668 – Einbettungsmasse
- [32] BGH GRUR 1988, 123, 124 – Vinylpolymerisat
- [33] OLG Düsseldorf IP Kompakt Dezember 2007, S. 10 ff.
- [34] BGH GRUR 1973, 649, 652 – Absperrventil
- [35] BGH GRUR 1971, 475, 477 – Gleichrichter
- [36] LG Düsseldorf Mitt. 1998, 235, 236 – Formpresse



AUFsätze

Am Anfang steht das Acetonitril... ...und das wurde plötzlich knapp

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Nitrile lassen sich als organische Derivate der Blausäure auffassen. Sie finden vielfach als Lösungsmittel Verwendung, haben einen angenehmen Geruch, sind jedoch reizend, gesundheitsschädlich oder gar giftig. Sie finden Einsatz als Synthese-Baustein oder in der präparativen Chemie, sind Ausgangsstoffe für Polymere und wirken gegenüber Bunt- und Edelmetallen als leichte Komplexbildner. Im Labor sind es vor allem die guten Lösungs- und Eluierungseigenschaften, die das Acetonitril, $\text{CH}_3\text{-CN}$, unentbehrlich machen. Um so härter trifft es die Labors, als seit Ende letzten Jahres von einer Knappheit dieses Lösungsmittels die Rede ist, die Preise exponentiell in die Höhe schnellen und die Mengen sogar zugeteilt werden. Diese Situation rückt das Acetonitril mit seinen ganzen homologen Familien, wie die Alkylnitrile und -dinitrile sowie die Benzonitrile, in ein erweitertes Interesse.

Acetonitril und der Verknappungs-Schock

Acetonitril zählt in den chemischen Laboratorien aufgrund seiner guten Lösungseigenschaft zu den gebräuchlichsten Lösungsmitteln. In der Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie (HPLC), die vermehrt für Analysen zum Einsatz kommt, ist Acetonitril gängiges Laufmittel.

Von den Lieferanten erhielten die Bezieher von Acetonitril überraschend ein Entschuldigungs-Schreiben, in dem sie bedauern, dieses Lösungsmittel jetzt entsprechend der Vorliefermenge kontingentieren zu müssen. Zusätzliche Bestellungen finden keine Berücksichtigung mehr. Die Zuteilungsmengen werden sich im Laufe der Zeit vermindern.

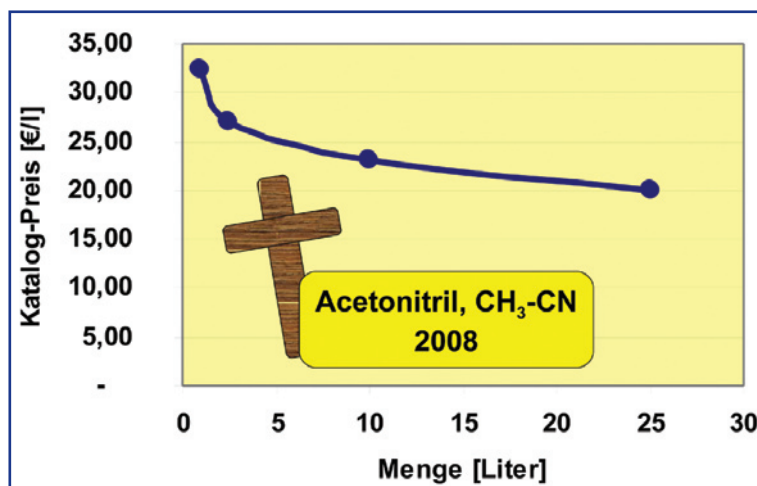
Was ist der Hintergrund dieser Misere?

Obwohl eine Reihe von Verfahrensvarianten zur Herstellung von Acetonitril bekannt ist, hat sich weltweit die Seitenreaktion aus der Ammonoxidation zur Herstellung von Acrylnitril durchgesetzt, wie sie von der Standard Oil Company, mit Sitz in Cleveland im amerikanischen Bundesstaat Ohio, eingeführt wurde. Dieses Verfahren, das auch SOHIO-Verfahren genannt wird, hat zwar als Zielprodukt das Acrylnitril für die

Abbildung 1: Mengendegression der Liter-Preise von Acetonitril p.a. bei Merck, Darmstadt, 2008.

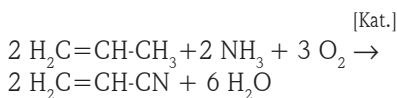
Der Autor

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.

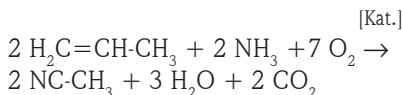


Polyacrylnitril-Herstellung, es entstehen als Koppelprodukt aber auch einige Prozent Acetonitril, mit dem der Markt preisgünstig abzudecken war. Die aus der Ammonoxidation von Propylen anfallenden Mengen anfallenden Acetonitril-Tonnagen, die sich zwischen 60 000 und 330 000 t/Jahr bewegten, überstiegen bei weitem den Bedarf.

Diese Ammonoxidation verläuft mit Wismut-Molybdat, Antimon-Uranoxiden oder Gemischen aus Antimon- und Mangan-, Kupfer- oder Thoriumoxiden bei Temperaturen von 400 bis 500°C und Normaldruck (0,3 bis 2 bar):



Bei dieser Reaktion, die weltweit in großen Mengen abläuft, entstehen aber auch bei den hohen Temperaturen einige Prozent an Acetonitril in einer unvermeidbaren Nebenreaktion:



Acrylnitril ist als Monomer eine giftige, brennbare und stechend riechende Flüssigkeit, die bei 77°C siedet und daher auch wie Acetonitril und Essigester bei 20°C bereits einen Dampfdruck von fast 100 mbar aufweist. Das ist besonders deshalb zu beachten, weil Acrylnitril auch noch krebserregend, erbgutverändernd und fruchtschädigend wirken kann und zudem leicht über die Haut in den Blutkreislauf gelangt.

Acrylnitril dient als Rohmaterial für die Herstellung von Kunststoffen, wie Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere oder Polyacrylnitril-Fasern, aber wird auch zu Bodenverbesserungsmitteln verarbeitet und dient als Insektengift.

Im Laufe des letzten Jahres ging der Absatz von Polyacrylnitril und damit auch des Acrylnitrils erheblich zurück. Eine Reihe von Anlagen mussten ihre Produktion einstellen. Damit verknappte sich auch das Nebenprodukt Acetonitril.

Anfang 2009 verschlimmerte sich die Situation noch weiter. Die Preise für Acetonitril stiegen um das Vierfache und noch ist bei dem rasanten Preisanstieg kein Ende in Sicht. Bot der Markt dieses Lösungsmittel im vergangenen Jahr noch für rund 30 Euro/Liter in p.a.-Qualität an (Abbildung 1), so liegen die Liter-Preise derzeit deutlich über 100 Euro, wenn überhaupt etwas zu bekommen ist.

Dr. Stravros Kromidas, Saarbrücken, gibt besonders zum Einsatz von Acetonitril bei der HPLC-Analytik folgende Ratschläge [1]:

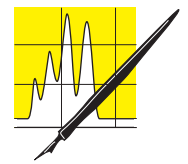
- Marktrecherche nach alternativen Lieferanten
- Recycling des Acetonitrils oder Destillation
- Verwendung stärker polarer stationärer Phasen
- Einsatz alternativer Lösungsmittel (50 %-Methanol statt 40 % Acetonitril in Wasser)

- Verringerung des HPLC-Säulendurchmessers: eine Verringerung von 4,6 mm auf 3,0 mm Ø führt zu einer Eluenten-Ersparnis von 60 %; von 4,0 auf 3,0 mm Ø zu 45 %.

Für die Auswahl geeigneter Lösungsmittel-Alternativen zum Acetonitril gibt die Tabelle 1 Auskunft. Die Lösungsmittel sind nach dem Molekulargewicht M aufsteigend geordnet. Zum Acetonitril vergleichbare oder günstigere Daten sind hervorgehoben.

Wenn auch für die HPLC das Methanol oder das Tetrahydrofuran, wie ebenfalls alternativ vorgeschlagen, gute Dienste zu leisten vermögen, so sind die verschiedenen Parameter doch je nach Verwendung zu überprüfen. Unter Umständen bringt diese Lösungsmittel-Substitution sogar Vorteile.

Mit einer Änderung sind auch die Anforderungen des Chemikalienrechts zu überarbeiten, wie Gefährdungsbeurteilung, Schutzmaßnahmen, Betrieb-



AUFsätze

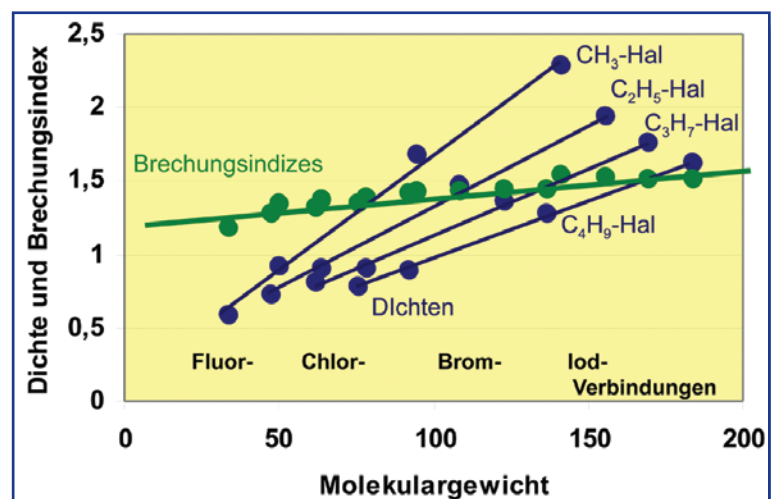
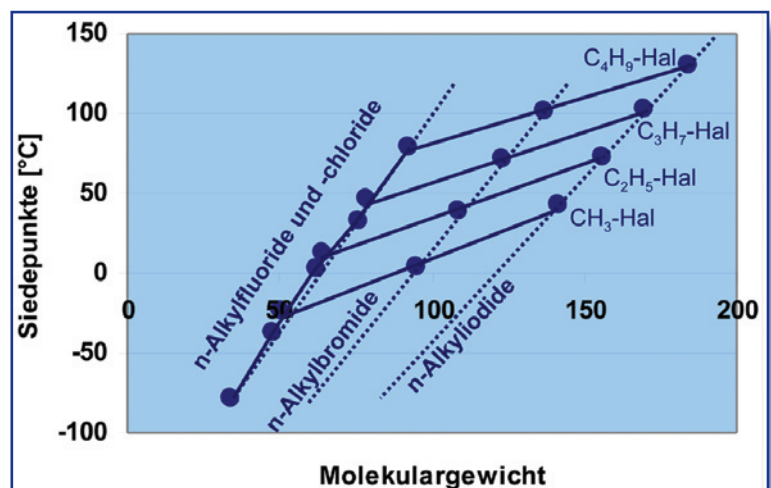


Abbildung 2: n-Alkylhalogenide als Ausgangsstoffe für Nitrile: Dichten und Brechungsindizes mit steigendem Molekulargewicht.

Abbildung 3: Siedepunkte der n-Alkylhalogenide mit steigendem Molekulargewicht.



Alkylhalogenid	M	Smp. [°C]	Sdp. [°C]	D	n
Fluormethan	34,03	-141,8	-78,4	0,58	1,17
Chlormethan	50,49	-97,73	-24,2	0,92	1,34
Brommethan	94,94	-93,6	3,56	1,68	1,42
Iodmethan	141,94	-66,45	42,4	2,28	1,54
Fluorethan	48,06	-143,2	-37,7	0,72	1,27
Chlorethan	64,52	-136,4	12,27	0,9	1,37
Bromethan	108,97	-118,6	38,4	1,46	1,42
Iodethan	155,97	-108	72,3	1,94	1,51
Fluorpropan	62,09	-159	2,5	0,8	1,31
Chlorpropan	78,54	-122,8	46,6	0,89	1,39
Brompropan	123	-109,85	71	1,35	1,43
Iodpropan	169,99	-101,3	102,45	1,75	1,51
Flourbutan	76,12	-134	32,5	0,78	1,34
Chlorbutan	92,57	-123,1	78,44	0,89	1,4
Brombutan	137,03	-112,4	101,6	1,28	1,44
Iodbutan	184,02	-103	130,53	1,62	1,5

Tabelle 2: Physikalische Daten der niederen n-Alkylhalogenide.

sanweisung, Unterweisung und arbeitsmedizinische Untersuchungen.

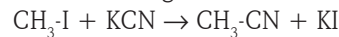
Als alternative Herstellverfahren für Acetonitril kommen in Frage:

- Dehydratisierung von Acetamid
- Addition von Ammoniak an Acetylen
- Reaktion von Ammoniak mit Essigsäure oder
- Methyl-Halogenid mit Alkalicyanid.

Tabelle 1: Lösungsmittel mit analogen Parametern zum Acetonitril.

Lösungsmittel	Trivialname	Formel	M	Smp. [°C]	Sdp. [°C]	D [g/cm ³]	n	Dielektr.-K.	Dipol [Debye]
Methanol	Methylalkohol	CH ₃ -OH	32,04	11	65	0,79	1,33	32,6	1,7
Acetonitril	Methylcyanid	CH ₃ -CN	41,05	-45,72	81,6	0,7830	1,34	37,5	3,44
Ameisensäureamid	Formamid	HCO-NH ₂	45,04	2	210	1,13	1,45	109,5	3,4
Ethanol	Ethylalkohol	CH ₃ -CH ₂ -OH	46,07	12	78	0,79	1,36	24,3	1,7
Dimethylketon	Aceton	CH ₃ -CO-CH ₃	58,08	-18	56	0,79	1,36	20,7	2,7
i-Propanol	i-Propylalkohol	(CH ₃) ₂ CH-OH	60,10	-89	82	0,79	1,38	18,3	1,66
n-Propanol	Propylalkohol	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH	60,10	15	97	0,8	1,39	20,1	1,7
Ethylenglykol	Glycol	HO-CH ₂ -CH ₂ -OH	62,07	-13	197	1,11	1,43	37,7	1,7
Tetrahydrofuran	THF	C ₄ H ₈ O	72,11	-108,5	66	0,89	1,41	7,4	1,63
Dimethylformamid	DMF	HCO-N(CH ₃) ₂	73,10	-61	153	0,95	1,430	36,7	3,8
n-Butanol	Butylalkohol	C ₄ H ₉ -OH	74,12	-89	118	0,810	1,4	17,8	1,66
Dimethylsulfoxid	DMSO	(CH ₃) ₂ S=O	78,13	18,45	189	1,1	1,4770	48,9	3,9
Essigs.-ethylester	Ethylacetat	CH ₃ -CO-O-C ₂ H ₅	88,11	-4	77	0,9	1,37	6,02	1,78
Benzonitril	Phenylcyanid	C ₆ H ₅ -CN	103,12	-13	192	1,01	1,53	25,2	3,9

Die Cyanisierung von Methyl-Halogenid, beispielsweise nach der Methode von H. Kolbe in alkoholischer Lösung, kann mit Methyljodid und Kaliumcyanid auch im Labor erfolgen:

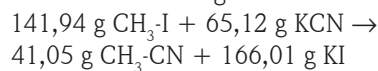


Bei steigenden Acetonitrilkosten kann sich das auch betriebswirtschaftlich besonders dann lohnen, wenn auch Bedarf für Kaliumiodid besteht:

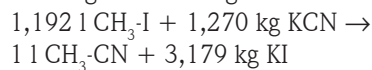
Iodmethan kostete 2008 bei Merck, Darmstadt: 255 €/l, Kaliumcyanid: 110 €/kg, Kaliumiodid: 174 €/kg, Acetonitril: 30 €/l.

Mit den entsprechenden Dichten und stöchiometrischen Relationen in der Gleichung lassen sich gerundet die folgenden Mengen und Preise für die Herstellung von 1 l Acetonitril gegenüberstellen:

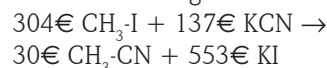
Molare Gleichung:



Mengen-Gleichung:



Preis-Gleichung:

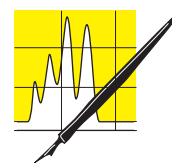


Daraus resultiert eine Ersparnis von 142 €, die man für die Produktion von 1 l Acetonitril aufwenden könnte. Die ansteigenden Kosten für dieses Lösungsmittel machen die Synthese nur noch attraktiver.

In Tabelle 2 sind die n-Halogenalkane von C1 bis C4 mit ihren physikalischen Daten zusammengestellt.

Die Dichten, Brechungsindizes (Abbildung 2) und Siedepunkte (Abbildung 3) dieser Verbindungen mit den vier gängigen Halogenen (F, Cl, Br, I) liegen in

Nitril	Trivialname	Formel	M	Smp. [°C]	Sdp. [°C]	D	n
Acetonitril	Methylcyanid	CH ₃ -CN	41,05	-45,72	81,6	0,7830	1,34
Propionitril	Ethylcyanid	CH ₃ -CH ₂ -CN	55,08	-92,89	97,35	0,78	1,37
Butyronitril	Propylcyanid	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CN	69,11	-112	118	0,79	1,38
Pentanitril	Valeronitril	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CN	83,13	-96	141,3	0,8	1,4
Hexanonitril	Amylcyanid	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CN	97,16	-80,3	163,6	0,81	1,41
Heptonitril	Hexylcyanid	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CN	111,19	-65	183,0	0,81	1,41
Octanonitril	Caprylonitril	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CN	125,22	-45,6	205,2	0,81	1,42
Nonanonitril	Octylcyanid	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CN	139,24	-34,2	224,4	0,82	1,43
Decanonitril	Nonylcyanid	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CN	153,27	-17,9	243	0,82	1,43



AUFSÄTZE

Tabelle 3: n-Alkylnitrile und ihre Daten.

Relation zu ihren Molekulargewichten sehr gut auf Geraden.

Da die Menge an Acetonitril, wie sie aus der Ammonoxidation von Propylen anfällt, aber den Bedarf bei weitem überschreitet, blieben alternative Herstellmethoden für Acetonitril lange Zeit unberücksichtigt.

Eigenschaften des Acetonitrils und seiner höheren Homologen

Einige physikalische Daten sind in der Tabelle 3 festgehalten. Die graphischen Darstellungen einiger Datenreihen in Relation zum Molekulargewicht weisen zum Teil lineare bzw. harmonische Kurven auf, jedoch treten auch Unregelmäßigkeiten auf: Während die Siedepunkte der 1-n-Alkylnitrile gut auf einer Geraden liegen (Abbildung 4) und auch die Brechungsindizes noch auf einer konvexen Kurve liegen (Abbildung 5), treten bei den Dichten von 1-n-Propionitril (Abbil-

dung 6) wie auch bei den Schmelzpunkten mit dem Acetonitril und dem 1-n-Propionitril (Abbildung 7) Abweichungen auf. Die Schmelzpunkte liegen ab dem 1-n-Butyronitril sogar relativ gut auf einer Geraden in Relation zu den entsprechenden Molekulargewichten.

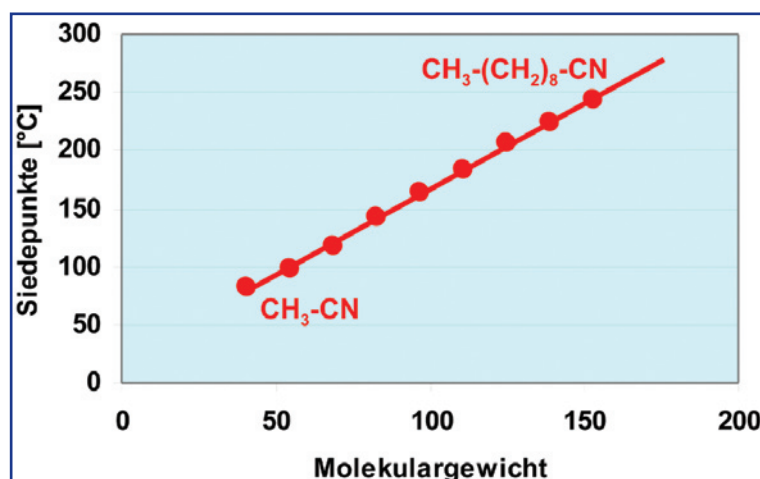
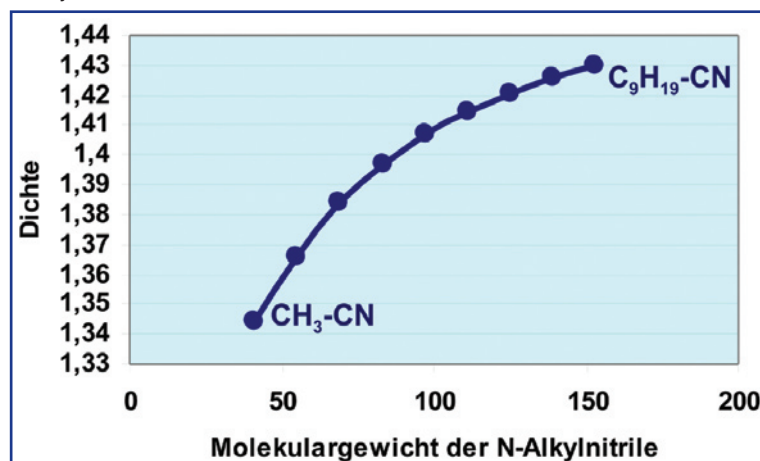


Abbildung 4: Relation zwischen Molekulargewicht und Siedepunkt bei den n-Alkylnitrilen.

Abbildung 5: Relation zwischen Molekulargewicht und Brechungsindex bei den n-Alkylnitrilen.



UEx	OEx	FP [°C]	ZT [°C]	LD ₅₀ , Ratte, oral	LD ₅₀ , Kanin., derm.
5,5	36,5	11	455	5628	
3	16	2	525	2730	988
2,7	19	175	500	5800	17000
3,5	15	12	425	6200	> 20000
2,6	13	-18	465	5800	20000
2	12,7	12	425	5045	12800
2,1	13,5	15	360	1870	4000
1,8	12,8	111	410	4700	
1,5	12,4	-21,5	215	1650	
2,2	16	62	410	2800	1500
1,4	11,3	30	340	790	3400
1,8	63	95	300	14500	40000
2,1	11,5	-4	460	5620	18000
1,4	7,2	70	550	690	1200

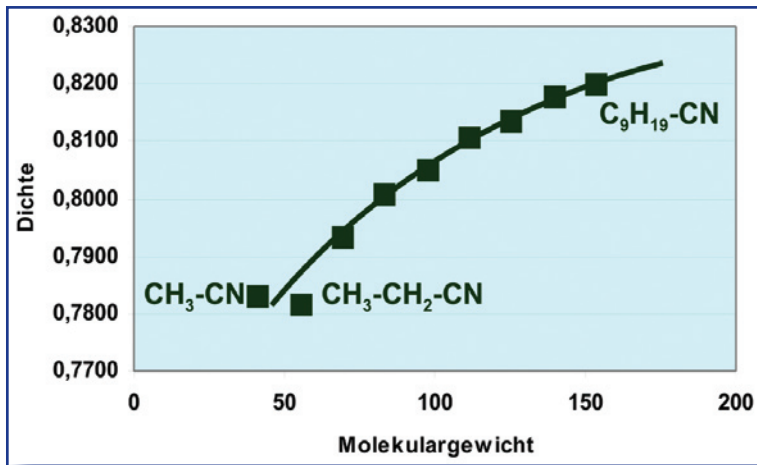


Abbildung 6: Relation zwischen Molekulargewicht und Dichte bei den n-Alkylnitrilen.

Abbildung 7: Relation zwischen Molekulargewicht und Schmelzpunkt bei den n-Alkylnitrilen.

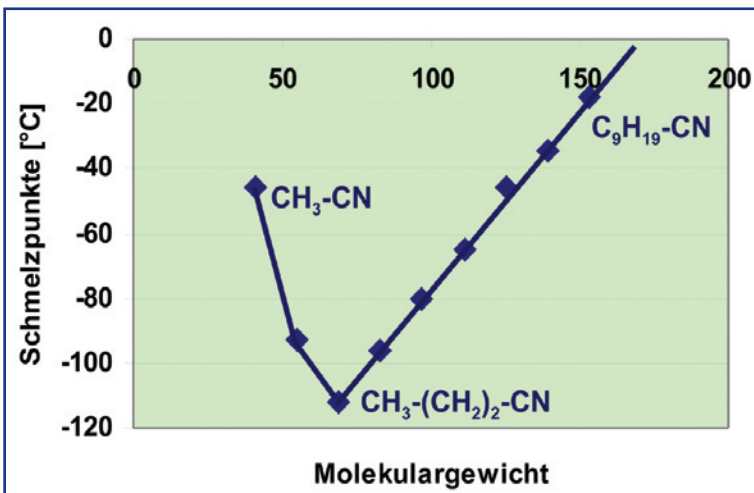
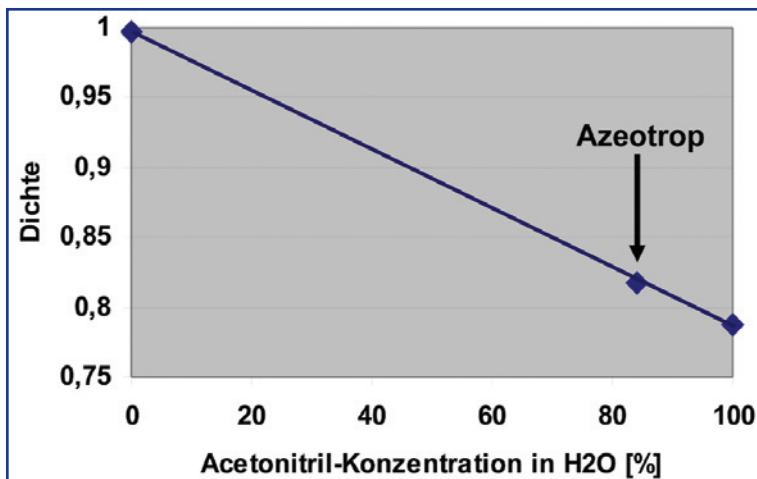


Abbildung 8: Bestimmung der Acetonitril-Konzentration in Wasser über die Dichte bei 20°C.



Durch den dipolar-aprotischen Charakter des Acetonitrils sind auch viele anorganische Salze in Lösung zu bringen.

Mit Wasser bildet Acetonitril ein Azeotrop, das bei 76,7°C siedet und 84,12% Acetonitril enthält ($D = 81,75$; $n = 1,3463$ bei 20°C). Das restliche Wasser muss bei Bedarf über Trockenmittel oder andere Verfahren entfernt werden.

Über die Dichte ist auch auf sehr einfachem Weg die Acetonitril-Konzentration in Wasser zu überprüfen. Abbildung 8 skizziert mit einer Geraden zwischen der Dichte von Wasser und Acetonitril, das auch die azeotrope Konzentration in etwa abgedeckt ist.

Wie bei allen organischen Molekülen mit niedrigem Molekulargewicht, sind auch beim Acetonitril die Gefahrstoff-Eigenschaften besonders zu beachten. Es ist mit den letalen Dosen für 50% der Versuchstiere von 2.730 mg/kg Tiergewicht bei oraler Aufnahmen von Ratten sowie 988 mg/kg bei dermalen Applikation bei Kaninchen als giftig (Kennbuchstabe T) eingestuft. Der niedrige Flammpunkt von 2°C ist für die Einstufung als „leichtentzündlich“ (Kennbuchstabe F) verantwortlich. Acetonitril gelangt relativ schnell über die Haut in den Blutkreislauf, so dass ein Arbeiten in guten Abzügen und mit geeigneten Schutzhandschuhen erforderlich ist. Als Handschuhmaterialien für Acetonitril haben sich Butylkautschuk, chloriertes Polyethylen sowie Polyvinylalkohol (PVA) bewährt; ungeeignet sind Polyethylen (PE) und Nitrilkautschuk.

Deutlich giftiger nach den entsprechenden LD_{50} -Werten als das Acetonitril sind Propionitril (Ratte: 39 mg/kg; Kaninchen 40 mg/kg) und Butyronitril (Ratte: 50 mg/kg; Kaninchen: 397 mg/kg) [MERCK-Katalog, 2008].

Nach der Arbeitsplatzgrenzwert-Liste, TRGS 900 [2], liegen die Arbeitsplatzgrenzwerte für Acetonitril bei 20 ml/m³ (=ppm) bzw. 34 mg/m³ mit einer doppelten Spitzenbegrenzung und einem Überschreitungsfaktor von II. Dabei darf der 8-Stunden-Mittelwert diese Grenzwerte auf keinen Fall überschreiten.

Vergleichsweise liegen die entsprechenden Arbeitsplatzgrenzwerte z. B. für Aceton wesentlich höher: 500 ml/m³ bzw. 1.200 mg/m³.

Zudem ist mit Acetonitril ein relativ hohes Explosionsrisiko verbunden. Die Explosionsgrenzen liegen zwischen 3 und 16 Volumen-% in Luft. Aus diesem Grund ist Aceton kein guter Ersatzstoff, denn nicht nur die Explosionsgrenzen liegen noch niedriger (2,6 bis 13 Vol.-%), sondern auch der Flammpunkt von -18°C verleiht Aceton die Gefahrstoff-Eigenschaft „hochentzündlich“. Da Acetonitril schwerer als Luft ist (Luft: $M = 31$; Acetonitril: $M = 41$), kann es leicht zu unerwünschten Aufkonzentrationen der Dämpfe in Bodengruben und Schächten kommen, so dass eine gute Raumlüftung notwendig ist.

Für Acetonitril ist daher auf jeden Fall eine ausführlichere Substitutionsprüfung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

April 2009

BVL zieht positive Bilanz zu Acrylamid in Lebensmitteln, aber: Minimierungsbemühungen stoßen an Grenzen

Kartoffelchips, Cornflakes und gerösteter Kaffee enthalten heute weniger Acrylamid als vor sechs Jahren. Auch bei Spekulatius, Mürbegebäck und Backwaren für Kleinkinder und Diabetiker konnten die Acrylamidgehalte vermindert werden. Diese positive Bilanz stellte das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) jetzt vor.

Das BVL hatte 2002 gemeinsam mit den Bundesländern, der Wirtschaft und dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ein Konzept zur Minimierung der Acrylamidbelastung in Lebensmitteln initiiert. Bei Produkten, die vergleichsweise viel Acrylamid enthalten, werden seitdem mit den Herstellern Methoden zur Reduzierung der Acrylamidgehalte entwickelt. Seit Einführung des Minimierungskonzepts wurde bei 15 000 Proben der Acrylamidgehalt untersucht.

Acrylamid entsteht in bestimmten Lebensmitteln beim Kochen und Backen. Oft führen schon kleine Abwandlungen im Rezept oder der Zubereitungstemperatur zu veränderten Acrylamidgehalten. Für selbst zubereitete Mahlzeiten ist es deshalb wichtig zu wissen, wie man beim Kochen und Backen die Bildung von Acrylamid verringern kann. Bei vorgefertigten Lebensmitteln liegt der Schwerpunkt darauf, sie stets nach den besten Verfahren herzustellen. Die Acrylamidaufnahme für den Verbraucher

sollte aufgrund der gesundheitlichen Risiken grundsätzlich so gering wie möglich sein.

Seit 2008 besteht auch auf EU-Ebene ein Acrylamid-Programm, in dessen Rahmen in Deutschland zusätzlich Brot, Getreidebrei sowie Säuglings- und Kleinkindernahrung im Gläschen untersucht werden. Die bislang untersuchten Warengruppen, bei denen eine Reduzierung der Acrylamidgehalte erreicht werden konnte, werden weiterhin stichprobenartig überprüft. Um weiterhin eine ausreichende Probenzahl für eine gesicherte Aussage in allen Warengruppen zu erhalten, wird der Signalwert zukünftig in einem Zweijahres-Turnus ermittelt.

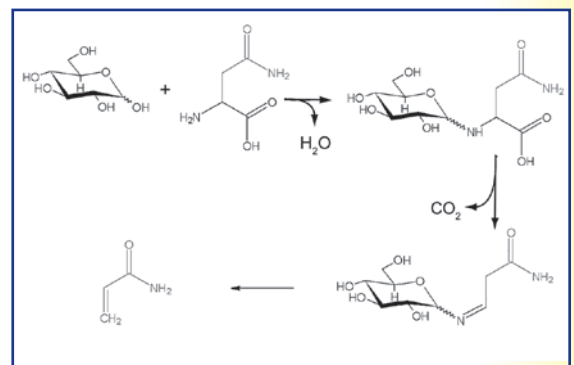
Die im Rahmen des Minimierungskonzepts gewonnenen Erfahrungen werden von vielen Herstellern bereits in der Praxis umgesetzt. Die Ergebnisse der letzten Jahre haben aber auch gezeigt, dass bei Lebensmitteln wie Lebkuchen, Knäckebrot und Röstkaffee die Minimierungserfolge an Grenzen stoßen. Das ist immer dann der Fall, wenn ein notwendiger Erhitzungsschritt für die charakteristischen Eigenschaften des Lebensmittels maßgeblich ist.

Positiv wertet das BVL, dass sich die Verbrauchererwartung im Hinblick auf gebackene, frittierte und gebratene Lebensmittel gewandelt habe. So würden beispielsweise Pommes frites bei niedrigeren Temperaturen gebacken und somit geringere Acrylamidgehalte erzielt. Trockene und halb verkohlte Pommes frites würden von

Verbrauchern heute nicht mehr akzeptiert. Ein Wandel hat sich auch bei Kartoffelchips vollzogen. Die deutsche Lebensmittelwirtschaft fördert die Forschung, prüft geeignete Kartoffelsorten und entwickelt moderne Technologien, mit denen der Acrylamidgehalt dauerhaft reduziert werden kann.

Acrylamid entsteht bei beim Backen, Braten, Frittieren oder Rösten von Lebensmitteln, wenn reduzierende Zucker wie Glucose und Fructose mit der Aminosäure Asparagin reagieren (siehe Abbildung). Der Acrylamidgehalt steigt, je höher die Temperatur ist. Durch die Verwendung anderer Zutaten, veränderte Lagerzeiten und -bedingungen oder geringere Backtemperaturen können Acrylamidgehalte minimiert werden. Eine abschließende Bewertung des gesundheitlichen Risikos von Acrylamid für den Menschen steht auch sechs Jahre, nachdem der Stoff erstmals in Lebensmitteln nachgewiesen wurde, noch aus. Tierversuche wiesen jedoch auf eine Krebs erzeugende und Erbgut schädigende Wirkung der Substanz hin.

Maillard-Reaktion von Asparagin zu Acrylamid.



Analyse von Unterrichtsinhalten und -methoden

Naturwissenschaften immer unbeliebter?

Prof. Dr. Gottfried Merzyn, Göttingen

Es lohnt, über eine veränderte Konzeption des Unterrichts in Chemie und Physik nachzudenken. Dies ist das Ergebnis einer Analyse von Problemen der aktuellen Unterrichtsinhalte und -methoden in diesen Fächern. Bemerkenswerterweise empfinden die meisten Schüler die Naturwissenschaften selbst nämlich eher positiv.

Es sollte daher eine Konzeption sein, die Physik und Chemie den übrigen Schulfächern in zentralen Eigenschaften ähnlicher machte, eine Konzeption, die den allgemeinbildenden Auftrag der Schulen im Sekundarbereich ernster nähme, eine Konzeption, die die vielen Stellungnahmen von kompetenter Seite (z.B. vom Lehrerverband MNU und den naturwissenschaftlichen Professoren aus Basel) beherzigte.

Ansatzpunkte gibt es zuhauf; von der Wahl der Inhalte bis zur Zensurengebung. Das ist günstig. Ungünstig ist, dass die verschiedenen Unterrichtseigenschaften in der bisherigen Konzeption so eng untereinander verflochten sind und sich so wirkungsvoll ergänzen. Das stabilisiert diese Konzeption, hat sie in der Vergangenheit so robust gemacht gegen Veränderungsbemühungen und verringert die Erfolgsaussichten, wenn man an einer einzelnen Stelle etwas Neues versucht.

Problem: Zwei Adressaten

Der Unterricht in Physik und Chemie steht in besonderer Weise vor der Schwierigkeit, zwei sehr unterschiedliche Adressatengruppen versorgen zu sollen: den Nachwuchs für

Industrie und Forschungslabore einerseits und die große Mehrheit mit ganz anderen Bildungsbedürfnissen andererseits. Die bisherige Konzeption, ersichtlich primär der Nachwuchsförderung dienlich, vernachlässigt die Bedürfnisse der Mehrheit. Zweierlei begünstigt eine Ausrichtung des Unterrichts auf den fachlichen Nachwuchs. Für die Wahl der Unterrichtsinhalte können die Lehrer bei dieser Adressatengruppe ihr eigenes Fachstudium als Vorbild benutzen. Und die Sinnfrage „Wozu sollen wir das lernen?“ beantwortet sich für diese Gruppe von alleine. Im Blick auf die Schülermehrheit ist beides viel weniger klar. Doch ein vorrangig auf die Mehrheit abgestellter Unterricht ist unabdingbar, wenn man die beiden Fächer aus ihrer derzeitigen Nischenposition herausbringen will. Was bedeutet das im einzelnen?

Bei den Unterrichtsinhalten legen alle in diesem Buch vorgestellten Stimmen nahe, die enge Beschränkung auf den Kernbereich der Disziplin aufzulockern und immer wieder Verbindungen von dort zu Alltagssituationen, zu Nachbardisziplinen, gelegentlich bis hin zu wirtschaftlichen, gesellschaftlichen oder historischen Gesichtspunkten, herzustellen. Häufiger und strenger müsste bei der Inhaltsauswahl geprüft werden, ob der betreffende Inhalt Interesse außerhalb des Kreises der Fachleute beanspruchen kann. Ist es z.B. interessant zu wissen, wie bei Drähten aus Konstantan der elektrische Widerstand mit dem Drahtdurchmesser zusammenhängt? Ist es z.B. interessant, für acht

verschiedene Säuren den pK_s -Wert zu erfahren? Oder hätten Chemie und Physik auch Spannenderes zu bieten?

Hauptstruktur aus wenigen großen Themen

Es schärft das Auge, wenn man einmal einen Lehrplan oder ein Schulbuch durchgeht, am besten zusammen mit einem Laien, und die drei für Schüler wohl interessantesten Themen herausucht. Auch ein Blick in Tageszeitungen kann helfen. Gute Zeitungsredakteure sind Fachleute dafür, was ein breites Publikum interessiert. Worüber aus den Naturwissenschaften wird häufiger und worüber nie in Zeitungen berichtet? Vielleicht findet man mit solchem Vorgehen nur wenige wirklich lohnende Themen – lohnend zugleich aus Sicht des Faches und unter dem Gesichtspunkt des Interesses. Um so besser: Das Problem der übergroßen Stofffülle wäre abgemildert.

Nachwuchsförderung und Mehrheitsbedürfnisse bilden bei den Inhalten gar nicht unbedingt einen Gegensatz. Gerade außerhalb des Kernbereichs gibt es Themen, die für beide Adressatengruppen zugleich von Interesse sind. Damit der Unterricht sich nicht in vielen Details mit geringem Zusammenhang untereinander verliert, sollten wenige große Themen die Hauptstruktur bilden.

Bei den Unterrichtsmethoden ist die Quintessenz der vorgestellten Stimmen: Größere Vielfalt anstreben und den Schülern mehr Gelegenheit geben, sich in den Unterricht einzubringen. Sobald man inhaltlich den Kernbereich verlässt, werden sich andere Methoden als bisher

üblich fast von alleine anbieten. Stärkere Schülerbeteiligung – das ist weit mehr als nur Schülerexperimente. Bei stärkerer Schülerbeteiligung geht es z.B. auch um Kommunikationsfähigkeit. Solange die Schüler nicht solche Fähigkeit erworben haben, sind Ziele wie „der mündige Bürger“ sicher nicht erreicht. Warum nicht ab und zu eine Diskussion?

Interesse an einem Fach ohne ein Mindestmaß an Fähigkeit, über fachliche Sachverhalte zu reden, ist kaum vorstellbar. Beim Unterrichtsziel „Kommunikationsfähigkeit“ treffen sich besonders deutlich Erkenntnisse zu Schülerinteressen mit Überlegungen zu wünschenswerten Schülerkompetenzen. „Kommunikation“ ist ja in den aktuellen Bildungsstandards aller drei naturwissenschaftlicher Fächer (KMK 2004) einer der vier Bereiche, in denen der Unterricht der Sekundarstufe I Kompetenzen vermitteln soll. Sollte man nicht auch populärwissenschaftliche Aufsätze im Unterricht lesen? Solche Aufsätze und Fernsehsendungen gehören zu den wenigen Stellen, an denen interessierte Erwachsene in Verbindung mit den Naturwissenschaften bleiben.

Stärkere Schülerbeteiligung

Der Unterricht täte gut daran, auf derartige Begegnungen vorzubereiten. Stärkere Schülerbeteiligung hilft, dass die Schüler den Unterricht als den Ihren empfinden. Sie stellt zugleich sicher, dass der Lehrer mehr über die Vorstellungen seiner Schüler erfährt und den Unterricht darauf abstellen kann. Sie hilft ihm, Lernfortschritte genauer wahrzunehmen. „Mehr Schülerbeteiligung“ heißt nicht, den Lehrervortrag abzuschaffen oder ihn schlechtzumachen.

Jeder, der studiert hat, weiß, wie informativ und nützlich Vorlesungen sein können. In der Schule sollte man derartige Pha-

sen aber dosieren. Wenn man sie planvoll dort einsetzt, wo sie von der Sache her gut passen, z.B. als Vorschau auf einen größeren Unterrichtsabschnitt oder als lebendiger Bericht über eine historische Begebenheit, dann werden Schüler dafür dankbar sein. „Zeitmangel“ als Begründung für Frontalunterricht reicht nicht aus. Insgesamt setzt eine abwechslungsreiche Methodik (Tausch 2005) und eine stärkere Schülerbeteiligung zwingend voraus, dass die Stofffülle in den Lehrplänen erheblich reduziert wird.

Stärkere Schülerbeteiligung und stärkeres Schülerinteresse sind daran gebunden, dass die Schwierigkeit der Inhalte dem Leistungsvermögen eines durchschnittlichen Schillers angepasst ist. Es ist im Rückblick erstaunlich, wie unter der Devise „Wissenschaftsorientierung“ ganz unkritisch die kognitive Latte für die Schüler wiederholt höher gelegt wurde und wie wenig man sich im Einzelfall Gedanken darum machte, ob die Schüler das Geforderte bewältigen könnten. Die gute Absicht reichte, um Skepsis zum Schweigen zu bringen.

Mechanismus der Überforderung

Vielleicht trägt folgender Mechanismus zur Überforderung bei: Wenn in einer Lehrerkonferenz Kollege A klagt „Meine Schüler haben mit diesem Thema ganz große Probleme“ und Lehrer B dagegenhält „In meiner Klasse läuft die Einheit glatt“, dann steht B leicht als Held da und A als Versager. Derjenige, der die Latte hochlegt, hat häufig argumentativ die bessere Position. Er will ja das Beste für die Schüler. Dabei ist er vielleicht nur derjenige, der weniger genau hinschaut. Oder derjenige, der sich profilieren will.

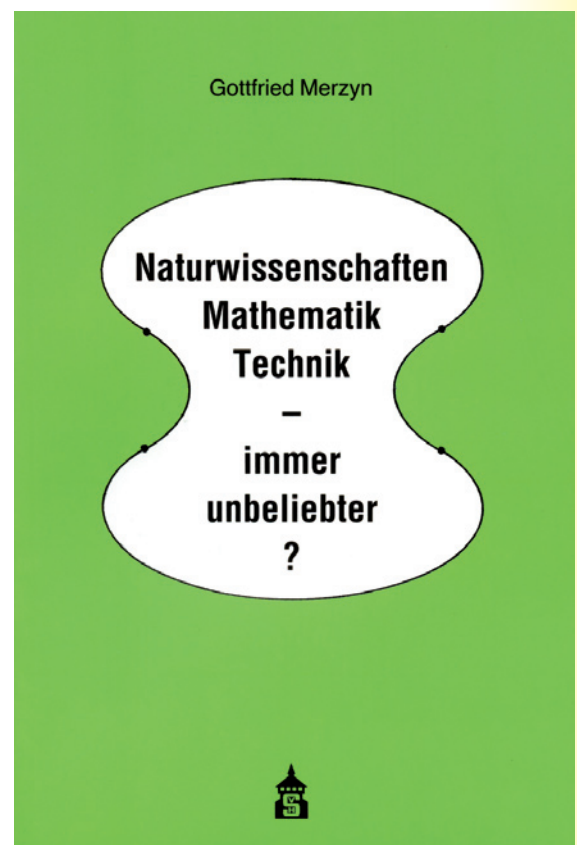
Mit Erfolgsnachrichten kann man sich profilieren; mit Lernschwierigkeiten kaum. In Lehrplankommissionen ist die Lage

ähnlich: Ein modernes Teilgebiet neu in den Lehrplan zu bringen ist eine dankbare Rolle; gegen solch eine Erweiterung zu sprechen eine undankbare. Leicht steht man als jemand da, der den Schülern Schönes vorhalten möchte.

Ein besser angepasstes Schwierigkeitsniveau schafft notwendige Voraussetzungen dafür, dass die Lernerfolge zunehmen. Das Interesse von Schülern kann nur gewinnen, wer ihnen Lernerfolge beschert. Für die Unterrichtsplanung ergibt sich eine ganz neue Perspektive, wenn man einmal probeweise als Ausgangsfrage wählt: Mit welchem Inhalt und mit welcher Methode kann ich in der nächsten Stunde vielen Schülern zu einem Erfolgserlebnis verhelfen?

Schließlich die Zensuren. Demjenigen, der sich bewusst für einen elitären Unterricht

Dieser Artikel hier ist ein Auszug aus dem dargestellten Buch (ISBN: 978-3-8340-0449-9, Schneider-Verlag Hohengehren 2008, 18 Euro).



entscheidet, bietet sich eine strenge Zensurengebung als probates Mittel an. Extragroße Strenge schadet jedoch, wenn man einen Unterricht für die Schülermehrheit im Sinn hat und deren Interesse lebendig erhalten will.

Keine inhärente Schwierigkeit

Physik und Chemie haben als Schulfächer keine inhärente, gewissermaßen angeborene Schwierigkeit. Sie werden erst durch einzelne Entscheidungen für bestimmte Inhalte und für bestimmte Prüfungsaufgaben zu schweren oder leichten Fächern. Wer sie leichter machen wollte, brauchte beispielsweise

nur die Lehrplaninhalte um ein oder zwei Schuljahre nach oben zu verschieben. Schwierigkeit und Zensurenverteilung sind frei wählbare Bestimmungsstücke, mit denen ein Fach sein Bild in der schulischen Öffentlichkeit beeinflusst.

Sechs Aspekte für Verbesserungen

So bieten alle sechs Aspekte (Inhalte, Methoden, Stofffülle, Schwierigkeit, Lernerfolge, Zensuren) weiten Raum für Verbesserungen im Sinne der Schülermehrheit. Jeder der sechs Aspekte beeinflusst höchstwahrscheinlich das Schülerinteresse erheblich. Erst die Vielzahl interessemindernder

Einflüsse führt zu der ausgeprägten Sonderstellung der Fächer Physik und Chemie. Man wird umgekehrt nicht erwarten können, mit einer Reform, die sich auf einen der sechs Aspekte beschränkt, die Lage der beiden Fächer tiefgreifend zu bessern. Die anderen fünf würden ja weiter in der falschen Richtung wirken.

Hinweise für einen interessensfördernden Unterricht kann ein Lehrer, wenn er will, auch direkt von seinen Schülern erhalten. Eine kleine, anonyme, schriftliche Befragung von Zeit zu Zeit bietet sich an: am besten gelegentlich ergänzt durch eine Besprechung der Ergebnisse in der Klasse. Berck (2005, S.74f. und 222f.) nennt Beispiele für mögliche Fragen.

Bei einer unterrichtlichen Neugestaltung sollten natürlich die bisherigen Erfolge nicht leichtfertig preisgegeben werden. In den Leistungskursen passt die derzeitige Unterrichtskonzeption ausgezeichnet zu den Schülern, die solche Kurse wählen. Zwei andere Stellen bieten sich viel eher für eine Neugestaltung an: der Unterricht in der Sekundarstufe I und der Unterricht in den Grundkursen. Der Unterricht in der Sekundarstufe I hat die Chance, von Anfang an den Schülern ein günstigeres Bild von den Fächern zu vermitteln. Fatal wäre es allerdings, wenn die Neukonzeption sich nur als oberflächlich, als Fassade, entpuppte und nach ein oder zwei Schuljahren dann auf den „richtigen“ Fachunterricht („richtig“ im Sinne der bisherigen Konzeption) umgeschaltet würde. Wer die Neukonzeption im Geiste des Märchenwolves angeht, der Kreide frisst, um die Geißlein über seine wahren Absichten zu täuschen, wird keinen Erfolg haben. Die Schüler werden den Betrug alsbald merken.

Zu einer glaubwürdigen Neukonzeption gehören ihr entsprechende Leistungskontrollen.

Ein Grundkurs sollte kein ausgedünnter Leistungskurs sein. Er sollte vielmehr versuchen, den weniger an Naturwissenschaften Interessierten – etwa künftigen Rechtsanwälten, Sozialarbeitern, Polizeinspektoren – etwas Lohnendes für das Leben mitzugeben (Bild: RK).



Wenn sich der Unterricht in Inhalt und Methoden ändert, muss sich das auch in den Tests und Prüfungen deutlich niederschlagen. Tests müssen die angestrebten Schülerkompetenzen möglichst in voller Breite erkennen lassen. Sie müssen sich bemühen, diejenigen Lebenssituationen nachzubilden, auf die der Unterricht vorbereiten soll. Es darf nicht einfach das dominieren, was leicht abprüfbar ist.

Neugestaltung der Grundkurse

Ein zweiter Ansatzpunkt für Reformen bietet sich bei den Grundkursen. Zwar kann man mit einem gewissen Recht einwenden, damit werde das Pferd von hinten aufgezäumt. Ohne eine vorherige Neugestaltung in der Sekundarstufe I haben sich bei vielen Schülern schlechte Erfahrungen und Antipathien schon verfestigt. Sie aufzubrechen wird nicht ganz einfach sein.

Eine Reform der Grundkurse bietet aber auch besondere Chancen. Dadurch, dass die Aufgaben der Berufsvorbereitung und Nachwuchsförderung vom Leistungskurs höchst erfolgreich abgedeckt werden, kann der Grundkurs sich frei fühlen für ein ausgesprochenes Kontrastprogramm. Die Fächer könnten in der Sekundarstufe II agieren wie ein Industrieunternehmen, das zwei Marktsegmente mit unterschiedlichen Produkten bedient – den schnellen Sportwagen für die einen, die geräumige Familienkarosse für die anderen. Ein Grundkurs wäre dann also nicht ein ausgedünnter Leistungskurs, mit dem Hauptmerkmal: von allem etwas weniger. Er würde sich (im Sinne einer Zweimarken-Strategie) durch Stärken gerade dort, wo der Leistungskurs Bedürfnisse nicht befriedigt, auszeichnen. Er würde sich bei jeder Gelegenheit vom Stil eines Leistungskurses

absetzen. Er würde versuchen, künftigen Rechtsanwälten und Kaufleuten, Sozialarbeitern und Polizeiinspektoren etwas Lohnendes für das Leben mitzugeben. Für einen Lehrer ist das eine anspruchsvolle Aufgabe. Gegenüber dem Kollegen im Leistungskurs braucht er sich damit gewiss nicht minder zu fühlen.

Die Konzeption der Grundkurse ist ein altes Problemfeld der fachdidaktischen Diskussion. Die Kultusministerkonferenz hatte bei ihrer Oberstufenreform 1972 die Lehrer zunächst mit dem Problem, wie Grund- und Leistungskurse konzeptionell zu gestalten seien, völlig alleingelassen. Immerhin lieferte sie 1977 in ihren „Empfehlungen zur Arbeit in der gymnasialen Oberstufe“ einige Hinweise nach (KMK 1977). Diese Empfehlungen blieben jedoch dort, wo es um die beiden Kursarten geht, widersprüchlich. An einer Stelle heißt es, es bestehe kein grundsätzlicher, nur ein graduellem Unterschied zwischen beiden (ebenda, Ziffer 2.4.1). Ein paar Seiten weiter hingegen wird betont, auf keinen Fall sollten in einem Grundkurs lediglich die Lerninhalte des Leistungskurses reduziert werden. Der Grundkurs solle im Rahmen der Zielvorstellung einer gemeinsamen allgemeinen Grundbildung arbeiten (Ziffer 6.1.2). Lehrer und Fachdidaktiker bemühten sich nachfolgend, die konzeptionelle Lücke der Kultusministerkonferenz auszufüllen. Für den Physikunterricht wurde dabei um 1980 ein Diskussionshöhepunkt erreicht. Auf zwei Tagungen, gut dokumentiert (Westphal 1980; Häußler 1981), gelang ein intensiver Erfahrungsaustausch.

Seither jedoch ist das Thema „Grundkurs“ mehr und mehr aus der fachdidaktischen Diskussion verschwunden. Nur vereinzelt widmet sich noch jemand dem Problem, so Fischler (1993),

HeLP (2000), Schecker et al. (2004). Die konzeptionellen Unklarheiten aus den 1970er Jahren dauern bis heute an. Die „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ für die einzelnen Fächer haben das Verhältnis von Grund- zu Leistungskursen ebenfalls nicht geklärt. Hier ist nicht der Platz, für jedes Fach und jedes Bundesland einzeln die Situation zu prüfen. Auch ohne solche Detailstudien ergibt sich ein negativer Gesamteindruck:

Eigenständige Konzeption fehlt

Es gelang weder in Physik noch in Chemie, neben der primär wissenschaftsbestimmten, primär studienvorbereitenden Ausrichtung der Leistungskurse eine sich davon absetzende, eigenständige Konzeption für die Grundkurse zu entwickeln. Schulbücher, Lehrbücher der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken und auch Abituraufgaben-Sammlungen unterstützen diesen Eindruck vom fehlenden Grundkurs-Konzept. Übermächtig beherrscht das Leistungskurs-Konzept die ganze Oberstufe. Die Grundkurse sind Stiefkinder der Oberstufe – in der Schulpraxis und ähnlich auch in der fachdidaktischen Diskussion. Das Gutachten der BLK-Kommission zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts mahnt:

Die Grundkurse haben bislang hinsichtlich der Auswahl von Unterrichtsstoffen und deren Sequenzierung sowie hinsichtlich ihrer didaktisch-methodischen Gestaltung noch keine Form gefunden, die ... wirklich überzeugt. (BLK 1997, S.80).

Kritisiert wird explizit die herrschende Praxis, Grundkurse als verkürzte Leistungskurse zu gestalten. Das ziehe Defizite im Bereich der vertieften Allgemeinbildung nach sich (ebda. S.55). Auch die TIMSS/III-Ergebnisse belegen, dass die

Grundkurse keine eigene didaktische Form gefunden haben (TIMSS 2000, S.279).

Die Grundkurse sind von Anfang an auch noch in anderer Hinsicht defizitär. Seit der Reform von 1972 sind ja die drei Aufgabenfelder das wichtigste strukturierende Element der Oberstufe, nicht mehr die vielen Einzelfächer. Das wird daran deutlich, wie innerhalb eines Aufgabenfeldes leicht ein Kurs des einen Faches denjenigen eines anderen Faches ersetzen darf. Dem einzelnen Kurs fällt damit erkennbar die Aufgabe zu, nicht nur ein Fach zu vertreten, sondern ein Stück weit das gesamte Aufgabenfeld. In allen drei Naturwissenschaften verlangt dies eine Besinnung, was denn Gemeinsamkeiten der drei Disziplinen Biologie, Chemie und Physik sind.

Ohne Zweifel gibt es – neben allen Besonderheiten der einzelnen Disziplin – solche Gemeinsamkeiten; z.B. gleiche oder ähnliche Vorgehensweisen bei Untersuchungen, z.B. zentrale gemeinsame Begriffe, z.B. ausgedehnte Überlappungsbereiche zwischen den Disziplinen. Grundkurse im Aufgabenfeld müssten sich auch als Repräsentanten des ganzen Aufgabenfeldes verstehen. Solche Überlegungen sprechen erneut gegen Kurse, die sich auf den Kernbereich einer Wissenschaftsdisziplin beschränken; an dieser Stelle aber nicht wegen des Schülerinteresses, sondern wegen des Bildungskonzeptes der gymnasialen Oberstufe. Es ist insgesamt erstaunlich, wie sich an vielen Stellen aus Befunden zum Schülerinteresse Antworten ähnlich denen in einer ganz anderen Diskussion ergeben: der Diskussion, wie die naturwissenschaftlich-mathematischen Fächer zur Allgemeinbildung beitragen können (s.: Eckelbrecht, Schneeweiß 2003; Gräber, Bolte 1997; Millar 1996; Heymann 1996; Fensham 1985).

Eine Neukonzeption der Grundkurse etwa so, wie sie sich aus den Überlegungen in diesem Buch ergibt, könnte ihnen das bisher vermisste eigene Profil geben. Damit die Neukonzeption von den Schülern tatsächlich als neu wahrgenommen wird, sollten – zumindest in den ersten Jahren – diejenigen Unterrichtseigenschaften, die anders als bisher sind, übertrieben betont werden.

Allgemeinbildendes hervorkehren

Da die Physik und Chemie bei den Leistungskursen stärker als andere Fächer in das Fahrwasser der Studienvorbereitung für Fachstudien geraten sind, ist es um so dringlicher, in den Grundkursen gerade dieser beiden Fächer das Allgemeinbildende hervorzukehren. Je deutlicher der Kontrast zu den Leistungskursen gelingt, desto größer ist die Aussicht, mit den Grundkursen Schüler zu gewinnen, die sich von diesen Fächern bisher abgewendet haben. Grundkurse könnten zeigen, dass Chemie und Physik auch ganz anderes zu bieten haben als Stöchiometrie und Differentialgleichungen, als π -Orbitale und Fermi-Verteilungen. Im Bild des Automobilmarktes: Mit Sportwagen allein bleibt man in der Marktnische.

Wer sich an eine Neukonzeption des Unterrichts macht, kann sogar bei vielen Hochschulphysikern, -chemikern, -mathematikern auf Beifall rechnen. In der DPG-Denkschrift 2001 der Deutschen Physikalischen Gesellschaft wird dazu aufgerufen, den Physikunterricht in der Sekundarstufe I grundsätzlich neu zu überdenken. „Ein guter Physikunterricht darf nicht im Fachwissen verharren, sondern er muss offen sein für Fragen, die die Natur, die Umwelt und die Technik an die jungen Menschen herantragen. Nur dann wird der Physikunterricht für die Jugendlichen attraktiv“

(DPG 2001, S.205). Die Gesellschaft Deutscher Chemiker fordert im gleichen Jahr vom Chemieunterricht „Entscheidende Voraussetzung, um das Gelernte auch anwenden und in andere Bereiche übertragen zu können, ist die selbstbestimmte und handelnde Auseinandersetzung mit Lerngegenständen in konkreten anwendungsbezogenen Zusammenhängen“ (GDCh 2001, S.4).

Die Berliner Mathematische Gesellschaft, unterstützt durch den Lehrerverband MNU, plädiert für eine mutige Reform des Mathematikunterrichts (BMG 2003). Der soll gekennzeichnet sein durch vier Eigenschaften: anschaulich, motivierend, interdisziplinär, interaktiv. Unterrichtsablauf und Themenwahl sollen flexibler werden. „Zeit lassen“ und „altersgemäß“ sind weitere Stichworte in ihren Thesen.

Nach den bisherigen Diskussionen im Lande sind insbesondere zwei Einwände gegen die vorgeschlagene Neukonzeption zu erwarten. Der eine operiert mit dem Begriff „Niveausenkung“. Die mangelnde Sorgfalt in der Argumentation erkennt man bei diesem Einwand häufig schon daran, dass er nicht zwischen dem vom Lehrplan angestrebten und dem tatsächlich von Durchschnittsschülern erreichten Niveau unterscheidet. Beides liegt bekanntlich sehr weit auseinander. Ein zweiter Einwand, in ähnliche Richtung zielend, wird sagen, mit der Reform höre der Unterricht auf, „richtige Physik“ und „richtige Chemie“ zu treiben. Aus der Sicht der Schule kann jedoch Unterricht schwerlich als richtig gelten, der an einem Großteil der Schüler vorbeigeht. Beide Einwände vermeiden üblicherweise Überlegungen zu schulischen Bildungszielen wie auch zu Schülerinteressen. Beide Einwände missachten die alte Einsicht: Dem Fisch muss der Wurm schmecken, nicht dem Angler.

Sauerstoffbindemittel aus Eisenpulver und Metalljodid/-bromid Patentes Tütchen hält Wasabi-Erdnüsse frisch

Ungewöhnliche Lebensmittel erfordern ungewöhnliche Verpackungen. Ein Beispiel dafür sind „Wasabi-Erdnüsse“. Sie werden mit einem patentierten Sauerstoff-Absorber frisch gehalten.

Die aus Thailand importierten Erdnüsse könnten eigentlich auch aus Bayern stammen. Die Angabe der Inhaltsstoffe klärt nämlich auf: Wasabi ist Meerrettich. Zusätzlich steht dort ein Hinweis: Die Verpackung enthält ein Tütchen mit Sauerstoffbindemittel, das nicht zum Verzehr geeignet ist.

Was sich dahinter verbirgt ist nicht gerade „High Chem“, wurde jedoch erst vor etwa sechs Jahren patentiert, und zwar von der japanischen Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc. Deren Entwickler Eto, Nakata und Takahashi legten in dem entsprechenden Patent die Problematik von Sauerstoffabsorbieren für Lebensmittel dar. Demnach gab es bereits mindestens zwei Patente in diesem Anwendungsbereich.

In der japanischen Patentveröffentlichung Kokoku Nr. SHO 56-33980 wird ein Sauerstoffabsorber beschrieben, bei dem Eisenpulver von einem Metallhalogenid bedeckt ist. Da sauerstoffabsorbierende Reaktionen reduzierter Metalle die Gegenwart von Feuchtigkeit erfordern, wird diese Art von Sauerstoffabsorber zur Konservierung von Lebensmitteln mit hohem Wassergehalt verwendet. Der Absorber ist daher auch unter der Bezeichnung feuchtigkeitsabhängiger Sauerstoffabsorber bekannt.

Dagegen wird in der japanischen Patentveröffentlichung Kokoku Nr. SHO 57-31449 ein Sauerstoffabsorber zur Konservierung von getrockneten Lebensmitteln mit geringem Wassergehalt (also mit geringer Wasseraktivität) beschrieben. Bei ihm ist eine mit Wasser imprägnierte wasserliefernde Substanz eingearbeitet, etwa ein anorganischer Füllstoff. Er liefert die

für eine sauerstoffabsorbierende Reaktion erforderliche Feuchtigkeit. Da diese Art von Sauerstoffabsorber selbst Feuchtigkeit enthält, ist sie unter der Bezeichnung selbstreagierende Sauerstoffabsorber bekannt und kann Sauerstoff absorbieren, ohne von der von zu konservierenden Gegenständen verdampfenden Feuchtigkeit abhängig zu sein.

Mit selbstreagierenden Sauerstoffabsorbieren ergaben sich jedoch Probleme, weil bei ihnen zur Konservierung von Gegenständen mit geringem Wassergehalt die Feuchtigkeit des Sauerstoffabsorbers unweigerlich auf den konservierten Gegenstand übertragen wurde, was in einigen Fällen zu einer Geschmacksverschlechterung oder Änderung der Qualität führte. Zudem verminderte sich im Laufe der Zeit die sauerstoffabsorbierende Funktion durch Feuchtigkeitsverlust.

Untersuchungen der Erfinder zur Lösung der oben geschilderten Probleme ergaben, dass Metalljodid- und Metallbromidsalze überraschenderweise als Beschleuniger für eine sauerstoffabsorbierende Reaktion in feuchtigkeitsarmer Umgebung mit einer relativen Feuchte von höchstens 70 Prozent ohne Anwesenheit einer wasserliefernden Substanz fungieren können und dadurch die sauerstofffreie Konservierung von beispielsweise Trockenlebensmitteln mit geringer Wasseraktivität ermöglichen.

Der vor sechs Jahren patentierte Sauerstoffabsorber besteht also aus einer gasdurchlässigen Umhüllung, die eine sauerstoffabsorbierende Zusammensetzung enthält. Sie funktioniert in einer Umgebung mit höchstens 70 Prozent relativer Feuchte und in Abwesenheit einer wasserliefernden Substanz. Ihre Bestandteile sind ein reduziertes Metallpulver, typischerweise Eisenpulver, sowie ein Metalljodid-

salz, ein Metallbromidsalz (meist Natrium- und Kaliumsalze) oder ein Gemisch davon als Beschleuniger. Die beizumischende Menge des Metalljodid- oder Metallbromidsalzes sollte optimal 0,5 - 6 Gewichtsteile auf 100 Gewichtsteile reduzierten Eisens betragen. Es lassen sich noch Additive beimischen, etwa silikatische Pulver, Perlit, Diatomeenerde, Aluminiumhydroxid, Aluminiumoxid, Aktivkohle oder ein wasserabsorbierendes Polymer, um z.B. üblen Geruch, Staubentstehung oder Rostflecken zu verhindern.

Soviel zu dem Patent. Und jetzt versteht man auch den Hinweis auf dem Absorber-Tütchen: Nicht in die Mikrowelle legen... Nach einem kurzen Eindruck starker Schärfe zeigen die Erdnüsse übrigens einen angenehm-würzigen Geschmack. RK

Hauptsächlich Eisenpulver (braunes Pulver vorne) befindet sich in dem Sauerstoffabsorber-Tütchen in der Erdnussdose. Kein Wunder, dass dieses nicht in die Mikrowelle soll... (Foto: RK).



Biopolymere und Biokunststoffe

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

1 Welches biologisch abbaubare Polymer ist pflanzlichen Ursprungs?

- A Lignin.
- B Polymilchsäure.
- C Chitin.
- D Polycaprolacton.
- E Cellulose.

2 Welche Bindungsart verbindet Monomere zu Biopolymeren?

- A Wasserstoffbrückenbindung.
- B Glycosidische Bindung.
- C Esterbindung.
- D Etherbindung.
- E Aromatische Bindung.

3 Was stimmt für ein anomeres Atom?

- A Es ist ein Chiralitätszentrum.
- B Es findet sich in cyclischen Halbacetalen.
- C Es ist ein Kohlenstoffatom.
- D Es findet sich in einer glycosidischen Bindung.
- E Es ist ein Sauerstoffatom.

4 Welches Polymer beruht auf einer glycosidischen Bindung?

- A Nucleinsäure.
- B Polysaccharid.
- C Lipid.
- D Polyglucosamin.
- E Polyhydroxyalkanoat.

5 Welches Polymer besteht aus dem Monomer Aminosäure?

- A Protein.
- B Lipid.
- C Peptid.
- D Nucleinsäure.
- E Lignin.

6 Welches Monomer liegt Stärke zugrunde?

- A Nucleotid.
- B Glucosamin.
- C Glycerin.
- D Carbonsäure.
- E Saccharid.

7 Was trifft auf beispielsweise aus Kartoffeln gewonnene Stärke zu?

- A Aus dem Biokunststoff Stärke

entstehen ohne weitere Zusätze Medikamentenkapselhüllen.

B Die Stärke wird durch Weichmacher und Plastifizierungsmittel wie Sorbitol und Glycerin zum thermoplastischen Biokunststoff.

C Für einen thermoplastischen Biokunststoffblend wird Stärke mit anderen Polymeren gemischt.

D Für den Biokunststoff Stärke setzt man Stärke zu Stärkeestern oder Stärkeethern um.

E Aus dem Biokunststoff Stärke entstehen ohne weitere Zusätze Tragetaschen und Besteck.

8 Was beruht auf Saccharid?

- A Cutin.
- B Stärke.
- C Cellulose.
- D Chitosan.
- E Glycogen.

9 Welche Formel beschreibt Stärke?

- A $(C_6H_{13}NO_5)_n$.
- B $(C_6H_8O_2)_n$.
- C $(C_6H_{10}O_5)_n$.
- D $(CH_3-(CH_2)_n)_m$.

10 Welche Aussage über Chitosan ist richtig?

- A Es besteht aus linearen Molekülen.
- B Ein Molekül besteht aus etwa 2000 Monomeren.
- C Es wurde 1859 von C. Rouget durch Kochen von Chitin mit Kalilauge entdeckt.
- D Aus Pilzen lässt es sich direkt gewinnen.
- E Es ist in Säuren schlecht und in Basen gut löslich.

11 Was unterscheidet Fette von Wachsen?

- A Fette im Gegensatz zu Wachsen sind Ester von Fettsäuren.
- B Fette sind Einfach-, Wachse Dreifachester von Fettsäuren.
- C Wachse sind poröser als Fette.
- D Wachse enthalten im Gegensatz zu Fetten andere Heteroatome außer Sauerstoff.

E Im Gegensatz zu Fetten beruhen Wachse nicht auf Fettsäuren.

12 Welche Substanzen sind membranbildend?

- A Steroide.
- B Phospholipide.
- C Triacylglyceride.
- D Sphingolipide.
- E Glycolipide.

13 Welche Aussage stimmt im Zusammenhang mit Ligninen?

- A Lignine sind linear gebaut.
- B Lignine beruhen auf aromatischen Monomeren.
- C Nadelhölzer enthalten mehr Lignin als Laubbäume.
- D Pflanzen enthalten durchschnittlich etwa 1% Lignin.
- E Zum Nachweis von Lignin nutzt die Analytik die Phenolreaktion.

14 Welcher Kunststoff ist als biologisch abbaubar erhältlich?

- A Polyesterarten.
- B Polymilchsäure.
- C Cellulosederivate.
- D Polyurethanarten.
- E Polyvinylalkohole.

15 Was trifft auf Cellulose zu?

- A Cellulose ist linear gebaut.
- B Cellulose ist in Wasser unlöslich.
- C Cellulose ist in Aceton löslich.
- D Starke Säuren spalten Cellulose.
- E Cellulose ist im menschlichen Körper enzymatisch abbaubar.

Lösungen zu Seite M16 (CLB 3/2009):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 05/2009 sowie auf www.clb.de)

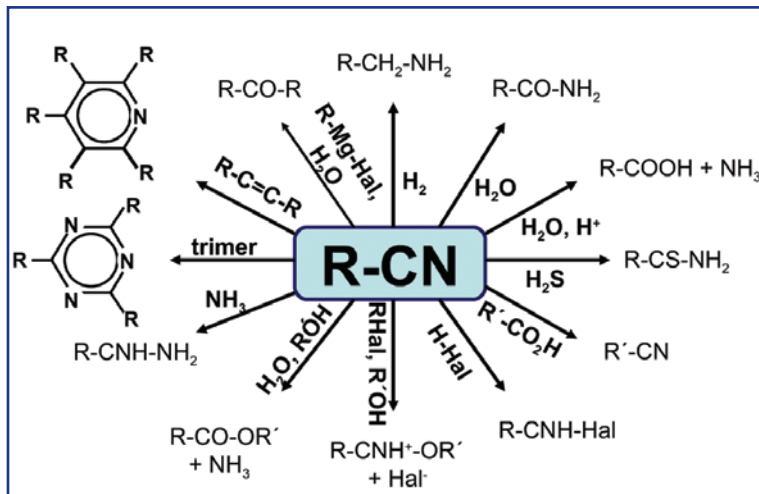


Abbildung 9: Reaktionen mit Nitrilen.

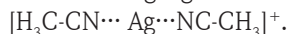
Auch die höheren Vertreter der aliphatischen Mononitrile sind toxisch und hautreizend. Vom Acetonitril nimmt die Wasserlöslichkeit zu höheren Homologen ab. In organischen Lösungsmitteln sind die Nitrile durchweg gut löslich und stark assoziiert.

Nitrile sind Ausgangsprodukte für viele organische Synthesen [3], wie sie für einige Beispiele in Abbildung 9 als Spinnen-Diagramm dargestellt sind.

Nitrile lassen sich vor allem zu Aminen reduzieren und sind zur Dimerisierung wie auch zur Zyklisierung fähig.

Neben der technischen Bedeutung von Acetonitril als Lösungsmittel haben vor allem die Mononitrile Benzonitril als Ausgangsverbindung für Melaminharze sowie Acrylnitril als Monomer für die Polyacrylnitril-Kunststoffproduktion Bedeutung erlangt.

Interessant und lange vernachlässigt ist der Einsatz der Nitrile als Ligand in der Komplexchemie mit Schwermetallen. Für Silbernitrat beispielsweise ist Acetonitril ein ausgezeichnetes Lösungsmittel. Dabei lässt sich das Silber-Kation als Komplex mit zwei Acetonitril-Liganden vorstellen:

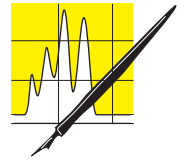


1976 ließen sich erstmals präparative Mengen monosubstituierter Acetonitrilkomplexe an Edelmetallen auf photochemischem Weg herstellen [4]. Später wurden auch Acetonitril- (Abbildung 10) und Benzonitrilkomplexe (Abbildung 11) beschrieben [5], die auch als Homogenkatalysator und Präparations-Chemikalien, beispielsweise im Chemikalienkatalog [6] der Fa. MERCK, Darmstadt, angeboten werden.

Dabei stellt sich bei Übergangsmetallen, wie hier beim Palladium, mit zwei Acetonitril-Molekülen aufgrund des „trans-Effektes“ die cis-Konfiguration ein. Denn gegenüber dem Halogenid-Liganden sind die Nitrile schwächere Substituenten, so dass eine trans-Lockerung nicht zu erwarten ist.

Bemerkenswert ist die unterschiedliche Ligandenbindung an das Zentralatom: während Acetonitril mit dem freien Elektronenpaar am Stickstoff seine Bindung mit dem Palladium eingeht (end-on), stellt

das Benzonitril seine π -Elektronen (edge-on der CN-Dreifachbindung) für die Bindung zur Verfügung.



AUFsätze

Dinitrile

Wie die aliphatischen Dicarbonsäuren, so haben auch einige entsprechende Dinitrile eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Dabei sei vor allem das Bernsteinsäuredinitril (1,2-Dicyanoethan) genannt: Es lässt sich, in Analogie wie auch die anderen homologen Vertreter der aliphatischen endständigen Dinitrile durch Addition von Blausäure an Alkennitrile herstellen. So verläuft die Synthese von Bernsteinsäuredinitril beispielsweise über Acrylnitril (Acrylnitril) mit Blausäure:

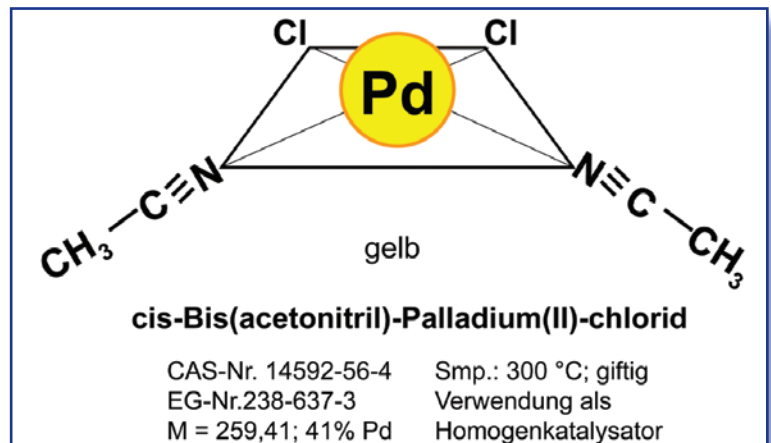
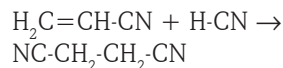
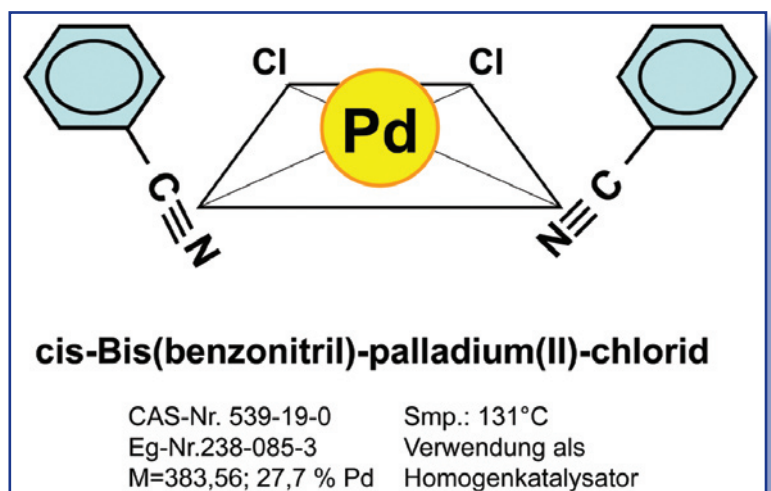


Abbildung 10: stabiler End-on-Acetonitril-Komplex.

Abbildung 11: stabiler Edge-on-Benzonitril-Komplex.



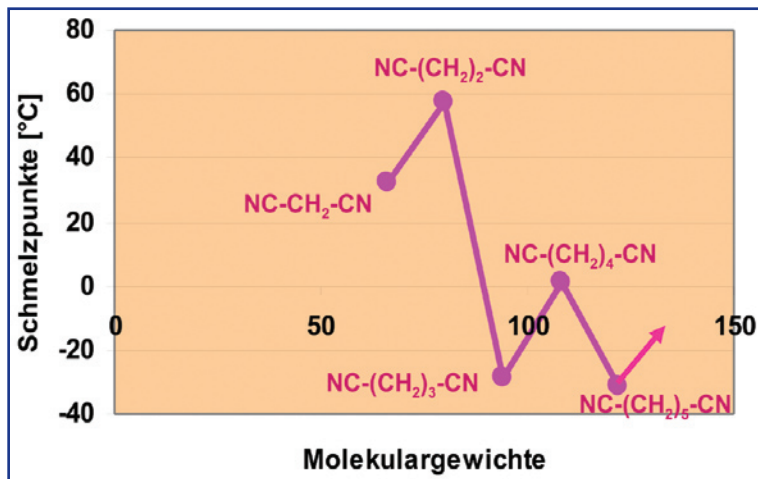


Abbildung 12: Alternierende Schmelzpunkte mit steigendem Molekulargewicht der aliphatischen Dinitrile.

Abbildung 13: Alternierende Schmelzpunkte mit steigendem Molekulargewicht bei Dicarbonsäuren.

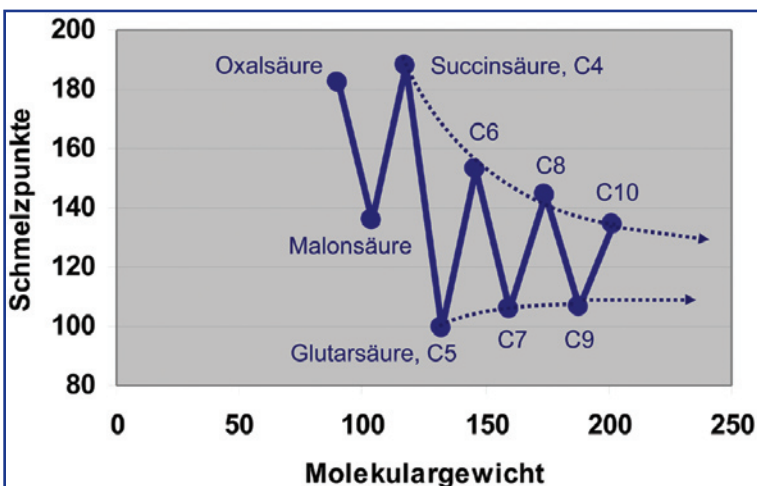
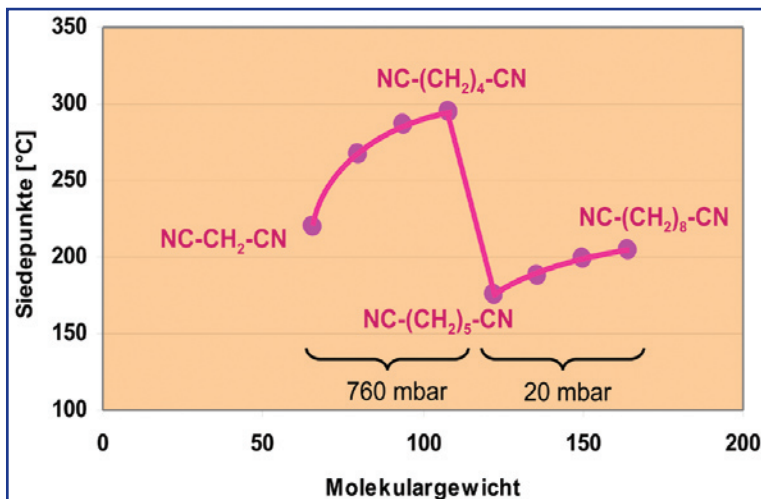
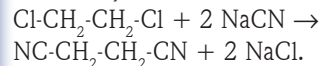


Abbildung 14: Sprung der Siedepunkte in Abhängigkeit der Molekulargewichte von aliphatischen Dinitrilen.



oder über die Umsetzung von 1,2-Dichlorethan mit Natriumcyanid:



Durch Hydrieren der Dinitrile sind die Diamine mit gleicher Kohlenstoff-Anzahl als wichtige Vorstufen zur Herstellung von Polymerfasern erhältlich.

Das 1,2-Dicyanoethan schmilzt bei 57,2°C und siedet bei 267 °C. Weitere Daten von Dicyanoethan und seinen analogen aliphatischen Verbindungen sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Dabei ist auffällig, dass die Schmelzpunkte der Dinitrile (Abbildung 12) die gleiche „Sägezahnkurve“ beschreiben, wie die analogen Dicarbonsäuren (Abbildung 13): Die Verbindungen mit der ungeraden Anzahl an Kohlenstoffatomen im Molekül schmelzen deutlich niedriger als die mit der geraden Kohlenstoff-Anzahl.

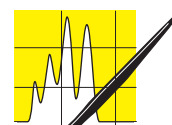
Die Schmelzpunkte wurden ab dem Dicyanopentan bei etwa 20 mbar bestimmt (Abbildung 14), da bei 1 bar Schmelz-Temperaturen von über 300°C erreicht würden, die bereits Zersetzung der Substanzen verursachen.

Die Dichte der Dinitrile sinkt mit steigendem Molekulargewicht in einer harmonischen Kurve exponential ab und strebt asymptotisch dem Dichte-Wert 0,93 g/cm³ zu (Abbildung 15).

Tabelle 5: Aromatische Nitrile u.a.

Dinitril	M	Sdp. [°C]	D	n
Benzonitril	103,13	190,7	1,1	1,53
o-Benzodinitril	128,14	141		
m-Benzodinitril	128,14	162		
p-Benzodinitril	128,14	222		
o-Dichlorbenzol	147,01	180,5	1,3	1,55
m-Dichlorbenzol	147,01	173	1,29	1,55
p-Dichlorbenzol	147,01	174	1,25	1,53
o-Dibrombenzol	235,92	225	1,98	1,62
m-Dibrombenzol	235,92	218	1,95	1,61
p-Dibrombenzol	235,92	219	2,26	1,57
o-Diiodbenzol	329,91	286	2,54	1,72
m-Diiodbenzol	329,91	285	2,48	
p-Diiodbenzol	329,91	285		
1,2-Diazin	80,09	208	1,1	1,52
1,3-Diazin	80,09	124		1,5
1,4-Diazin	80,09	115,5	1,03	1,5

Dinitril	Trivialname	Formel	M	Smp. [°C]	Sdp. [°C]	D	n
Dicyan	Cyanogen	NC-CN	52,04	-27,9	-21,17	0,9537 (-21°C)	
Dicyanomethan	Malondinitril	NC-CH ₂ -CN	66,06	32	219	1,19	1,41
Dicyanoethan	Bernsteinsäure-dinitril	NC-(CH ₂) ₂ -CN	80,09	57,2	267	1,06	1,42
Dicyanopropan	Glutardinitril	NC-(CH ₂) ₃ -CN	94,12	-29	286	0,99	1,43
Dicyanobutan		NC-(CH ₂) ₄ -CN	108,15	1	295	0,97	1,44
Dicyanopentan		NC-(CH ₂) ₅ -CN	122,17	-31,4	175 (14)	0,95	1,45
Dicyanohexan		NC-(CH ₂) ₆ -CN	136,20		188 (20)	0,94	1,45
Dicyanoheptan	Azelanitril	NC-(CH ₂) ₇ -CN	150,23		198 (23)	0,93	1,45
Dicyanooctan		NC-(CH ₂) ₈ -CN	164,25		204 (16)	0,93	1,45



AUFSÄTZE

Tabelle 4: Endständige aliphatische Dinitrile.

Ein eigenartiger Kurvenverlauf lässt sich bei dem Brechungsindex mit steigendem Molekulargewicht feststellen: bis zum Dicyanopentan steigt der Brechungsindex linear mit dem Molekulargewicht an, hält sich bei den C8- und C9-Verbindungen konstant, um dann ab dem Dicyanooctan wieder abzufallen (Abbildung 16). Alle Werte wurden laut „Handbook for Chemistry and Physics“ bei 20 °C gemessen.

Aromatische Nitrile

Zur Abrundung der Abhandlung über Nitrile sei noch auf das Benzonitril und die aromatischen Dinitrile hingewiesen.

Die physikalischen Daten des Benzonitrils sind bereits in der Tabelle 1 aufgeführt. Dabei fallen der hohe Siedepunkt sowie die zum Acetonitril vergleichbaren Dipolmomente und letalen Dosen für Ratten (oral) auf. Flammpunkt und Zündtemperatur liegen in vorteilhafter Weise relativ hoch, die Explosionsgrenzen aber wieder relativ niedrig und eng beieinander. Die Dielektrizitätskonstante ist etwas niedriger als die des Acetonitrils.

Die Neigung des Benzonitrils als edge-on-Ligand über die Dreifachbindung zu fungieren zeigt die Abbildung 11 am planaren Palladium(II)-Komplex.

Mit organischen Lösungsmitteln ist das Benzonitril beliebig mischbar, mit Wasser nur wenig.

Die technische Herstellung erfolgt in hoher Ausbeute über die katalytische Ammonoxidation von Toluol. Im Labor ist es über die thermische Umsetzung von Benzolsulfonsäure mit Natriumcyanid zugänglich.

Seine Einsätze findet das Benzonitril in der Weiterverarbeitung zu Harzen, Tensiden, Gummi-Chemikalien, Desinfektionsmitteln und Farbstoffen. Für zahlreiche anorganische Metallsalze dient es als Lösungs- und Extraktionsmittel.

Von den Benzodinitrilen, auch im Vergleich zu den Dihalogenzol-Verbindungen und den Diazinen, zitiert die Tabelle 5 einige Daten. Dabei finden jeweils alle drei Isomeren der ortho-, meta- und para-Verbindungen Berücksichtigung.

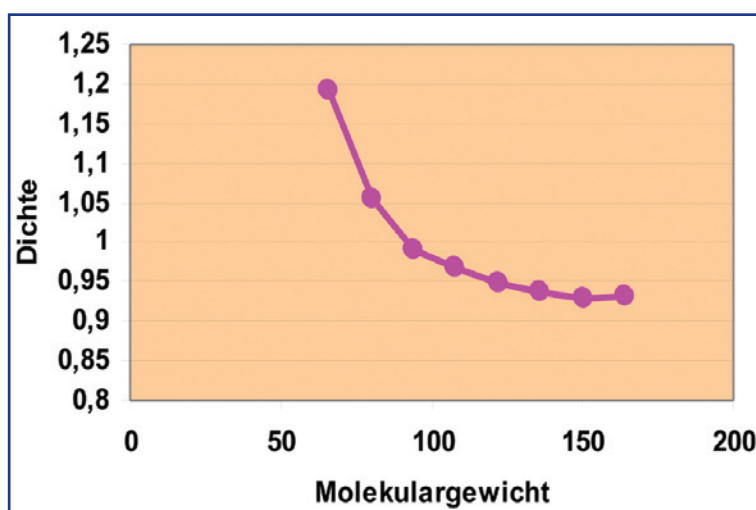
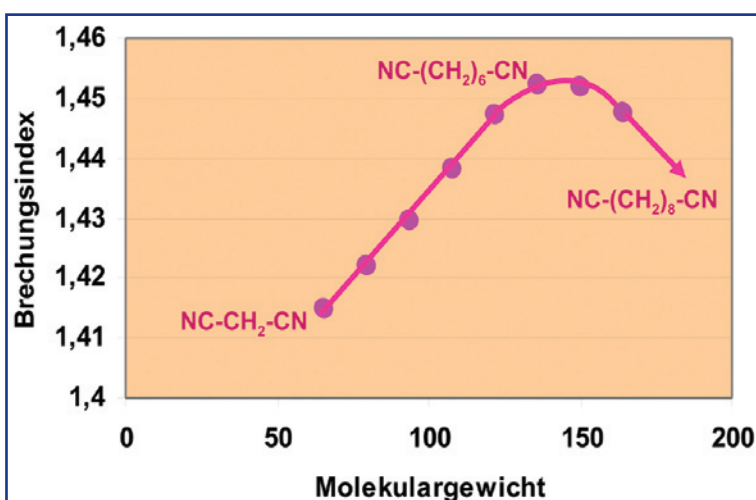


Abbildung 15: Harmonische Beziehungskurve zwischen Molekulargewicht und Dichte der Dinitrile.

Abbildung 16: Abknickende Relation zwischen Molekulargewicht und Brechungsindex bei aliphatischen Dinitrilen.



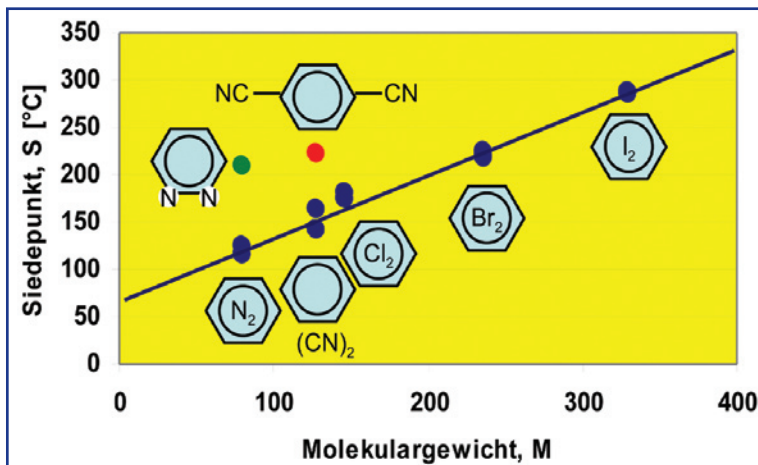


Abbildung 17: Siedepunkte von disubstituierten Benzolverbindungen.

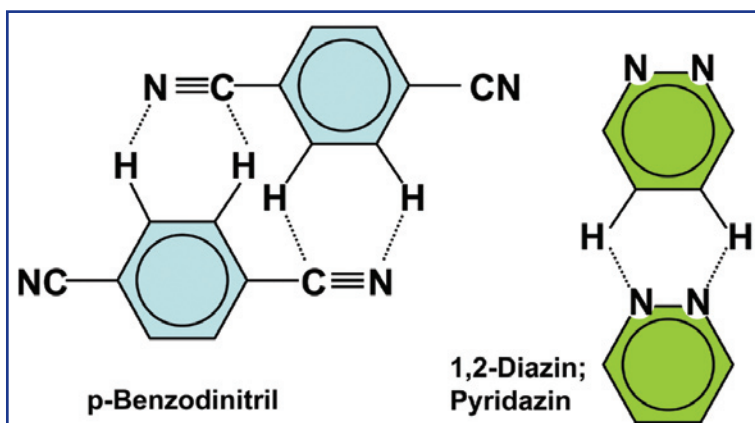
Trägt man die Siedepunkte der Verbindungen gegen die Molekulargewichte graphisch auf, so zeigt sich, dass die meisten Punkte nahezu auf einer Geraden liegen (Abbildung 17). Nur das p-Benzodinitril und das 1,2-Diazin weisen vergleichsweise höhere Siedepunkte auf. Das deutet auf eine verstärkte Assoziation der Moleküle hin, wie sie beispielsweise in Abbildung 18 dargestellt ist.

CLB

Literatur:

- [1] www.analytik-news (30.01.2009)
- [2] Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 900, Stand: Juni 2008
- [3] Ullmanns Enzyklopädie: „Nitrile, aliphatische“
- [4] Hasenpusch W. und W. Preetz, ZAAC, 432 (1977) 107
- [5] Poli G. u.a., Tetrahedron, 56 (2000) 5959
- [6] Merck: Chemikalienkatalog 2008, S. 111 Auch die sicherheitstechnischen Kenndaten wurden dem Merck-Katalog-2008 entnommen.

Abbildung 18: Vergleichsweise hohe Siedepunkte durch Wasserstoff-Brückenbindung.



Krebs:

Mechanismen und Möglichkeiten

- Chemiker der RUB haben im Rahmen des von der DFG geförderten Projekts „Biologische Funktion von Organometallverbindungen“ Metallcarbonyl-Komplexe entwickelt, die beim Belichten Kohlenmonoxid freisetzen und dadurch zeitlich und räumlich präzise kontrolliert Krebszellen abtöten können, ähnlich effizient wie bei 5-Fluoruracil, einem seit langem in der Klinik angewandten Krebsmedikament.
- Angesichts der weiter zunehmenden UV-Bestrahlung und dem immer höheren Lebensalter der Bevölkerung wird der weisse Hautkrebs in den kommenden Jahrzehnten häufiger. Mediziner des Universitätsklinikums Magdeburg entdeckten, dass das Protein cFLIP die Auslösung der Apoptose blockieren kann; stattdessen werden andere tumorfördernde Signalwege der Zelle angeschaltet.
- Zur Früherkennung von Gebärmutterhalskrebs sind HPV-Tests aussagekräftiger als die herkömmlichen Pap-Abstriche aus der Gebärmutter, so lautet eine Studienauswertung von Forschern vom VU University Medical Center Amsterdam. Die HPV-Tests weisen DNA bestimmter Hochrisiko-Typen der humanen Papillomviren (HPV) in den Zellen der Gebärmutterhäut nach. Die HPV-Tests sind bislang noch nicht Teil des gesetzlichen Früherkennungsprogramms.
- Das Transmembranprotein EpCAM (Epithelial Cell Adhesion Molecule) wird von Tumorzellen stärker produziert. Forscher vom Helmholtz Zentrum München zeigten, wie das Molekül die Zellteilung und damit das Krebswachstum fördert. Es aktiviert unter anderem das c-myc-Gen, was dann zur Zellproliferation führt. Das Transmembranprotein wird durch zwei Enzyme in zwei Teile gespalten. Der außerhalb der Zelle befindliche Anteil EpEX löst sich ab. Der in der Zelle freigesetzte Teil EpICD wandert über mehrere Schritte, und mit Hilfe von Faktoren des Wnt-Signalwegs, in den Zellkern und reguliert dort die Transkription von c-myc und anderen Genen. Das Protein dient bereits als Zielmolekül für therapeutische Antikörper, die derzeit als potentielles Krebsmedikament getestet werden.
- Wissenschaftler vom Institut für Biowissenschaften an der Universität Graz konnten am Beispiel von Bäckerhefe nachweisen, dass verminderte Atmungsaktivität in Zellen eine Voraussetzung für Tumorentstehung sein kann. Die Reduzierung der Zellatmung vermindert die Apoptose, und lässt Zellen unkontrolliert überleben.
- Krebszellen haben einen deutlich höheren Energiebedarf als gesunde Zellen. Sie benötigen große Mengen an Spurenelementen, insbesondere an Eisen. Wissenschaftler aus dem DKFZ blockierten in Lymphomzellen ein Eisenspeicherprotein; dadurch stieg der Gehalt von freiem Eisen, und schließlich von freiem Sauerstoffradikalen in der Zelle an. Durch den oxidativen Stress wurden die Lymphomzellen getötet.

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 100,00 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 13,60 Euro, Ausland: 24,40 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 100,00 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmen- und Bibliothekenabos mit Sonderpreis; siehe www.clb.de).

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

Auf dem Weg zu einer universellen Impfung gegen alle Arten von Influenza

Mechthild Kässer, Diekholzen

Grippeviren ändern ständig ihr Aussehen. Ein passender Impfstoff muss daher jedes Jahr neu komponiert und an die in der kommenden Grippe-saison vermutlich vorherrschenden Keime angepasst werden. Auch nur Vögel befallende Grippeviren mutieren und drohen, auf den Menschen überspringen. Impfstoffe, die gegen alle Formen der Virusgrippe oder Influenza A gerichtet sind, könnten viele Unwägbarkeiten und Probleme hinwegfegen. Einige solcher fortschrittlicher Seren stehen zurzeit in der klinische Prüf-Phase.

Die heutige Grippeimpfung

Die echte Grippe oder Influenza A ist eine oft unterschätzte, ernsthafte Erkrankung der oberen Atemwege. Immerhin verläuft sie nach Angaben des Robert-Koch-Instituts in Deutschland jährlich in etwa 10 000 Fällen tödlich. Da sie schnell und heftig ausbricht, ist eine vorbeugende Impfung der beste Schutz.

Impfstoffe trainieren unser Immunsystem, auf bestimmte Merkmale eines eingedrungenen Erregers zu reagieren und ihn mit Antikörpern zu markieren und zu zerstören. Grippeviren erkennt die Immunabwehr an den beiden Oberflächeneiweißen oder Antigenen Hämagglutinin HA und Neuraminidase NA (Abbildung 1). Daher zielt die Impfung auf diese Virusmerkmale. Es gibt noch einen weiteren Grund: HA dient dem Virus als Schlüssel, der ihm die Wirtszelle öffnet. Wenn es sich dann in der Zelle vermehrt hat, braucht es NA, um die vielen neuen Viren aus der Zelle hinauszuschleusen. Beide Eiweiße sind also unentbehrlich für Infektion und Ausbreitung im Körper. Durch die Impfung ist unser Immunsystem vorbereitet und kann in kürzester Zeit die zu HA

und NA passenden Antikörper mobilisieren und damit diese Eiweiße blockieren. Die Krankheit bricht nicht aus.

Influenza-A-Viren haben nun, anders als Influenza-B-Viren, die heimtückische Eigenschaft, das Aussehen dieser Antigene laufend zu verändern. Durch diesen Trick erscheinen sie auch dem Immunsystem Geimpfter fremd, entgehen der vorgesehenen Vernichtung und verursachen trotz Vorsorge Grippe. Bis heute kennen wir allein 15 HA- und neun NA-Varianten und entsprechend zahlreiche Unterarten der Influenza, die nach der Kombination dieser Eiweiße z. B. H5N1 (Vogelgrippevirus) bezeichnet werden. Keine leichte Aufgabe für Impfstoffhersteller.

Um dennoch den Erfolg einer Impfung zu gewährleisten, wird sie jedes Jahr auf das wandelbare Profil zugeschnitten. Ständig wird beobachtet, welche HA- und NA-Formen bei Erkrankten gerade vorherrschen. Die Informationen laufen bei der WHO zusammen, die dann den Impfstoffherstellern entsprechende Empfehlungen für die Zusammensetzung der Seren gibt. In der Saison 2008/09 beispielsweise enthalten sie H1N1, H3N2 und einen Influenza B-Stamm. [2] Der Impfstoff wird meist in Hühnereiern hergestellt und ist in etwa sechs Monaten verfügbar.

Für die alljährliche Grippe-saison mag dieses Vorgehen funktionieren. Eine auf Dauer zufriedenstellende Lösung ist es nicht. Schon gar nicht, da vor allem Menschen in Asien immer wieder an einer aggressiven Form der Vogelgrippe erkranken und die Gefahr besteht, dass das Virus die Fähigkeit gewinnt, von Mensch zu Mensch ansteckend zu sein. Als völlig neuer Erreger könnte er dann zu einer Pandemie in den Ausmaßen der Spanischen Grippe von 1918/19 führen. Schon heute ist Vogelgrippe beim Menschen äußerst gefährlich. Laut Statistik der Weltgesundheitsorganisation WHO [3] sterben über 60 % der Erkrankten, und zwar wie bei der Spanischen Grippe in kurzer Zeit an einer stürmisch verlaufenden Lungenentzündung. Im Pandemiefall bräuchten Milliarden Menschen ein schützendes Serum, und zwar umgehend. Da niemand weiß, welches Virus genau die erwartete Pandemie aus-



Die Autorin:

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

lösen wird, wäre ein Vakzin gegen alle Influenza-A-Formen die Lösung.

Pandemie-Impfstoffe

Weltweite Grippewellen wurden stets von Influenza A-Stämmen verursacht, häufig von H5N1. Dieser Typ mutiert schnell, an seinem Hämagglutinin fehlt offenbar nur noch der Austausch einer einzigen Aminosäure, um besser an menschliche Zellen zu binden und sie leichter zu infizieren, und vor allem um effizient von Mensch zu Mensch übertragen zu werden. Gesundheitsexperten erwarten, dass ihm das in den nächsten Jahren gelingen sollte. Aber auch H7- und H9-Stämme sind in Europa und Asien schon auf den Menschen übersprungen und könnten sich in Zukunft zu Pandemie-Stämmen weiterentwickeln, ebenso noch völlig unbekannte Varianten. Die Ungewissheit, welcher Influenza A-Stamm tatsächlich zur Gefahr wird, macht die Impfstoffentwicklung zu einer echten Herausforderung. Die größten Probleme dabei sind es,

- den Pandemievirus zu treffen,
- die Herstellung zu beschleunigen,
- eine riesige Zahl von Impfstoffdosen zur Verfügung zu stellen.

Derzeit ist eine Reihe von Pandemie-Seren in der Entwicklung, einige in klinischer Erprobung, drei wurden 2007 bzw. 2008 von der EU zugelassen. Die Hersteller verfolgen unterschiedliche Strategien. Im ersten Ansatz will man sich gegen H5N1 wappnen.

Modell-Impfstoffe

Diese Seren enthalten die Antigene eines Modell-Virus, und zwar von H5N1. Erst im Pandemiefall soll das Serum dann mit dem grassierenden Stamm nach dem zugelassenen Verfahren produziert werden. Zwei solcher Impfstoffe sind bereits zugelassen. Es sind Focetria von Novartis (2007) mit dem firmeneigenen Adjuvans MF59, der schon nach 3 Monaten verfügbar sein soll, und Daronrix von GlaxoSmithKline (2007), mit Aluminiumsalzen als Impfstoffverstärker.

Präpandemische Impfstoffe

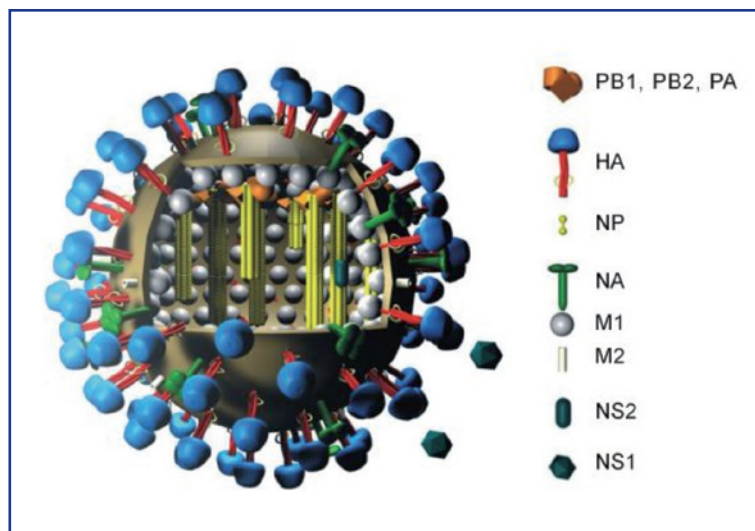
Die Strategie der jährlichen Grippe-Impfung, das Virus durch starke Truppen aus Antikörpern gegen HA und NA zu bekämpfen – es werden ausnahmslos Spaltimpfstoffe eingesetzt – zielt nur auf den einen Teil unserer Immunabwehr, auf das angeborene Immunsystem. Von Tierexperimenten wissen wir, dass das erworbene Immunsystem mit seinen T-Zellen für den Schutz gegen eine Grippeinfektion mindestens genau-

so wichtig ist. Wenn man die T-Zell-Antwort stärker nutzt, steigen die Chancen, eine Kreuzimmunisierung zu erreichen. Das heißt, der Immunschutz erstreckt sich dann nicht nur auf das Impfvirus selbst, sondern auch auf Varianten des Impfvirus. Um diese vollständige Immunantwort zu erzielen (Abbildung 2), sind außer Molekülen der Virushülle größere Teile des Virus notwendig, am besten ganze Viren, wie sie z. B. der in der EU 2008 zugelassene Totimpfstoff Prepandrix von GlaxoSmithKline enthält. Er wurde mit einem H5N1-Virus, der vor Jahren in Vietnam auftauchte, hergestellt und wirkt tatsächlich auch gegen andere H5N1-Varianten aus China, Indonesien und Türkei (Kreuzimmunität). Er soll die Zeit, bis ein spezifischer Impfstoff zur Verfügung steht, überbrücken und verleiht zumindest eine Teilimmunität, d. h. die Geimpften werden zwar an der Grippe erkranken, aber nicht an ihr sterben.

Im Januar 2009 erhielt Baxter, Österreich eine Zulassungsempfehlung der Europäischen Arzneimittelagentur EMA für seinen Totimpfstoff Celvapan, der ebenfalls aus einem vietnamesischen Vogelgrippevirus abgeleitet wurde und auch gegen entferntere H5N1-Stämme wirkt. Er ist der erste, pandemische H5N1-Impfstoff in Europa, der nicht in Hühnereiern, sondern in Zellkulturen gewonnen wird. Die verwendeten Verozellen stammen ursprünglich aus den Nieren von Affen. Vorteile der Neuerung sind bessere Hygiene, schnellere Verfügbarkeit und Produktion großer Mengen, außerdem entfällt das Risiko von Hühnereweißallergien. [4]

Auch das europäische Projekt „Chimeric Vaccines“ geht davon aus, dass ein H5-Stamm die drohende Pandemie heraufbeschwören wird. Deshalb baute man einen Impfstoff aus einem

Abbildung 1: Aufbau des Influenzavirus. Auf der Oberfläche gut zu sehen die Antigene Hämagglutinin HA und Neuraminidase NA, seltener das Matrixweiß M2.



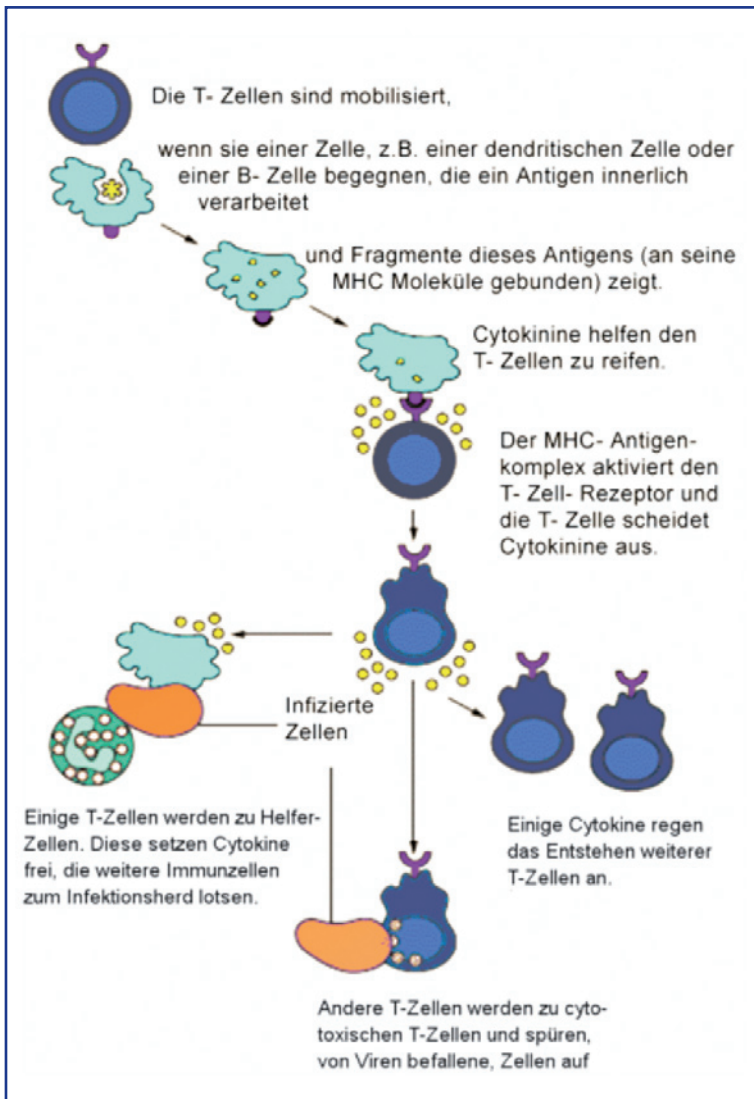


Abbildung 2: Für eine vollständige Immunantwort müssen die T-Zellen aktiviert werden.

abgeschwächten Influenzavirus, dem der krankmachende Faktor NS1 entnommen wurde. Stattdessen erhielt er Antigene des Vogelgrippe-Virus, so dass dank Kreuzimmunisierung Geimpfte vor Grippe- und Vogelgrippe-Viren und neu kombinierten Viren gefeit sein sollten. Neu ist auch die Verabreichung als Nasenspray, das Serum kann also gleich an der Eintrittspforte des Erregers wirksam werden. Erste klinische Versuche sind ermutigend ausgefallen, weitere sollen 2009 folgen.

Universelle Grippe-Impfstoffe

Die wirklich befriedigende Lösung wäre ein universell gegen alle Influenza A-Arten wirkendes Serum. Solch ein „heiliger Gral“ der Influenza-Impfstoffe würde die alljährliche Grippeimpfung überflüssig machen, jederzeit zur Verfügung stehen und zugleich vor der drohenden Pandemie,

gleichgültig durch welchen Stamm, schützen. Auf dem Weg dahin gibt es erste Erfolge.

So stellte 2007 die amerikanische Firma Pharmexa ein universelles Influenza-Vakzin auf DNS-Basis vor. Das gespritzte Erbmolekül enthält den Bauplan eines Eiweißes aus dem Innern, das allen Influenza-Viren eigen ist und selten mutiert. Bei Mäusen aktivierte es die T-Zellen und konnte vor dem tödlichen Ausgang der Grippe bewahren. Neu ist auch die Anwendung kleiner elektrischer Ströme bei der Impfung. Sie erzwingen den Einlass der Impf-DNS in die Körperzellen und erhöhen ihre Wirkung auf das Hundertfache.

M2-Impfstoffe

Andere erfolgreiche Wege hin zu universellen Grippe-Impfstoffen sind die M2-Impfstoffe. Acambis, ein jetzt zu Sanofi-Pasteur gehörender Impfstoffhersteller, nutzt ebenfalls statt der veränderlichen Oberflächeneiweiße ein stabileres Protein der Virushülle als Antigen, und zwar den äußeren Teil des Ionenkanal-Proteins M2. Es ist Bestandteil aller Influenza A-Arten und unanfällig gegen Mutationen. Für den Impfstoff wird es abgespalten und an ein Eiweiß aus dem Inneren des Hepatitis B-Virus gebunden. Dieses erkennen die Wachposten des Immunsystems, die Toll-like-Rezeptoren auf Makrophagen und dendritischen Zellen, als feindlich und verstärken die Abwehr, insbesondere kurbeln sie das erworbene Immunsystem an. In der ersten klinischen Prüfphase 2007 zeigte das Serum sehr gute Wirkung, vor allem zusammen mit dem Impfstoffverstärker QS-21. [5]

Ein ähnliches Konzept verfolgt die US-amerikanische Firma VaxInnate. [6]

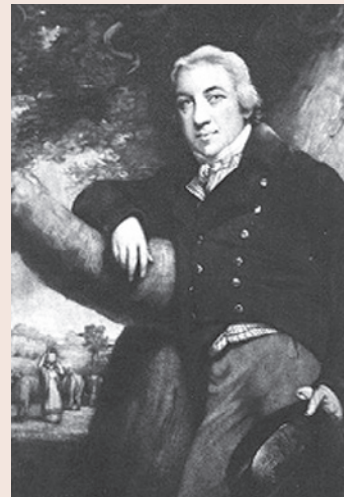
Ihr Impfstoffkandidat enthält ebenfalls den äußeren Teil von M2, hier aber gebunden an das Bakterieneiweiß Flagellin. Hergestellt wird der Impfstoff weder in Eiern noch Kulturen von Säugerzellen, sondern von gentechnisch veränderten Bakterien. Dank dieser Technik lassen sich große Mengen, wie sie bei einer Pandemie benötigt werden, in noch kürzerer Zeit gewinnen. Erste klinische Versuche im vergangenen Jahr stimmen die Hersteller zuversichtlich.

Anfang dieses Jahres wurde ein weiteres, gegen Mutationen gefeit Antigen bekannt. Wie die US-amerikanischen Forscher [7] berichten, bezieht sich die Veränderlichkeit des Influenza-Proteins Hämagglutinin nur auf den kopfartigen Teil des Moleküls, der Stamm jedoch mutiert kaum und sollte für zukünftige Impfstoffe mit breitbandiger Wirkung interessant sein.

Wesentlich für die schnelle Verfügbarkeit von Impfstoffen sind die neu eingeführten Produktionsverfahren. Bei der Vermehrung der Impfviren in Hühnereiern, wie seit 50 Jahren Stand der

Geschichte der Impfstoffe

Bis in das 19. Jahrhundert waren Ärzte in Europa in der Regel machtlos gegen die weitverbreiteten und immer wiederkehrenden großen Seuchen und Epidemien. Eine dieser weitverbreiteten Infektionskrankheiten waren die Pocken, an denen etwa 30 % der Erkrankten starben. Überlebende waren häufig durch Narben entstellt. Früh erkannte man jedoch, dass das einmalige Durchstehen der Pockenkrankheit gegen weitere Ansteckungen durch die Pocken immun machte. Daher waren die Pocken die erste Krankheit, bei der versucht wurde, Individuen durch absichtliche Infektion mit anderen Erregern zu immunisieren. Es wird angenommen, dass Versuche mit dieser Technik (Variolation) entweder in Indien oder China bereits 200 v. Chr. begannen. Chinesische Ärzte wählten zur Gewinnung des Impfstoffs Personen mit leichtem Krankheitsverlauf aus und entfernten Krustenstücke der Pocken dieser Infizierten. Die Stücke wurden zu einem Pulver zermahlen und in die Nase der zu impfenden Person eingeführt. Lady Mary Wortley Montagu berichtete 1718, dass die Türken sich in ähnlicher Weise den Körperflüssigkeiten von leicht Infizierten aussetzten und wendete diese Methode bei ihren eigenen Kindern an.



Auch das Durchstehen der Kuhpocken (eine beim Menschen leicht verlaufende Rinderkrankheit) machte gegen weitere Ansteckungen durch die Pocken immun. Nachdem schon 6 Personen Menschen mit Kuhpockenlymphe immunisiert hatten (u. a. Sevel, Jensen, Jesty 1774, Rendall, Peter Plett 1791)[1] experimentierte auch der englische Arzt Edward Jenner (1749–1823; Abbildung oben rechts) mit diesem Wissen und infizierte im Jahr 1796 einen Jungen mit den Kuhpocken. Im Anschluss war dieser Junge gegen die gefährlicheren Pocken immun. Da der Impfstoff von Kühen stammte, nannte Jenner seinen Impfstoff Vaccine (lat. vacca „Kuh“) und die Technik der künstlichen Immunisierung „Vaccination“ (lat. vaccinus „von Kühen stammend“). Diese erste moderne Art der Impfung gegen die Menschenpocken wurde rasch in Europa aufgegriffen, die Ursache der Infektionskrankheiten war jedoch nach wie vor unbekannt.

Dies änderte sich gegen Ende des 19. Jahrhundert. Louis Pasteur formulierte 1864 die Keimtheorie, Robert Koch erbrachte 1876 den Nachweis der Krankheitserreger von Milzbrand (*Bacillus anthracis*) und 1881 den Nachweis des Tuberkulose-Bakteriums (*Mycobacterium tuberculosis*). Diese Entdeckung gilt als der endgültige Beweis der Existenz bakterieller Krankheitserreger. Schüler von Koch und Pasteur bauten das Konzept weiter aus. Pasteur entwickelte gemeinsam mit Émile Roux Impfstoffe gegen Milzbrand (1881) und Tollwut (1885). Paul Ehrlich, Emil von Behring und Shibasaburo Kitasato nutzten das Wissen zur passiven Immunisierung gegen Diphtherie und Wundstarrkrampf (1890). Mit der Entwicklung von Impfstoffen begannen ab dem Ende des 19. Jahrhunderts die ersten nationalen Impfprogramme. Allerdings kam es durch Verunreinigungen in den frühen Impfstoffen auch zu Unfällen wie dem Lübecker Impfunglück im Jahr 1930, bei dem 77 Kinder infolge eines kontaminierten Impfstoffes starben. Der diesem Fall folgende Calmette-Prozess bildet auch den Anfang des modernen Medizinrechts.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wurden systematisch zahlreiche weitere Impfstoffe gegen Infektionskrankheiten entwickelt, beispielsweise von Jonas Salk und Albert Sabin gegen die Kinderlähmung sowie ein Impfstoff gegen Gelbfieber durch Max Theiler. Seit 1967 werden unter der Schirmherrschaft der Weltgesundheitsorganisation (WHO) weltweite Impfprogramme aufgelegt. In den folgenden Abschnitten sind einige Beispiele dazu aufgeführt.

Technik, erhält man pro Ei etwa eine Impfdosis. Im Pandemiefall kommt man da schnell an eine natürliche Grenze, denn die Verfügbarkeit der unter strengen Bedingungen gewonnenen Eier kann kurzfristig nicht im gewünschten Maß ausgeweitet werden. Zellkulturen hingegen lassen sich tiefgefroren in großen Mengen bereithalten, auch mit Bakterien als Produktionsgefäßen ist man beweglicher.

Noch weiter in die Zukunft führen Überlegungen, Impfstoffe nicht nur gegen alle Influenza A-Viren, sondern gegen alle Influenza-Viren – auch gegen die weniger gefährlichen B- und C-Stämme – zu entwickeln. Das wäre das Tüpfelchen auf dem i.

CLB

Literatur

- [1] K. Subbarao, T. Joseph, Scientific barriers to developing vaccines against avian influenza viruses, *Nature Reviews Immunology* 7 (2007) S. 267-278
- [2] www.pei.de/DE/infos/fachkreise/impf-fach/influenzafach/saisonal/influenza-saisonal-node.html
- [3] http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/country/cases_table_2009_01_24/en/index.html
- [4] <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/forschak/886370/>
- [5] <http://www.acambis.com/default.asp?id=1944>
- [6] http://www.vaxinnate.com/pages/pressreleases/20081111_001.html
- [7] J. Sui et al., Structural and functional bases for broad-spectrum neutralization of avian and human influenza A viruses, *Nature Structural & Molecular Biology* 16 (2009) S. 265 – 273

Pflanzenchemie im Experiment, Teil 4: Frühblüher

Märzveilchen, Forsythie und Echtes Lungenkraut

Georg Schwedt, Bonn

Charakteristische Inhaltsstoffe dieser Frühblüher gehören zu den Pflanzenfarbstoffen – zu den Gruppen der Carotinoide (Carotine und Xanthophylle) und Flavonoide, zu denen auch die Anthocyane zählen. Sie werden in einfachen Experimenten in den Blüten der genannten Pflanzen nachgewiesen.

Märzveilchen

Das wohlriechende Veilchen (*Viola odorata* L.) mit seinen dunkelvioletten Blüten zählt zu den Frühblüher, die im März/April ihre Blütezeit haben. Der blau gefärbte Sirup aus den frischen Blüten wurde früher als Hustenmittel verwendet. Er hat jedoch heute wegen seines geringen Gehaltes an schleimlösenden Saponinen – im Wurzelstock reichlich vorhanden – keine Bedeutung mehr. Die charakteristischen Duftstoffe sollen eine nervenberuhigende Wirkung haben.

Als Säure-Base-Indikator wurde Veilchensaft schon im 16. Jahrhundert von dem aus Basel stammenden Leonhardt Thurneysser (1530-1596) beschrieben. Robert Boyle (1627-1691), ab 1680 Präsident der Royal Society in England, Autor des Werkes „The Sceptical Chemist“ (1691), der in London ein gut ausgestattetes privates Handels-Laboratorium unterhielt, verwendete den Veilchenextrakt ebenfalls als Indikator. In seinem Buch „Experimenta et considerationes de coloribus“

Das Duftveilchen (*Viola odorata*), auch Märzveilchen oder Wohlriechendes Veilchen genannt, gehört zu der Familie der Veilchengewächse (Violaceae; Foto: Jörg Hempel).



(1663) beschäftigte er sich mit dem Verhalten verschiedener Pflanzensäfte, u. a. auch von Veilchen, gegenüber Säuren und Laugen. Auch in einem „Handbuch der Analytischen Chemie“ von 1821 (Autor: H. Pfaff) wird der Veilchenextrakt neben 10 weiteren Säure-Base-Indikatoren aufgeführt.

Experimente

Mit 10-15 ml Spiritus wird aus 5-10 Veilchenblüten ein Extrakt durch Schütteln in einem Schnappdeckelglas gewonnen. Er ist schwach rotviolett gefärbt. Nach dem Verdünnen mit Wasser wird der Extrakt auf drei Gläser verteilt. Ein Teil bleibt zum Vergleich unbehandelt, den beiden anderen werden einige Tropfen Essigessenz bzw. ein kleiner Spatellöffel voll Natriumcarbonat hinzugefügt. Es erfolgen Farbumschläge nach intensiv pink bzw. grüngelb. Schließlich kann man in der unbehandelten Probe durch den Zusatz eines kleinen Spatellöffels voll Natron auch die blaue Farbe wie in den Blüten erzielen.

Die blaue Farbe in den Zellen der Veilchenblüte wird durch das Violanin genannte Anthocyan hervorgerufen. Es besteht aus dem Aglykon, dem Anthocyanidin Delphinidin und je einem Molekül Rhamnose und 4-Hydroxymethylsäure sowie zwei Molekülen an Glucose.

Zur Feststellung einer „Bleichwirkung“ werden in einem zweiten Experiment jeweils 2-3 Blüten in zwei Schnappdeckelgläsern mit einigen Millilitern Wasser bedeckt. Dann versetzt man die Gläser mit jeweils einem kleinen Löffel voll Natriumcarbonat bzw. reduzierendem Bleichmittel (mit Dithionit) und löst durch Schütteln. Nach einiger Zeit beobachtet man im Glas mit dem Bleichmittel weiße Flecken auf den Veilchenblüten. Die Lösung hat sich schwach gelb gefärbt. In der Probe mit Natriumcarbonat ist innerhalb von 30 Minuten keine Veränderung der Blüten und auch keine Verfärbung des Wassers zu beobachten. Die Entfärbung von Anthocyanfarbstoffen wurde schon im 16. Jahrhundert zur Unterscheidung zwischen Schwefelsäure und schwefliger Säure (Schwefeldioxid) verwendet.

Echtes Lungenkraut

Das Echte Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis* L.) ist eine rau behaarte Pflanze, die im Frühjahr zunächst einen Blütentrieb mit sitzenden Blättern entwickelt. Die Blüten erscheinen zuerst hellrot, dann blauviolett. Häufig kann man an einer Pflanze auch Blüten beider Farben

beobachten. Die Blütezeit reicht von März bis Mai. Die Pflanze kommt verbreitet in Wäldern, Gebüsch, allgemein an schattigen und feuchten Standorten und vor allem auf kalkhaltigem Untergrund vor. Beim Altern der Blüten ändert sich der pH-Wert im Zellsaft und führt zu dem auffälligen Farbwechsel. Dieses Phänomen wird im Volksmund als „Brüderchen und Schwesterchen“ bezeichnet. In jungen Blüten ist der Zellsaft sauer, in älteren Blüten neutral bis schwach alkalisch. In Freilandexperimenten kann der Nachweis der Anthocyane auf die Weise erfolgen, dass man eine blaue Blüte in einen Ameisenhaufen legt. Sind Anthocyane für die Farbe verantwortlich, so färbt sich die Blüte durch Ameisensäure rot.

Experiment

Je eine rote Blüte des Echten Lungenkrautes wird mit einer 5 %igen Ammoniaklösung bzw. einer Lösung von Natriumcarbonat in einem kleinen Schnappdeckelglas bedeckt. In der Ammoniaklösung tritt relativ schnell eine Blaufärbung, dann auch Grünfärbung als charakteristische Reaktion der Anthocyane auf. In der sodaalkalischen Lösung dauert der Farbumschlag wesentlich länger. Die Hydroxylionen können die Zellmembranen nicht so schnell wie die neutralen Ammoniakmoleküle durchdringen. Die eigentliche Reaktion findet in den Zellsäften statt. Eine blaue Blüte wird in einem weiteren Glas mit etwa Essigessenz übergossen. Hier tritt nach kurzer Zeit eine Farbumschlag nach Rot auf.

Forsythie – das Goldglöckchen

Ihren Namen hat die zur Gattung der Ölbaumgewächse zählende Pflanze von dem englischen Botaniker William A. Forsyth (1737-1804). Ihre Heimat ist Ostasien, vor allem in China, wo sie in wenigen Arten vorkommt. Die gelben, achselständigen Blätter erscheinen am Strauch schon vor den Blättern. Forsythien werden wegen ihrer Blütenform als Goldglöckchen, manchmal auch als Goldflieder oder Frühlingsglöckchen bezeichnet. Die Sorte *Forsythia intermedia*, eine der vielen Kulturformen, wurde von der Royal Horticultural Society als „Spectabilis“ mit dem Award of Garden Merit ausgezeichnet. Die Sorte *Forsythia suspensa* stammt aus dem Ursprungsland China und erreicht eine Höhe von drei Metern.

Experimente

Etwa 10 Blüten werden mit 10-15 ml Spiritus in einem Schnappdeckelglas übergossen. Durch Stehenlassen und mehrmaliges Schütteln erhält man einen gelben Extrakt. In einem zweiten Glas wird die Extraktionslösung, eventuell filtriert, mit dem gleichen Volumen an Reinigungsbenzin überschichtet. Unter vorsichtigem Schütteln führt man eine Flüssig-flüssig-Verteilung durch. Die Phasentrennung erfolgt sehr langsam. Danach erkennt man, dass beide Phasen intensiv gefärbt sind. Daraus wird deutlich, dass die gelben Farbstoffe sowohl polare Xanthophylle als auch weniger polare Carotinoide sind.



Als Forsythie bezeichnet man einen häufig gepflanzten Zierstrauch. Es handelt sich um eine Hybride zweier Arten aus der Gattung der Forsythien. Diese gehört zur Familie der Ölbaumgewächse (Oleaceae).

Extrahiert man die Blüten mit Benzin (einige Stunden stehen lassen), so erhält man nur einen schwach gelb gefärbten Extrakt. Dass die gelbe Farbe vor allem durch polare Xanthophylle hervorgerufen wird, zeigt ein weiteres Experiment. Dazu werden jeweils 5 Blüten mit 10 ml Wasser bzw. dem gleichen Volumen an Wasser unter Zusatz eines kleinen Löffels voll Natriumcarbonat stehen gelassen. Nach mehrmaligem Schütteln erhält man intensiv gelb gefärbte Extrakte, wobei der sodaalkalische Extrakt etwas intensiver gefärbt ist – möglicherweise auch durch Flavonoidfarbstoffe verursacht. **CLB**

Literatur

- Schwedt, G.: Chemie für alle Jahreszeiten. Einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen, Wiley-VCH, Weinheim 2007
Schweppke, H.: Handbuch der Naturfarbstoffe – Vorkommen, Verwendung, Nachweis, ecomed, Landsberg 1993

Die Lungenkräuter (*Pulmonaria*) bilden eine Pflanzengattung der Familie der Raublattgewächse (Boraginaceae). Die Gattung umfasst etwa 14 Arten. Eine bekannte Art dieser Gattung ist das Echte Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*; Foto: Sannse).



Neue Konzepte für Fahrzeugbatterien

„Secret Vaporware“ oder revolutionäre Technik?

In der Hoffnung auf Investorengelder oder Marktanteile kündigen Firmen, manchmal auch Erfinder gelegentlich „Vaporware“ an. Durch den Ruf nach Elektrofahrzeugen und ihrem Schwachpunkt Energiespeicherung scheint zur Zeit der Batteriesektor geeignet für derartige Ankündigungen.

Mit Vaporware bezeichnet man Software oder technische Produkte, deren Erscheinungsdatum weit in der Zukunft liegt, oder deren angekündigte Erscheinung ausblieb. Meist existieren von diesen Produkten nur erste Screenshots oder Entwürfe. Eine Steigerung von Vaporware ist „secret Vaporware“. Dabei handelt es sich um Produktankündigungen ohne jegliche weitere Spezifizierungen. Microsoft hat dieses Mittel gelegentlich genutzt, um allein durch seine Marktmacht und die Ankündigung einer Art von Produkten Konkurrenten von der Entwicklung ähnlicher Produkte bzw. Kunden von entsprechenden Kaufabsichten abzuhalten. Aber auch bei der Entwicklung technischer Produkte ist secret Vaporware zu finden, meist eingebettet in einer entsprechenden Zeitgeist-Umgebung.

1998 beispielsweise hatte eine typische Computer-Festplatte etwa 4

Gigabyte Speicherplatz und kostete um die 250 Euro. In dieser Zeit der aufkeimenden Dotcom-Blase traute man jedoch der Computertechnik die erstaunlichsten Sachen zu. So gab es auch kaum Widerspruch, als die norwegische Firma Opticom ankündigte, sie wolle in fünf Jahren einen Speicher aus Polymeren und Proteinen in Scheckkarten-Größe auf den Markt bringen, mit der damals kaum vorstellbaren Speicherkapazität von 170 Terabyte, und das zu Eurocent-Beträgen. Typisch: Die Osloer Firma, hüllte sich in Schweigen über Einzelheiten des Verfahrens. Zu hören gab es etwa: Licht unterschiedlicher Wellenlänge solle Proteine zwischen zwei stabile Zustände hin- und herschalten – was genügend Raum für wissenschaftliche Spekulationen gab, denn grundsätzlich diskutierte man entsprechende Techniken in der Wissenschaftswelt. Sie selbst beschrieben die Osloer als „virtuelle Firma“, die aus 25 Angestellten bestünde und mit vielen Forschern anderer Institute zusammenarbeite...

Stand der Technik: Lithium-Ionen-Akkus

Zur Zeit sind entsprechende Aktivitäten auf dem Batteriesektor zu beobachten.

Die bislang wohl fortschrittlichste Massentechnologie für leistungsfähige, wiederaufladbare Batterien sind Lithium-Ionen-Akkus. Bei gleichem Gewicht können sie bis zu achtmal soviel elektrische Energie speichern wie Bleiakumulatoren (siehe Tabelle nächste Doppelseite). Sie sind thermisch stabil, liefern über den Entladezeitraum eine konstante Spannung und unterliegen keinem Memory-Effekt, also einem Kapazitätsverlust durch Teilentladungen.

Beim Ladevorgang wandern positiv geladene Lithium-Ionen durch einen Elektrolyt hindurch von der positiven Elektrode (Anode) zwischen die Graphitebenen (nC) der

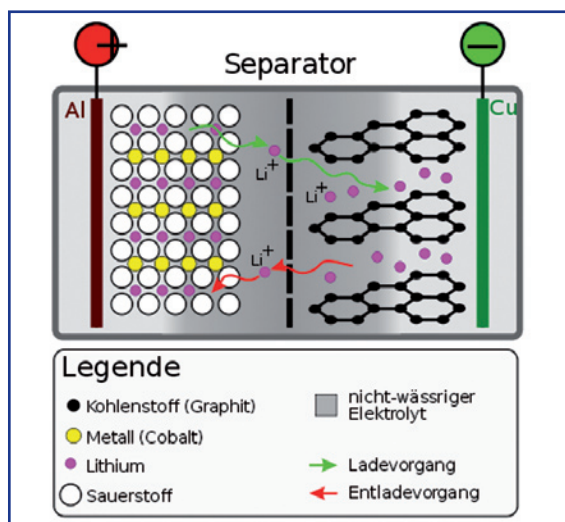
negativen Elektrode (Kathode), während der Ladestrom die Elektronen über den äußeren Stromkreis liefert; die Ionen bilden mit dem Kohlenstoff eine Interkalations- (Einlagerungs-)verbindung (Li_xnC). Beim Entladen wandern die Lithiumionen zurück in das Metalloxid und die Elektronen können über den äußeren Stromkreis zur positiven Elektrode (nunmehr die Kathode) fließen.

Wesentlich für das Funktionieren der Interkalation ist eine Schutzschicht (Separator) zur negativen Elektrode, die für die kleinen Li^+ -Ionen durchlässig, für Lösungsmittelmoleküle jedoch undurchlässig ist. Ohne funktionierende Separatorschicht kommt es zur Interkalation von Li^+ -Ionen mitsamt den Lösungsmittelmolekülen, wodurch die Graphitelektrode irreversibel zerstört wird. Das aktive Material der negativen Elektrode eines gängigen Li-Ionen-Akkus besteht aus Graphit. Die positive Elektrode enthält meist Lithium-Metalloxide in Schichtstruktur wie LiCoO_2 (Lithiumcobaltdioxid), LiNiO_2 oder dem Spinell LiMn_2O_4 .

Bei den Separatoren handelt es sich um mikroporöse Folien, die teils auch aus mehreren Lagen bestehen können. Neuerdings wird mit großer Intensität an Materialien gearbeitet, die auf einem sehr feinen Vliesstoff basieren, welcher keramisch beschichtet wurde. Führend ist hier wohl die Firma Li-Tec, an der Evonik und Daimler beteiligt sind (siehe CLB 01/02-2009, Seite 5, sowie CLB 12-2005, Seiten 433-435).

Auch für Anode und Kathode gibt es etliche Variationsmöglichkeiten, die entweder die Energiedichte oder die Leistungsdichte (siehe Kasten nächste Seite) erhöhen – oder beides. Bei Elektroautos etwa will man eine hohe Energiedichte, um mit dem Auto bei begrenzter Batteriegröße möglichst weit fahren zu können. Gleichzeitig benötigt man

Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle (positive Elektrode: LiCoO_2 ; negative Elektrode: Li-Graphit) (Bild: Cepheiden).



eine bestimmte Leistungsdichte. Beim Beschleunigen soll ja möglichst viel Strom in kurzer Zeit in die Antriebsmotoren geleitet werden.

Bei Li-Ionen-Akkus erreichen zur Zeit Systeme auf Basis von Lithiumnitrat und Lithiumeisenphosphat (LiFePO₄) mit 4000 Watt pro Kilogramm die höchsten Leistungsdichten. Höchste Energiedichten erreicht man mit Lithiumnickelkobalt- (LiNiCo-)Systemen. Sie liegen bei 250 Wattstunden pro Kilogramm. Natürlich gibt es auch Optimierungen auf Ladegeschwindigkeit, Haltbarkeit oder Preis – um nur drei weitere wichtige Anforderungen an die Auto-Akkutechnik zu stellen.

Rekord-Li-Ionen-Akkus

Experimente führen auch zu anderen Elektrodenmaterialien als Graphit. Silicium, das wie Kohlenstoff vierwertig ist, könnte theoretisch bis zu zehnmal mehr Ladungen speichern, weil zwischen den größeren Atomen auch mehr Platz ist. Allerdings vergrößert Silicium sein Volumen durch die Lithium-Einlagerung um 400 Prozent; das hält kein Bauteil aus. Verwendet man jedoch statt der normalen Silizium-Anode solche aus Silizium-Nanodrähten, treten derartige Probleme nicht auf, berichtete ein Forscherteam der amerikanischen Stanford University Ende 2007.

Noch einen Schritt weiter gingen Wissenschaftler der texanischen Rice University, so Berichte vom Februar dieses Jahres. Die Forscher haben Kohlenstoff-Nanoröhren mit einem Mantel aus Manganoxid als Nano-Koaxialkabel verarbeitet. Die Kohlenstoff-Nanoröhre ist hoch leitfähig und kann auch Lithium aufnehmen, während das Manganoxid eine sehr hohe Kapazität hat, aber schlecht leitet. Insgesamt soll ein Li-Ionen-Akku mit solch einer Anode eine dreifach höhere Energiedichte aufweisen als konventionelle Li-Ionen-Akkus.

Im März dieses Jahres dann veröffentlichten Wissenschaftler vom MIT Erstaunliches. Sie erzeugten eine Elektroden-Nanobeschichtung aus Lithiumeisenphosphat. Nach

Energiedichte von Energiespeichern – Leistungsdichte

Die Energiedichte von Brennstoffen nennt man Heizwert, die von Batterien Kapazität pro Volumen oder Kapazität pro Masse. Gewünscht ist eine hohe Energiedichte, um Transportkosten für den Energieträger gering zu halten, aber auch, um hohe Betriebsdauern mobiler Geräte bzw. hohe Reichweiten von Fahrzeugen zu erzielen. Typische Angaben sind Wattstunden pro Kilogramm (siehe dazu die Tabelle, allerdings in Kilowattstunden pro Kilogramm).

Leistungsdichte gibt es als Flächenleistungsdichte, etwa bei Solarzellen. Die Berechnung bezieht sich dabei auf Leistung pro Flächeneinheit. Bei Batterien spricht man über eine Volumenleistungsdichte, meist angegeben in Watt pro Kilogramm.

zehnständiger Erhitzung bei 600 Grad Celsius erhielten sie eine nur fünf Nanometer dicke, für Hochstromanwendungen geeignete Beschichtung mit einer glasähnlichen Oberfläche. Das für Lithium-Akkus schon früher eingesetzte LiFePO₄ erhielt dabei eine Kristallstruktur, die eine erheblich schnellere Lithiumionen-Einlagerung ermöglicht als bisher; Berechnungen haben die Forscher auf diese Modifizierung gebracht. Ein Handyakku mit derartigen Materialien soll sich in zehn Sekunden aufladen lassen, ein Auto-Akku in einigen Minuten. Erste Produkte mit diesem Material sollen in etwa drei Jahren auf dem Markt sein, da ja nur der Herstellungsprozess modifiziert werden müsse..

Systeme mit schneller Aufnahme und Abgabe elektrischer Leistung lassen sich auch anders als mit Batterien verwirklichen, und zwar mit Kondensatoren. Im Grunde sind das ja nur zwei elektrisch leitenden Flächen in geringem Abstand. Zwischen diesen Elektroden befindet sich ein Isolator, ein Dielektrikum. Solche Systeme können elektrische Energie speichern. Kommen sie in elektronischen Schaltungen zum Einsatz, benötigt man nur eine extrem geringe Speicherfähigkeit. Mittlerweile gibt es jedoch auch Kondensatorsysteme, die etwa Elektromotoren mit Energie versorgen; man nennt sie auch Supercaps (von super capacitor).

Straßenbahn in Heidelberg

Sie helfen sogar schon Verkehrsplanern: An der Uni Heidelberg gibt es einen Streit über die Schienenführung einer neuen Straßenbahnlinie. Man befürchtet Interferenzen

mit den empfindlichen Geräten in den Laboren. Helfen können hier Straßenbahnwagen mit solchen Supercaps: Sie überbrücken entsprechende Streckenabschnitte ohne Oberleitung durch Energie aus ihren elektrochemischen Dop-

Dieses Fahrzeug „Quant“ soll in 20 Minuten geladen werden können, mit seinen 512 PS 275 km/h erreichen und trotz seiner 1,8 Tonnen in nur wenig mehr als 5 Sekunden auf 100 km/h beschleunigt werden können. Die hauchdünne Photovoltaik-Schicht, die diesen Wagen überzieht, speist vielleicht seine Innenbeleuchtung, kaum seinen Antrieb. Zu seiner FAES-Batterie (Flow Accumulator Energy Storage) gibt es keine weiteren Angaben. Ob da Secret Vaporware, eventuell die Quantenbatterie, hinter steckt (siehe nächste Seite)? (Abb.: Screenshot sueddeutsche.de)

The screenshot shows a web browser window with the URL 'sueddeutsche.de'. The navigation bar includes links for Home, E-Paper, Immobilienmarkt, Stellenmarkt, Motormarkt, Anzeigen, and SZ-Shopping. Below the navigation bar, there are categories like Politik, Wirtschaft, Geld, Kultur, Sport, Leben, Karriere, München, Bayern, and Paris. The main content area features a 'Spezial' section for the 'Genfer Autosalon' with a sub-headline 'Die Sonne gibt Gas'. It displays two small images of cars and a large, detailed image of a silver sports car, the Koenigsegg Quant. Below the car image, there is a caption: 'Die von NLV entwickelte und 450 Kilogramm schwere FAES-Batterie (Flow Accumulator Energy Storage) ist das Herzstück des Quant. Sie soll eine Reichweite von 500 Kilometern ermöglichen und an einer Steckdose binnen 20 Minuten geladen werden können.' Navigation buttons for 'zurück', 'vorheriges Bild', 'Bild 3 von 13', and 'nächstes Bild' are visible at the bottom of the image area.

Energieförderndes System	Energiedichte (kWh/kg)	E.dichte normiert auf Bleiakкумуляtor
Elektrolytkondensator	0,00001389	0,0005
Doppelschicht-Kondensator	0,005556	0,18
Adenosintriphosphat (ATP)	0,01786254	0,58
Bleiakkumulatör	0,030558	1,00
NiCd-Akku	0,038892	1,27
Kohle-Zink-Batterie	0,063894	2,09
Li-Titanat-Akku	0,088896	2,91
NiMH-Akku	0,100008	3,27
Li-Ionen-Akku	0,1389	4,55
Alkali-Mangan-Batterie	0,12501	4,09
Schwungradspeicherung	0,1389	4,55
Li-Polymer-Akku	0,150012	4,91
LiNiCo-Systeme	0,25002	8,18
Zink-Luft-Batterie	0,33336	10,91
Wasserstoff (inkl. Hydridtank)	0,330582	10,82
EEstore-Supercap	0,342105	11,20
Trinitrotoluol	1,1112	36,36
Aluminium-Luft-Batterie	1,300104	42,55
stärkste Sprengstoffe	1,9446	63,64
mitteleuropäische Nutzhölzer	5,556	181,82
Quantenbatterie	6,00	196,35
Methanol	6,30606	206,36
Ethanol	7,439484	243,45
Braunkohle	7,7784	254,55
Steinkohle	8,334	272,73
Pflanzenöl	10,2786	336,36
Kerosin	11,112	363,64
Dieselmotortreibstoff	12,00096	392,73
Benzin	11,9454	390,91
Wasserstoff (ohne Tank)	33,30822	1090,00
Radioisotopengenerator	1389	45454,54
Kernspaltung U-235	25002000	818181799,31
Kernfusion (Kernwaffe)	83340000	2727272664,36
Proton-Proton-Reaktion	174180600	5699999868,51
Umwandl. Masse in Energie	25002000000	818181799308,00

Tabelle: Energiedichte von energiefördernden Systemen oder Substanzen. Rötlich: Die für Elektroautos besonders interessanten Angaben.

pelschicht-Kondensatoren (engl. electrochemical double layer capacitor, EDLC), so die korrekte Bezeichnung.

Supercaps haben die größte Energiedichte aller Kondensatoren. Ihre hohe Kapazität basiert auf der Dissoziation von Ionen in einem flüssigen Elektrolyt, die ein Dielektrikum von wenigen Atomlagen bilden, und einer großen Elektrodenoberfläche. Entscheidendes Einsatzkriterium von Doppelschicht-Kondensatoren ist oft deren gegenüber Akkumu-

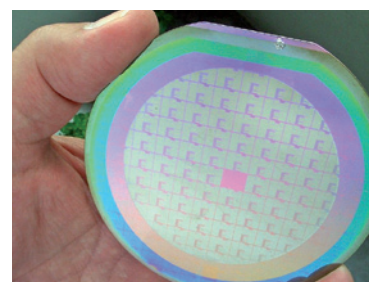
latoren sehr hohe spezifische Leistungsdichte, gerade das, was etwa eine Straßenbahn – oder auch ein Elektroauto zur Pufferspeicherung von Bremsenergie – kurzzeitig benötigt.

Die Energiedichte verfügbarer Supercaps ist jedoch relativ gering; sie beträgt nur etwa 5 Wattstunden pro Kilogramm. Ein Mittelklasse-PKW benötigt ca. 10 bis 20 Kilowattstunden elektrische Antriebsenergie pro 100 Kilometer Fahrt. Um 10 Kilowattstunden in heute gängigen Doppelschicht-Kondensatoren zu speichern benötigte man demnach einen Kondensator mit einem Gewicht von 2 Tonnen.

Vaporware

Jetzt geht es zurück zu Vaporware: Das Unternehmen EESstor Inc. (Austin/Texas) hält seit Dezember letzten Jahres ein Patent für elektrische Energiespeicher-Einheiten mit 52 Kilowattstunden Energieinhalt bei einer Masse von 152 Kilogramm.

Bemerkenswert jedoch: Die Firma wollte bereits 2007 die Produktion von 15-kWh-Einheiten mit einer Masse von weniger als 45 kg für den kanadischen Elektroautohersteller ZENN Motor Company aufnehmen, der Verkaufsstart wurde dann auf Mitte bis Ende 2008 verschoben. Bis Ende 2008 existierte jedoch noch kein funktionierendes Exemplar. Zweifler meinen, ein solcher Supercap von EESstor würde in der angegebenen kurzen Aufladezeit aufgrund von Leistungsverlusten beim Aufladen von Kondensatoren grundsätzlich zusammenschmelzen. Allerdings soll es jüngsten Pressemeldungen zufolge Ende dieses Jahres losgehen. Immerhin zeigte in einem Interview auch Denise Gray, Director of advanced batteries bei General Motors, Interesse an EESstor (siehe Video auf YouTube www.youtube.com/watch?v=NKoruPRd4TQ). Das Herzstück des Akkus soll Aluminiumoxid-beschichtetes Bariumtitanat-Pulver in einer PET-Matrix enthalten. Man darf gespannt sein, wann sich diese Vaporware in ein käufliches Produkt verwandelt...



Der Prototyp der Quantenbatterie, präsentiert von Rolf Eisenring.

Secret Vaporware

Noch geheimnisvoller steht es um eine Erfindung des Schweizer Ingenieurs Rolf Eisenring, der mittlerweile auch ein Patent darauf erhalten hat. Dabei soll es sich um eine Art Kombination aus Supercap und Batterie handeln. Der Schweizer soll damit einen Energiespeicher erfunden haben, der mit einer Energiedichte von 4 bis 6 Kilowattstunden pro Kilogramm damit sogar das – bislang – Vaporware-Produkt von EESstor weit in den Schatten stellt – falls es denn funktioniert... (siehe Tabelle).

Der Erfinder reklamiert für sich, einen neuen quantenphysikalischen Effekt gefunden zu haben, die „virtual photon resonance“. Der soll dazu führen, dass sich der Kondensator-Charakter seiner Anordnung ab einer bestimmten Voltzahl – bei etwa 180 Volt – in einen Batterie-Charakter verwandelt. Er will auch schon ein funktionierendes Laborexemplar dieser Erfindung in MOCVD-Technologie erschaffen haben, produziert vom Fraunhofer Institut, wohl dem in Erlangen. Nach Aussagen von Rolf Eisenring würde eine Quantenbatterie mit einem Energieinhalt von 500 Kilowattstunden nur 120 Kilogramm wiegen. Damit könnte ein Elektroauto rund 2500 bis 5000 Kilometer fahren, Aufladezeiten im Minutenbereich! Laut Eisenring könnte die neue Technologie in drei bis fünf Jahren zur Verfügung stehen. Die Details dieser Batterie verschließen sich wohl auch Experten. Wer sich an eine Einschätzung wagen möchte, dem sei dieser Link empfohlen: <http://theeestory.com/topics/1103?page=1>.

Rolf Kickuth

Aktuelles Fachwissen – Moderne Methodik – Hoher Nutzwert

K. Landau, G. Pressel (Hrsg.): *Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen. Definitionen, Vorkommen, Arbeitsschutz. Mit integrierter Literaturrecherche-CD-ROM*; 2. Auflage; 1088 Seiten; Universum Verlag GmbH, Wiesbaden 2009; ISBN-978-3-89869-229-8; 128,00 Euro.

Ziel der Arbeitsmedizin ist die Prävention. Ärzte aller Fachrichtungen, vor allem jedoch Arbeitsmediziner, sind zunehmend gefordert, die Beschäftigten und Verantwortlichen im komplexer werdenden Arbeitsprozess umfassend zu begleiten und zu beraten. Dies erfordert hohe Kompetenz, aktuelles Fachwissen und eine adäquate Methodik zur Problemerkennung und Problemlösung.

„Gesunde Mitarbeiter in einem gesunden Betrieb“, so lautet der Anspruch der Unternehmen an den Betriebsarzt; denn die Mitarbeiter stellen die wichtigste Ressource in einem Unternehmen dar. Nicht nur die Individualvorsorge, auch der gesamte Betrieb mit seinen Einrichtungen, Strukturen und Organisationsprinzipien werden daraufhin überprüft.

Das Gebrauchsllexikon für die Praxis bietet den Zugriff auf eine konzentrierte, wissenschaftlich fundierte Information aus kompetenter Hand. Weit über 100 Autoren aus Wissenschaft, Praxis und Verwaltung haben Beiträge für dieses Standardwerk geschrieben.

Das Lexikon umfaßt rund 300 zentrale, arbeitsmedizinisch und beruflich besonders relevante Belastungs- und Gefährdungsbereiche. Es gibt den Überblick über einen komplexen und schwierig zu überschauenden Bereich der Arbeitswelt aus medizinischer Sicht und ordnet diesen zugleich für den Nutzer. Nachdem die erste Auflage des Buchs in drei

Jahren vergriffen war, wurde die vorliegende zweite Auflage gänzlich überarbeitet und um zusätzliche Themen erweitert.

Die Lexikonbeiträge sind generell nach einem methodisch einheitlichen Konzept strukturiert: Über die Definition des Begriffs, das Vorkommen, die speziellen Belastungen/Gefährdungen, die Krankheitsbilder, Therapie und Prävention bis hin zu den versicherungsrechtlichen Aspekten.

Bestandteil des Werks ist eine als Fachdatenbank konzipierte Literatur-CD-ROM zur Recherche von über 1000 sorgfältig ausgewählten Literaturnachweisen. Sie entstammen den Bereichen Arbeitsmedizin, Betriebsmedizin, Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit und Ergonomie.

Das Lexikon ist als Arbeitsmittel wichtig für:

- Arbeitsmediziner, Betriebsärzte, Sozialmediziner
- Allgemein- und Fachärzte
- Arbeitswissenschaftler
- Sicherheitsingenieure, Fachkräfte für Arbeitssicherheit
- Arbeitspsychologen, Rehabilitationsmediziner
- Medizinische Sachverständige
- Versicherungsmediziner
- Führungskräfte, Arbeitnehmervertreter

Besondere Aktualität gewinnt das Werk durch den zukünftig drohenden Fachkräftemangel und die längere Lebensarbeitszeit; zwei Tatsachen, die in den Medien immer häufiger diskutiert werden und daher auch ins Bewusstsein der Arbeitnehmer rücken. CS



Taschenwörterbuch der Chemie

Antonin Kucera: *Taschenwörterbuch der Chemie. Deutsch-Englisch, Englisch-Deutsch*; 660 Seiten; Oskar Brandstetter Verlag, Wiesbaden 2009; ISBN-978-3-87097-235-6; 36,80 Euro.

Das praxisnahe, kompakte Fachwörterbuch bietet 50 000 Einträge mit über 77 000 Übersetzungen, ein aktueller Fachwortschatz mit zahlreichen Fachgebietsangaben und kurzen Erläuterungen sowie alle wesentlichen Begriffe aus der Chemie, vor allem folgender Fachrichtungen

- allgemeine Chemie
- theoretische Chemie
- anorganische Chemie
- organische Chemie
- physikalische Chemie
- analytische Chemie
- Ökochemie
- angewandte Chemie aus vielen Industrie- und Forschungszweigen

- Biochemie
- pharmazeutische Chemie
- Lebensmittelchemie
- und Labortechnik.

Das Ziel des Autors ist es, den Benutzern dieses Buchs überall, im Labor, auf der Messe, beim Anzeigenlesen und beim (Selbst) Unterricht zu ermöglichen, gängige chemische Texte in beiden Sprachen einwandfrei zu verstehen. Orientierungshilfe findet er dabei auch bei den eingestreuten Kurzdefinitionen, chemischen Formeln, Normen, Fachbezeichnungen und Verweisen. Die in diesem Werk enthaltenen Eintragungen stammen aus modernen angloamerikanischen und deutschen Quellen. CS



Der neue HPLC-Chip von Agilent Technologies vereinfacht die Analyse von Phosphopeptiden in der Proteomik



Agilent Technologies Inc. hat jetzt einen neuen HPLC-Chip vorgestellt, der die Analyse von Phosphopeptiden in der Proteomik erheblich vereinfacht. Der Phosphochip wird in Agilent HPLC-Chip-/MS-Geräten zum Nachweis von im Rahmen der Steuerung biologischer Reaktionspfade stattfindenden post-translationalen Modifikationen (PTM) eingesetzt. Der neue HPLC-Chip wurde gemeinsam mit der Arbeitsgruppe von Professor Albert J.R. Heck an der Universität von Utrecht im Rahmen eines Forschungsprogramms des Netherlands Proteomics Centre entwickelt.

Bei Einsatz des Agilent Phosphochips in Verbindung mit dem Agilent HPLC-Chip/MS Interface und den Agilent Massenspektrometern der Serie 6000 wird die Anreicherung und Ana-

lyse von Phosphopeptiden in einem einzigen LC/MS-Analyseschritt durchgeführt. Der HPLC-Chip bietet ein voll integriertes Mikrofluidik-Design, das Routine-PTM-Analysen ermöglicht. Die Proteinphosphorylierung ist eines der wichtigsten PTM-Ereignisse innerhalb von Mechanismen, die die Proteinfunktion in biologischen Zellen steuern.

„Der neue HPLC-Chip ist ein einfach zu bedienendes Werkzeug für die Phosphopeptidanalyse, das ein vollständig integriertes Mikrofluidik-Design aufweist und so die Routineanalyse von Phosphopeptiden ermöglicht, ohne dass Probleme durch Verstopfen der Leitungen wie bei der herkömmlichen Nano-LC auftreten“, erklärt Professor Heck.

„Agilents umfangreiches Angebot an HPLC-Chips deckt eine große Bandbreite an Applikationen ab und bietet Kunden einzigartige Möglichkeiten. Unablässige Innovationen sorgen für immer einfachere Arbeitsabläufe bei der LC/MS im Rahmen der Forschung“,

sagt Patrick Kaltenbach, Agilent General Manager, Liquid Chromatography.

Agilent führte das HPLC-Chip/MS-Konzept im Jahr 2005 ein. Nanoflow-HPLC-Säulen, Verbindungskapillaren und ein Spray-Emitter wurden in einem wiederverwendbaren, scheckkartengroßen Gerät vereint, so dass die Vorteile hoher Empfindlichkeit und eines geringen Probenverbrauchs der Nano-LC/MS ohne den bei herkömmlichen Nano-LC-Systemen erforderlichen Aufwand mit Mikroventilen, Verschraubungen und Kapillaren genutzt werden können.

Agilent bietet inzwischen 12 verschiedene HPLC-Chips an. Alle Agilent HPLC-Chips können in sämtlichen Agilent Massenspektrometern für Applikationen wie Peptidquantifizierung, Biomarker-Ermittlung, zielgerichtete Phosphopeptidanalyse, Charakterisierung von Glycan und monoklonalen Antikörpern sowie DMPK-Studien mit kleinen Molekülen eingesetzt werden. Außerdem bietet Agilent kundenspezifische Chip-Lösungen für spezielle Anforderungen an.

Agilent Technologies
Sales & Services GmbH & Co. KG
Hewlett-Packard Strasse 8
D-76337 Waldbronn
Deutschland
Telefon 0800/603-1000
Telefax 07243 602 702
www.agilent.com/chem/hplc-chip

Agilent Technologies: Datenbank für Forensik und Toxikologie für die zuverlässige Identifizierung von Substanzen

Agilent Technologies, Inc. hat jetzt auf dem American Academy of Forensic Sciences 2009 Annual Meeting die Agilent G6855 MassHunter-Datenbank für Forensik und Toxikologie vorgestellt, mit der schnell und äußerst zuverlässig mehr als 7.500 Substanzen auf der Basis von Flüssigchromatographie-/Massenspektrometrie-Daten (LC/MS) nachgewiesen werden können.

„Die Weiterentwicklung von Time-of-Flight-Geräten (TOF) vor allem hin-

sichtlich der Empfindlichkeit und der Massengenauigkeit erweist sich für die Forensik als extrem nützlich“, so Tom Gluodenis, Agilent Forensic and Toxicology Business Manager. „Diese Datenbank wurde entwickelt, um eine schnelle und einfache Nutzung massengenaue Geräte und damit eine noch größere Anzahl von Probenanalysen pro Tag ohne Einbußen bei der Datenintegrität zu ermöglichen.“

Die Datenbank enthält massen-

genaue Daten zu Substanzen, die für Forensiker und Toxikologen von Interesse sind. Diese Daten stammen von Labors weltweit. Sie bietet Software zum Suchen, Bearbeiten und Erstellen von benutzerspezifischen Inhalten. Sie hat einen Rangfolgen- und Bewertungsalgorithmus, der jeder gefundenen Übereinstimmung eine Zuverlässigkeitsstufe zuweist. Die Datenbank enthält zusätzliche LC-Retentionszeiten, die in Verbindung mit

genauen Massendaten eine deutlich höhere Zuverlässigkeit beim Nachweis von Substanzen bieten.

Single- und Triple-Quadrupol-Massenspektrometer gehören in Forensik- und Toxikologielabors zum festen Inventar für das quantitative Screening von Blut, Urin und anderen Körperflüssigkeiten. Da eine immer größere Anzahl an Verbindungen oder unbekannt Substanzen und immer komplexere Proben analysiert werden müssen, bieten TOF-MS- und Quadrupol-TOF-MS-Systeme entscheidende Vorteile.

TOF-basierte Systeme können eine große Zahl an Zielsubstanzen nachweisen, ohne dass hierfür eine Geräte- oder Substanzoptimierung erforderlich ist. Die Nachweisgrenze und die Datenqualität bleiben bei jeder Substanz konstant, auch wenn die Anzahl der

Zielsubstanzen in der Methode oder in der Probe wächst.

Die Empfindlichkeit von TOF-Geräten ist enorm gestiegen. So kann das Agilent 6230 Accurate Mass TOF LC/MS-System Substanzen in Mengen nachweisen, die kleiner als zwei Billionstel eines Gramms (2 Pikogramm) sind. Das Gerät bietet eine Massengenauigkeit im Bereich besser einem ppm. Die Massenauflösung wurde mit einer Auflösung von 20.000 bei extrem schnellen Erfassungsgeschwindigkeiten von bis zu 40 Massenspektren pro Sekunde deutlich erhöht, was den neuesten uHPLC-Rapid-Resolution-Flüssigchromatographiesystemen für hohen Durchsatz Rechnung trägt.

Bei TOF- und QTOF-Geräten sind nur sehr geringe Probenmengen erforderlich. Mit einer einzigen Analyse wird ein vollständiges und umfassendes

Profil jeder Probe erstellt. Die Daten können künftig jederzeit für weitere Zielsubstanzen von Interesse herangezogen werden, ohne dass Proben erneut analysiert werden müssen. Dies ist dann von Bedeutung, wenn nur eine geringe Probenmenge zur Verfügung steht.

Agilent bietet auch eine Datenbank für Pestizide an und plant die Entwicklung weiterer Datenbanken für weitere Analytikbereiche.

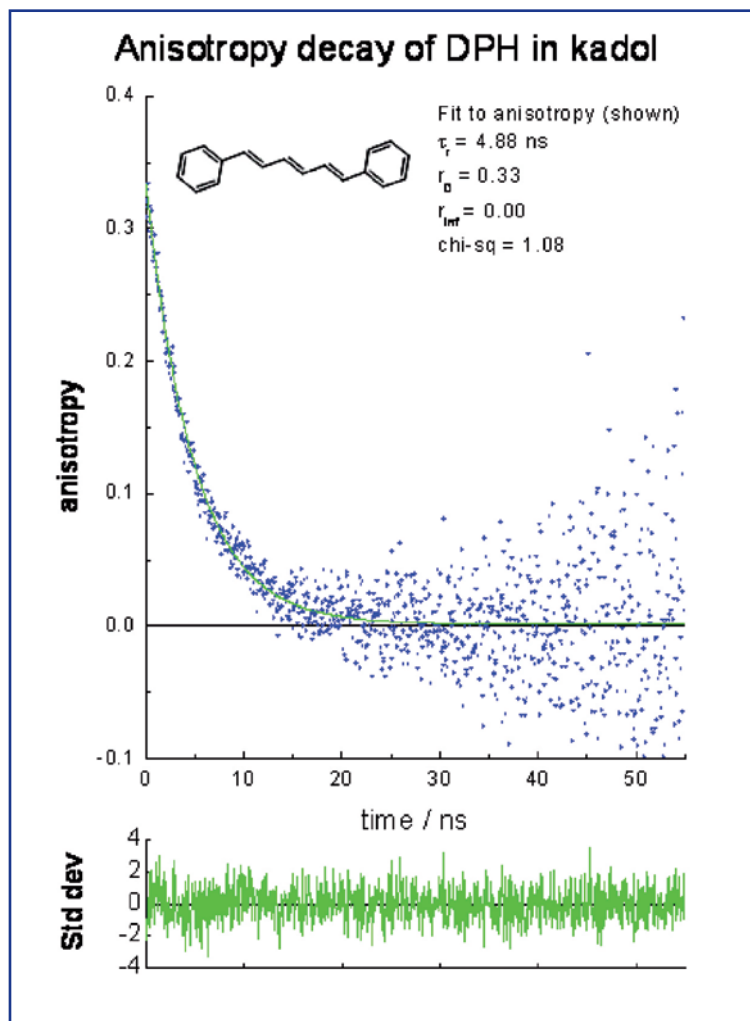
Agilent Technologies
Sales & Services GmbH & Co. KG
Hewlett-Packard Strasse 8
D-76337 Waldbronn
Deutschland
Telefon 0800/603-1000
Telefax 07243 602 702
www.agilent.com

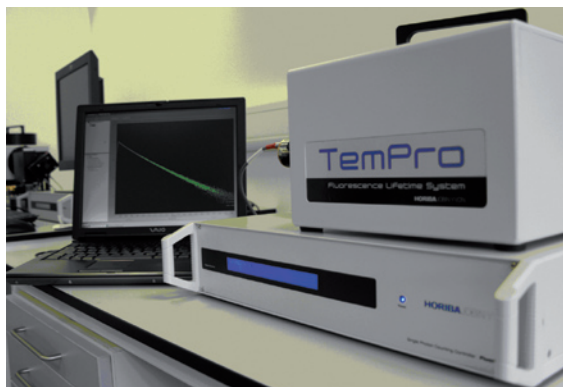
TemPro Spektrometer – Fluoreszenzlebensdauermessungen für jedes Labor leicht gemacht.

HORIBA Jobin Yvon, führender Hersteller auf dem Gebiet der Fluoreszenzspektroskopie, hat die Palette der Spektrometer zur Bestimmung der Fluoreszenzlebensdauer um ein weiteres System erweitert. Das Spektrometer TemPro richtet sich vor allem an die Kunden, die ein Spektrometer für die Routineaufgabenstellungen im Labor, Forschung und Lehre benötigen. Es ist eine kosteneffiziente Alternative für alle Anwender, die zeitaufgelöste Lebensdauermessungen als reguläre analytische Methode in Ihr Labor einführen wollen, ohne dabei in ein System für die Grundlagenforschung investieren zu müssen. Es arbeitet nach dem Prinzip der TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting) Methode. Dabei wurde vor allem Wert auf einfaches Handling gelegt.

Dieses Spektrometer kann für viele Anwendungen wie z.B. FRET Messungen, Stern-Volmer Quenching, Bestimmung der Effizienz der Photosynthese, Entfaltung von Prozess Mischungen, Fluoreszenz Anisotropie, Protein-Denaturierung, Phosphoreszenz und für viele weitere Methoden eingesetzt werden.

Basis dieses Systems bildet die neue Elektronik für TCSPC Messungen Flu-





roHub-B. Mit dieser neuen Elektronik wird ein großer Zeitbereich von ca. 100 ps bis ca. 1 s abgedeckt.

Das TemPro System kann durch vielfältiges Zubehör erweitert werden. So sind z.B. optional Polarisatoren erhältlich, die die Messung der Anisotropie möglich machen. Die Abbildung zeigt eine Anisotropiemessung für 10-5M Diphenylhexatriene(DPH) gelöst in Mineralöl Kaydol®. Angeregt wurde die Probe bei 373 nm und die Emission wurde ab 418 nm aufgenommen. Die

Messung der Anisotropie zeigt die freie Rotation mit einer Zeitkonstanten von 4,9 ns.

HORIBA Jobin Yvon GmbH
Hauptstr. 1
82008 Unterhaching
Tel.: 089 / 46 23 17-0
Fax: 089 / 46 23 17-99
E-mail: info@jobinyvon.de
www.jobinyvon.de

Agilent Technologies bringt ein neues Target-Anreicherungssystem auf den Markt, das Engpässe bei DNA-Next-Generation-Sequenzierungen behebt

Agilent Technologies, Inc. stellte sein neues SureSelect Target Enrichment System auf der Advances in Genome Biology and Technology-Konferenz (AGBT) vor. Dieses System rationalisiert die DNA-Sequenzierung, da es Wissenschaftlern ermöglicht, mit Next-Generation-Sequenzierungsgeräten nur bestimmte Genombereiche von Interesse zu analysieren.

Das Agilent SureSelect Target Enrichment System wird zunächst für den Illumina Genome Analyzer erhältlich sein. Außerdem optimiert Agilent derzeit die Plattform für das Life Technologies SOLiD-System.

„Es hat in den letzten Jahren erstaunliche Fortschritte bei der Next-Generation-Sequenzierung gegeben, wodurch die Kosten für die Sequenzierung kompletter Genome enorm gesunken sind“, erklärt Nick Roelofs, Ph.D., Agilent Vice President und General Manager, Life Science Solutions Unit. „Wir haben erfolgreich eine Front-End-Methode zur Isolierung komplexer Untergruppen von Genomen entwickelt, die die Effizienz von Next-Generation-Sequenzierungstechnologien erheblich verbessert, da der Schwerpunkt auf Bereiche gelegt werden kann, die für DNA-Forscher am interessantesten sind. Agilents neues System verringert die Komplexität der Proben deutlich und ermöglicht Wissenschaftlern, eine größere Anzahl an Proben pro Studie mit weniger Ressourcen zu analysieren.“

„Target-Anreicherung“, auch als „gezielte Resequenzierung“, „Genompartitionierung“ oder „DNA Capture“ bezeichnet, ist hilfreich, wenn ein Forscher nur ein bestimmtes Segment des Genoms sequenzieren möchte, zum Beispiel nur den übersetzten Teil. In diesem Fall kann das Agilent SureSelect-System eine Untergruppe von Exonen oder anderen Genomsegmenten erfassen und den Rest des Genoms vor der Sequenzierung entfernen. SureSelect ist eine Alternative zu arbeitsintensiven Methoden der gezielten Resequenzierung, wie z. B. der Polymerase-Kettenreaktion, die bei den meisten Next-Generation-Sequenzierungen einen Engpass darstellen.

„Wir sind sehr beeindruckt von der Leistungsfähigkeit des SureSelect Target Enrichment Systems von Agilent“, erklärt Daniel Turner, Leiter der Abteilung Sequencing Technology Development des Wellcome Trust Sanger Institute, einer der ersten Einrichtungen, in denen das System zum Einsatz kam. „Es gibt verschiedene entscheidende Merkmale dieser Technologie, durch die sie sich von Mitbewerbern abhebt: Sie ist einfach anzuwenden und kann problemlos für 96er Mikrotriterplatten angepasst werden. Außerdem erfordert sie deutlich weniger genomische DNA als Array- oder PCR-basierender Methoden und sie bietet bisher nicht erreichte Spezifität. Die Menge an DNA, die für ein erfolgreiches Target-Anreicherungsexperiment benötigt wird, beträgt

etwa ein Zehntel der Menge, die bei anderen Systemen erforderlich ist. So können Untersuchungen durchgeführt werden, die sonst nicht möglich wären, da wertvolles Probenmaterial erhalten bleibt.“

„Die Verwendung des SureSelect Target Enrichment Systems von Agilent führte zu einer signifikanten Anreicherung der Zielregionen für eine Studie über gesundes Altern“, sagte Kelly Frazer, Ph.D., Director of Genomic Biology, Scripps Genomic Medicine, ebenfalls einer der ersten Anwender des Systems. „Die gewonnenen Sequenzdaten wiesen eine ausgezeichnete einheitliche Abdeckung der Zielregionen auf.“

„Wir schreiben diese gleichmäßige Abdeckung den langen RNA-basierten Oligonukleotiden und den optimierten Algorithmen von SureSelect zu, durch die das bei vielen anderen Target-Anreicherungsmethoden häufig auftretende Problem von Sequenzabweichungen vermieden wird“, so Fred Ernani, Ph.D., Agilent Produktmanager für Genomik-Applikationen.

Beim aktuellen Genom-Partitionierungsprodukt von Agilent handelt es sich um ein gebrauchsfertiges Kit mit einer kundenspezifischen Mischung aus bis zu 55000 biotinylierten RNA-Proben, die in einem einzigen Röhrchen geliefert werden. Die 120 Basenpaare langen Moleküle sind derzeit die längsten auf dem Markt erhältlichen Proben für diese Applikation. Dadurch sind sie besonders effektiv bei der Analyse von DNA, die unbekannte Mutationen wie z. B. Einzelnukleotid-Polymorphismen, Insertionen oder Deletionen enthält. SureSelect-Kits sind in verschiedenen Größen von zehn bis mehrere Tausend Proben erhältlich und eignen sich, anders als vergleichbare Produkte, hervorragend für die Automatisierung bei sehr hohem Durchsatz.

Benutzer können eigene SureSelect-Mi-

schungen mithilfe des online verfügbaren eArray-Designtools von Agilent erstellen. Dies bietet viele Schlüsselgenome und gibt Anwendern die Möglichkeit, eigene Sequenzen zu nutzen. Das intuitive webbasierte Designtool ist das Kernstück von Agilents System zur kundenspezifischen Herstellung von Genomikprodukten, das sich im Microarray-Bereich bewährt hat und nun auf die neuen SureSelect-Plattformen ausgeweitet wird. Mit eArray können Biologen einfach ihre Werkzeuge erstellen, die sie für ihre Forschungszwecke benötigen, ohne dass ihnen vorab Kosten entstehen. Darüber hinaus plant Agilent zu einem späteren Zeitpunkt in diesem Jahr eine array-basierte Genompartitionierungsmethode für Experimente kleineren Umfangs, die Forschern eine umfassende Palette an Produkten für die Target-Anreicherung bietet.

Agilent SureSelect verwendet eine durch das Broad Institute in Harvard und MIT lizenzierte Methode.

Die SureSelect-Plattform ergänzt den Agilent 2100 Bioanalyzer bei Next-Generation-Sequenzierungen. Das automatisierte DNA-Elektrophoresesystem wurde zum Industriestandard für die Bestimmung der Probenqualität vor der Sequenzierung, da wegen der dann nicht notwendigen Bestimmung von Proben schlechter Qualität Zeit und Ressourcen eingespart werden. Die Kits sind in Größen von zehn bis mehrere Tausend Proben erhältlich.

Agilent Technologies
Sales & Services GmbH & Co. KG
Hewlett-Packard Strasse 8
D-76337 Waldbronn
Telefon 0800/603-1000
Telefax 07243 602 702
www.opengnomics.com/SureSelect <https://earray.chem.agilent.com>

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER

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



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

CLB-Geschichte

Fortsetzung von Umschlagseite 3

Moleküle im Käfig 235

zugeführt, während gleichzeitig gesättigte wäßrige Harnstofflösung und ein geeignetes Lösungsmittel z. B. Methylisobutylketon in geeigneten Mengen in das erste Reaktionsgefäß eingeleitet werden. Im ersten Reaktionsbehälter wird dieses Gemisch vorgekühlt, im nächsten wird es weiter abgekühlt. Es bildet sich ein Brei aus der kristallisierten Harnstoff-Einschlußverbindung, aus wässriger Harnstofflösung, aus den nicht umgesetzten (verzweigt-kettigen) Kohlenwasserstoffen und dem Keton-Lösungsmittel. Der kristallisierte Komplex wird auf einem Trommelfilter abfiltriert, er wird auf dem Filter mit frischem Keton gewaschen, um mitgerissene Isoparaffine herauszulösen. Die dazu verbrauchte Waschflüssigkeit (Keton) kehrt zur Reaktionsstufe zurück. Das Filtrat vom Trommelfilter gelangt in einen Phasentrenner. Hier scheidet sich eine aus den Isoparaffinkohlenwasserstoffen und dem Lösungsmittel bestehende „organische Schicht“ ab, sie gelangt zu einem Wäscher, wo sie zur Beseitigung von Resten mitgerissenen Harnstoffes mit Wasser gewaschen wird, und wird schließlich einer Kolonne zugeführt, in der die jetzt von den Normalparaffinen befreiten Isoparaffine vom Lösungsmittel abgetrennt werden.

Die wässrige Harnstofflösung aus dem Phasentrenner wird mit frischem Keton gewaschen, um Spuren gelöster oder mitgerissener Isoparaffine zu entfernen. Sie wird dann zusammen mit dem vom Trommelfilter abgenommenen Filterkuchen den sogenannten Extrakt-Abtrennern zugeführt. Hier wird der Harnstoffkomplex durch die gemeinsame Wirkung von zugeführter verdünnter Harnstofflösung und von zugeführter Wärme zersetzt, und die geradkettigen Kohlenwasserstoffe werden als ölige Phase freigesetzt, während die wässrige Phase, die nun wieder an Harnstoff angereichert ist, zur Reaktionsstufe zurückläuft. Die ölige Phase, die etwas mitgerissenes Keton enthält, wird mit Wasser gewaschen und gelangt in eine Kolonne, in der das Lösungsmittel von den extrahierten Kohlenwasserstoffen abgetrennt wird. Es wird mit dem in der ersten Kolonne gewonnenen vereinigt und einem Trockner zugeführt, von dem es über einen Vorratsbehälter aufs neue in den Prozeß zurückgelangt.

Die Ziele, die man mit derartigen Verfahren verfolgt, sind sehr verschieden. Bei niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffen, wie sie als Vergasertreibstoffe in Betracht kommen, kann durch Abtrennung der geradkettigen Komponenten die Oktanzahl, d. h. die Klopfestigkeit, wesentlich, nämlich um 11 bis 12 Punkte, verbessert werden. Bei schweren Treibstoffen, wie Dieselölen, wird durch die Abtrennung der Normal-

236 Europäisches Treffen für chemische Technik

paraffine der Stockpunkt wesentlich erniedrigt. Andererseits sind aber auch die extrahierten Normal-Kohlenwasserstoffe als geruchlose Lösungsmittel, als Speziälschmiermittel und als Ausgangsstoffe für die chemische Weiterverarbeitung von großem Wert. Ein Gemisch von n-Paraffinen kann durch Destillation leicht in praktisch reine Individuen zerlegt werden.

So hat der Weg dieser chemischen Entdeckung aus unseren Tagen einerseits zu einer für die chemische Wissenschaft außerordentlich interessanten neuen Verbindungsklasse, andererseits zu neuen technischen Möglichkeiten geführt, deren praktische Ausschöpfung noch in ihren Anfängen steht.

Moleküle im Käfig 231

Mikroskop in einen Tropfen Wasser hinein, so sieht man, wie sie förmlich explodieren, und das ganze Gesichtsfeld ist momentan von unzähligen Tröpfchen des sich ausscheidenden Öles übersät.

Gerade Kette: ja, verzweigte Kette: nein

Aber die größte Überraschung stand Dr. *Bengen* noch bevor. Bisher hatte er stets aliphatische Verbindungen mit gerader Kohlenstoff-Kette verwendet. Nun kam ihm plötzlich der Gedanke, auch einmal zu untersuchen, wie sich Kohlenwasserstoffe mit einer oder mehreren Seitenketten verhalten. Zu seiner größten Verwunderung mußte er feststellen, daß Isooktan zum Beispiel überhaupt nicht mit Harnstoff reagiert und daß ebenso auch bei anderen verzweigt-kettigen Verbindungen die gewohnte Reaktion ausbleibt.

Damit war nun völlig klar geworden, daß die Hypothese, die erhaltenen Kristalle seien bekannte Molekülverbindungen, nicht haltbar war. Denn es war kein Grund ersichtlich, warum geradkettige Verbindungen solche Molekülverbindungen hätten ergeben sollen, verzweigt-kettige hingegen nicht. Andererseits erkannte Dr. *Bengen* sogleich, daß sich hier eine grundlegend neue Möglichkeit erschloß, geradkettige Verbindungen von solchen mit verzweigter Kohlenstoffkette zu trennen, eine Möglichkeit, die auch technisch erhebliche Bedeutung erlangen konnte, da derartige Substanzen wegen der Ähnlichkeit ihrer Eigenschaften oft nur schwierig oder gar nicht voneinander getrennt werden können.

Aber Dr. *Bengen* war nicht nur ein guter Beobachter und scharfsinniger Wissenschaftler, sondern auch ein bescheidener und weitsichtiger Diener seiner Wissenschaft: er sah sogleich ein, daß die nähere Erforschung der Verbindungen, deren Entdeckung ihm durch Fleiß, Neugier, Beobachtungsgabe und glückliche Zufälle gelungen war, über seine Kräfte hinausgehen würde. Da sie überdies seinem eigentlichen Arbeitsgebiet fern lag, übergab er die weitere Bearbeitung dem Ammoniaklaboratorium der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, wo Dr. *Schlenk* das ganze Gebiet in zehnjähriger Arbeit nach allen Richtungen durchforschte.

Was sind Harnstoff-Einschlußverbindungen?

Heute wissen wir, daß die von Dr. *Bengen* aufgefundenen Verbindungen, die „Harnstoff-Einschlußverbindungen“, wie man sie jetzt nennt, so etwas wie eine „chemische Mausefalle“ sind, bei der ein Stoff von einem

Moleküle im Käfig 232

anderen eingefangen und festgehalten wird. Das Wesentliche darüber läßt sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Aus Harnstoff und geradkettigen aliphatischen (und einfachen aromatischen) Verbindungen bilden sich Additionsverbindungen, deren Zusammensetzung dem Gesetz der konstanten Proportionen folgt, die also nach herkömmlichem Brauch als echte Verbindungen gelten müssen. Es kommt für die Entstehung dieser Verbindungen nicht so sehr auf die Art und Zahl der funktionellen Gruppen an, als vor allem auf die molekulare Gestalt des Addendens. Nach röntgenographischen Untersuchungen von *C. Hermann* gruppieren sich die Harnstoffmoleküle zu einem Gebilde von kanalförmigem Querschnitt, und in den Hohlräumen dieses Gebildes finden die Moleküle des Verbindungspartners ihren Platz. Aus dieser Auffassung, die als Modell in Abbildung 1 wiedergegeben ist, folgt, daß die Länge der jeweils eingelagerten Molekülketten und die Menge des gebundenen Harnstoffes einander proportional sein müssen, und das ist auch tatsächlich der Fall, wie die Berechnung der „Gitterdimensionen“ ergeben hat.

Während nun unverzweigte Verbindungen in den Kanälen der Grundstruktur des Harnstoffes leicht Platz finden, sind schwach verzweigte Derivate und einfache Benzolderivate nur noch knapp, mehrfach ver-

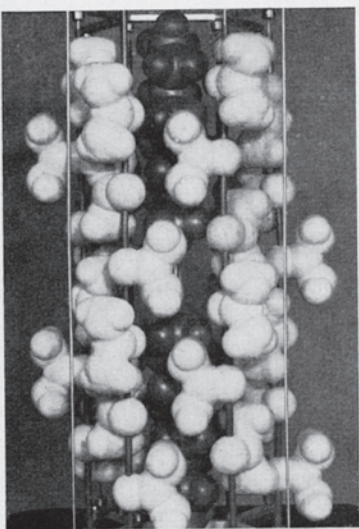


Abb. 1. Modellbild der Struktur einer Harnstoff-Einschlußverbindung. Die weißen Kugeln sind die zu den Harnstoffmolekülen gehörenden Atome, die schwarzen Kugeln stellen die Atome der im Grundgitter eingeschlossenen Verbindungspartner dar.

Moleküle im Käfig 233

zweigte Verbindungen jedoch gar nicht mehr in den Hohlräumen unterzubringen. Die merkwürdige Selektivität, die der Harnstoff an den Tag legt, indem er zwischen geradkettigen und verzweigt-kettigen Verbindungen die Auswahl trifft, ist also eine Folge der räumlichen Verhältnisse. Aus Abbildung 2 geht deutlich hervor, wie die Raumverhältnisse liegen. In der Mitte ist der Querschnitt durch den Gitterhohlraum der Harnstoffmoleküle wiedergegeben. Das Molekül n-Okтан (oben) läßt sich bequem in dem Hohlraum unterbringen, während das links davon gezeigte Benzolmolekül zur Not noch in ihn hineinpaßt. Dagegen erkennt man unschwer, daß 3-Methylheptan (rechts) und 2, 2, 4-Trimethylpentan (unten) nicht mehr in das Grundgitter hineinpassen. Übrigens sind die gesamten Phänomene auch von der energetischen Seite her geklärt worden.

Technische Anwendungen

Naturngemäß haben auch die von Dr. *Bengen* frühzeitig erkannten technischen Anwendungsmöglichkeiten der neuartigen Verbindungen zur Ausführung von Trennungen auf Grund des selektiven Additionsverhaltens des Harnstoffes besondere Aufmerksamkeit gefunden. Grundsätzlich bestehen nach Dr. *Schlenk* drei Möglichkeiten:

1. Ein Gemisch kann aus Verbindungen bestehen, deren Tendenz zur Bildung von Harnstoff-Einschlußverbindungen dem Grade nach verschieden ist. In diesem Fall ist es möglich, durch stufenweise Behandlung mit Harnstoff die Komponenten mit stärkerer Anlagerungstendenz von den schwächer zur Anlagerung befähigten Komponenten zu trennen.
2. Ein Gemisch kann aus Verbindungen bestehen, die teilweise addierbar, teilweise nicht addierbar sind. Hier ist bisweilen eine vollständige Trennung möglich, häufiger jedoch nur eine teilweise, weil es zur Bildung von Dissoziationsgleichgewichten kommt, deren Lage im Einzelfall von der Temperatur, der Art des Lösungsmittels (wobei die eine Art der

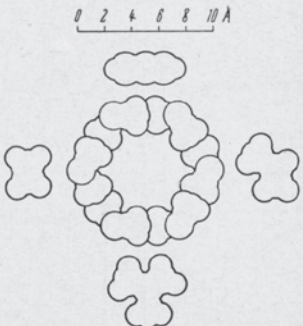


Abb. 2. Querschnitt durch den Gitterhohlraum der Harnstoff-Grundstruktur und die Moleküle n-Okтан (oben), Benzol (links), 3-Methylheptan (rechts) und 2, 2, 4-Trimethylpentan (unten).

Moleküle im Käfig 234

Komponenten für die andere als Lösungsmittel wirken kann) und der Natur der Komponenten abhängt.

3. Ein Gemisch kann spontan addierbare Verbindungen enthalten und außerdem solche, die zwar nicht addiert, aber in die Grundstruktur „eingeschleppt“ werden.

Ohne auf Einzelheiten näher einzugehen, sei im folgenden lediglich noch gezeigt, wie man bei der *Shell Oil Co.* in Amerika den Fall 2. in einer halbttechnischen Versuchsanlage für etwa 300 Liter Beschickung am Tag zu einer kontinuierlichen Trennungsmethode für die Abtrennung von n-Paraffin-Kohlenwasserstoffen ausgearbeitet hat²⁾ (Abb. 3).

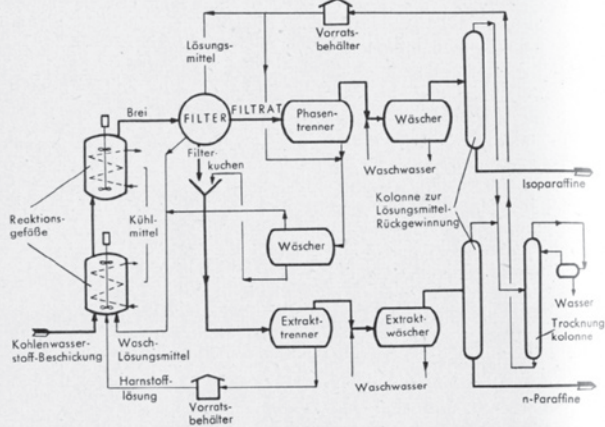


Abb. 3. Vereinfachtes Fließdiagramm einer halbttechnischen Versuchsanlage zur Zerlegung von Kohlenwasserstoffen durch extractive Harnstoff-Kristallisation.

Eine Versuchsanlage in der Erdölindustrie

Zu verarbeiten ist ein Gemisch von Isoparaffinkohlenwasserstoffen mit etwa 20 Prozent n-Paraffinkohlenwasserstoffen. Dieses Gemisch wird einer Gruppe von Reaktionsgefäßen in einer bestimmten Menge pro Stunde

²⁾ Ind. Engng. Chem., 43, 2125-29 [1951].

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

25.02.2008 Kontakt Abo's Werbung Service Referenzen Profil FAQ AGB Impressum DE EN

Suche: Sitemap Profisuche

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

Aktuelles und Neues

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

Labor Branchenbuch

- Hersteller, Händler
- Laboratorien
- Sonstiges

Analytik Weblinks

- Analysentechniken
- Qualitätssicherung
- Arbeitssicherheit
- Fachliteratur
- Laborsoftware
- Sonstiges

Ihr Ansprechpartner

Dr. Torsten Beyer

Labor Partnerseiten

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

++ ANALYTIK NEWS Aktuell ++ Produktneuheiten Stellenmarkt Nachrichten Veranstaltungen Links

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

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

ANALYTIK NewsFlash Extra: Februar 2008 Archiv ANALYTIK NewsFlash abonnieren Inserieren

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

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

—> ANALYTIK NewsFlash Extra lesen

Labor Produktneuheiten alle ANALYTIK NewsFlash abonnieren RSS-Feed Laborprodukt inserieren

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

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

—> alle Produktneuheiten —> Chromatographie —> Spektroskopie —> Probenvorbereitung

© 2000-2008 Dr. Beyer Internet-Beratung Kontakt Link vorschlagen Abo's Werbung AGB Impressum

Die Adresse für Analytik-Literatur

WILEY-VCH

Was Sie bei uns finden

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

www.analytik-news.de

Besuchen Sie uns auf der Achema, Halle 5.1, Stand B14