

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- **Gold**
- **Giftigkeit von Blei**
- **Minderung biotischer Luftverunreinigung**

Zum Thema Gold veröffentlichte die CLB im März 1953 diesen Artikel (Fortsetzung auf Umschlagseite 3).

Späte Gold- und Diamantensucher

Betrüger, Phantasten, enttäuschte Wissenschaftler

Von Dr. Walter Gellendien, Düsseldorf-Reisholz

Als Sensation berichteten die Zeitungen 1952 einmal wieder von einem Diamantenmacher. Ihm sollte es geglückt sein, Industriediamanten in beliebiger Menge herzustellen. Obwohl seine Versuche nur zweifelhafte und unscheinbare Splitterchen hervorbrachten, wurden ihm gutgläubig aus angesehenen Kreisen beträchtliche Mittel zur Verfügung gestellt. Eine Kommandit-Gesellschaft mit einem Kapital von DM 800 000,— wurde gegründet. Das Bundeswirtschaftsministerium brachte dem Erfinder zwecks Aufbesserung der Devisenlage Westdeutschlands größtes Interesse entgegen und wies ihm für seine Produktion ein großes Gelände an. Nach kurzer Zeit erwies sich das ganze Unternehmen als äußerst bedenklich. Die Produktion wurde wieder eingestellt, die Mitarbeiter zogen sich zurück, und es bleibt abzuwarten, wieweit die Angelegenheit überhaupt auf Schwindel beruhte. In ernsten Fachkreisen ist nichts Näheres über den Weg dieser Synthese bekannt geworden.

Gold und Diamanten sind zwei edle und seltene Rohstoffe der Natur. Laienkreise haben zu allen Zeiten die Grenzen unterschätzt, die der Chemie zur Herstellung solch elementarer Gebilde gesetzt sind. Hochgestellte Personen haben sich nur allzu schnell aus Gewinnsucht zur Hergabe von Mitteln verlocken lassen. Wissenschaftler, die sich fern von unlauteren Gedanken an diese Aufgabe wagten, haben höchstens bescheidene Teilerfolge erzielt. Einige Beispiele aus der Zeit nach dem Einsetzen einer wissenschaftlichen Forschung sollen in dem nachfolgenden Aufsatz gegeben werden.

Die Alchimie

Den chemiegeschichtlichen Abschnitt vom 3. bis zum 15. Jahrhundert pflegt man gewöhnlich als das Zeitalter der Alchimie zu bezeichnen. Doch sind auch einige bedeutende Köpfe des 16. und 17. Jahrhunderts nicht von alchimistischen Anschauungen frei geblieben. Selbst die großen Bahnbrecher für eine beginnende exakte, experimentelle Chemie im 17. Jahrhundert, wie Boyle, Becher, Glauber, Kunkel u. a. hüllten sich noch oft

mit ihrer Schreibweise in ein alchimistisches Dunkel. Vielleicht sahen sie sich aber auch hier und da zu alchimistischen Kunststücken gezwungen, um Geld zu verdienen. Becher z. B., der einesteils wünschte, „daß die verwirrten Alchimisten und Kohlenbläser, vor welche man ein allgemein Gebet anstellen sollte, von dieser Unsinnigkeit erlöst werden möchten“, hat die Holländischen Generalstaaten mit dem Anerbieten, aus geschmolzenem Meersand Gold zu machen, um einen großen Voranschub zu betrogen.

Zu welchem Schluß man auch kommen mag, nämlich ob die moderne Chemie aus der Alchimie hervorgegangen ist, oder ob sie nicht besser aus der schon seit Jahrhunderten hochentwickelten handwerklichen Praxis, z. B. der Metallurgie und anderer technischer Zweige, herzuleiten ist, so ist doch unverkennbar, daß die Alchimie erstmalig eine Art Laboratoriums-atmosphäre geschaffen hat. In ihrem Mittelpunkt stand allerdings immer wieder das teils mystisch-fanatische, teils betrügerisch-materielle Streben nach der Umwandlung unedler Metalle in Gold. Als bare Münze sollte es zu schnellem Reichtum verhelfen oder auch in trinkbarer Form, als „aurum potabile“, dauernde Gesundheit und langes Leben verleihen. Die Deutung ist wohl nicht ganz abwegig, daß ein heute noch beliebter Likör mit „Goldfitterchen“ seinen Ursprung in dieser Anschauung von der ertümlichen Heilkraft des Goldes besitzt. Auch schließt sich der Kreis, wenn heute wieder Goldpräparate in die Therapie eingeführt werden.

Gold und Porzellan

Aus dem Herumlaborieren sind viele apparative Einrichtungen entwickelt worden, deren Grundformen in späteren Zeiten erhalten blieben. Bekanntlich haben auch einige bedeutende Erfindungen von spät-alchimistischen Experimenten ihren Ausgang genommen, so die Entdeckung des Phosphors durch Brand und die Erfindung des Porzellans durch Böttger; heißt es doch von ihm:

„Es machte Gott, der große Schöpfer, aus einem Goldmacher einen Töpfer.“

Böttger (1685—1719), ein Berliner Apotheker-Lehrling, ist auch das typische Beispiel eines Adepten, dessen Goldmacherkünste an höherer Stelle allzuernst genommen wurden. Er selbst war sich seiner Rolle als Schwindler durchaus bewußt. Der Preußenkönig Friedrich I. vermutete aber in ihm den erwünschten Dukatenmacher, der ihm nur böswillig seine Geheimnisse vorenthielt. Er ließ ihn fangen und einsperren. August der

Starke, in dessen Land er flüchtete, wurde durch das Verhalten des Preußenkönigs erst recht aufmerksam. Auch er setzte Böttger fest und ließ ihn als wichtigen Staatsgefangenen scharf bewachen. Eine Auslieferung an Preußen wegen grober Betrügereien und Giftmischereien wurde verweigert. Gerade diese im Grunde zutreffenden Beschuldigungen bestärkten August den Starken in seiner Meinung, einen „brauchbaren Kerl“ zur Auffrischung seiner Finanzen erwischen zu haben. Auch nachdem Böttger nach Jahren die Freiheit wiedererlangt hat und als geschickter Laborant des Professor Tschirnhaus das Porzellan erfindet, muß er seinen hohen Herrn immer wieder mit Beteuerungen bei guter Laune halten, doch einst Gold machen zu können.

Die Verschwendungssucht und der Geldbedarf kleiner Duodezfürsten waren überhaupt von großem Einfluß auf den Goldmacherglauben zu einer Zeit, die das Volk schon naturwissenschaftlich aufklärte. Man weiß oft nicht, ob man den Betrogenen oder den Betrüger für schuldig erklären soll. Die Begehrlichkeit und Leichtgläubigkeit an kleinen Fürstenhöfen zog nämlich Schwindler groß, die oft die Gelegenheit weidlich auszunutzen verstanden. Selbst Friedrich der Große ist von falschen Eingebungen nicht ganz freizusprechen. Er sagte zwar: „Goldmacherey ist eine Art Krankheit; sie scheint durch die Vernunft eine Zeitlang geheilt, aber dann kommt sie unvermuthet wieder, und wird wirklich epidemisch.“ Als aber eine Frau von Pful mit „zwey sehr schönen Töchtern“ zu ihm kommt und allgemein zur großen Prophetin erklärt wird, opfert er für deren Goldmacherversuche immerhin 10 000 Taler. Bei diesem sehr nüchtern denkenden König mag der Geldverlust durch lange Kriege letzten Endes ausschlaggebend gewesen sein.

Anwachsendes Gold

Weniger verwunderlich scheint, daß bis zu dem kleinen Fürstenhof von Pfalz-Zweibrücken selbst Ende des 18. Jahrhunderts die Morgenröte erster chemischer Forschung noch nicht vorgedrungen war. Hier residierte Christian IV., eine sonst, wie man sagt, durchaus kluge und hochgebildete Persönlichkeit. Er ging indessen, trotz aller Warnungen und Fehlschläge, auf Lebenszeit einem ausgekochten Schwindler auf den Leim. Sein Name war Stahl (nicht zu verwechseln mit seinem großen Namensvetter Georg Ernst Stahl). Jener Stahl schlich sich an den Hof Christians IV., nachdem er zwar einmal etwas Chemie, Medizin und Theologie studiert,

sich dann aber an verschiedenen, kleinen Orten als Scharlatan herumgetrieben hatte. Wie häufig in solchen Fällen (auch heute noch), hatten die Behörden bei dieser verdächtigen Person von ihrer Gepflogenheit, über das Vorleben peinlichste Erkundigungen einzuziehen, keinen Gebrauch gemacht. Stahl behauptete, im Besitze eines Verfahrens zu sein, an vorhandenes Gold neues anwachsen lassen zu können. So kam er erst einmal in den Besitz reichlichen Experimentiermaterials aus der Münze des Fürsten. Später opferte der immer wieder hingehaltene und von der Kunst seines „Geheimrats“ von neuem überzeugte Brotgeber sein angeblich goldhaltiges Silbergeschirr. Auch das aufbewahrte Rheingold, das man damals tatsächlich noch aus dem Sande des Rheinstroms herauswaschen konnte, stand ihm zur Verfügung. Um den Fürsten abzulenken, gründete dieser geschäftige Mann mit fremden, schlecht bezahlten Kräften beiläufig eine Porzellanfabrik, rief eine Ziegelfabrik und eine Glashütte ins Leben, nahm die Fabrikation einer Dunggasse auf und erschloß neue Kohlenbergwerke. Alle diese Gründungen waren allerdings Zuschußbetriebe, bis auf die Bergwerke, deren Reingewinn zur Hälfte in die eigene Tasche des Gründers floß. Das ganze Leben und Treiben Stahls bestand überhaupt nur aus Vorschüssen und Zuschüssen. Aber die Staatskasse durfte nicht prüfen und einschreiten, denn Stahl hatte es geschickt eingerichtet, daß er auch als Polizeidirektor fungierte. Derselben ihm geradezu hypnotisierte Fürst beschenkte ihn obendrein mit einem Wohnhaus und einem Gutshof, immer in der Hoffnung, daß Stahl eines Tages mit seinem letzten Geheimnis herausrücken, und ein unermeßlicher Reichtum sich über das Fürstentum ausgießen würde. Stahl hatte viermal geheiratet und seine Familie zählte 13 Köpfe. Er konnte sich das leisten. Über seinen Versuchen, sogar an Schwefelkies Gold anwachsen zu lassen, starb der Fürst. Unter seinem Nachfolger wurde Stahl endlich der Prozeß gemacht. Durch mehrmalige Flucht hat er sich seinen Verfolgern entzogen und sich so herausgewunden, daß er vermutlich als wohlhabender Mann sein Leben beschlossen hat.

Die Hermetische Gesellschaft

Ein letztes Aufflackern der Alchimie und Goldmacherkunst größeren Stils bedeutete die Gründung der sogenannten „Hermetischen Gesellschaft“ (1796). Der Name ist abzuleiten von dem Gott Hermes mit dem Beinamen Trismegistos, nach der Überlieferung der eigentliche

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

in dieser CLB dreht sich vieles um Gold. Schon der nebenstehende Artikel der CLB von März 1953 befasst sich mit dem Thema und zeigt den historischen gesellschaftlichen Rahmen um das Gold herum auf. Gewohnt fundierte



Daten zur Chemie und Ökonomie des Goldes liefert unser Autor Prof. Hasenpusch ab Seite 292. Selbst da, wo „Blei“ im Artikelnamen steht (ab Seite 299 über die „Schrittweise Erkennung der Giftigkeit“ des Schwermetalls) gibt es Anknüpfungspunkte zum Gold. Dies zeigt humorvoll unser wieder

aufgenommener Comic auf der Seite 311, gleich nach einem Bericht, wie Realschüler auf Einladung der Technischen Beruflichen Schule 1 (TBS 1) in Bochum Gold gewonnen und analysiert haben...

Dieser Bericht ist zudem eine Einladung an berufsbildende Schulen in den Bereichen Chemie, Biologie und Pharmazie, ihre Erfahrungen in die CLB einzubringen. Ab sofort stellt die CLB zudem solche Schulen in einem Portrait vor. In dieser Ausgabe macht das Institut Dr. Flad in Stuttgart den Anfang (Seiten 312 und 313).

Auch Verfahrenstechnik und biologisch orientierte Informationen kommen in dieser CLB nicht zu kurz. Dafür stehen der Artikel zur Luftreinhaltung ab Seite 288 sowie die Forschungsinformation über hormonell wirksame Umweltchemikalien auf Seite 314. Und da wir ja ebenfalls dem faustischen Verlangen nachgehen, wissen zu wollen, was die Welt im Innersten zusammenhält: Neue Informationen zur Dunklen Materie gibt es auf Seite 315. Immerhin findet dieses Verlangen offiziell eine bedeutende Förderung. Das deutsche Bundesforschungsministerium lässt sich in den nächsten drei Jahren die Grundlagenforschung in der Teilchenphysik insgesamt 75 Millionen Euro kosten. Etliches davon geht in Experimente, die ab dem kommenden Jahr am neuen Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider des CERN in Genf starten. Mit diesen Experimenten will man auch der Natur der Dunklen Materie auf den Grund gehen.

Viel Spaß beim Lesen dieser CLB wünscht

Ihr

- 12. - 14. März 2007
- über ein Dutzend eingeladene Vortragsreihen
- 2 Abendveranstaltungen
- Details in Kürze hier

Heinrich Heine

HEINRICH HEINE
UNIVERSITÄT
DÜSSELDORF

InCom 2007

SYMPOSIUM & EXPOSITION

LifeCom 2007

SYMPOSIUM & EXPOSITION

INHALT

Aufsätze

Minderung biotischer Luftverunreinigungen durch ein Absorptionsnebelverfahren Vom Kompostmief zur Standard-Raumluft _____	288
Fördermengen rückläufig, Recycling verbessert: Gold – selten, kostbar und edel _____	292
Blei von der Antike bis in die Neuzeit Die schrittweise Erkennung der Giftigkeit _____	299



Zum Titelbild:
Das Bild zeigt gediegenes Gold mit Quarz (siehe dazu die Artikel ab Seite 292 und ab Seite 308; Foto RK).

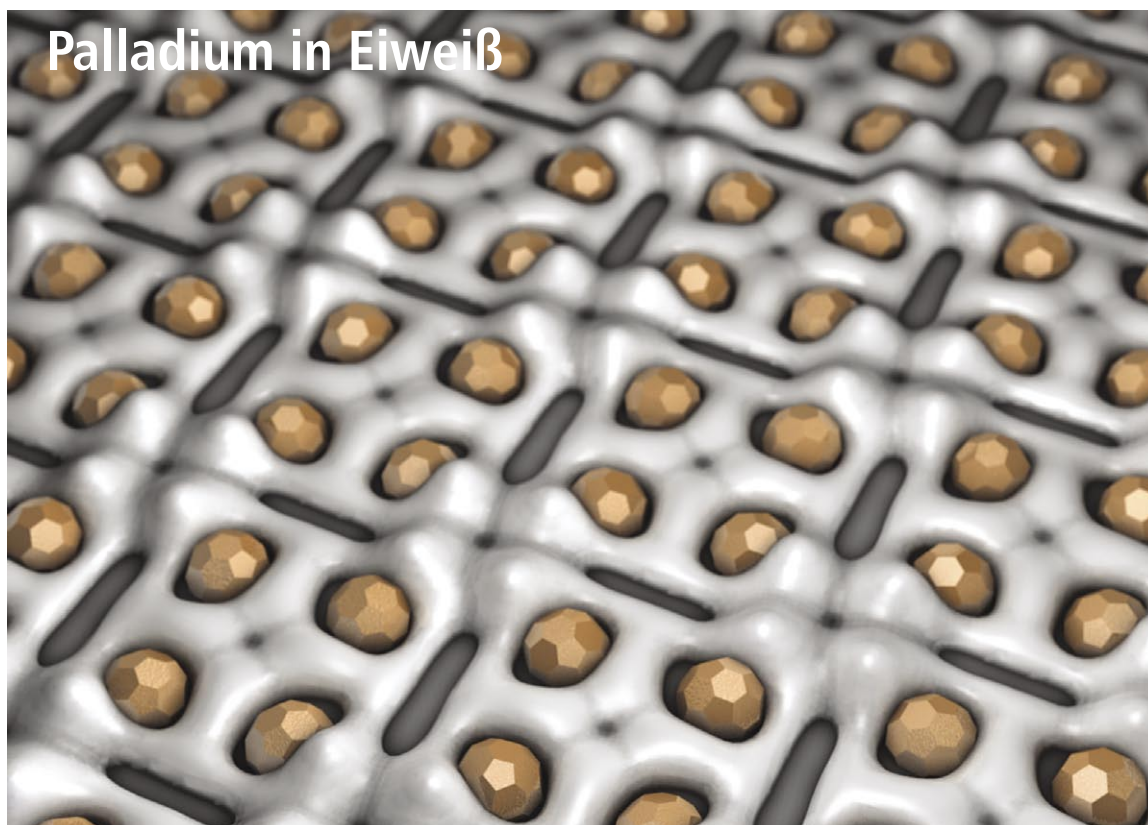
Rubriken

Editorial _____	281
Impressum _____	283
F & E im Bild _____	283
Unternehmen _____	284
Personalia _____	286
Förderungen / Preise _____	287
Umschau	
CTA-Ausbildung der TBS1 lädt Realschüler zur Goldherstellung ein _____	308
Portrait: Institut Dr. Flad _____	312
Forschung und Technik _____	314
Grundlagen _____	316
Neue Produkte _____	317
Bezugsquellenverzeichnis _____	319

CLB-Memory

Wichtig für Thermodynamik und Explosionsschutz Die Zündtemperatur bei erhöhtem Druck _____	M57
Arbeiten in der Chemiebranche so sicher wie nie zuvor BG Chemie stellt Jahresbericht vor _____	M59
Messdaten sinnvoll sammeln, strukturieren und auswerten „Chemomentum“ und Datenfusion _____	M60
Hohe Gehalte an perfluorierten organischen Tensiden (PFT) in Fischen BFR: gesundheitlich nicht unbedenklich _____	M61
Analytik für mehr Nahrungsmittelsicherheit Aktiver Verbraucherschutz _____	M61
Nützliche Ratgeber 68-73 Wissenschaft online: Datenbanken und E-Paper _____	M62
DFG sieht RUB und Uni Köln gleich hinter LMU Sonderforschungsbereiche _____	M63
Aus der Bildungslandschaft _____	M63
Qualitative Analyse – Trennungsgänge Anorganische Kationen: Vorproben _____	M64

Um Nanopartikel aus dem Edelmetall Palladium herzustellen, nutzen Biologen vom Forschungszentrum Rossendorf (FZR) die Eiweißhülle des 1997 entdeckten Bakteriums „*Bacillus sphaericus* JG-A12“ als Trägerschicht. Das Bakterium schützt sich mit dieser Hülle vor dem Schwermetall Uran und kann damit in der exotischen Umgebung einer Uranerz-Abfallhalde überleben. Seine Eiweißhülle, im Fachjargon S-Layer genannt, weist eine regelmäßige Gitterstruktur mit Poren in der Größe von einigen Nanometern auf. Auf diese Gitterstruktur brachte man



zunächst ein Metallsalz mit gelösten Palladium-Ionen auf. Anschließend beobachteten die Forscher die Anbindung der Metallsalze an die Eiweißhülle mit Hilfe eines patentierten Verfahrens der Infrarot-Spektroskopie. In den Poren des S-Layers reagiert die Metallsalzlösung unter Einsatz von Wasserstoff in das Edelmetall, das in Form von winzigen Palladiumkugeln in regelmäßigen Abständen auf der Trägerschicht angeordnet ist. Ein solches Kugelchen besteht aus nur 50 bis 80 einzelnen Palladium-Atomen. Im Ergebnis entsteht eine Schicht aus Palladiumclustern mit neuartigen Eigenschaften. Das Bemerkenswerte hierbei ist, dass sich die Eiweißhülle und die Nanopartikel gegenseitig stabilisieren. Damit bleibt das Gesamtsystem sowohl bei hohen Temperaturen als auch in einer säurehaltigen Umgebung stabil (Abb.: FZR).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
E-Mail: kickuth@clb.de,

Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,
E-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Werner
Günther, Düsseldorf; Prof. Dr. Wolf-
gang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; PD Dr.
Röbke Wünschiers, Köln.

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit
der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft
– außerhalb des Abonnements – 8,60
Euro, im persönlichen Abonnement jäh-
rlich 91,35 Euro zuzüglich Versandkosten;
ermäßigter Preis für Schüler, Studen-
ten und Auszubildende (nur gegen Vor-
lage der Bescheinigung) jährlich 70,45
Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel
und den Verlag. Das Abonnement ver-
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-
zugsjahres Kündigung erfolgt.
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder

des VBTA, des VCÖ sowie des VDC erhal-
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreisliste:
Nr. 45 vom 01. 01. 2006.

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Green Plains Renewable Energy Inc. hat mit einer Aktienfinanzierung ungefähr \$48 Millionen Dollar eingenommen. Damit ist die Finanzierung für den Bau einer zweiten Ethanol-Anlage mit einer Kapazität von 50 Millionen Gallonen in Superior (Iowa) sichergestellt. Derzeit errichtet GPRE in Shenandoah (Iowa) die erste Ethanol-Anlage. Das Unternehmen beabsichtigt, die Produktionskapazität der beiden Anlagen künftig noch weiter auszubauen.

EMBL Ventures investiert in die Elara Pharmaceuticals GmbH, eine Ausgründung aus dem Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg. Das Unternehmen entwickelt Medikamente auf dem Gebiet der Onkologie. Mit dem bereitgestellten Geld sollen die Wirkstoffkandidaten, die bereits eine starke antitumor Aktivität gezeigt haben, weiterentwickelt werden.

Die Sartorius AG und der US-amerikanische Medizintechnikhersteller Respironics Inc. haben einen Vertrag unterzeichnet, der den Einsatz einer bestimmten Kohlendioxid-Sensor-Technologie von Respironics in den Einwegbioreaktoren von Sartorius vorsieht. Sartorius darf den Hauptstromsensor zur Messung von Kohlendioxid Capnostat 5 und den Nebenstromsensor LoFlo Capnostat 5 in Kombination mit dem Einwegbioreaktor vermarkten. Diese Gerätekombination wird zur Messung der von lebenden Zellen produzierten Kohlendioxidmenge im Fermentations- bzw. Bioreaktionsprozess bei der Herstellung von Pharmaka eingesetzt.

Die Westfalen-Gruppe investiert vier Millionen Euro in den Bau eines Füllwerks für technische Gase in Heteren in den Niederlanden. Das Werk umfasst zwei voneinander getrennte Flaschenabfüllungen für die Industriegase und für die Protadur-Lebensmittelgase. Das neue Werk wird Sauerstoff, Stickstoff, Argon und Kohlendioxid als Standardprodukte und als Gasgemische abfüllen. Es soll Februar 2007 seinen Betrieb aufnehmen und zunächst sechs Mitarbeiter beschäftigen.

Die BASF hat mit dem Bau einer neuen integrierten Anlage zur Herstellung von Prozesschemikalien für die Halbleiterindustrie begonnen. Die Investition im zweistelligen Millionen Euro-Bereich stellt die Belieferung der Kunden in Europa sicher. Das Electronic Material Center Europe, das Ende 2007 eröffnet wird, schafft 60 Arbeitsplätze in Ludwigshafen. Zum selben Zeitpunkt wird die Auftragsproduktion in Darmstadt eingestellt.

Die Chemieindustrie lag nach Angaben des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung im Jahr 2004 beim Anteil der forschenden Unternehmen an der Spitze. Neben FuE-Ausgaben zählen zu Innovationsaufwendungen auch Ausgaben für neue Anlagen zur Herstellung neuer Produkte, Markteinführungskosten sowie Investitionen für Rationalisierungsprojekte. Dabei lag die Chemieindustrie (inkl. Pharma und Mineralöl), die 2004 mit 11,8 Milliarden Euro 5,1 Prozent des Branchenumsatzes für Innovationsprojekte bereitstellte, nach dem Fahrzeugbau an zweiter Stelle.

Wasseraufbereitung bei ProMinent selbstständig Bis 2010 doppelter Umsatz

Die eigenständige die ProMinent ProM aqua GmbH übernimmt jetzt von der Mutter, der Heidelberger ProMinent Dosier-technik, das Geschäftsfeld Water Treatment Solutions (WTS).

Sie startet mit dem erklärten Ziel, weltweit zur Spitzenposition aufzuschließen. Anwender aus der Nahrungsmittel-, Getränke-, Pharma- und Kosmetikindustrie sowie Betreiber von Schwimmbädern und Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung, Kühlwasserdesinfektion oder Legionellenbekämpfung finden bei ProMaqua anwendungs- und fallspezifische Lösungen. Im Mittelpunkt stehen Wasserdesinfektion, -oxidation und -hygiene. Kunden der genannten Branchen erhalten von ProMaqua außerdem Produkte rund um die Fluid-Dosiertechnik.

An den Standorten in Heidelberg und in der Tschechischen Republik bei der Tochter ProMinent Systems sind 220 Mitarbeiter beschäftigt. Rund 150 von ihnen arbeiten im

Ausland. Der konsolidierte Jahresumsatz beträgt ca. 22 Mio. Euro.

Die Manager und Mitarbeiter verfolgen ehrgeizige Ziele: Bis 2010 wollen sie den Umsatz verdoppelt haben. Infolge erheblicher Investitionsaktivitäten werden neue Arbeitsplätze geschaffen.

An der Spitze der ProMinent ProMaqua GmbH stehen Ralf Kiermaier als Kaufmännischer und Dr. Andreas Wolf als Technischer Geschäftsführer. Beide Manager bringen Erfahrungen aus Führungsfunktionen der Unternehmensgruppe mit. Wolf übernimmt außerdem die Verantwortung für den Vertrieb Deutschland.



Kiermaier



Wolf

Affymetrix-Datenbank für Assoziationsstudien Europa wird genotypisiert

Die Firma Affymetrix Inc. entwickelt zusammen mit führenden Wissenschaftlern aus der ganzen Welt eine öffentlich zugängliche Kontroll-Datenbank für genomweite Assoziationsstudien.

Neben dem Nationalen Genomforschungsnetz (NGFN) sind das Pharmaunternehmen GlaxoSmithKline, das Erasmus Medisch Centrum in den Niederlanden, das schwedische Karolinska Institut und das Centre National de Génotypage in Frankreich an diesem Projekt beteiligt.

Mit Hilfe der weltweit größten populationsgenetischen Datensammlung, die 12 000 Proben enthält, vergleichen Wissenschaftler in genetischen Assoziationsstudien Daten einer Patientenprobe mit denen einer Kontrollgruppe gesunder Personen, um dadurch ein

mit der Krankheit verknüpftes genetisches Merkmal zu identifizieren. Die Kontrollen sollten bezüglich Alter, Geschlecht und ethnischen Hintergrund vergleichbar sein.

Ein internationales Wissenschaftlerteam erstellt momentan in Vorbereitung der Datenbank eine genetische Landkarte Europas, um damit genetisch unterschiedliche Sub-Populationen in Europa zu identifizieren. Das Datenbank-Projekt ist Teil eines umfangreicheren populationsgenetischen Programms für den Genchip Human Mapping 500K, ein Genchip, mit dem sich etwa 500 000 genetische Variationen gleichzeitig analysieren lassen.

Affymetrix plant, innerhalb des nächsten Jahres 5000 bis 10 000 zusätzliche Proben in das Kontrollprogramm aufzunehmen.

Halbjahresbilanz des Verbands der Chemischen Industrie (VCI)

Umsatzrekord, aber Dynamik lässt nach

Die Chemie bleibt auf Wachstumskurs. Obwohl die Wachstumsdynamik im zweiten Quartal 2006 etwas nachgelassen hat, sind die deutschen Chemieunternehmen überwiegend zuversichtlich in die zweite Jahreshälfte gestartet.

VCI-Präsident Werner Wenning kommentierte jetzt in Frankfurt die Entwicklung: „Die aktuelle Geschäftslage der Chemie hat sich seit Jahresbeginn auf breiter Front weiter erfreulich verbessert. Dazu haben insbesondere hohe Auslastungen und steigende Umsätze bei-

getragen. Diese Entwicklung wurde bislang vor allem durch Wachstumsimpulse aus dem Ausland getragen. Aber auch die Inlandsnachfrage belebt sich zunehmend und stabilisiert das bereits erreichte sehr hohe Niveau.“ Viele Unternehmen spüren laut Wenning die Folgen ihrer Programme zur Kostensenkung: Sie erzielten höhere Gewinne. Allerdings würden die Wachstumsraten der Chemie auf dem erreichten hohen Niveau in den nächsten Monaten niedriger werden. Denn viele Anzeichen sprächen dafür, dass der Chemie-Konjunkturzyklus

seinen Höhepunkt erreicht habe. In Deutschland zeigen die für das kommende Jahr beschlossenen Steuer- und Abgabenerhöhungen erste Wirkungen. Für das Gesamtjahr 2006 erwartet der VCI ein Wachstum der Chemieproduktion von 2,5 Prozent. Die Chemieproduktion stieg im zweiten Quartal 2006 gegenüber dem ersten Quartal um 0,6 Prozent. Sie lag um 4,4 Prozent über dem Wert des Vorjahresquartals. Preissteigerungen für Rohöl und Rohbenzin führten zu höheren Erzeugerpreisen in allen Chemiesparten. Die Preise stiegen gegenüber dem ersten Quartal 2006 um 0,8 Prozent.

Der Gesamtumsatz der deutschen Chemieunternehmen erreichte im zweiten Quartal mit 40,9 Milliarden Euro einen Höchststand. Allerdings hat die Dynamik nachgelassen. Die Impulse aus dem Auslandsgeschäft schwächten sich etwas ab.

Im zweiten Quartal beschäftigten die Chemieunternehmen in Deutschland knapp 433 600 Mitarbeiter. Das sind 1,3 Prozent weniger als ein Jahr zuvor.

Kostenlose Analytik-Kontaktbörse in Indonesien

Der Industrieverband SPEN-TARIS bietet Unternehmen mit Hilfe der „Asia Interprise“-Projekte die Möglichkeit, Geschäftskontakte in asiatische Länder zu knüpfen. Die Teilnahme ist kostenlos.

Diese von der Europäischen Kommission finanziell unterstützten Projekte richten sich insbesondere an Klein- und Mittelständler. Das aktuelle Projekt „Asia Interprise Analytical Instruments and Lab Equipment EU-Indonesia“ richtet sich dabei an Unternehmen aus dem Bereich Analysen, Bio- und Labortechnik aus Europa und Indonesien. Dieses Unternehmer-treffen wird im Rahmen der Messe „CIL-Indonesia“ in Jakarta / Indonesien vom 6. bis 7. Dezember 2006 stattfinden. Ziel des Asia Interprise Business Meetings ist es, etwa 30 europäische mit rund 65 indonesischen Firmen aus dem Bereich Analysen-, Bio und Labortechnik sowie aus verwandten Branchen für ein Asia Invest-Matchmaking Event zusammenzubringen. Ergänzt werden diese Meetings durch ein halbtägiges Seminar über die Marktsituation und mögliche Kooperationsformen, ein Get-Together inklusive Dinner, eine exklusive Marktstudie sowie ein

zusätzliches Serviceangebot, das einen Messe- und Firmenbesuch enthält. Der indonesische Markt weist ein Brutto-Inlandsprodukt von rund 200 Mrd. indonesischen Rupiah mit einer jährlichen Wachstumsrate von 4 bis 5 % auf. Das Gesamtvolumen im Analysen-, Bio- und Laborbereich beträgt rund 123 Mio. US\$.

Mikrowellensysteme im Fokus des Interesses

Schnellere Synthesen mit besseren Ausbeuten und effizienter Produktisolierung sind nicht mehr nur des Chemikers Wunschtraum, sondern bereits realer Laboralltag in vielen Laboratorien. Tatsächlich liegen die Einführung von Mikrowellensystemen für die organische Synthese sowie für die Peptid-Synthese und die Flash-Purification für die Targetisolierung noch nicht lange zurück, und schon gibt es viele Chemiker und Laboratorien, die aus eigener Anwendungserfahrung über den erfolgreichen Laboreinsatz solcher Systeme berichten können. Davon konnten sich die 200 Teilnehmer bei den bundesweiten



Fortbildungsseminaren der Unternehmen CEM GmbH und Axel Semrau GmbH & Co. KG ein genaues Bild machen und die vielfältigen Einsatzbereiche und das umfangreiche Leistungsspektrum dieser Geräte kennenlernen.

AIM Der Industrieverband AIM-Deutschland e.V. hat **Wolf-Rüdiger Hansen** zum neuen Geschäftsführer ernannt. Er tritt die Nachfolge von Heinz-J. Werner an, der aus der Leitung des Verbandes ausscheidet. Der AIM repräsentiert ein weltweites Netzwerk von über 900 Mitgliedsunternehmen und -instituten aus über 43 Ländern, davon über 120 aus Deutschland, Österreich und der Schweiz.



DUPONT Zum 1. Juli 2006 übernahm Raymond Palmes (44) die Position des Regional-Direktors von DuPont Fluoroproducts für Europa, den Mittleren und Nahen Osten sowie Afrika (EMEA). Von der europäischen Zentrale des Unternehmens in Genf aus ist er für die regionalen Aktivitäten der Geschäftsbereiche Fluorochemicals und Fluoropolymer Solutions verantwortlich. Er folgt Thierry Vanlancker, der als neuer Global Business Director von DuPont Fluorochemicals in die weltweite Unternehmenszentrale in Wilmington, DE/USA, zurückgekehrt ist.

EHRUNGEN

Prof. Konstanze Döhner aus der Klinik für Innere Medizin des Ulmer Universitätsklinikums ist mit dem **Wissenschaftspreis der Stadt Ulm** ausgezeichnet worden. Die 41-jährige Wissenschaftlerin erhielt den Preis für ihre Forschungsarbeiten zur Aufdeckung und Charakterisierung genetischer Veränderungen bei der akuten myeloischen Leukämie (AML), der häufigsten Blutkrebsform bei Erwachsenen.



Dr. Leonard Arthur Herzenberg, Professor an der kalifornischen Stanford Universität, erhält den **Kyoto Preis**, eine der höchsten internationalen Auszeichnungen für Verdienste um Wissenschaft und Kultur. Der 1984 von Kazuo Inamori, dem Gründer des japanischen Technologie-Konzerns Kyocera, ins Leben gerufene Preis wird in den Kategorien Kunst und



Philosophie, Hochtechnologie und Grundlagenforschung vergeben und ist pro Kategorie mit 50 Millionen Yen (rund 400 000 Euro) dotiert. Die Preisverleihung findet am 10. November im japanischen Kyoto statt. Herzenberg entwickelte als weltweit Erster ein Verfahren um lebensfähige Zellen nach ihren Eigenschaften zu sortieren. Bereits 1969 baute er das erste Modell seines Durchflusszytometers (FACS, Fluorescence-Activated Cell Sorter).

Anlässlich der Internationalen Konferenz über Magnetische Resonanz in Biologischen Systemen (ICMRBS) in Göttingen wurde **Dr. Marc Baldus** die mit 3000 US-Dollar dotierte „**Founders Medal**“ der ICMRBS zugesprochen. Marc Baldus, Forschungsgruppenleiter am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, hat mit neuen Methoden die Festkörper-NMR-Spektroskopie für biologische Fragestellungen geöffnet und diese Methoden bei der Untersuchung von wichtigen biologischen Systemen angewendet. Er gehörte zu den ersten, die die dreidimensionale Struktur eines globulären Proteins im festen Zustand bestimmt hat.

Der Informatiker, Toxikologe und promovierte Chemiker **Dr. Christoph Helma** vom Freiburger Zentrum für Datenanalyse und Modellbildung (FDM), wurde mit dem **Wissenschaftspreis der Ärzte gegen Tierversuche e.V.** ausgezeichnet. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis wurde Helma für seine Arbeit in der Entwicklung, Validierung und Veröffentlichung des Computerprogramms „lazar“ („lazy structure-activity relationship“) zur Vorhersage krebserregender Wirkungen von Chemikalien verliehen. Durch die Genauigkeit der datenbasierten Vorhersagen werden zahlreiche Tierversuche überflüssig. Der Wissenschaftspreis der Ärzte gegen Tierversuche e.V. wurde 2006 erstmalig für tierversuchsfreie Krebsforschung vergeben.

Der Chemiker **Prof. Dr. Manfred T. Reetz** erhielt den mit 20 000 Euro dotierten **Ernst-Hellmut-Vits-Preis** des Förderkreises der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Prof. Reetz ist Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim. Ausgezeichnet wird er für seine Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Chemie und ihrer angrenzenden Wissenschaften von der Organometallchemie über die Entdeckung neuartiger Reaktionstypen bis zur Entwicklung neuer Reagenzien und innovativer Methoden für die Herstellung neuer organischer Verbindungen.

Gewinner des größten Technologiepreises, des mit einer Millionen Euro dotierten „**Millennium Technology Prize 2006**“, ist der japanische **Professor Shuji Nakamura**, der zurzeit an der University of California in Santa Barbara arbeitet. Er wird für seine Erfindung neuer Lichtquellen geehrt, mit denen man blaue, grüne und weiße LEDs und einen blauen Laser herstellen kann. Der Preis wird alle zwei Jahre von der finnischen Regierung, der Industrie und anderen finnischen Organisationen für Erfindungen vergeben, die die menschliche Lebensqualität verbessern.

Professor John Burrows, Direktor des Instituts für Umweltphysik und Fernerkundung der Universität Bremen, ist beim 36. COSPAR Symposium (Committee on Space Research) in Peking mit der **William-Nordberg-Medaille** ausgezeichnet worden. Burrows erhielt die Ehrung in Anerkennung seines Beitrages zur Grundlagenforschung in der Weltraum-Physik. Diese Forschung beinhaltet das grundlegende Verhalten der Gase bei Labormessungen, die Entwicklung der Technologie zur Beobachtung dieser Gase vom Weltraum aus und die Entwicklung der Strahlungstransfer-Berechnungen und Algorithmen, die einen Rückschluss auf das Vorhandensein und die Menge dieser Gase ermöglichen.

Forschung über das Erfinden

Anlässlich des zehnten Todestages des Stifters wird die Hans-Sauer-Stiftung künftig in 2-jährigem Turnus den neu geschaffenen Hans-Sauer-Preis/Hans Sauer Award vergeben. Die Stiftung definiert dazu jeweils Themenfelder, in denen wissenschaftliche Leistungen oder besondere technische Erfindungen, die in das Spektrum der Stiftung fallen, ausgezeichnet werden. Im Jahr 2006 wird der international ausgeschriebene, mit 5000 Euro dotierte Preis an das Thema „Forschung über Erfinder“/“Research on Inventors“ geknüpft. Das heißt, im Fokus stehen Forschungsarbeiten, die sich mit dem weithin vernachlässigten Thema des Erfinders und Erfinderunternehmers oder aber mit dem Prozess des Erfindens auseinandersetzen. Dabei sind soziologische und historische

Naturstoff-Forschung

Der Arbeitsausschuß „Niedermolekulare Naturstoffe mit biologischer Aktivität“ im Forschungsausschuß Biotechnologie der DECHEMA e.V. schreibt die Vergabe des Nachwuchswissenschaftler-Preises für Naturstoff-Forschung 2007 aus. Die Auszeichnung geht an junge Wissenschaftler/innen mit abgeschlossener Promotion, die mit richtungweisenden Arbeiten auf den verschiedenen Arbeitsfeldern der Naturstoff-Forschung hervorgetreten sind, insbesondere auf Grenzgebieten zwischen Biologie und Chemie. Der mit 2000 Euro dotierte Preis, mit dem der Hochschullehrernachwuchs auf dem Gebiet der Naturstoff-Forschung in Deutschland gefördert werden soll, wird während der 19. Irseer Naturstofftage im Februar 2007 zum 7. Mal vergeben. Bewerbungen und Vorschläge mit einer kurzen Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten und einer Kurzbiographie sind bis zum **15. November 2006** zu richten an: Dechema e.V., Dr. Christoph Steinbach, Postfach 15 01 04, 60061 Frankfurt.

Ansätze ebenso denkbar wie psychologische, ökonomische oder Beiträge anderer, zum Beispiel kognitionswissenschaftlicher Disziplinen. Der Wettbewerb steht Vertretern aller Disziplinen offen, wobei fachübergreifende Ansätze besonders gewürdigt werden. Der Preis kann an Einzelpersonen, aber auch Forschungsteams vergeben werden, wenn aus den jeweiligen Arbeiten hervorgeht, dass alle Beteiligten substantielle Beiträge zum Ergebnis geleistet haben. Antragsfähig sind Arbeiten, deren Abschluss oder Veröffentlichung nach dem 1. Januar 2000 erfolgt ist. Zusätzlich zum Preisgeld werden auch die Anschlussprojekte der Preisträger weiter gefördert, sofern diese unter den Satzungszweck fallen. Die Ausschreibung beginnt am **1. Juni 2006 und endet am 31. Oktober 2006**. Die Auswahl des/der Preisträger erfolgt durch ein Gremium aus Psychologen, Soziologen, Ökonomen und weiteren Experten. Nähere Informationen unter: Hans-Sauer-Stiftung, Stichwort „Hans-Sauer-Preis“, Fichtenstraße 5, 82041 Deisenhofen, und www.hanssauerstiftung.de.

Lehrer binden digitale Medien ein

Der Wettbewerb möchte die Auseinandersetzung künftiger Lehrerinnen und Lehrer mit den Chancen und Möglichkeiten des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien befördern. Lehramtsstudierende und Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter sollen darin bestärkt werden, digitale Medien innovativ in der schulischen und wissenschaftlichen Arbeit einzusetzen, Voraussetzungen, Bedingungen und Ergebnisse von Lehr- Lernkonzepten zu erforschen, den Mehrwert digitaler Medien in Lehr- und Lernprozessen anhand eigenständiger Überlegungen zu entfalten und digitale Medien in Schulentwicklungsprozesse einzubinden. Bewerben können sich Lehramtsstudierende sowie

Preis für nachhaltige Bildung

Das Zentrum für empirische pädagogische Forschung (zepf) der Universität Koblenz Landau startet gemeinsam mit der Schülerhilfe Gelsenkirchen den Deutschen Innovationspreis für nachhaltige Bildung. Die Ausschreibung richtet sich an Lehrer, Referendare, Lehramtsstudenten, aber auch an Schulen sowie Kooperationen zwischen Schulen und Universitäten oder außerschulischen Partnern wie Unternehmen und Forschergruppen. Ausgezeichnet werden Initiativen und Projekte an allgemein- und berufsbildenden Schulen. Der Preis soll zeigen, dass es an vielen Stellen innerhalb unseres Bildungswesens Beispiele guter Praxis mit nachhaltiger Wirkung gibt. Davon zu lernen und die Beispiele einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen, ist die Aufgabe des Preises, der anlässlich der didacta in Köln (27.2. bis 3.3.2007) verliehen wird. Die Gewinner erhalten insgesamt 20000 Euro (10000/6000/4000). Einsendeschluss für die Arbeiten ist der **31.11.2006**. Weitere Informationen unter www.deutscher-innovationspreis.de.

Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter, die ihre jeweiligen Staatsarbeiten an Prüfungsämtern des Landes NRW eingereicht haben bzw. noch einreichen werden. Die Arbeiten müssen in den Jahren 2005 oder 2006 erstellt und mit den Notenstufen „Sehr gut“ oder „Gut“ beurteilt worden sein. Der Wettbewerb wird organisiert vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, der Medienberatung NRW und dem Centrum für eCompetence in Hochschulen NRW (CeC). Insgesamt stehen Geldpreise in Höhe von 6000 Euro zur Verfügung. Die Einreichungsfrist endet am **27. November 2006**. Weitere Informationen sind unter www.examedia.nrw.de zu finden.

Minderung biotischer Luftverunreinigungen durch ein Absorptionsnebelverfahren

Vom Kompostmief zur Standard-Raumluft

Marcus Seibert und Wolfgang Fichtner, Darmstadt

Nachfolgend wird die Wirksamkeit eines als Geruchsabsorber patentierten Systems (1) bei der Reinigung von biotisch belasteten Abluftströmen überprüft. Als Emissionsquelle dient ein Komposthaufen. Die Abluft aus dem Komposthaufen (Rohgas) wird direkt sowie nach der Reinigung durch das Absorptionsnebelverfahren (Reingas) auf Keimbildende Einheiten (KBE) überprüft. Die Überprüfung erfolgte auf zwei verschiedenen Nährböden (Sabouraud, Caso) nach fünftägigem Bebrüten bei 30°C. Es wurden per Membranfilterverfahren Keime gesammelt, mehrere Varianzen beim Absorptionsnebelverfahren eingestellt und die Ergebnisse anschließend miteinander verglichen.

Bioaerosol

Zentrales Problem der biotischen Luftverunreinigungen bilden die Bioaerosole. Bioaerosole sind alle Luftinhalstoffe biologischen Ursprungs, also alle Zellverbände, Zellfragmente und Stoffwechselprodukte von pflanzlichen, tierischen und mikrobiellen Zellen. Enormes Gefahrenpotential für den Menschen entsteht durch sehr kleine Partikeldurchmesser und daraus resultierender Lungengängigkeit.

Laut einem Bericht der Bundesregierung aus dem Jahr 2000 waren bereits damals drei von zehn Gründen für Berufsunfähigkeit auf eine erhöhte Exposition biologischer Arbeitsstoffe zurückzuführen (3).

Verfahrensgrundlagen des Nebelabsorptionsverfahrens

Das patentierte Absorptionsnebelverfahren wurde bisher nur zur Minderung von geruchsintensiven Schadstoffen, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff oder organischen Schadstoffen eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden mittels sehr feiner Einstoffdü-

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Markus Seibert war bei Prof. Dr. Wolfgang Fichtner im Fachbereich Chemie- und Biotechnologie der Hochschule Darmstadt tätig. Er arbeitet jetzt bei der BASF Aktiengesellschaft in Ludwigshafen im Technischen Service im regionalen Marketing, Bereich Faserbindung.

Der Chemiker Prof. Dr. Wolfgang Fichtner lehrt am Fachbereich Chemie- und Biotechnologie der Hochschule Darmstadt Anorganische, Analytische und Organische Chemie. Sein Hauptarbeitsgebiet ist die Reinhaltung der Luft.



Partikel	Aerodynamischer Durchmesser
Viren	0,02-0,3 µm
Bakterien	0,2-10 µm
Bakteriensporen	0,5-1,5 µm
Pilzzellen, Pilzfäden	2-8 µm
Moossporen	5-30 µm
Farnsporen	20-60 µm
Pollen	5-250 µm

Tabelle 1: Partikelgrößen von Bioaerosolen (2).

sen kleine Nebeltropfen erzeugt, deren Durchmesser in einem Bereich von 10-50 µm liegt, während in herkömmlichen Wäschertypen meistens Flüssigkeitstropfen von 100-4000 µm Durchmesser eingesetzt werden (4). Da die zur Aufnahme von Schadgasen zur Verfügung stehende Oberfläche größer wird, je kleiner die Tropfen sind, bietet das Absorptionsnebelverfahren einen klaren Vorteil gegenüber herkömmlichen Nasswäschern. Vorbild für diese Technik ist die Natur: Tropfen in Größenordnungen von 20-30 µm, die zur Selbstreinigung der Atmosphäre beitragen, findet man auch in Wolken und Nebeln (4).

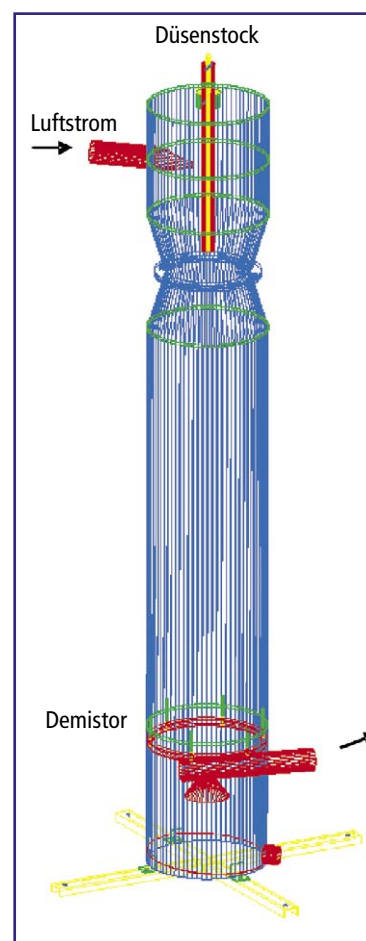


Abbildung 1: Zyklon.

Zur weiteren Verbesserung des Wirkungsgrades kann der Nebel durch Zugabe von zum Beispiel Säuren, Basen oder Tensiden konditioniert werden, um pH-aktive Abluftströme zu neutralisieren beziehungsweise unpolare organische Schadstoffe zu adsorbieren.

Anwendbarkeit auf Bioaerosole

Das Verhalten von Bioaerosolen in der Atmosphäre wurde bisher kaum erforscht. Von Schadstoffen und Stäuben weiß man, dass sie sich durch Wasser (Nebel, Wolken, Niederschläge) aus der Luft auswaschen lassen. Feine Staubpartikel konglomerieren und fallen durch natürliche Sedimentation zu Boden, oder der Staub wird von Wassertropfen aufgenommen und mit dem Niederschlag aus der Atmosphäre gewaschen.

Sieht man Bioaerosole als wasserunlösliche Partikel in der Luft an, müssten sie ein ähnliches Verhalten wie Staubpartikel zeigen. Ein weiterer Hinweis auf eine Auswaschbarkeit von Bioaerosolen durch wässrige Nebel aus Luft ist der Aufbau der Zellmembranen.

Prokaryontische und eukaryontische Zellmembranen bestehen aus einer Lipid-Doppelschicht, die durch Zusammenlagerung der hydrophoben Lipid-Enden entsteht. Die Biomembran hat also hydrophile Eigenschaften. Es ist daher zu erwarten, dass sich Bioaerosole durch Nebel aus der Luft auswaschen lassen.

Versuchsaufbau

Die Emissionsquelle in dieser Versuchsreihe war ein Komposthaufen. Die Luft wurde mittels eines Saugers durch den Komposthaufen gezogen und in das Reinigungssystem geführt.

Als Reaktionsraum für die Reinigung der Abluft diente ein Zyklon (Abbildung 1), der als Versuchsanlage zur Geruchsabsorption verwendet wurde. Für den Versuch standen insgesamt zwei baugleiche Zyklo- ne aus Edelstahl zur Verfügung. Beide Zyklo- ne sind 280 cm hoch, haben einen Durchmesser von 40 cm an der dicksten und 30 cm an der dünnsten Stelle. Das Rohgas wird seitlich zugeführt. Durch die Zirkulation des Luftstroms sammeln sich feste Partikel und große Tropfen an der Innenwand des Zyklo- ns und fließen ab. Die Verengung führt zu einer Beschleunigung der Strömung und verstärkt diese Abscheidung. Die Düse wird von oben mit einem Düsenstock in den Reaktionsraum geführt. Der Demistor wird in einer Höhe von 50 cm platziert. Dort soll der Nebel sich abscheiden und am Boden sammeln, während die Luft aus dem Zyklon strömt.

Rohgas und Reingas werden nacheinander gemessen. Zur Rohgasmessung wurde der Sauger direkt mit der Messstelle verbunden. Der Zyklon wurde umgangen. Dadurch sollte verhindert werden, dass

der Zyklon vor der Keimreduzierung mit verkeimter Luft kontaminiert wird. Für die Reingas-Messung wurde der Sauger dann mit dem Zyklon verbunden. Die Luft wurde danach, je nach Versuch, entweder über den zweiten Zyklon oder direkt an die Mess- stelle geleitet. Die Anlage wurde zehn Minuten vor der eigentlichen Messung in Betrieb genommen.

Bei der Rohgas-Messung sollte ausgeschlossen werden, dass sich Keimnester bilden und die Kon- zentration unnatürlich erhöht wird. Bei der Reingas- Messung wurde dadurch sichergestellt, dass der Zyklon mit Nebel ausgefüllt war, somit das komplet- te Reaktionsvolumen ausgenutzt wurde und sich am Demistor zum Beginn der Messung ein Flüssigkeits- film gebildet hatte.

Keimsammelverfahren

Zur Keimsammlung diente das Membranfilterverfah- ren. Hierzu wurden Gelatinefilter (Sartorius Ø 80 mm, 3 µm Porengröße) mittels einer Filterhalterung mit der Filterseite nach unten in den Gasstrom ge- halten, und eine Membranpumpe zog durch diesen Filter Luft aus dem Abluftstrom.

Die Bestimmung des gefilterten Gasvolumens erfolgte über einen Gasmengenmesser. Mittels eines Anemometers wurde die Strömungsgeschwindigkeit der Luft gemessen und über die Versuchsdauer und den Querschnitt der Messstelle das gesamte Gasvo- lumen berechnet.

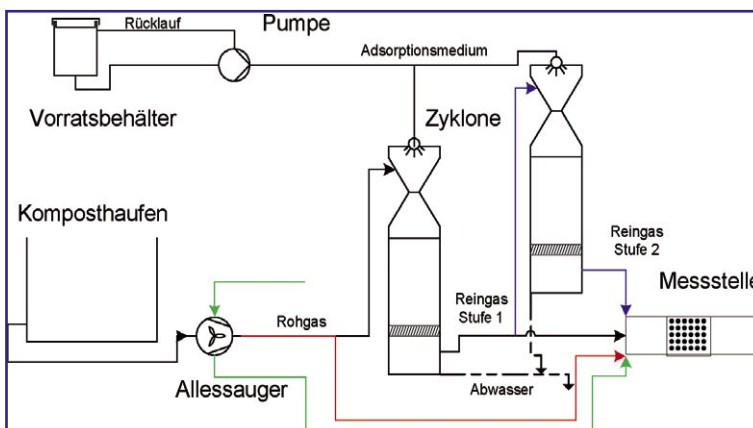
Nach der Probenahme wurden die Filter direkt auf die Nährböden gelegt. Es entsteht also für die Mikroorganismen kein Nährstoffmangel oder Trock- nungsstress. Außerdem ist gewährleistet, dass die Nährböden sofort bebrütet werden können.

Ein Nachteil dieser Methode besteht darin, dass die zu filternde Luftmenge so auszuwählen ist, dass ausreichend, aber auch nicht zu viele KBE auf ei- nem Filter sind. Da die Konzentration der KBE in der Abluft je nach Wetterlage großen Schwankungen



AUFSÄTZE

Abbildung 2: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus. Rot = Rohgas-Messung. Grün = Umgebungluft-Messung. Schwarz = Reingas-Messung Stufe 1. Blau = Reingas-Messung Stufe 2.



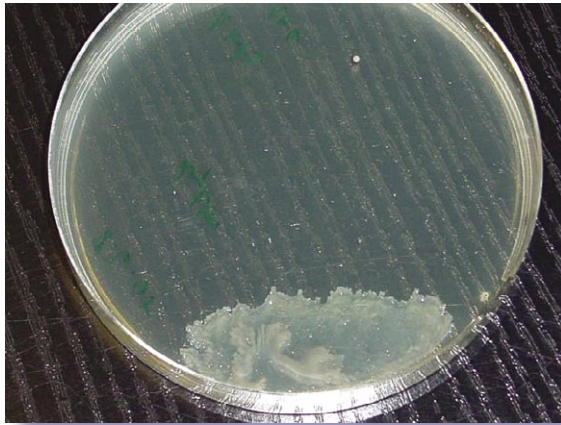


Abbildung 3: Nährbodenplatten mit nicht auswertbaren Kulturen.

unterlag, musste die optimale Luftmenge bei jedem Versuch angepasst werden. Das gefilterte Volumen schwankte zwischen drei bis zehn Litern aus 420 bis 1300 Litern Abluft.

Für diese Arbeit wurden zwei verschiedene Nährböden ausgewählt, für Bakterienkulturen „Caso“ und für Pilzsporen „Sabouraud“. Die Nährböden lagerten fünf Tage bei 30°C im Wärmeschrank. Um Verfälschungen durch unregelmäßiges Wachstum oder

Überwachungen auszuschließen, wurden jeden Tag die Kolonien gezählt. Das nach fünf Tagen vorliegende Ergebnis wurde als Endergebnis verwendet. Als Kolonie wurde jeder mit bloßem Auge sichtbare Punkt auf dem Nährboden gezählt.

Platten, die bereits nach wenigen Tagen überwachsen waren oder auffällig starkes Wachstum an einer einzelnen Stelle zeigten, wurden nicht berücksichtigt. Da die Messungen (bis auf einige Vorversuche) als Doppel- beziehungsweise Dreifach-Messungen gemacht wurden, konnte meistens noch auf weitere Ergebnisse zurückgegriffen werden.

Ergebnisse (Tabellen 2, 3 und 4)

Nach einigen Vorversuchen, bei denen sich zeigte, dass die Zahl der KBE erheblichen Schwankungen unterworfen war, wurden folgende Versuchsparameter als Standard definiert: Düsendruck 60 bar, Reinigungsstufe: ein Zyklon, Absorptionsmedium: Leitungswasser. Dieser Standardversuch wurde über mehrere Wochen bei unterschiedlichen äußeren Bedingungen (Außentemperatur, Wetterlage, Niederschlag etc.) durchgeführt und die Ergebnisse als KBE/m³ Rohgas und KBE/m³ Reingas festgehalten. Zum besseren Verständnis wurden die Ergebnisse als „Keimreduktion“ in Prozent angegeben.

Die absolute Keimkonzentration der Kompostluft lag im Durchschnitt für die Sabouraud-Keime zwischen 3000-4000 KBE/m³ und für die Caso-Keime zwischen 10 000-12 000 KBE/m³, in der Spitze sogar bei über 20 000 KBE/m³.

Die durchschnittliche Keimreduktion des Standardversuchs lag bei den Caso-Keimen bei 73% und für die Sabouraud-Keime bei 92%.

Um das System zu optimieren, wurden mehrere Versuche mit unterschiedlichen Varianzen durchgeführt und mit dem Standardversuch verglichen. Weiter wurden stichprobenartig über den kompletten Versuchszeitraum Umgebungsluft-Messungen durchgeführt. Mit diesen Messungen sollte überprüft werden, ob sich im System oder auf den Arbeitsmitteln Keime aufkonzentrieren und unter Umständen die Ergebnisse verfälschen. Dies kann allerdings ausgeschlossen werden, da die Ergebnisse für die Messungen bei allen Versuchen um und unter 500 KBE/m³ lagen und damit normaler Außenluft entsprechen (2).

Ergebnis der Bestimmung aus der Umgebungsluft (Halle): Mittelwert: Sabo: 180 KBE/m³; Caso: 417 KBE/m³.

Tabelle 2: Durchschnittliche Ergebnisse der Keimreduzierung bei unterschiedlichen Flüssigkeitsdrücken (Standardversuch 60 bar, 80 bar, 100 bar).

Nährmedium	Keim-Reduktion (Standardversuch) [%]	Keim-Reduktion (80bar) [%]	Keim-Reduktion (100bar) [%]
Sabo	92	96	97
Caso	73	68	83

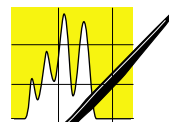
Tabelle 3: Vergleich der Ergebnisse mit 0,1% tensidischem Nebel gegen den Standardversuch (alle Versuche 60 bar).

Nährmedium	Keim-Reduktion (Standardversuch) [%]	Keim-Reduktion (Hapesol® C2-29) [%]	Keim-Reduktion (Hapesol® C2-18) [%]
Sabo	92	93	88
Caso	73	74	56

Verfahrensoptimierungen

Nach dem Standardversuch wurde der Düsendruck variiert. Das Leitungswasser wurde jeweils mit 80 bar und mit 100 bar in den Zyklon gesprüht.

Die deutliche Steigerung des Wirkungsgrades bei 100 bar lässt sich relativ einfach mit der gestiegenen



Wassermenge und der daraus resultierenden größeren Adsorptionsfläche erklären. Bei 100 bar werden bis zu 5 kg/h gegenüber 3,5 kg/h bei 60 bar verbraucht. Die Konditionierung des Nebels mit Säuren (H₂SO₄ + Leitungswasser / pH 2 bis 3) und Basen (NaOH + VE-Wasser / pH 9 bis 10) brachte keine Verbesserung. Der Wirkungsgrad bei saurem Nebel wurde sogar schlechter (Caso : 68% , Sabo : 76%).

Die Konditionierung des Nebels mit den handelsüblichen Geruchsabsorbieren zeigte bei Hapesol C2-29¹ keinen Effekt auf den Wirkungsgrad, während das Hapesol C2-18 das Ergebnis verschlechtert. Die gleichzeitige Verwendung des Systems zur Minderung von Bioaerosolen und als Geruchsabsorber schließt sich also nicht aus. Eine zweite Reinigungsstufe brachte ebenfalls eine Verbesserung des Wirkungsgrads (ähnlicher Effekt wie bei erhöhtem Düsendruck).

Abschließend wurden alle Verfahrensoptimierungen (100 bar Düsendruck, zwei Reinigungsstufen) in einem Versuch angewandt. Das eingesetzte Hapesol C2-29 sollte einen gleichzeitigen Einsatz als Geruchsabsorber simulieren, und der pH-Wert wurde einem leicht basischen Kompostmilieu angepasst.

Für alle Keime, die unter den gegebenen Umständen auf den gewählten Nährmedien wachsen, wurde abschließend eine Keimreduktion von über 90% erreicht. Dieses Ergebnis zeigt, dass das Geruchsabsorptionssystem grundsätzlich auch zur Minderung von biotisch belasteten Abluftströmen eingesetzt werden kann.

Da die Wahl der Nährmedien und der Bebrütungstemperatur einen sehr großen Einfluss auf das Wachstum der Keime hat, können die Ergebnisse streng genommen auch nur für dieses Keimspektrum gelten. Die Wirksamkeit gegenüber größeren Keimspektren kann in weiteren Testreihen überprüft werden. Aussagen über die Wirksamkeit gegenüber toten Zellen, Zellfragmenten oder Stoffwechselprodukten kann man aus diesen Ergebnissen jedoch nicht ableiten.

Bei der Erfassung der Stoffwechselprodukte könnten den Tensiden ein zentrale Rolle zukommen. Wenn man speziell Endotoxine, zum Beispiel Lipopolysaccharide aus der Zellwand gramnegativer Bakterien oder Glucane von ihrer Struktur betrachtet, sind dies alles organische Makromoleküle. Da man mit Tensid-Nebeln große, hydrophobe Moleküle (Luftschadstoffe) erfasst und schließlich in einer Tensid-Mizelle absorbiert, wäre ein ähnliches Verhalten auch für diese Moleküle denkbar.

Bei den Einsatzgebieten für dieses System gibt es kaum Einschränkungen, da die Schadstoffe und Keime aus dem Gasstrom entfernt, in der Wasserphase adsorbiert und schließlich absorbiert werden. Durch die Demistoren wird der beladene Nebel nach dem

Reinigungsprozess wieder aus dem Abluftstrom entfernt.

Konkurrenzsysteme wie zum Beispiel Raumluftvernebelung oder Biofilter haben hier klare Nachteile. Mit der Raumluftvernebelung können zwar die Keime in der Luft abgetötet werden, aber sie werden nicht aus der Luft entfernt und verfügen damit weiter über ihr toxisches Potential. Ein Biofilter nimmt zwar Mikroorganismen auf, emittiert aber auch jeweils 10² bis 10⁴ KBE/m³ an Pilzsporen und Bakterien (5).

CLB

Wir danken der Firma STS Tensid Service GmbH, besonders ihrem Geschäftsführer Dipl.-Ing. Heinz-Peter Schnittker, herzlich für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes für die Diplomarbeit, aus der diese Veröffentlichung hervorging.

Beteiligte Firmen insgesamt:

- STS Tensid Service GmbH, Groß Rohrheim;
- Climarotec GmbH, Bad Homburg;
- Fog Systems GmbH, Regensburg.

Literatur

- [1] Eur. Pat. 0 972 556 A1 „Adsorption von hydrophoben Gaskomponenten und/oder Aerosolen aus einer Gasphase“ (Patent erteilt 22.12.04).
- [2] G. Linsel, „Bioaerosole – Entstehung und biologische Wirkung“. Enthalten im Tagungsband „Sicherer Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen und Zytostatika“, Braunschweig 2001.
- [3] „Bericht (der Bundesregierung) über den Stand von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit...im Jahre 2000“ , Bundestagsdrucksache 14/7974 vom 03.01.2002.
- [4] M. Schumann, „Nutzungsmöglichkeiten der Chemisorption mit Nebeltropfen zur Minderung der Emission von Ammoniak, Schwefelwasserstoff und organischen Gasen aus Industriebetrieben“. Enthalten im Sonderforschungsbericht 233 „Dynamik und Chemie der Hydrometeore“, Zentrum für Umweltforschung, 2000.
- [5] K. Fischer et al., „Biologische Abluftreinigung“, expert verlag, Ehningen 1990.

Tabelle 4: Vergleich der Ergebnisse des Standardversuchs mit der Versuchsreihe mit basischem Tensid-Nebel (eine Stufe und zwei Stufen, je 100 bar).

Nährmedium	Keim-Reduktion (Standardversuch) [%]	Keim-Reduktion (basisch; Hapesol® C2-29 Stufe 1) [%]	Keim-Reduktion (basisch; Hapesol® C2-29 Stufe 2) [%]
Sabo	92	96	97
Caso	73	81	92

¹ Hapesol® - Eingetragener Handelsname für Geruchsabsorber der Firma STS Tensid Service GmbH

Fördermengen rückläufig, Recycling verbessert:

Gold – selten, kostbar und edel

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Es gibt teurere Elemente, aber für Gold dringen die Mininggesellschaften in Südafrika bis zu 3000 m in die Erdkruste, 10 000 Brasilianische Minen-Arbeiter schaffen wie Ameisen in einem Tagebau-Schacht in Amazonien und Hunderttausende von Abenteurern folgen dem Ruf des Goldes, wenn er wieder ertönt wie einst in Kalifornien oder in Australien oder anderswo auf der Welt. Die Spanier und Portugiesen gingen mit den Ur-Einwohnern des amerikanischen Kontinents im Mittelalter nicht sehr zimperlich um, um an ihre Edelmetall-Vorräte zu gelangen. Mit 4 mg Gold/t in der Erdkruste und 0,01 mg Gold/m³ Meerwasser lassen sich Mengen in fantastischen Größenordnungen hochrechnen. Die hohe Verteilung in nur geringen Anreicherungen von 5-10 g Gold/ t an wenigen Stellen auf der Erde sind die Ursachen für den hohen, und mit dem Schwinden neuer Anreicherungs-Fundorte immer höher werdenden Goldpreis. Dabei sehen ihn Vertreter nachhaltiger Bergbau-Technik noch für viel zu niedrig angesetzt. Denn der „Ökologische Rucksack“, der auch die vollständige Kompensation der Gesundheits-, Natur- und Umweltschäden zu berücksichtigen hat, blieb bisher weitgehend außer Acht. Ein Großteil des Goldes entstammt jedoch dem Recycling. Und vielleicht war einmal mein Ehering oder Ihre Kette oder Ihre Zahnkrone Teil eines Pharaonen-Helms oder entstammt einem Gebrauchsgegenstand der Inkas. Das Edelste aber an diesem einmaligen permanent farbig glänzenden Metalls ist seine Beständigkeit gegenüber dem Sauerstoff. Gold hält auch den Rekord in der Verformbarkeit: Ein Gramm lässt sich zu einem drei Kilometer langen Faden ausziehen.

Eine blutige Geschichte

Da Gold auffällig und gediegen als glänzendes Metall in der Natur vorkommt, fanden die Menschen vor Ur-Zeiten bereits dieses Metall. Seine Verarbeitung ist seit 6.000 Jahren bekannt [1]. Schmuck-Funde aus Gold im Reich der Germanen lassen sich bis in die Bronze-Zeit datieren, und die Griechen erbeute-

Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.

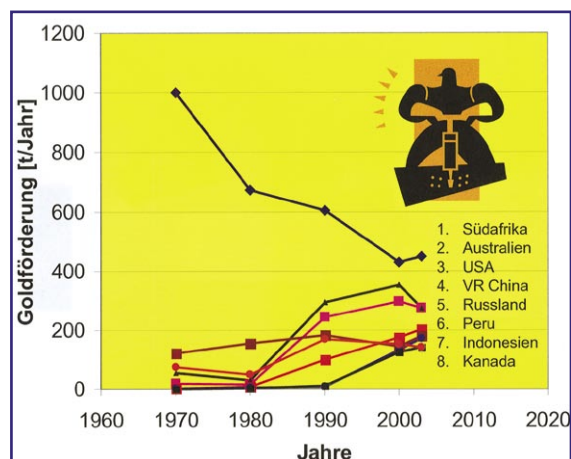


Abbildung 1: Die acht größten Goldförderländer und ihre Jahres-Produktionen.

ten schon 1350 vor Christi bei ihren Raubzügen am Schwarzen Meer Gold in großen Mengen. Alexander der Große brachte zu seiner Amtszeit 356 bis 323 v. Chr. alles Gold in seinen Besitz, dessen er habhaft werden konnte.

Im Orient kamen um 650 vor Christi die ersten Goldmünzen in den Umlauf. 400 Jahre später belegen Funde auch den Gebrauch von goldenen Zahlungsmitteln bei den Römern. Nach der Entdeckung Amerikas transportierten die Spanier und Portugiesen per Schiff in großer Gier so viel Gold in ihre Heimatländer, dass ein Teil der überladenen Galeeren im Meer versank. Als 1848 in Kalifornien Gold entdeckt wurde, setzte ein Strom von einwandernden Abenteurern ein. Später folgte ein ähnlicher Goldrausch in Alaska und Westaustralien.

Aus den Sanden am Oberrhein wurden im 19. Jahrhundert über 300 kg Gold gewaschen und in abenteuerlicher Weise am Küchenherd mit Quecksilber angereichert [2].

Auch heute existieren noch Vereine und Agenturen am Oberrhein, hauptsächlich in der Schweiz, die das Goldwaschen „mit Garantie“ an verschiedenen Flussläufen gegen Entgelt und Verleih zünftiger Ausrüstungen anbieten.

Nachdem die Cyanid-Laugerei von den Schotten MacArthur und Forrest 1887 erfunden wurde, stieg die weltweite Goldproduktion 1900 auf 390 t an, während sie 1830 noch bei 25 t, 1700 bei 11 t und 1500 bei nur etwa 6 t lag [1].

1884 entdeckten Geologen große Goldvorkommen am Witwatersand im südafrikanischen Transvaal.

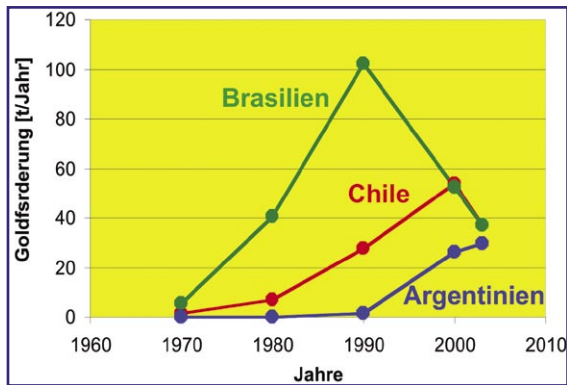


Abbildung 2: Goldförderung in Südamerika.

Durch die Verbesserung der Aufarbeitungs- und Reinigungsverfahren, wie Cyanid-Haufenlaugung einschließlich der Abwasseraufbereitung, Adsorption der Goldcyanide an Aktivkohlen sowie Flüssig/flüssig-Extraktionsverfahren mit Methyl-isobutylketon stieg die jährliche Weltproduktion Ende des 20. Jahrhunderts auf 1800 t.

Dem Recycling von Gold sowie der Produktion von Halbzeugen, Salzen, Galvanischen Bädern und Dentalwerkstoffen hatte sich in Deutschland hauptsächlich die Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt, Degussa, verschrieben, zu der der „Münzwardein“ Heinrich Roessler 1843 nach der Einstellung goldener Reichsmünzen den Grundstein legte. Aus organisatorischen Gründen trat die Degussa AG 2001 ihr Gold- und Silber-Geschäft an die 1866 gegründete, im Hamburger Hafen-Gebiet liegende Norddeutsche Affinerie ab.

Fördermengen und Goldpreis

Angebot und Nachfrage regeln üblicherweise im freien Markt den Preis. Der aber bestimmt, ob sich die armen Goldvorkommen noch für eine Aufarbeitung lohnend sind.

Riesige Menge an Gold bergen auch die Weltmeere, aber nur in einer Konzentration von 0,01 mg/m³. Wenn rund 70% der Erdoberfläche mit einer durchschnittlichen Tiefe von 3.500 m mit Meerwasser bedeckt sind, lassen sich theoretisch 10 kg Gold je km³ errechnen, für das gesamte Meerwasser gar die unvorstellbare Menge von 12,5 Mio. t ($0,7 \times 510\,100\,933 \text{ km}^2 \times 3,5 \text{ km} \times 10 \text{ kg} =$).

Das faszinierte auch den Nobelpreisträger Fritz Haber. Er wollte mit schwefelhaltigen Ionenaustauschern das Gold aus dem Meer „fischen“, um damit die deutschen Reparationen für den ersten Weltkrieg zu begleichen. Sehr löblich! Leider gelang es bis heute keinem, diese „Goldader“ in wirtschaftlicher Weise zu nutzen.

Die größten Goldvorkommen liegen in Süd-Afrika, Australien und in den USA. Nachlassende Mengen aus Afrika können neue Minen in Peru, Indonesien, Russland, China und Kanada noch kompensieren (Ab-

bildung 1). Hinzu kommen die Verkäufe aus Goldhortungen.

Ganz abgefallen sind die Fördermengen in Brasilien und in den letzten Jahren auch etwas in Chile, während Argentinien die Goldförderung in den 90-iger Jahren forcierte (Abbildung 2).

In Europa liegen die größten Goldabbauemengen in Finnland, Schweden und Frankreich mit insgesamt ca. 15 jato (2001).

Durch Prospektionen finden Geologen immer wieder neue Goldfunde, die den Preis ebenso beeinflussen, wie großtechnische Anwendungen, Hortungen von Barrengold oder inflationäre Zeiten.

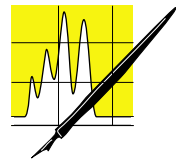
Als die verantwortlichen Manager der größten europäischen Goldscheideanstalt in den 80-iger Jahren noch zu jeder Weihnachtszeit auf den Goldpreis nach einem Jahr wetteten, gelang es dem obersten Goldhändler, trotz aller Trend-Berechnungen und Insider-Informationen nicht, in 12 Jahren auch nur in die Nähe der richtigen Notierung zu gelangen, während bloßes Raten mitunter größeren Erfolg brachte.

Der derzeit erhöhte Bedarf an Gold durch die Industrialisierung von China und Indien und die nachlassenden Erfolge bei der Erkundung neuer Goldfunde, ließen den Goldpreis in diesem Jahr sogar die magische Grenze von 700 Dollar je Unze (=31,1035 g) überschreiten. Langfristig erscheint Gold als gar nicht so schlechte Anlage-Möglichkeit, wie der langfristige Verlauf des Goldpreises zeigt (Abbildung 3).

Die rasante Aufwärts-Entwicklung im vergangenen Jahr ist schon atemberaubend und lockt Spekulanten an (Abbildung 4).

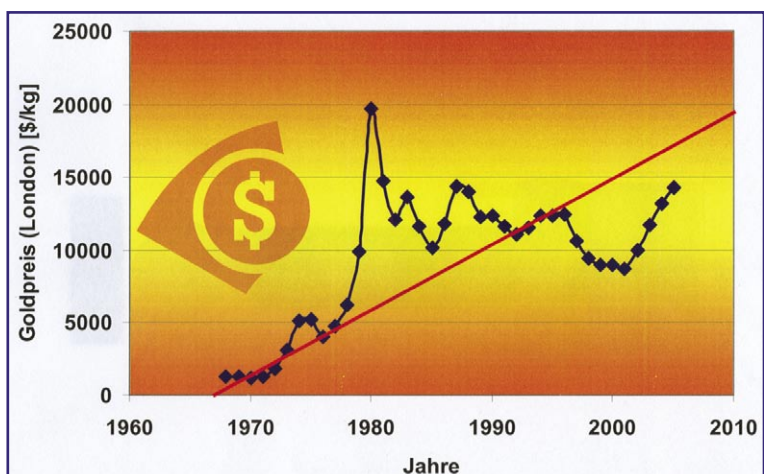
Wer sich selbst einmal als Garimpeiro, wie der brasilianische Goldwäscher heißt, versuchen möchte, kann das am Oberrhein in der Schweiz bei verschiedenen Anbietern in Angriff nehmen. Außer Erfahrung und ein paar Goldfitter kommt dabei allerdings nicht viel heraus.

Da kaufe man sich eher eine Flasche „Danziger Goldwasser“, in dem sich traditionsgemäß etwas Blattgold befindet, mehr als die allermeisten Hobby-Goldsucher an einem ganzen Tag finden.



AUFSÄTZE

Abbildung 3: Goldpreis (Jahresmittel London) zwischen 1968 und 2005.



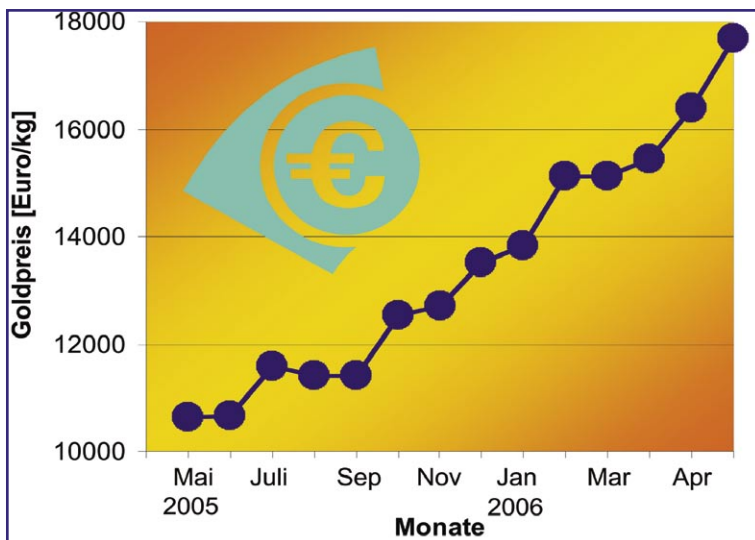


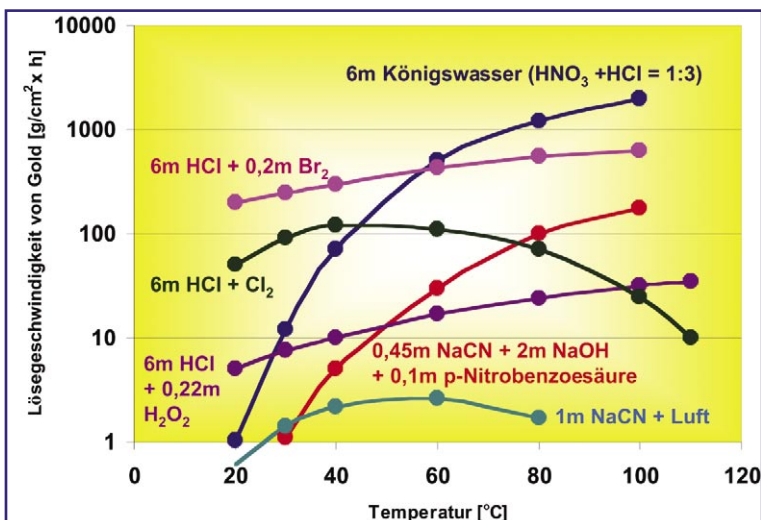
Abbildung 4:
Goldpreis-
Entwicklung
während des
letzten Jahres in
Euro/kg.

Eigenschaften und Verwendung

Das Auffälligste am Gold ist seine einmalig gelbe glänzende Farbe. Zusammen mit dem Kupfer, dessen rotbraune Farbe eher von dem Kupfer(I)-oxid stammt, und dem weißblauen Glanz des Silbers heben sich die Metalle der ersten Nebengruppe (1b) im Periodensystem der Elemente deutlich von den matten stählernen Oberflächen der übrigen Metalle ab. Wie die anderen edleren Elemente der 1b-Gruppe, verfügt Gold über ein Elektron auf der äußeren Elektronenschale, so dass die einfach positiven Ionen in den Verbindungen leicht erklärbar sind.

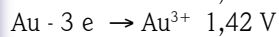
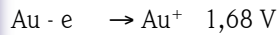
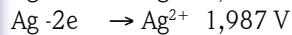
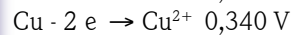
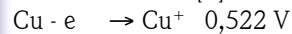
Von den 18 Elektronen, die sich auf einem näher am Kern befindlichen Energie-Niveau aufhalten, werden beim Kupfer und beim Silber noch ein weiteres Elektron abgegeben, so dass wir von diesen Elementen auch zweiwertige Kationen kennen. Beim Gold werden von den 18 weiter innen liegenden Elektronen gleich zwei Elektronen zur Ionisierung abgegeben, weil die Energie-Niveaus in annähernd gleicher Größenordnung liegen. So kennen wir vom Gold üblicherweise nur die Oxidationsstufen I und III.

Abbildung 6:
Lösege-
schwindigkeit
verschiedener Auf-
schluss-Mischun-
gen (nach
Degussa Edelmet-
tall-Taschenbuch,
1995).



Wieviel Energie zur Ionisation aufgewendet werden muss, zeigt beispielsweise die Elektrochemische Spannungsreihe gegen eine Wasserstoff-Elektrode:

Das Handbook [4] liefert dazu folgende Daten:



Als Symbol für das Gold wählten die Alchimisten die Sonne. Aus dem lateinischen Namen für Gold, „aurum“ stammt das chemische Symbol Au. Gold ist eines der wenigen Elemente, das keine natürlichen Isotope besitzt. Es besteht nur aus Atomen mit der Massenzahl 197; der Atomkern enthält 79 Protonen und 118 Neutronen. Durch den Bezug zum Kohlenstoff mit dem glatten Atomgewicht 12 liegt das Atomgewicht des Goldes bei 196,9665.

Künstlich lassen sich die Isotope 185 bis 203 mit relativ kurzen Halbwertszeiten von 3,9 Sekunden bis zu 183 Tagen erzeugen.

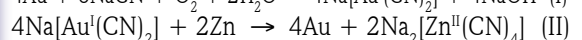
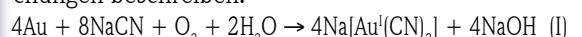
Die Dichte des Goldes mit 19,32 g/cm³ liegt sehr nahe bei der des preiswerten Wolframs (20 Euro statt 20000 Euro wie beim Gold) mit 19,25 g/cm³. Ganoven verleitet das immer wieder, vergoldete Wolframbarren anzubieten. Banken haben für Barren und Münzen ein eigenes Prüfgerät. Es kontrolliert die Eigenschwingung des Goldobjektes. So, wie eine Stimmgabel aus Wolfram anders klingt als die aus Gold.

Musikalisch geschulte Menschen hören am Klang einer Münze auf einer Stein- oder Stahlplatte, ob sie aus einer vergleichswisen Goldlegierung ist oder gefälscht.

Reines Gold ist weich wie Blei (Härte 2,5 - 3,0), schmilzt bei 1.064°C und siedet bei 3.080°C. Feines Goldpulver im Nanobereich unter 10 nm schmilzt einige 100 °C tiefer.

Metallische Zusätze führen zu härteren Legierungen als es das Gold selber ist (Abbildung 5). Besonders stark steigt die Härte beim Zulegieren von Titan.

So edel das Gold auch sein mag, in oxidierenden Säuren löst es sich im Vergleich zu den Platingruppen-Metallen noch relativ leicht (Abbildung 6). Die gute Löslichkeit mit Cyanid und Luft-Sauerstoff machen sich die Minen-Gesellschaften bei der Goldlaugung zu Nutze (I), und mit Zink lässt sich das Gold wieder metallisch ausfällen (II), wie es die folgenden Gleichungen beschreiben:



Ein Zusatz von Oxidations-Katalysatoren, wie p-Nitrobenzoesäure, verhindert die Oxidation des Cyanids zum Cyanat, was weniger lösend wirkt und weiter zu Ammoniak zerfällt.

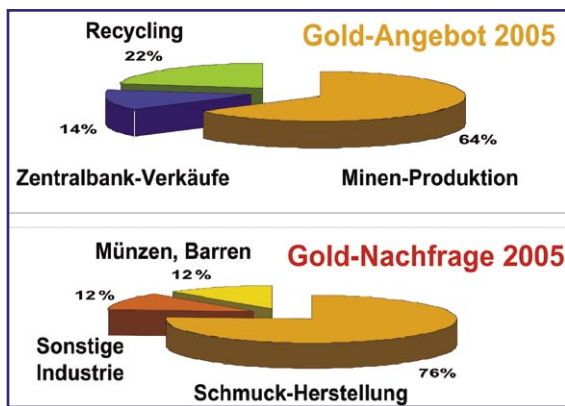


Abbildung 7: Goldangebot und -nachfrage 2005.

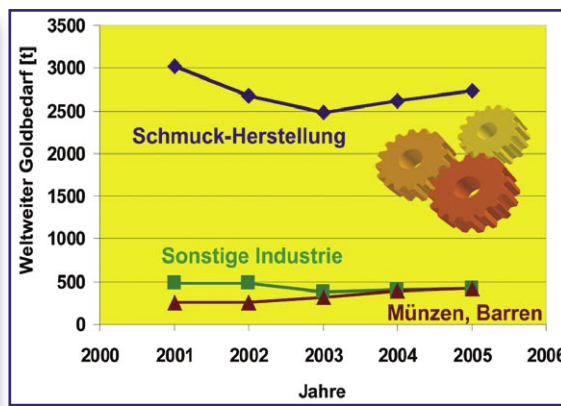
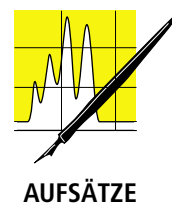


Abbildung 8: Weltweite Goldnachfrage.



Zur Aufarbeitung wurde das Gold früher mit "Königswasser" aufgelöst, einer Mischung aus drei Teilen konzentrierter Salzsäure und einem Teil konzentrierter Salpetersäure. Dabei entstehen allerdings Stickoxid, NO, (III). In geringen Mengen kann auch etwas Nitrosylchlorid, NOCl, und Chlor, Cl₂, entstehen, die mit alkalischen Wäschern zu absorbieren sind:

$$\text{Au}^0 + 3\text{HCl} + \text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3 \rightarrow \text{Au}^{\text{III}}\text{Cl}_3 + \text{N}^{\text{II}}\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (\text{III})$$

Das derzeit überwiegend verwendete Chlor-Salzsäure-Verfahren zeichnet sich durch ein schnelles Lösen bei ca. 80 bis 90°C sowie durch eine quantitativ gestaltbare Reaktionsführung ohne Abgase aus (IV):

$$2\text{Au} + 2\text{HCl} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{H}[\text{AuCl}_4] \quad (\text{IV})$$

Die Verwendung des Goldes ist sehr vielfältig. Der technische Bedarf stellt ebenfalls einen wichtigen Parameter dar, nach dem sich der Goldpreis einstellt. Fördermengen und Bedarf halten sich in etwa die Waage. Allerdings versuchen viele Länder ihre hohen Goldvorräte bei günstigen Dotierungen zu verringern. Über die Balance von Goldangebot und -nachfrage gibt Abbildung 7 Auskunft.

Der überwiegende Teil des Goldes geht in die Schmuck- und Dekorationsindustrie. Es ist damit jedoch nicht vollständig verloren. Ein Teil kann als Metall zurückgewonnen werden, wenn er in die Scheidereien gelangt. Ein Großteil geht jedoch unwiederbringbar verloren. So verliert ein Ehering im Laufe seines Lebens durch Abrieb 30 bis 60 % seines Gewichtes. Viele mit Blattgold verzierten Kirchenkuppeln und Bilderrahmen, Flaschen-Aufdrucke, Glanzgold-Verzierungen auf Gläsern und Geschirr, Dental-Kronen und Bauteile der Elektrotechnik verteilen das Gold oder es landet in feinsten Dispersion im Zivilisationsunrat unserer Tage.

Neben Dentaltechnik, Gavanotechnik, Elektrotechnik sei auch die Medizintechnik und Pharmazie genannt. Goldpräparate werden in geringen Mengen bei rheumatischen Beschwerden eingesetzt.

Abbildung 8 verweist auf den Goldbedarf der letzten Jahre, der besonders im Schmucksektor Konjunktur- und Modetrends unterworfen ist.

Goldverbindungen und -analytik

Die meisten Goldverbindungen gehen von der Tetrachlorogold(III)-säure aus, wie es in Abbildung 9 dargestellt ist. Eine Ausnahme bildet das Kalium-dicyanoaurat(I), das in galvanischen Goldbädern eingesetzt wird. Es wird heute durch anodische Oxidation des Goldes in KCN hergestellt und nach Eindampfen der Lösung kristallisiert. Der Bedarf beläuft sich in Deutschland auf über 20 t Gold im Jahr.

Früher wurde das Dicyanoaurat(I) über das Knallgold in Chargen von bis zu über 30 kg industriell hergestellt, von dem Insider aufgrund der hochsensiblen Explosivität anraten, in nicht größeren Mengen als 500 mg zu arbeiten. Ein Schaudern kann einem nur über den Rücken laufen, wenn Betriebsmeister aus diesen Tagen bis in die 70iger Jahre, in denen mit Knallgold gearbeitet wurde, von nächtlichen Einsätzen berichten, in denen das Präparat auf den Nutschen abgesogen wurde, aber auf jeden Fall feucht gehalten werden musste. Diese unbeschreiblichen Risiken würde heute kein verantwortungsbewusster Betriebsleiter auch nur im Ansatz mehr eingehen.

Die Zwischenstufe des ockerbraunen Knallgolds, „2Au(OH)₃ × 3NH₃“, bei der es sich offensichtlich um eine explosive Amido- oder Imido-Aquo-Verbindung handelt, wurde gewählt, um ausgehend von der Tetrachlorogoldsäure ein chlorfreies Zwischenprodukt

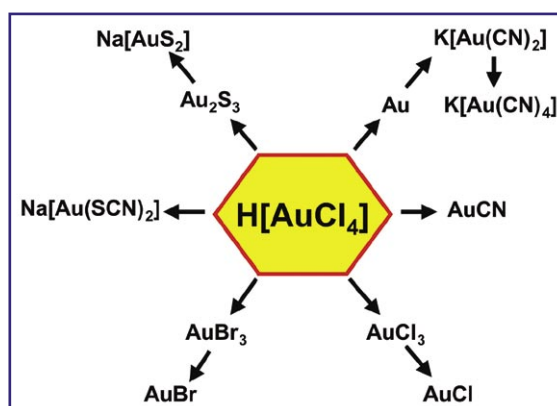


Abbildung 9: Ausschnitt aus der Präparations-Spinne für Goldverbindungen.

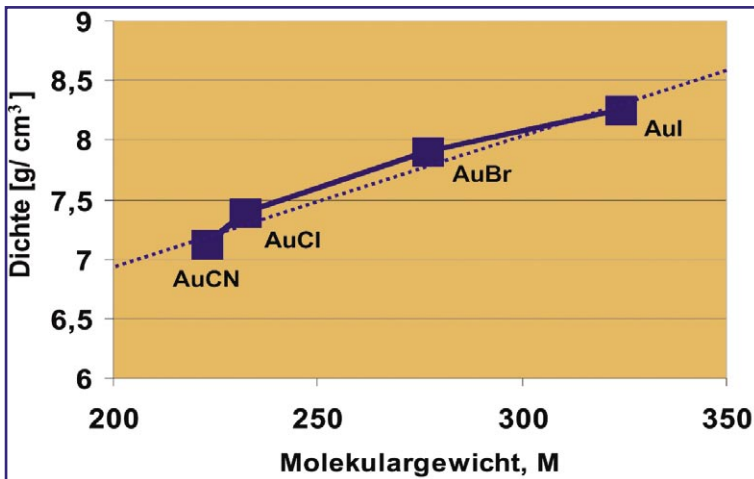
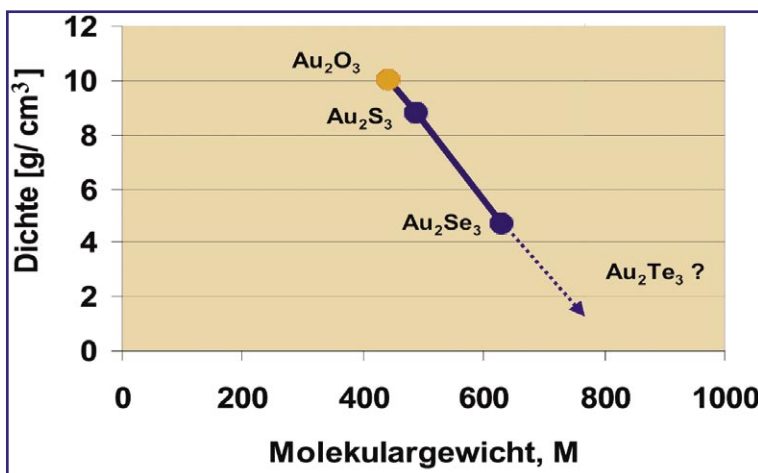


Abbildung 10: Dichten der Gold(I)-Halogenide.

Abbildung 11: Dichten der Gold(III)-Chalkogenide (Oxid extrapoliert!).



zu erhalten, das mit Cyanid zum Dicyanoaurat(I) umgesetzt wurde (V):

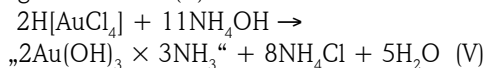
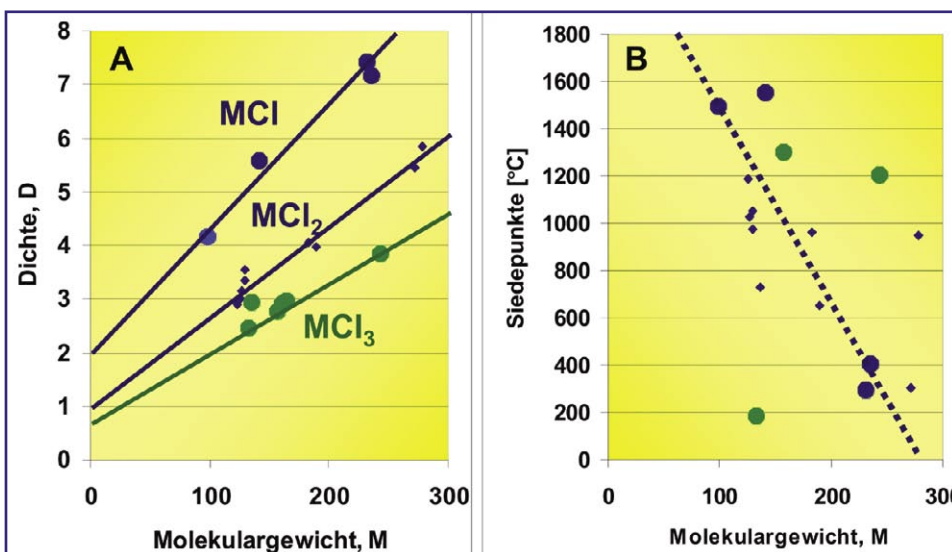


Abbildung 12: Beziehungen von Dichte (A) und Siedepunkt (B) mit dem Molekulargewicht bei Schwermetall-Chloriden.



Beim Knallgold handelt es sich um einen schlecht filterbaren, schleimigen Niederschlag, der chloridfrei zu waschen war.

Von den über 50 angebotenen Goldpräparaten sind nur noch wenige von ähnlicher Bedeutung wie die Goldcyanidsalze. Zu erwähnen wären höchstens die Goldpulver, die für dekorative Zwecke, seltener als Katalysator Verwendung finden.

Interessant sind die Dichte-Relationen bei den Gold-Halogeniden und den Gold-Chalkogeniden mit dem Molekulargewicht: Während die Dichten bei den Halogeniden mit dem Molekulargewicht ansteigen (Abbildung 10), fallen sie bei den Chalkogeniden ab (Abbildung 11). Über Extrapolation lässt sich auch die Dichte von Gold(III)-oxid abschätzen, die im Handbook of Chemistry and Physics [4] nicht aufgeführt ist.

Die Halogenide aller ein-, zwei- und dreiwertiger Schwermetalle liegen annähernd in der Beziehung mit ihrem Molekulargewicht auf ansteigenden Geraden, während bei den entsprechenden Siedepunkten nur die Tendenz in der Beziehung mit dem Molekulargewicht erkennbar ist (Abbildung 12): sie nehmen mit steigendem Molekulargewicht ab. Die Verdampfung bzw. Sublimation der Schwermetalle spielt bei der Reinigung des Goldes eine bedeutende Rolle, denn alle Schwermetall-Chloride, mit Ausnahme der der Platingruppenmetalle, sind bei tieferen Temperaturen flüchtiger als das des Goldes oder des Goldes selbst. So basiert die Chlorierung nach dem Miller-Prozess, der in Südafrika an platinfreien Roh-Golden durchgeführt wird, auf der Flüchtigkeit der Schwermetall-Chloride. Das Ende der Chlorierung macht sich durch ein purpurfarbendes Abgas bemerkbar, wenn das erste Gold in kolloidaler Verteilung verdampft. Das Miller-Verfahren, bei dem Chlorgas in die Gold-Schmelze geleitet wird, erreicht Reinheiten um die 995 % Gold. Elektrolytisch raffiniertes Gold (999,9 % Reinheit) lässt sich mit der Chlorierung im Bereich der Schmelztemperatur auf Reinheiten über 999,999 % bringen.

Die Preise steigen mit der geforderten Reinheit exponential an, weil entsprechend zusätzliche Reinigungsschritte zu unternehmen sind und der Bedarf mit zunehmender Reinheit stark abnimmt. Abbildung 13 zeigt am Beispiel des Goldpulvers, wie stark sich die Goldpreise mit zunehmender Reinheit und Abnahmemenge nach oben entwickeln.

Auch bei den übrigen Goldpräparaten, die vorwiegend in die Galvanotechnik gehen oder als Grundlage für weitere Umsetzungen dienen, spiegeln die Preise den Herstellungsaufwand, Reinheit und die Bedarfsmengen wieder. Eigenartigerweise bestehen bei Johnson Matthey nach dem derzeit gültigen Präparate-Katalog

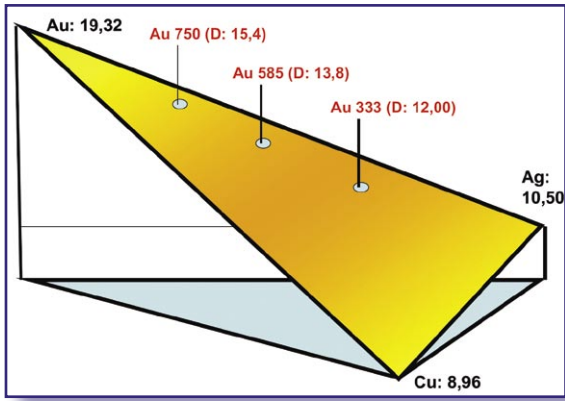


Abbildung 16: Dichte-Prisma der Gold-Silber-Kupfer-Legierungen.

nahezu lineare Beziehungen zwischen den Goldverbindungen beim Kauf von je einem Gramm und den Molekulargewichten (Abbildung 14). Mit steigendem Molekulargewicht einer Verbindung verringert sich in der Regel auch der Goldgehalt, so dass der fallende Präparate-Preis bei hohen Molekulargewichten der Verbindung einleuchtet.

Eine vielfach verwendete Methode, zu einem relativ niedrigen Präparate- oder Legierungs-Preis zu kommen, ist das „Shorting“. Für bestimmte Produkte ist die Reinigung einfacher und schneller, wenn man von Scheiderei-Zwischenprodukten direkt ausgeht, anstatt von dem gereinigten Metall (Abbildung 15). Beim Gold bietet sich das Goldpulver, das Miller-Gold oder das Gold(III)-chlorid aus dem Scheiderei-Prozess dafür an.

Für die Gold-Analytik hat sich eine Reihe von Verfahren etabliert, von denen viele seit langer Zeit Vertrauen erworben haben. Die Anwendungs-Voraussetzungen können jedoch ganz unterschiedliche Methoden favorisieren:

Als Archimedes (um 287 – 212 v. Chr., Syrakus) vor der Aufgabe stand, die Echtheit einer goldenen Krone zu überprüfen, tat er es mit einem Verfahren, mit dem auch heute noch die Dichte eines Körpers ermittelt wird: Der Quotient aus dem Gewicht und der Gewichts Differenz, die an Luft und in Wasser ermittelt wurde, beschreibt die Dichte, denn der Auftrieb in Wasser mit der Dichte = 1,00 bei Raumtemperatur entspricht dem Volumen des Gegenstandes. Die Krone wies ohne Edelsteinbesatz in der Tat die Dichte um 19 aus.

Da heute auch immer wieder Münz- und Barren-Fälschungen mit dem relativ preiswerten Wolfram von annähernd gleicher Dichte in Umlauf geraten, wurde entsprechende Prüfgeräte entwickelt. Das stand zwar dem Archimedes noch nicht zur Verfügung, jedoch kannte man das Wolfram auch noch nicht. Erst 1783 gelang es den beiden spanischen Brüdern Elhuyar de Suvisa das Wolframit-Erz zum Wolfram-Metall zu reduzieren.

Über viele Jahrhunderte und noch heute bei Juwelieren und beim Zoll gebräuchlich sind die „Strich-

proben“: Ein Bündel von Goldlegierungsstäben dient im Abgleich mit zu prüfenden Goldgegenständen unbekannter oder vermutlich falsch punzierter Gehalte durch Aufstreichen auf einer Schieferplatte und Behandeln mit verschiedenen Säure-Mischungen der Zuordnung, die bis auf 5 % genau sein kann.

Auch die Dichtebestimmung kann als Schnell-Methode geeignet sein. Die Garimpeiros in den Brasilianischen Urwäldern wollen beispielsweise nicht lange auf ihr Bier, Schnaps, usw. warten, wenn sie nach einigen Wochen ihre Goldausbeute auf den Tisch des Aufkäufers legen. Da es sich dort um Platingruppenmetall-freie Golde handelt, die nur Silber und Kupfer in konstanten Verhältnissen enthalten, lässt sich aus dem Regulus nach dem Aufschmelzen der Nuggets mit Borax als Flussmittel über eine Dichtetabelle schnell und sicher der Goldgehalt bestimmen. Die Dichtetabelle, die in Abbildung 16 als Prinzip-Skizze dargestellt wird, kann aus den Dichten der binären Legierungen (Abbildung 17) schon hinreichend genau abgeleitet werden.

Mehrere tausend Jahre alt ist die Goldanalyse über die „Dokimasia“ (griech. dokimasia = Prüfung; siehe

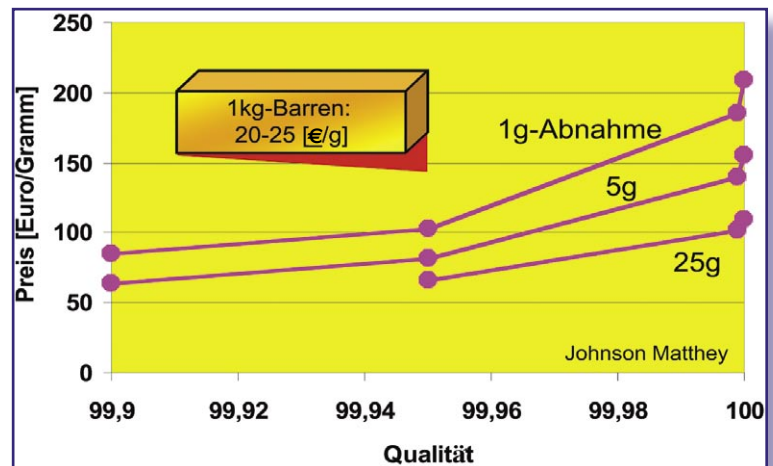
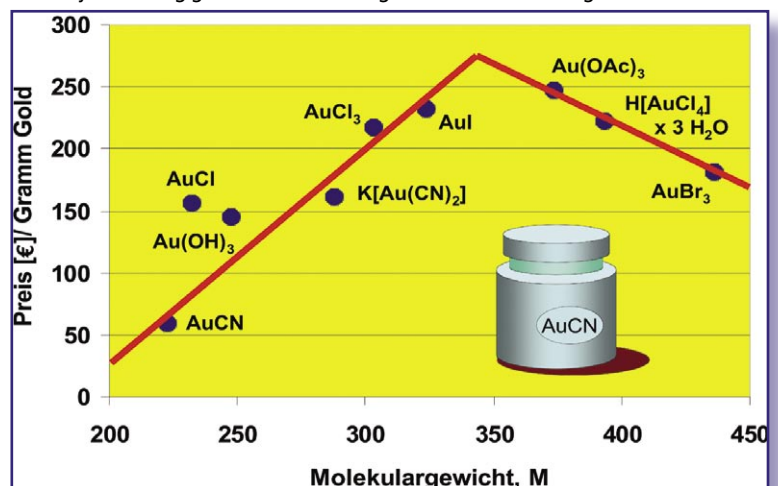


Abbildung 13: Preise von Goldpulvern verschiedener Reinheits-Qualitäten.

Abbildung 14: Preise für 1 g Goldverbindungen [Euro/g Au-Inhalt] bei Johnson matthey in Abhängigkeit vom Molekulargewicht der Verbindung.



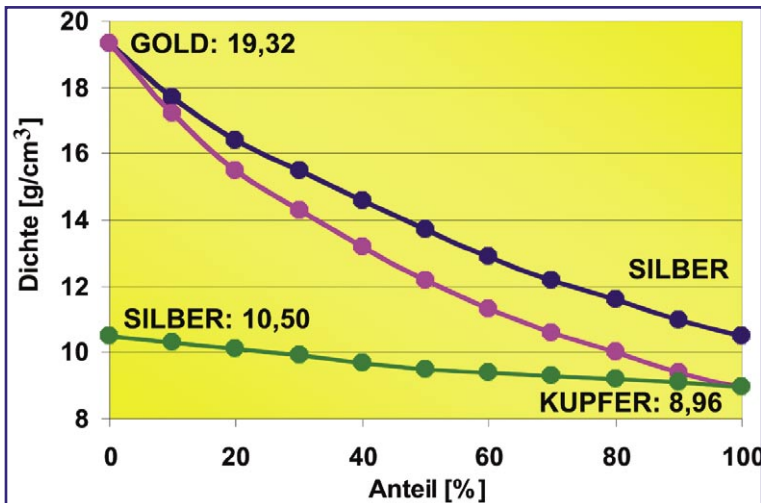


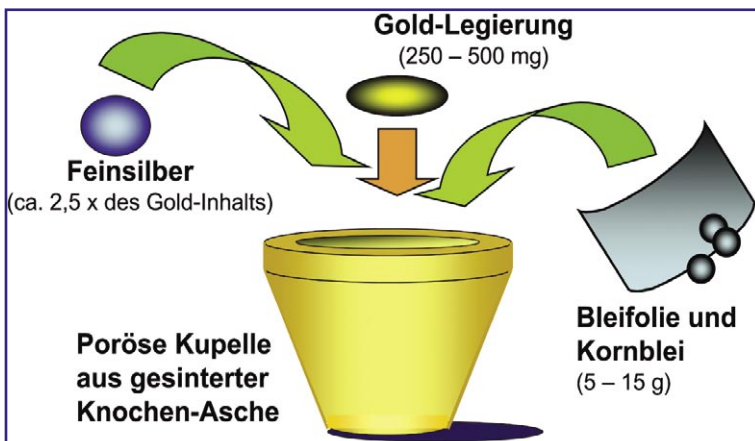
Abbildung 17: Dichteverlauf der binären Legierungen aus Gold, Silber und Kupfer (Degussa Edelmetall-Taschenbuch, 1967).

CLB 01-2004, Seiten 18-24). Hierbei wird das Gold auf einem kompakten porösen, sich nach unten hin verjüngenden Kegelstumpf mit flacher Tiegelmulde (Kupelle) mit Blei extrahiert (Abbildung 18). Das sich an Luft ins Oxid umwandelnde flüssige Blei zieht mit den Verunreinigungen in den porösen, aus Knochenasche bestehenden Kegelstumpf. Übrig bleibt eine kleine Kugel von ca. 1 bis 1,5 mm Durchmesser, die nur noch aus den Edelmetallen besteht, vornehmlich Silber, das mit dem Blei zugesetzt wurde. Nach dem Auswalzen der Edelmetall-Kugel löst konzentrierte Salpetersäure sämtliche Edelmetalle aus dem nichtlöslichen Gold heraus. Das Gold kann direkt ausgewogen werden [5].

Heute sind auch vielfach Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (FAAS), Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP) in Gebrauch.

Photometrische Methoden, wie die Reduktion Zinn(II)-chlorid zum kolloidalen Cassiuschen Goldpurpur oder einer Reihe von organischen Komplexbildungs-Agenzien [6] spielen heute nur noch vereinzelt in der Betriebs-Analytik galvanischer Bäder oder Tailings-Lösungen in der Goldlaugung eine Rolle.

Abbildung 18: Goldanalyse durch Kupellation (Treibprobe).



Die Zukunft des Goldes

Der langfristige Trend scheint dem Gold doch einen sicheren konservativen Wertzuwachs zu bescheinigen. Immerhin ist das aus der Vergangenheit so ablesbar.

Alle Versuche „Demonetarisierung“ des Goldes hatten keinen Erfolg, denn einige Länder trauen selbst dem US-Dollar nicht und wollen die Bezahlung in Gold.

Vor allem im Indischen Kultur-Bereich, das über 15% der jährlichen Goldförderung vereinnahmt, ist der Goldbesitz mit sozialen und religiösen Traditionen gekoppelt. Feindseligkeiten auf den Plätzen dieser Erde stehen in direktem Zusammenhang mit steigender Goldnachfrage in diesen Krisengebieten, wie Bankfachleute zu berichten wissen [7, 8].

Die Fördermengen aus neu entdeckten Gebieten zeigen sich rückläufig. Auch die Kapazitäten älterer Gruben werden sich in einigen Jahrzehnten als wirtschaftlich erschöpft zeigen. Allerdings hat sich der Sicherheitsstandard im Zusammenhang mit den Goldminen in den letzten Jahren besonders in Europa und in Gegenden, die von europäischer Technik beeinflusst werden, erheblich verbessert [9].

Dagegen verbessern sich die Recycling-Techniken für das Gold, was aus technischen Rückständen wieder an die Scheidereien zurückfließt. Leider geht im Kreislauf der technischen Goldanwendung beim Verbraucher viel dieses wertvollen Metalls verloren.

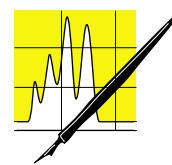
Gerade die gegenwärtige Entwicklung der Industrialisierung ostasiatischer Länder zeigt deutlich den steigenden Bedarf dieses mystischen und technisch wertvollen Metalls: Gehobener Wohlstand lässt verstärkt in Schmuck investieren. Aber auch Dentallegierungen sowie der Goldbedarf in der Medizin, Weltraumtechnik und Elektronik nehmen stetig zu.

Solange noch die Lager von Fort Knox mit Gold gefüllt sind, wird der Goldbedarf über lange Zeit gedeckt bleiben, so dass hoffentlich noch viele Generationen davor verschont bleiben, sich wieder mit der Parole konfrontiert zu sehen: „Gold gab ich für Eisen“. **CLB**

Literatur

- [1] RÖMPP Chemie Lexikon, Thieme Verl., Stuttgart (1990).
- [2] Lepper, C., „Die Goldwäscherei am Rhein“, AG der Geschichts- und Heimatvereine Bergsstraße, Sonderband 3 (1980).
- [3] Edelmetall-Taschenbuch, Degussa AG, Hüthing-Verl., Heidelberg (1995).
- [4] Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press, Cleveland, Ohio (1974).
- [5] Lüschor, H.-M., Edelmetallanalytik, GDMB-Heft 69 (1993).
- [6] Fries, J. und H. Getrost, „Organische Reagenzien für die Spurenanalyse“, E. Merck, Darmstadt (1975).
- [7] Green, T. „Die Welt des Goldes“, S. Fischer, Frankfurt (1968).
- [8] Bergemann, E., „Gold gestern und heute“, F. Knapp Verl., Frankfurt (1964).
- [9] „Goldene Aussichten in Europa“, Euromines, Brüssel (2004).

Die schrittweise Erkennung der Giftigkeit



Udo Heitzmann, Frankfurt

Schon einige antike Autoren haben dem Thema Blei unter medizinisch-pharmakologischen Gesichtspunkten einige Gedanken gewidmet. Auch in der CLB wurde wiederholt über dieses Element berichtet. ^(1, 2, 3, 4) Dieser Beitrag stellt die Kenntnis um die Giftigkeit des Bleis dar, so wie es die historischen Quellen schildern. Zunächst wird dargestellt, was die einzelnen Autoren über die Giftigkeit des Bleis wussten.

Hippocrates

Koelsch schreibt, dass bereits Hippocrates die Bleivergiftung der Hüttenarbeiter kannte. ⁽¹³⁾ Diese Aussage findet sich wieder bei Lehnert/Szadkowski. ⁽¹⁴⁾

Die Quelle, die Koelsch für sein Urteil heranzieht, geht aus (13) leider nicht hervor. Denkbar ist, dass er sich auf ein Buch von Friedrich Henkel stützte, welches er in seinen „Beiträgen zur Geschichte der Arbeitsmedizin“ mehrmals zitiert. Henkels Buch trägt den Titel: „Medicinischer Uffstand und Schmelzt-Bogen, insonderheit von der Bergsucht und Hütten-Katze, und einigen andern, denen Bergleuthen und Hütten-Arbeitern zustossenden Krankheiten, vor dieselben und so sonst in Stein, Erz, Metall und im Feuer arbeiten, ausgestellt“ (1728). Henkel ist es, der in diesem Buch eine Textstelle aus einer lateinischen Ausgabe des „Corpus Hippocraticum“ zitiert um dannach den lateinischen Text kritisch zu kommentieren: „Aus Hippocrates ist der berühmte

Text merkwürdig und bekandt, wenn er schreibt: Vir metallicus; hypochondrium dextrum (ipsi) intentum; splen magnus, alvus intenta, fubdura; inflatus sen anhelosus, decolor. Huic ad genu finistrum recidiva; per totum judicatus est.

Der Bergmann, (oder vielmehr der Schmelzer) kriegt eine Aufdehnung des Unterleibs (nicht eben in der rechten Seite allein, da den Hippocratus nur auf die ihm vorgekommene Exempel gesehen haben mag, sondern auch in der lincken, ja vornehmlich in der lincken, (ja in beyden zugleich) ferner eine Aufblähung der Milz oder Geschwulst in eben der lincken Seite; der Bauch ist ihm geschwollen, der Stuhlgang verhärtet und der Leib verstopft; er ist voller Winde, ängstlich und von kurzem Atem; er ist blaß; Endlich zieleet sich das Übel (nicht nur zum lincken Knie oder Schenkel, wie der Text unrecht lautet) auch nicht nur zu denen lincken Gliedern, sondern auch zu denen rechten, und in Hände und Füße, nemlich auch nicht so wohl wie Lindanus will, als ein abscesus oder Geschwür, welches sich wohl auch zutragen kan, sondern überhaupt mit Lähmung und Reissen, wie wir nachgehend hören werden. Diesen hippocraticischen Ausspruch hat Galenus von Keichen und kurzem Athem wiederholt, und mir nichts besonders erläutert, als daß er vornehmlich auf das Keichen und die Bergsucht Achtung zugegeben habe wissen wollen.“

Da diese wenigen Worte, mit denen sich Henkel auseinandersetzt, der Beleg für Hippocrates' Schilderung einer Bleivergiftung sein soll, soll ihre Rezeption auch noch in weiteren, unterschiedlichen Übersetzungen dargestellt werden: In einer deutschen Hippocrates-Ausgabe von Dr. Robert Fuchs ⁽¹⁵⁾ liest sich die bei Henkel zitierte Stelle wie folgt: „Der Mann von dem Bergwerk (verspürte) Spannungen im rechten Hypochondrium. Die Milz war geschwollen. Der Leib war (gespannt), ein wenig hart. Er hatte Atembeschwerden und war verfärbt. Bei ihm (verzog sich die Krankheit) nach dem linken Knie. Es kam zu einem Rückfalle ... am ganzen Körper. Es kam zur Krisis“.

Und in einer anderen deutschen Übersetzung ⁽¹⁶⁾: „Bei einem Bergmanne war die rechte Weiche gespannt. Die Milz groß, der Leib aufgetrieben, härtlich und die Respiration in Folge der Aufblähung desselben kurz, der Kranke hatte keine Farbe und die Krankheit zog sich bei ihm in das linke Knie. Er bekam nachher einen Rückfall, wurde aber durch die Krisis von seiner Krankheit gänzlich befreit“.

Der Autor:

Der Chemotechniker Udo Heitzmann arbeitet seit über 20 Jahren in einem chemisch-analytischen Labor der Stadtverwaltung Frankfurt und beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Kulturgeschichte des Elementes Blei.



Hinweise zu den Quellen

- Im Jahr 1906 wurde von Kobert, Professor der Geschichte der Medizin, der Pharmakologie und der Diätetik an der Universität Rostock ein Vortrag mit dem Titel „Chronische Bleivergiftung im klassischen Altertume“ gehalten ⁽⁵⁾. In diesem Vortrag wurden Plinius, Dioskurides und Nikander als Belege für die Kenntnis um die Giftwirkung von Blei in der Antike, genannt.
- In einer Veröffentlichung über die Bleivergiftungsepidemie in Leipzig im Jahr 1930 ⁽⁶⁾, die durch Trinkwasser verursacht wurde, finden sich als Quellen u.a. Hippokrates, Plinius und Vitruv.
- Etwas moderner sind die „Beiträge zur Geschichte der Arbeitsmedizin“ von Franz Koelsch ⁽⁷⁾, der auf Hippokrates, Plinius, Dioskurides, Galen, Avicenna, Vitruv und Aetius verweist.
- Auf Koelsch und seine Quellen wiederum verweisen die Arbeitsmediziner Lehnert und Szadkowskie. ⁽⁸⁾
- Selbstverständlich darf in dieser Auflistung auch der „Gmelin“ nicht fehlen, der als griechische Literaturquellen Xenophon und Sokrates ⁽⁹⁾ und als römische Vitruv und Palladius Rutilius Taurus ⁽¹⁰⁾ nennt.
- Ein weiteres Standardwerk ist der „Neue Pauly“ ⁽¹¹⁾, die Enzyklopädie der Antike, welche unter dem Stichwort „Bleivergiftung“ die warnenden Stimmen von Nikander, Vitruv und Paulus von Aegina erwähnt und in dem Buch „Smog über Attika“ ⁽¹²⁾ wird auf den Dichter Lukretius verwiesen, der über giftige Ausdünstungen der Bergwerke schreibt, ohne jedoch die Gewinnung von Blei im besonderen zu nennen.

Zum Vergleich die französische Gesamtausgabe ⁽¹⁷⁾: „L'homme des mines: hypochondre droit tendu; rate grosse; ventre tendu, un peu dur; difficulté de respirer; décoloration; chez lui, le mal se porta au genon gauche, récidive; il fut jugé complètement. „

Dieses Zitat ist aus dem IV. Epidemien-Buch des „Corpus Hippocraticum“. Es ist eine von zahlreichen Krankengeschichten, die dort vorgestellt werden aber die einzige, die einen Bezug zur Tätigkeit eines Bergmanns oder der Arbeit im Bergbau enthält. Und ob diese Formulierungen ein Beleg für Hippocrates' Kenntnis über den Zusammenhang einer Kolik und der Bleiexposition sind, an dieser Schlussfolgerung kann gezweifelt werden. ⁽¹⁸⁾

Xenophon

Ein weiterer Autor ist Xenophon. Auf ihn geht jene Literaturstelle zurück, derer willen im „Gmelin“ Sokrates als eine Person benannt wurde, die um die Gesundheitsgefährdung durch Blei wusste. In den „Memorabilien“ berichtet Xenophon über Gespräche, die er mit Sokrates geführt hat und in einem äußerst knapp gehaltenen Dialog erwähnt er Sokrates' Ansicht, dass die Gegend der Silberminen sehr ungesund sei:

„In die Silberbergwerke, das weiß ich, so fuhr er fort, bist Du gewiß nicht gekommen, so dass du erklären könntest, warum jetzt deren Ertrag geringer ist als früher. Ich bin allerdings nicht dahin gekommen, meinte jener. Die Gegend soll ja auch, beim Zeus, sagte Sokrates, ungesund sein, so daß dich dies genügend entschuldigen würde, wenn du darüber einen Rat erteilen müßtest.“ ⁽¹⁹⁾

Mit großer Wahrscheinlichkeit werden in diesem Gespräch die Bleiminen Laurions erwähnt. Unter Hinweis auf

eben diese Textstelle wird im Gmelin ⁽²⁰⁾ ergänzt, dass es sich um jene Gegend handele, in der das Blei ausgeschmolzen wurde; Koelsch ⁽²¹⁾ interpretiert Xenophons Textstelle als Warnung vor Luftverunreinigungen durch schwefelhaltige Gase. Ein ernsthafter Beleg für die Aufzeichnung eines Zusammenhangs zwischen Blei(verbindungen) und einer daraus resultierenden Gesundheitsgefährdung ist dieses jedoch sicher nicht.

Nikander

Der Autor, der zweifellos über die Gesundheitsgefährdung durch Bleiverbindungen berichtet hat, war Nikander. Aber, Nikander war „Sammler“ und Poet und kein in Pharmazie bewandertes Fachmann. Aus vorgefundenen Aufzeichnungen schuf er seine beiden Hauptwerke „Theriaka“ und „Alexipharmaka“. Über beide Bücher finden sich sowohl Wert- also auch Geringschätzungen, wobei die Geringschätzung einer Sicht entspringt, die den Schatten der eigenen Disziplin nicht verlässt und nur die Gesichtspunkte gelten lässt, die dem eigenen wissenschaftlichen Interesse dienlich sind.

„Nikander verfaßte zwei Gedichte über Mittel gegen Vergiftungen, denen Apollodorus zugrunde liegt. All diese Gedichte haben keinen wissenschaftlichen Wert. Die Dichter verstanden selbst kaum, was sie sagten. Sie wurden denn auch von den Medizinern kaum beachtet, ...“ ⁽²²⁾

Dagegen steht die Ansicht, dass uns heute dank dieser beiden Werke die umfangreichste Zusammenfassung toxikologischer Kenntnisse aus der Antike zur Verfügung steht.

In „Alexipharmaka“ wird die Wirkung von 22 vermeintlich giftiger Substanzen, darunter Eisenhut, Koriander, Schierling, Herbstzeitlose, Bilsenkraut, Salamander, zwei Kröten-

Biographische Daten einiger der Autoren

Geburts- und Sterbejahre sind nicht immer exakt bekannt. Daher finden sich manchmal unterschiedliche, dem gewandelten Forschungsstand entsprechende Angaben und sogar die Zuordnung von Werk zu Autor ist gelegentlich Inhalt wissenschaftlicher Kontroversen.

Hippokrates von Kos (ca. 460 – 373 v.Chr.) ist der früheste Autor, auf den verwiesen wird. Seinen Namen trägt eine Schriftensammlung („Corpus Hippocraticum“) mit mehr als 60 Titeln, deren Autorenschaft aber nicht ausschließlich bei der Person des Arztes Hippokrates liegt, weswegen die Sammlung „Corpus Hippocraticum“ eher als Veröffentlichungen einer bestimmten Richtung medizinischen Denkens angesehen werden sollte, deren Besonderheit darin liegt, daß sie sich abkehrt von einer Auffassung, die im Wirken der Götter die Ursache von Krankheit erblickt und statt dessen soziale Tatbestände, astronomische und meteorologische Ereignisse zur Erklärung des Krankheitsverlaufes heranzieht.

Xenophon (ca. 430 – 354 v.Chr.), geboren in Athen, ist der Verfasser mehrerer historischer, politischer und philosophischer Schriften. Vier seiner Bücher, die „Memorabilien“, enthalten Erinnerungen an Gespräche mit Sokrates, den er persönlich kennengelernt hat.

Nikander (2.Jh. v.Chr.) wurde in der Nähe von Kolophon geboren. Er ist Verfasser der Schrift „Theriaka“, in welcher er über giftige Tiere, deren Bisse und Gegenmittel schreibt und von „Alexipharmaka“, einer Beschreibung von 22 (vermeintlich) giftigen Substanzen pflanzlichen, tierischen und mineralischen Ursprungs sowie möglicher Therapieformen im Falle einer Vergiftung. Sowohl „Theriaka“ als auch „Alexipharmaka“ sind in hexametrischer Versform geschrieben und gelten als Lehrgedichte.

Vitruv (84 - 10 v.Chr.), möglicherweise in Verona geboren, arbeitete während der Regierungszeiten von Caesar und Augustus als Baumeister, vorwiegend für Kriegsmaschinen und Festungsanlagen. Er ist der Autor von „De architectura libri

decem“ („Zehn Bücher über die Baukunst“)

Lucretius (97 – 55 v.Chr.) war römischer Dichter und Philosoph. Sein mehrbändiges Werk „De rerum natura“ („Die Natur der Dinge“) ist ein Lehrgedicht über die Theorien des griechischen Philosophen/Physikers Epikur.

Aulus Cornelius Celsus (1.Jh. n.Chr.) Es ist umstritten, ob Celsus Arzt war und in Rom praktizierte oder nur Schreiber medizinischer Texte. Von seiner Enzyklopädie „Artes“, die in die Kapitel „Rhetorik“, „Philosophie“, „Rechtswissenschaft“, „Militärkunst“, „Landwirtschaft“ und „Medizin“ aufgeteilt war sind nur noch acht medizinische Texte mit dem Titel „De medicina libri octo“ erhalten.

Scribonius Largus (1.Jh. n.Chr.), auf Sizilien oder in Nordafrika geboren, arbeitete als Arzt am Hof des römischen Kaisers Claudius. Er verfaßte eine systematisch aufgebaute Rezeptesammlung („Compositiones“), in welche sowohl traditionelle Rezepte, als auch durch eigene Erfahrung gewonnene Rezepte aufgenommen sind.

Plinius der Ältere (24 –79 n.Chr.) wurde in Como geboren und starb während des Ausbruchs des Vesuv. Er war der Verfasser zahlreicher Bücher, von denen aber nur noch die 37 bändige Enzyklopädie „Naturalis Historia“ (NH) überliefert ist.

Pedanius Dioskurides aus Anazarba (40 - 90 n.Chr.) wurde in der Nähe von Tarsus in der heutigen Türkei geboren. Sein fünfbandiges Werk „De Materia Medica“, auch als „Fünf Bücher über die Heilkunde“ übersetzt, begründet seinen Ruf als bedeutendster pharmazeutischer Schriftsteller der Antike.

Galen (129 – 216 AD) gilt als der bedeutendste Arzt der Antike. Geboren in Pergamon (Kleinasien), praktizierte er nach seiner Ausbildung in Pergamon, Rom und Aquileia. Er war der Leibarzt des Kaisers Marc Aurel, verfaßte hunderte medizinischer und philosophischer Werke und kommentierte zahlreiche, der ihm zugänglichen medizinischen Schriften, u.a. auch das „Corpus Hippocraticum“.

CLB – Memory

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

August 2006

Wichtig für Thermodynamik und Explosionsschutz

Die Zündtemperatur bei erhöhtem Druck

Viele chemische Verfahren, aber auch andere technische Prozesse – wie Hitze-Sterilisation oder Reinigungsvorgänge – arbeiten bei erhöhtem Druck. Sind dabei explosionsfähige Gemische vorhanden, so können – wie die Unfalldokumentation der BG Chemie zeigt – vor allem heiße Oberflächen eine gefährliche Zündquelle darstellen.

Die Zündquelle ‚heiße Oberfläche‘ ist charakterisiert durch die Kenngröße Zündtemperatur nach DIN 51794 (Prüfung von Mineralölkohlenwasserstoffen – Bestimmung der Zündtemperatur). Die Zündtemperatur sinkt jedoch mit steigendem Druck; das heißt, bei erhöhtem Druck kann sich eine Substanz schon bei niedrigerer Temperatur entzünden, als ihre Zündtemperatur angibt. Es ist allerdings keine systematische Druckabhängigkeit erkennbar. Angesichts der Bedeutung für die Praxis hielt der Arbeitskreis Explosionsschutz im Fachausschuss Chemie systematische Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsvorhabens für dringend geboten. Begleitet wurde das Forschungsvorhaben an der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) von einem Forschungsbeirat, dem Vertreter der chemischen Industrie, der Berufsgenossenschaften und die Forschungsnehmer angehörten.

Kontrollierte Entzündung

Die Zündtemperaturen wurden für dieses Forschungsprojekt in einem

zylindrischen beheizbaren 500 ml-Edelstahlautoklaven bestimmt. Der Brennstoff wurde in flüssiger Form mittels einer HPLC-Pumpe dosiert. Bei der Ermittlung von Zündtemperaturen in der Normapparatur nach DIN mit offenem Gefäß gilt das Auftreten einer sichtbaren Flamme als Kriterium für eine Zündung. Bei obigem Versuchsaufbau wurden Temperatur- oder Druckanstieg als Zündkriterium genutzt.

Bei der Ermittlung der Normzündtemperatur wird nach dem Dosieren der Flüssigkeit maximal für fünf Minuten beobachtet, ob eine Zündung auftritt oder nicht. Diese Zeit ist für die Versuche bei erhöhtem Druck nicht ausreichend. Insbesondere bei Drücken über zehn Bar muss in der Nähe der Zündtemperatur mit sehr langen Zündverzugszeiten gerechnet werden (zum Teil mit mehr als einer halben Stunde).

Aufgrund des von der DIN-Vorschrift abweichenden Versuchsaufbaus ergaben sich auch teilweise von den Normzündtemperaturen abweichende Zündtemperaturen (Tabelle 1).

Versuchs-Verlauf

Bei jedem Versuch fällt zunächst mit Beginn des Dosierens die Temperatur infolge des Verdampfens und Aufheizens der Flüssigkeit. Gleichzeitig steigt der Druck vom Druck der reinen vorgelegten Luft auf den Sollwert des Gemisches. Wenn der Dampfdruck der Flüssigkeit hierbei größer ist

als der sich am Ende einstellende Gesamtdruck, kann die Flüssigkeit sieden, die Verdampfung erfolgt sehr schnell und ist mit Ende des Dosiervorgangs in der Regel abgeschlossen. Dann steigt die Temperatur der Gasphase im Autoklaven wieder. Auch ohne dass eine Zündung zu beobachten ist, kann die Temperatur deutlich über die Gleichgewichtstemperatur ansteigen. Der Druck kann in dieser Phase geringfügig (um höchstens 0,1 bar) ansteigen. Druck- und Temperaturanstieg können enden, ohne dass es zu einer Entzündung kommt. Dies ist ein Indiz dafür, dass es schon vor der Zündung oder auch ohne Zündung im Gemisch in erheblichem Ausmaß zu exothermen Reaktionen kommen kann. Nach einer Entzündung fällt die Temperatur der Gasphase in kurzer Zeit wieder auf ihren Ausgangswert. Der Druck stabilisiert sich dagegen auf einem höheren Niveau. Grund dafür ist die Erhöhung der Molzahl durch die stattfindenden Oxidationsreaktionen und Crackprozesse.

Tabelle 1:
Vergleich der nach DIN 51794 bestimmten Zündtemperaturen mit im Autoklaven bei 1 bar bestimmten Zündtemperaturen (Daten: PTB).

Substanz	Normzündtemperatur [°C]	1 bar-Zündtemperatur im Autoklav [°C]
Cyclohexan	260	278
Diethylether	175	181
1-Hexanol	280	280
n-Heptan	220	224
Aceton	535	540

Substanz	Temperatur [°C]	OEG bei 1 bar [mol %]	OEG bei 10 bar [mol %]
n-Hexan	130	9,2	38,7
	180	22,1	42,7
n-Heptan	120	9,0	40,5
	180	22,1	55,0
Cyclohexan	150	10,5	42,2
	200	–	49,8
Methanol	150	54,1	57,3
	250	–	65,6
Ethanol	150	36,4	46,1
	250	–	56,7

Tabelle 2: Obere Explosionsgrenzen ausgewählter Reinstoffe bei 10 bar und erhöhter Temperatur im Vergleich zur OEG bei Normaldruck (Daten PTB).

Konzentrationsabhängigkeit

Um die Zündtemperatur bei einem definierten Druck zu bestimmen wurde bei konstantem Gesamtdruck die Menge an Brennstoff solange variiert, bis die niedrigste Temperatur gefunden war, bei der noch eine Entzündung auftrat.

Eine Explosion eines Lösemitteldampf-Luft-Gemisches ist nur in einem bestimmten Konzentrationsbereich des Lösemittels mög-

lich. Die Grenzen dieses Bereiches nennt man die untere und die obere Explosionsgrenze (UEG, OEG).

Die Konzentrationsabhängigkeit der Zündtemperatur ist in Nähe des Minimums (UEG) nur schwach ausgeprägt. Im Gegensatz zur UEG ist die OEG jedoch stark druck- und/oder temperaturabhängig. Für einige Reinstoffe wurde die OEG bei erhöhten Drücken und erhöhter Temperatur bestimmt (Tabelle 2). Es wird deutlich, dass sich die OEG durch die kombinierte Wirkung von Druck und Temperatur deutlich zu höheren Werten verschiebt.

Druckabhängigkeit

Die Zündtemperaturen aller untersuchten Verbindungen und Gemische nehmen mit steigendem Druck exponentiell ab, wobei vielfach der Abfall zwischen der jeweiligen Normzündtemperatur und der Zündtemperatur bei zwei Bar drastisch ist. Es war zu prüfen, ob aus wenigen Messungen die Zündtemperaturen für andere Drücke berechnet werden können. Eine Möglichkeit hierzu bietet die Theorie der Wärmeexplosion von Semonoff: Danach folgt die Reaktionsgeschwindigkeit einer einfachen Gleichung n-ter Ordnung und die Wärmeabfuhr ist linear zur Temperaturdifferenz zwischen dem Gas und der Umgebung. Eine Zündung erfolgt dann, wenn die Wärmeabfuhr nicht mehr in der Lage ist, die Wärmeproduktion durch die Reaktion zu kompensieren. In den Versuchen zeigte sich, dass die im Autoklaven gemessenen Zündtemperaturen, wie durch die Theorie vorhergesagt, in guter Näherung korrelieren. Somit lassen sich Zündtemperaturen für erhöhte Ausgangsdrücke mit Hilfe von Semonoff-Korrelationen interpolieren und extrapolieren, sofern mindestens zwei Werte bei erhöhten Drücken vorliegen.

Abhängigkeit von der Molmasse

Dass der Flammpunkt zum Beispiel in der Reihe der Alkane mit der Molekülmasse ansteigt (siehe Kasten), lässt sich leicht erklären:

In dieser Reihenfolge steigt auch der Siedepunkt der Substanzen, und damit nimmt die Verdunstung ab. Es muss also Energie zugeführt werden, um die Verdunstung so zu verstärken, dass die Dampfkonzentration für das Erreichen des Flammpunktes ausreicht.

Man sieht auch, dass der Zündpunkt mit steigender Molmasse sinkt. Die Zündtemperatur ist ein Maß für die Reaktionsfreudigkeit eines Stoffes mit Sauerstoff. Damit ein Molekül des Brennstoffs mit Sauerstoff reagieren kann, muss seine Struktur „aufgebrochen“ werden. Dieses „Cracken“ geschieht bei langkettigen Molekülen leichter – das heißt schon bei niedriger Temperatur – als bei den kleineren und entsprechend „stabileren“ Molekülen. Die Hauptrolle spielen hierbei die abgespaltenen Wasserstoffatome, die H-Radikale. Diese bilden sich bei langkettigen Kohlenwasserstoffen – besonders leicht und reagieren sofort mit Sauerstoff. Dass die Zündtemperatur mit steigender Kettenlänge sinkt, hat auch noch einen anderen Grund: Gegenüber den leichtflüchtigen kurzkettigen Kohlenwasserstoffen (KW) ist die Verweilzeit der langkettigen KW auf einer heißen Oberfläche wegen deren geringeren Dampfdruckes wesentlich länger, so dass sie vielmehr Zeit haben, die zur Wasserstoffradikalbildung notwendige Energie aufzunehmen und gezündet zu werden. Daher muss die Temperatur bei den leichtflüchtigen KW wesentlich höher sein, damit sie in der kurzen Verweilzeit gezündet werden können.

Zusammenfassung

Aus den Untersuchungen der PTB lassen sich unter anderem folgende – auch hier nicht diskutierte – Ergebnisse ableiten:

1. Die Zündtemperaturen der untersuchten Reinstoffe fallen mit steigendem Ausgangsdruck.
2. Die Konzentrationen, bei denen die jeweilige Zündtemperatur gefunden wird, sind hoch (Stoffmengenanteile)

Flamm-, Brenn- und Zündpunkt

Bei der Flammpunkttemperatur verdunstet soviel Substanz, dass sich mit Luft durch Fremdzündung entflammbar Gemische bilden. Wenige Grad über dem Flammpunkt liegt der Brennpunkt: Ab dieser Temperatur ist eine dauerhafte Verbrennung möglich – auch nach Entfernen der Zündquelle. Bei der Zündpunkttemperatur entzündet sich das entflammbar Gemisch bei Gegenwart von Sauerstoff ohne äußeren Zündfunken auch schon an einer heißen Fläche. Die Zündtemperatur korreliert nicht mit Siedepunkt oder Flammpunkt eines Stoffes. Sie ist vielmehr ein Maß für die Oxidationsempfindlichkeit der Substanz. Lösemittel mit besonders niedrigen Zündtemperaturen sind Acetaldehyd, Schwefelkohlenstoff und Diethylether.

Substanz	Flammpunkt [°C]	Zündpunkt [°C]
Methan	k.A.	595
n-Butan	k.A.	400
n-Pentan	unter -40	285
n-Hexan	-26	261
n-Octan	12	240

- zwischen 25 und 40 Prozent), sie liegen jedoch innerhalb des Explosionsbereiches bei diesen Druck- und Temperaturbedingungen; sie liegen nahe der OEG.
- Die Konzentrationsabhängigkeit der Zündtemperaturen bei erhöhten Drücken ist nicht sehr ausgeprägt.
 - Die Druckabhängigkeit der Zündtemperatur folgt einer Semenoff-Korrelation.
 - Mit Hilfe von Dampfdruckkurven, der Druckabhängigkeit der Zündtemperatur und der Konzentration der brennbaren Komponente bei der Zündtemperatur kann eine ‚Mindest-Zündtemperatur‘ abgeschätzt werden.
 - Zündtemperaturen von binären Gemischen bei weiteren erhöhten Drücken können aus den Zündtemperaturen der Reinstoffe und der Abhängigkeit der Zündtemperatur von der Zusammensetzung des binären Gemisches bei einem erhöhten Druck abgeschätzt werden.
 - Ist die Differenz der Zündtemperaturen der Reinstoffe kleiner als 80 Kelvin, kann die jeweilige Zündtemperatur der Gemische durch lineare Interpolation über den Stoffmengenanteil erhalten werden.
 - Bei wässrigen Gemischen sind bei erhöhten Drücken Zündtemperaturen oft bis zu einem Masseanteil Wasser von 0,9 bestimmbar. Dies entspricht im Mittel molaren Wasseranteilen von 0,95. Die Zündtemperaturen liegen etwas höher als die des reinen Brennstoffs. Ihre Druckabhängigkeit folgt ebenfalls einer Semenoff-Korrelation.

Arbeiten in der Chemiebranche so sicher wie nie zuvor

BG Chemie stellt Jahresbericht vor

Gabriele Koch-Weithofer,
BG Chemie

2005 kann die BG Chemie erneut eine erfreuliche Bilanz zu Unfällen und Berufskrankheiten vorlegen. Dies geht aus dem jetzt vorliegenden Jahresbericht hervor. Mit 13 160 meldepflichtigen Arbeitsunfällen ist ein neuer Tiefstand erreicht. Gegenüber 2004 sind dies 7,1 Prozent Unfälle weniger. Die Unfallquote je 1000 Beschäftigte ist mit 14,93 Arbeitsunfällen so niedrig wie nie zuvor. Damit gilt die chemische Industrie als sicherste produzierende Branche in Deutschland.

Im Vergleich zu den sechziger Jahren, als die Unfallquote noch bei 110 Fällen je tausend Beschäftigten lag, ist dies ein Rückgang um mehr als 85 Prozent. Besonders erfreulich: Die schweren Unfälle sind ebenfalls zurückgegangen. Chemietypische Unfälle wie Vergiftungen (45 Fälle in 2005) und Verätzungen (239 Fälle) spielen als Unfallursache eine untergeordnete Rolle. Zurückgegangen

sind auch die meldepflichtigen Wegeunfälle: 2005 kamen 4375 Unfälle zur Anzeige. Das sind 2,7 Prozent weniger als 2004. Bei den Rentenzahlungen schlägt der Rückgang noch deutlicher zu Buche: 2005 wurden in 210 Fällen Rentenansprüche anerkannt. Die Neurenten aufgrund von Wegeunfällen lagen damit um mehr als 13 Prozent unter denen des Vorjahrs.

Auch Anzeigen auf Verdacht einer Berufskrankheit gingen zurück: 2607 Meldungen und damit rund fünf Prozent weniger als im Vorjahr wurden 2005 bei der BG Chemie eingereicht. Neue Rentenansprüche aufgrund einer berufsbedingten Erkrankung wurden in 327 Fällen anerkannt, das sind 96 Fälle oder rund 23 Prozent weniger als 2004.

Auffallend ist jedoch eine weitere Zunahme der Anzeigen auf Verdacht asbestbedingter Erkrankungen: Mit 798 Meldungen waren 13 Fälle mehr als 2004 zur Anzeige gebracht worden. Asbestbedingte Erkrankungen gehören neben der Lärmschwerhörigkeit mit 355 Verdachtsanzeigen und

schweren Hauterkrankungen mit 568 Anzeigen zu den häufigsten Erkrankungen. Dabei sank die Zahl der Verdachtsanzeigen bei Lärmschwerhörigkeit um 13,6 Prozent, bei den Hautkrankheiten dagegen war ein Anstieg um 4,8 Prozent zu verzeichnen.

Bei Berufskrankheiten lassen sich nur begrenzt Rückschlüsse auf die aktuellen Verhältnisse am Arbeitsplatz oder die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen ziehen. Wegen der langen Latenzzeiten vieler Berufskrankheiten reichen die Ursachen bis in die sechziger Jahre zurück, als Sicherheit und Gesundheitsschutz noch nicht das heutige hohe Niveau hatten.

2005 wurden 2729 Anzeigen entschieden, bei 37,8 Prozent bestätigte sich der Verdacht einer Berufskrankheit. In 42,4 Prozent der anerkannten Fälle war die Erwerbsfähigkeit um mindestens 20 Prozent gemindert, so dass sie mit Rentenleistungen verbunden sind. Der Schwerpunkt lag hier erneut bei asbestbedingten Erkrankungen mit 212 von insgesamt 327 neuen BK-Renten.

Messdaten sinnvoll sammeln, strukturieren und auswerten

„Chemomentum“ und Datenfusion

Weltweit kommen fast 100 000 unterschiedliche Chemikalien zum Einsatz. Für einen Großteil dieser Substanzen sind die gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen bisher nicht bekannt. Nach der REACH-Richtlinie (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) sollen unter anderem etwa 30 000 dieser Substanzen untersucht werden, um Daten zu sammeln. Wie andererseits die Datenflut von Sensoren in Medizin und Umwelt besser strukturiert werden kann, diskutierten internationale Forscher und Anwender aus Mathematik, Bildverarbeitung und Mustererkennung sowie der Medizin.

Eine Möglichkeit, die Untersuchungen für „Reach“ außerhalb von Laboren durchzuführen, wird das Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen (ZIH) der Technischen Universität Dresden gemeinsam mit Chemikern,

Biologen und Informatikern im Projekt „Chemomentum“ umsetzen. Die Wissenschaftler planen, ein „Grid“ aufzubauen, das weltweit verteilte Computer und Daten zu einer virtuellen Einheit verbindet, so dass sie wie ein einziger großer Rechner arbeiten.

In silico-Experimente

Mögliche Gesundheits- und Umwelttrisiken der Chemikalien festzustellen und zu dokumentieren, kann bei klassischen biologischen und chemischen Verfahren mehreren Millionen Versuchstieren das Leben kosten. Alternativ kann man manchmal die Experimente aus den Laboren in Computer verlagern und „in silico“-Experimente durchführen. Mittlerweile können Wissenschaftler aus mathematischen Modellen unter anderem Angaben über die Toxizität von Stoffen ableiten. Dazu wird bekanntes Wissen über kleinere Bestandteile des Stoffes (zum Beispiel über die biologische Wirkung einer enthaltenen Molekülkette), auf die gesamte Substanz erweitert. Diese Berechnungen sind jedoch enorm zeitaufwändig. Daher soll das geplante Netzwerk die Leistungen von beteiligten Computern bündeln, dadurch die Effizienz erhöhen und den Zeitaufwand erheblich reduzieren.

Neben der Entwicklung von Software zum Management der großen verteilten Datenmengen wird das ZIH auch seine Computer-Ressourcen als Teilkomponente in das Projekt einbringen. Gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie (beteiligt sind Deutschland, Estland, Frankreich, Italien, Nordirland, Polen und die Schweiz) will man mit dem System die Kosten der Studien zur Reach-Richtlinie erheblich senken. Darüber hinaus sollen auch die Behörden mit einem Werkzeug unterstützt werden, um die „in silico“-Experimente zu überprüfen.

Zum einen steht ihnen damit eine Wissensdatenbank zur Verfügung, anhand derer sie Informationen über bestimmte Chemikalien erhalten können. Zum anderen sollen sowohl Experimente als auch Methoden der wissenschaftlichen Substanzanalyse verzeichnet sein, wodurch die Ergebnisse der Untersuchungen von den Behörden entsprechend bewertet werden können (www.tu-dresden.de/zih).

Informationen fusionieren

Um das Forschungsgebiet der Sensordaten- und Informationsfusion zu verstehen, muss man sich nur eine Party vor Augen führen: Viele Leute reden durcheinander, so dass man seinen Gesprächspartner nur schwer versteht. Man ist dennoch in der Lage, sich zu unterhalten, da man neben der akustischen Information auch die Bewegung der Lippen verfolgt. Man nimmt also zusätzliche Daten auf und verwendet sie für das Verstehen. Nichts anderes tun Informatiker und Mathematiker, die über Sensoren Daten sammeln und diese Information „fusionieren“, also sinnvoll zusammenführen. Dieses Forschungsgebiet hat heute schon viele Auswirkungen auf unser tägliches Leben. Zum Beispiel im Auto, wo das Antiblockiersystem den Fahrer unterstützt. Verschiedene Sensoren liefern dabei Informationen von den einzelnen Rädern. Diese werden im Bordcomputer zusammengeführt und ausgewertet, um das Blockieren der Räder zu verhindern.

Weitere Beispiele sind Bildverarbeitung, Medizin und Robotik. Auch in den Neurowissenschaften spielt das Thema eine zentrale Rolle, da man über Erkenntnisse, wie in biologischen Systemen Fusion stattfindet, maschinelle Systeme verbessern kann. Darüber hinaus kann die Mathematik mit neuen Methoden dieses Forschungsgebiet bereichern (www.dagstuhl.de).

Daten in Naturwissenschaften

Biometrie (auch Biometrik) beschäftigt sich mit der Vermessung quantitativer Merkmale von Lebewesen.

Biostatistik (auch Statistische Medizin) beschäftigt sich mit Fragestellungen, die sich in der medizinischen Forschung ergeben.

Bioinformatik (auch englisch: computational biology) befasst sich mit der Speicherung, Organisation und Analyse von biologischen Daten.

Chemoinformatik (auch Cheminformatik oder Chemieinformatik oder älter: Computerchemie) verbindet Chemie mit Methoden der Informatik.

Graphentheorie (Chemie) oder auch chemische Graphentheorie beschäftigt sich mit der Formalisierung und Anwendung von graphentheoretischen Prinzipien im Bereich der Chemie.

Chemometrik (auch Chemometrie) verwendet mathematische und statistische Methoden, um in optimaler Weise chemische Verfahren und Experimente zu planen, zu entwickeln, auszuwählen oder so auszuwerten, dass ein Maximum an chemischen Informationen aus experimentellen Messdaten extrahiert werden kann.

Hohe Gehalte an perfluorierten organischen Tensiden (PFT) in Fischen

BfR: gesundheitlich nicht unbedenklich

Irene Lukassowitz, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

Bei Untersuchungen der Landesbehörden von Nordrhein-Westfalen sind in Zuchtforellen hohe Gehalte an perfluorierten organischen Tensiden (PFT), insbesondere an Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) festgestellt worden. Es wurden bis zu 1,18 Mikrogramm PFOS je Gramm Fischfleisch gefunden. „Fische mit derartig hoher Belastung sind nicht zum Verzehr geeignet“, sagt BfR-Präsident Professor Dr. Dr. Andreas Hensel. „Zwar besteht keine akute Gefahr für die Gesundheit. Da PFOS aber lange im Körper verbleibt, sollte so wenig wie möglich davon aufgenommen werden.“

Perfluorierte Tenside (PFT) sind sehr stabile Verbindungen, die unter anderem bei der Verarbeitung von Bedarfsgegenständen, bei der Herstellung von Fluorpolymeren, bei der Papierveredelung, in Feuerlöschmitteln und in Reinigungsmitteln eingesetzt werden. Die prominentesten Vertreter dieser Stoffgruppe sind Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS). Diese beiden Verbindungen wurden jetzt in Fischen im Hochsauerlandkreis nachgewiesen.

Die Behörden haben Fische aus verschiedenen Teichen untersucht, nachdem im Trinkwasser erhöhte Konzentrationen von PFT festgestellt worden waren. Fische aus einem Teich wiesen dabei Gehalte zwischen 0,4 Mikrogramm und mehr als einem Mikrogramm PFOS je Gramm Fischfleisch auf. Die Proben aus einem anderen Teich enthielten dagegen weniger als 0,02 Mikrogramm PFOS pro Gramm Fischfleisch.

PFOS ist in der Umwelt weit verbreitet, da sie in vielen Bereichen der produzierenden Industrie ein-

gesetzt wird. Dem BfR liegen keine abgeschlossenen Risikobewertungen von nationalen oder internationalen Organisationen vor. Ein verbindlicher Wert für die tägliche tolerierbare Aufnahme von PFOS konnte daher nicht festgelegt werden. Das BfR schlägt deshalb zur Sicherstellung der Gesundheit des Verbrauchers einen vorläufigen Wert von 0,1 Mikrogramm je Kilogramm Körpermasse als täglich tolerierbare Aufnahmemenge (TDI) vor. Für Trinkwasser kam die Trinkwasser-Kommission zu einer vergleichbaren Ableitung. Der TDI

bezeichnet die Menge eines Stoffes, die ein Mensch, ganz gleich welchen Alters, ein Leben lang jeden Tag ohne Gefährdung der Gesundheit aufnehmen kann.

Die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge wird allerdings schon durch den Verzehr von 300 Gramm Fisch mit einem Gehalt von 0,02 Mikrogramm je Gramm Fischfleisch ausgeschöpft. Unter der Annahme, dass diese Menge nicht täglich verzehrt wird, sind Konzentrationen von weniger als 0,02 Mikrogramm PFOS pro Gramm Fisch tolerierbar.

Analytik für mehr Nahrungsmittelsicherheit

Aktiver Verbraucherschutz

Ziel des Forschungsprogramms der Landesstiftung Baden-Württemberg ist die Optimierung von Analysetechnik und Untersuchungsmethoden im Ernährungsbereich. Wichtige Ergebnisse sind jetzt in einer Broschüre veröffentlicht.

Möglicherweise waren Nahrungsmittel noch nie so sicher wie heute, andererseits sind BSE und Gammelfleisch-Skandal nur die Spitze des Eisbergs: Ob durch Acrylamid im Brot, Pestizid-Rückstände im Obst oder Wachstumshormone im Schnitzel – in steter Regelmäßigkeit werden die Verbraucher durch neue Schreckensmeldungen verunsichert. Im Rahmen des aktiven Verbraucherschutzes hat die Landesstiftung Baden-Württemberg deshalb das „Forschungsprogramm Nahrungsmittelsicherheit“ ins Leben gerufen. Mit diesem Programm werden gezielt Forschungsprojekte von Universitätsinstituten, Forschungseinrichtungen oder Untersuchungsämtern mit Sitz in Baden-Württemberg gefördert, die dazu beitragen, schnell, sicher und dabei kostengünstig Gesund-

heitsrisiken zu minimieren, die aus unerwünschten Stoffen und Organismen in Nahrungsmitteln erwachsen. Immer mehr Menschen nehmen auch Nahrungsergänzungsmittel und „Functional Food“ zu sich. Dennoch gab es bisher kein standardisiertes Verfahren, um deren Bestandteilen auf den Grund zu gehen. Ein Forschungsprojekt an der Universität Hohenheim hat Abhilfe geschaffen.

Das Themenspektrum zum Forschungsprogramm Nahrungsmittelsicherheit reicht von der Untersuchung nicht genehmigter Genmanipulierter Pflanzen über den Nachweis des Hormondopings bei der Tiermast und die Untersuchung der Schadstoffbelastung bei Obst und Gemüse bis hin zur Entwicklung probiotischer Bakterien für die medizinische Verwendung.

Die Broschüre soll Einblick in die Forschungstätigkeit und praktische Tipps für den Alltag geben und steht zum Download im Internet bereit (www.landesstiftung-bw.de/publikationen/schriftenreihen.php).



Nützliche Ratgeber 68 – 73

Wissenschaft Online: Datenbanken und E-Paper

Plankton-Net



Acatia clausii ist ein Ruderfußkrebis – ein typischer Vertreter des Nordsee-Zooplanktons (Bild: Susanna Knotz, Alfred-Wegener-Institut).

Plankton-net.org ist eine online-Datenbank, die Plankton-Organismen bildlich und inhaltlich beschreibt. Sie wurde ursprünglich am Alfred-Wegener-Institut etabliert, um eine Informationsquelle für Studenten bereitzustellen, die an Kursen der Biologischen Anstalt Helgoland teilnehmen. Die Datenbank wurde kürzlich neu installiert. Sie enthält aktuell mehr als 3000 Bilder und über 500 Artbeschreibungen. Der freie Zugriff auf die Datenbank ermöglicht jedem registrierten Nutzer, eigene Bilder und Daten einzustellen und bereits bestehende Datensätze zu ergänzen. Alle eingegebenen Daten werden überprüft und, wenn nötig, werden Experten-Meinungen dazu eingeholt. Auf diese Weise wächst die Datenbank nicht nur schnell, sondern erhält durch die weltweiten Eintragungen eine hohe Vielfalt unterschiedlicher geografischer Herkunft.

Medizinrecherche

Das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) hat den Zugriff auf wissenschaftliche Volltexte verbessert: Mithilfe eines Linkresolvers können Nutzer jetzt elektronische Volltexte aus medizinischen und pharmazeutischen Zeitschriften direkt erreichen. Das neue System verknüpft die Literaturzitate direkt mit den zugehörigen Artikeln auch bei anderen Anbietern. Viele Volltexte sind kostenfrei; Abonnenten einer Zeitschrift, können sich dort authentifizieren und erhalten auch kostenpflichtige Artikel kostenfrei; Nicht-Abonnenten können den Text bei vielen Anbietern im Pay-per-View-Verfahren kaufen. Der Linkresolver SFX basiert auf dem OpenURL-Standard. Durch die neue Funktion wird die Recherche noch komfortabler (www.dimdi.de/dynamic/de/db/recherche/index.htm).

Forschung und Bildung

„Internationale-kooperation.de“ – eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) – ist ein Wegweiser für die internationale Zusammenarbeit in Forschung und Bildung. Das Partnerkonzept resultiert aus der Zielsetzung, Informationen mit Relevanz für die grenzüberschreitende Zusammenarbeit in Forschung und Bildung möglichst effektiv zu bündeln und gezielt zu kommunizieren. Die Kontextbox „Aktuelle Newsletter“ enthält neben dem monatlichen Newsletter und dem 14-tägig herausgegebenen „ITB Info-Service“ auch einen Link zu den Informationsdiensten der Partner. Interessierte erhalten schnellen Zugriff auf aktuelle Informationsquellen aus einer Hand.



Nachhaltiges



Eco@work ist ein kostenloser Online-Informationsservice im Format eines E-Papers. Es bündelt die Informationen aus dem Öko-Institut. Im Schwerpunkt der ersten Ausgabe geht eco@work der Frage nach, ob sich Wettbewerb und Nachhaltigkeit ausschließen. Oder sind wirtschaftlicher Erfolg und eine moderne Umweltpolitik zwei Seiten einer Medaille? Was Ihnen die erste Ausgabe von eco@work außerdem zu bieten hat, können Sie unter <http://www.oeko.de/epaper> nachlesen. Künftig erscheint eco@work einmal im Quartal. Das E-Paper berichtet über Projekte und Ergebnisse aus Energie & Klimaschutz, Nukleartechnik & Anlagensicherheit, Produkte & Stoffströme, Infrastruktur & Unternehmen und Umweltrecht.

Hörbares

Bei der Helmholtz-Gemeinschaft ist Wissenschaft hörbar. Mit Audio-Podcast können Interessierte vier verschiedene Angebote abonnieren. Der Podcast bietet jeden Monat eine 15 Minuten lange Wissenschaftssendung. Weitere Angebote sind ein Interview, ein Schwerpunkt-Thema und mit „Schon gewusst“ eine Rubrik, in der wissenschaftliche Fragen kurz und allgemeinverständlich erläutert werden (www.helmholtz.de/podcast).



Sprechendes

Der Urheber eines digitalen Deutsch-Englisch-Wörterbuches Frank Richter, gönnt seinem Nachschlagewerk ein neues Gesicht: Es erstrahlt in neuen Farben und kann nun sogar sprechen. Den Anstoß dafür gab Stefan Gleis, Geschäftsführer von Miotu/Mio2 Solutions GmbH. Zusammen mit dem Softwareentwickler Pascal Bockhorn und der Chemnitzer Universität entstand „Beolinguus“ (www.beolinguus.de). Im neuen Namen enthalten ist Beo, eine indonesische Vogelart. Übersetzt bedeutet das so viel wie „Plappermaul“: Nutzer können sich die amerikanische beziehungsweise deutsche Aussprache von Muttersprachlern gesprochen anhören. Bisherige virtuelle Lexika arbeiten mit computergenerierten Stimmen.

DFG sieht RUB und Uni Köln gleich hinter LMU Sonderforschungsbereiche

In der aktuellen Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) belegt die Ruhr-Universität Bochum bundesweit den zweiten Platz bei den Sonderforschungsbereichen (SFB). Die RUB hat sich im Juni für die zweite Runde der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder auch für die beiden Förderlinien „Exzellenzcluster“ und „Zukunftskonzepte zum projektbezogenen Ausbau der universitären Spitzenforschung“ beworben. Bei der Förderlinie „Graduiertenschulen“ war die RUB bereits im ersten Durchgang der Exzellenzinitiative erfolgreich.

Seit Juli verfügt die RUB über zehn SFB und nimmt damit bundesweit mit der Uni Köln den zweiten Rang ein – nur die LMU München hat mit 13 SFB mehr als diese beiden NRW-Universitäten. Im DFG-Ranking folgen mit neun SFB die Uni Erlangen-Nürnberg, die Humboldt-Uni Berlin und die RWTH Aachen. Sonderforschungsbereiche (SFB) sind langfristig angelegte Forschungseinrichtungen der Hochschulen, in denen Wissenschaftler in einem fächerübergreifenden Forschungsprogramm zusammenarbeiten. Sie werden mit hohen Summen bis zu zwölf Jahre lang gefördert.

Zur Zeit bewirbt sich die RUB für die Förderung als „Spitzen-Universität“. Mit dieser Bewerbung räumt die RUB gleichzeitig das Image bei Seite, „nur“ eine Massen-Universität zu sein – sie gehört zur Spitze deutscher Forschungsuniversitäten. Derzeit arbeiten Wissenschaftler der RUB an den Antragsskizzen. Im Januar 2007 entscheidet sich, welche Anträge in die nächste Runde kommen. Bei der Förderlinie „Graduiertenschulen“ war die RUB bereits im ersten Durchgang der Exzellenzinitiative – als einzige Universität im Ruhrgebiet – erfolgreich und aufgefordert worden, ein

vollständiges Konzept auszuarbeiten. Den Vollartrag für eine campusweite Research School unter Beteiligung von 19 Fakultäten hat sie im April bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingereicht. „Langfristiges Ziel dieser Research School ist, in allen Fächern eine Promotion mit Mehrwert und eine neue Promotionskultur zu schaffen“, sagt Prof. Dr. Elmar Weiler, Prorektor für Planung, Struktur und Finanzen der RUB. Mehr als 70 Wissenschaftler wollen in der Bochumer Graduiertenschule über alle Fächergrenzen hinweg zusammenarbeiten – von den Natur- und Ingenieurwissenschaften über die Lebenswissenschaften bis hin zu den Geistes- und Gesellschaftswissenschaften.

Das Spektrum der Anträge für die Exzellenzcluster reicht von Neurowissenschaften bis zu Religionswissenschaften und rekrutiert sich aus der vorhandenen Spitzenforschung an der Ruhr-Uni. Dazu gehören die Chemie der Grenzflächen und die Werkstoffwissenschaftler, die Neurowissenschaften ebenso wie die Plasmaforschung und das Proteincenter sowie das breite Spektrum der Geisteswissenschaften.

Die Antragsskizzen müssen der Deutschen Forschungsgemeinschaft bis zum 15. September 2006 vorliegen. Dort wird geprüft, ehe im Januar 2007 entschieden wird, welche Anträge in die engere Wahl kommen und ausgearbeitet werden sollen. Ausgewählte Exzellenzcluster werden von Bund und Ländern mit bis zu 6,5 Millionen Euro jährlich gefördert. Parallel zur Bewerbung in der zweiten Runde der Exzellenzinitiative wartet die Ruhr-Uni auf die Entscheidungen der ersten Runde. Dort ist sie mit ihrem von 19 Fakultäten getragenen Konzept einer campusweiten Research School in der Förderlinie Graduiertenschulen in die zweite Runde gekommen.

Aus der Bildungslandschaft

- Das Weiterbildungsstudium zum „**Produktentwickler**“ bietet die Technische Universität Ilmenau in Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena an. Es ist berufsbegleitend der akademische Abschluss „Master of Science“ zu erwerben.
- Das Zentrum für Weiterbildung der Universität Frankfurt bietet eine zertifizierte **Teletutoren-Fortbildung** an. Ziel der Ausbildung ist es, die Teilnehmenden zu befähigen, in ihren eigenen Einrichtungen den Einsatz von E-Learning zu initiieren, zu planen, voranzutreiben und umzusetzen. Die komplette Fortbildung umfasst drei Monate und an die 80 Unterrichtsstunden, davon 40 in Präsenz.
- Am 1. November 2006 startet an der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer erneut ein Durchgang des **Weiterbildungsstudiums Wissenschaftsmanagement**. Das Angebot richtet sich vor allem an Nachwuchskräfte in Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Wissenschaftsorganisationen und Ministerien (www.dhw-speyer.de/Studium/Wissenschaftsmanagement/index.htm).
- Der bundesweit einmalige **weiterbildende Fernstudiengang „Umwelt & Bildung“** der Universität Rostock begeht im Oktober sein zehnjähriges Jubiläum. Dieses Studium verknüpft umweltrelevantes Fachwissen mit pädagogischen Grundlagen vor dem Hintergrund einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. In vier Semestern werden fachwissenschaftliche und didaktische Kompetenzen sowie Qualifikationen im Bildungs- und Projektmanagement vermittelt (www.weiterbildung-rostock.de).
- Die Wissenschaftliche Weiterbildung der Universität Karlsruhe (kww) bietet ein neues Programm an: Die siebenmonatige **berufsbegleitende Weiterbildungsreihe keys2competence** ist in Workshops und Selbstlernangebote gegliedert. Die Reihe baut auf dem Erfolgsmodell des Kontaktstudiums „Frauen in Führungspositionen“ (FiF) auf, das im Herbst in die 12. Runde geht. keys2competence richtet sich an junge Akademiker, vor allem aus den naturwissenschaftlichen und technischen Studiengängen, die zwei bis drei Jahre Berufserfahrung haben. Sie sollen Schlüsselkompetenzen wie berufliche Kommunikation, Selbstpräsentation oder Arbeiten im Team erwerben und so besser in der Lage sein, Strategien für die Planung ihrer Laufbahn zu entwickeln (www.keys2competence.de).
- Die Betrachtung von Gewässern und Flusseinzugsgebieten und die Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität setzen eine umfassende ingenieur- und naturwissenschaftliche Qualifikation voraus. Der **berufsbegleitende Weiterbildungsstudiengang Wasser und Umwelt**, der im Wintersemester 2006/2007 mit neuen Kursen startet, bietet eine entsprechende Qualifizierung bis zum Masterabschluss an (www.wbbau.uni-hannover.de).

Qualitative Analyse – Trennungsgänge

Anorganische Kationen: Vorproben

(Es kann mehr als eine Antwort richtig sein.)

1 Was ist eine typische Vorprobe für den Trennungsgang der Kationen?

- A** Die Wassertropfenprobe.
- B** Die Flammenfärbung.
- C** Die Brennprobe.
- D** Die Marsh´sche Probe.
- E** Die Phosphorsalzperle.

2 Welches Element ist unter gewissen Bedingungen mit Hilfe der Flammenfärbung erkennbar?

- A** Na
- B** Fe
- C** Ca
- D** Sr
- E** Cr

3 Auf welches Element kann eine rote Flammenfärbung hindeuten?

- A** Li
- B** Cs
- C** Ca
- D** Sr
- E** Ba

4 Wie ist die Flamme gefärbt, wenn die Substanz viel Blei enthält?

- A** gar nicht
- B** fahlblau
- C** orangerot
- D** schwarz
- E** violett

5 Welches Element ist grundsätzlich Bestandteil einer „Phosphorsalzperle“?

- A** Natrium
- B** Phosphor
- C** Sauerstoff
- D** Stickstoff
- E** Wasserstoff

6 Auf welches Element deutet eine Phosphorsalzperle, die sowohl in der Hitze als auch in der Kälte grün ist, unabhängig davon, ob sie in einer Oxidations- oder Reduktionsflamme erzeugt wurde?

- A** Ga
- B** Cu
- C** Fe
- D** Cr
- E** Co

7 Was ist der Unterschied zwischen den Vorproben Phosphorsalz- und Boraxperle?

- A** Die Boraxperle wird nur in der oxidierenden Flamme erzeugt.
- B** Die Phosphorsalzperle zeigt intensivere Farben.
- C** Als Grundlage für die Perle dienen unterschiedliche Salze.
- D** Für eine Phosphorsalzperle verwendet man ausschließlich Magnesia-Stäbchen.
- E** Mit der Boraxperle lassen sich nicht nur die Metalle in Oxiden sondern auch in Sulfaten nachweisen.

8 Welches Salz verwendet man für die Boraxperle?

- A** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
- B** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{H}_8\text{O}_{11}$
- C** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
- D** $[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_4]_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]$
- E** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$

9 Welches Element kann die Marsh´sche Probe anzeigen?

- A** As
- B** Te
- C** Hg
- D** Sb
- E** Ge

10 Was dient bei der Oxidationsschmelze als Oxidationsmittel?

- A** Wasserstoffperoxid
- B** Kaliumpermanganat
- C** Natriumcarbonat / Kaliumnitrat
- D** Magnesiumsulfat
- E** Calciumphosphat / Natriumchlorid

10 Welches Element lässt sich in der Oxidationsschmelze erkennen?

- A** Chrom
- B** Eisen
- C** Cobalt

- D** Mangan
- E** Nickel

12 Welche Vorprobe könnte einen Verdacht auf Zinn in der Probe erhärten?

- A** Flammenfärbung
- B** Oxidationsschmelze
- C** Heparprobe
- D** Phosphorsalzperle
- E** Leuchtprobe

13 Wenn nach Löseversuchen selbst in konzentrierter Salzsäure noch Unlösliches zurückbleibt, kann eine positive Heparprobe auf welche Substanzen hinweisen:

- A** Silberhalogenide
- B** Erdalkalisulfate
- C** Komplexe Cyanide
- D** Schwermetallsulfide
- E** Bleisulfat

14 Welche Behandlung der Probe weist auf eine Substanz nach deren Reduktion hin?

- A** Abrauchen mit konzentrierter Schwefelsäure.
- B** Erhitzen mit Natriumhydroxid.
- C** Sublimieren mit NH_4Cl .
- D** Erhitzen mit metallischem Natrium.
- E** Lösen in Königswasser.

15 Eine NaF-Perle zeigt Fluoreszenz im UV-Licht, wenn folgendes Element anwesend ist:

- A** Uran
- B** Vanadium
- C** Plutonium

Lösungen zu Seite M56 (CLB 07/2006):

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

(Alle Lösungen zu Seite M64 finden Sie in CLB 09/2006 sowie auf www.clb.de)

arten, weißem Blei und Litharge, beschrieben, sowie die im Falle einer Vergiftung zu verabreichenden Gegengifte.

Wie deutlich sind nun jene Textpassagen, in denen sich der Laie Nikander mit Bleiverbindungen und deren Giftigkeit befasst? Die vollständigen Abschnitte über Bleiweiß und Litharge lauten in der englischen Ausgabe von Gow und Scholfield:

„In the second place consider the hateful brew compounded with gleaming deadly WHITE LEAD whose fresh colour is like milk which foams all over when you milk it rich in the springtime into the deep pails. Over the victim's jaws and in the grooves of the gums is plastered an adstringent froth, and the furrow of the tongue turns rough on either side, and the depth of the throat grows somewhat dry, and from the pernicious venom follows a dry retching and hawking, for the affliction is severe; meanwhile his spirit sickens and he is worn out with mortal suffering. His body too grows chill, while sometimes his eyes behold strange illusions or else he drowns; nor can he bestir his limbs as heretofore, and he succumbs to the overmastering fatigue.“⁽²³⁾

Kobert⁽²⁴⁾, wenn er auf Nikander verweist, zitiert diesen Passus etwas knapper: „Zum andern merke den feindlichen Trank, versetzt mit glänzendem tödlichem Bleiweiß, der schäumender Milch an blühender Farbe gleich sieht.“

Und über Litharge schreiben Gow und Scholfield: „Also do not neglect LITHARGE, which brings suffering when it's hateful burden sinks into the stomach and wind circulates and rumbles about the mid navel, as in a violent colic which overpowers men, smiting them with sudden pains. The victim's flow of urine fails; the the limbs swell and the skin has the appearance of lead.“⁽²⁵⁾

Beide Textpassagen gelten nach⁽²⁶⁾ als die erste Beschreibung der Symptome einer Bleivergiftung. Dennoch – Nikander war nicht Arzt sondern Poet und daher auf Vorlagen angewiesen, deren Autorenschaft festzustellen seit Jahrzehnten Gegenstand philologischer Forschung ist. Um einen Einblick in die Arbeitsweise jener wissenschaftlichen Disziplin zu gewinnen, könnte ein erster Leseversuch der Artikel mit dem ansprechenden Titel „Die verlorene Kröte“⁽²⁷⁾ sein.

Lukretius

Ein weiteres Lehrgedicht entsteht 200 Jahre später. Der römische Dichter Lukretius beklagt die Schäden, die durch der Erde entweichende Dämpfe entstehen:

„Welch abscheulicher Dunst entströmt Scaptensulas Boden,
wo man so gierig erschürft die Adern des Goldes und Silbers
und das Verborgene der Erde durchwühlt mit eisernem Werkzeug!
Oder was dringt für giftige Luft aus den Goldbergwerken,
wie entstellt sie des Menschen Gesicht, wie bleicht sie die Farbe.
Siehst du und hörst du nicht auch, in wie kurzer Zeit sie zu sterben pflegen
und wie ihnen bald die Lebenskräfte entschwinden,
wenn sie zu solcher Fronde des Lebens gewaltige Not zwingt?“

Ein schauerlicher Bericht über die Zerstörung von Natur und Mensch – verursacht durch den Menschen. Aber mit Sicherheit kein Lehrgedicht, das vor den giftigen Dämpfen des Elementes Blei warnen möchte.

Vitruv

Erst in den Büchern dieses römischen Architekten findet sich wieder ein direkter Bezug zu dem Werkstoff Blei und die durch ihn verursachte Gesundheitsgefährdung.⁽²⁸⁾ Es gäbe 3 Arten der Wasserführung, schreibt Vitruv in seinem Hauptwerk „De architectura libri decem“ und nennt Kanäle, Tonröhren und Bleileitungen.

„VIII.6.10. Viel gesünder ist Wasser aus irdenen als aus bleiernen Röhren, denn wegen des Bleis scheint es ja so ungesund zu sein, indem aus dem Metall Bleiweiß entsteht; dieses soll dem menschlichen Körper schädlich sein. Da nun die Verbindungen des Bleis schädlich sind, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß das Blei selbst ebenfalls der Gesundheit nicht zuträglich ist.

VIII.6.11. Und in der Tat können wir uns ein Beispiel an den Bleiarbeitern nehmen, deren Teint von Blässe überzogen ist. Denn wenn beim Schmelzen das Blei dem Gebläse ausgesetzt ist, so setzt sich sein Dampf in den Gliedern des Körpers fest, und täglich ausdörend, entreißt es den Gliedmassen die Kräfte des Blutes. Darum soll am wenigsten das Trinkwasser in Bleiröhren geleitet werden, wenn wir es der Gesundheit zuträglich haben wollen.“

Diese Warnung vor der Verwendung von Blei erfolgt zu recht, wenngleich die Begründung für die bleiche Gesichtsfarbe der Bleiarbeiter sicher zu kurz greift, denn „In den Bergwerken haben sauerstoffarme Luft, Staub, Rauch der Lampen, schlechte Sicht und die Enge der Stollen die Arbeit erschwert; Grubengase führten zu Krankheiten und einer hohen Sterblichkeit.“⁽²⁹⁾

Celsus

Ein weiterer Autor, der über den medizinischen Nutzen von Bleiverbindungen schrieb, ist der im 1. Jahrhundert n. Chr. lebende Cornelius Celsus. Ob er nur Enzyklopädist war oder auch als Arzt praktizierte, wird bei den Medizinhistorikern kontrovers diskutiert.

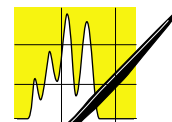
Sein Werk „De medicina libri octo“ zählt, zusammen mit dem „Corpus Hippocraticum“ und den ein Jahrhundert später erscheinenden Büchern Galens, zu den drei Hauptwerken der antiken Medizin. Zahlreich sind die Rezepte, die von Celsus überliefert sind und in denen zerkleinertes Blei, Bleioxid, Bleiweiß und Bleisulfid verwendet werden; vorwiegend, um sie zur blutstillenden, vernarbungsfördernden oder entzündungshemmenden Wirkung einzusetzen.

Im Kapitel über Gifte, die in den Körper gelangen können, wird Bleiweiß zwar erwähnt, aber nur äußerst knapp.

Plinius und Dioskurides

Von beiden Autoren, die Zeitgenossen waren, liegen zahlreiche Textstellen vor, in denen über den Zusammenhang zwischen Blei und Gesundheitsgefährdung berichtet wird. Da ihre Texte in den medizinischen Abschnitten stellenweise eine große Ähnlichkeit in Aufbau und Formulierung aufweisen wird vermutet, dass beide auf ein und dieselbe Informationsquelle zurückgegriffen haben.

Plinius der Ältere wurde 23 oder 24 n. Chr. im heutigen Como geboren. Bis zu seinem Tod im Jahr 79 n. Chr. durchlief er eine römische Verwaltungslaufbahn und bekleidete in dieser Zeit mehrere militärische und zivile Ämter. Nebenbei



AUFsätze

war er Sammler: Er trug den ihm zu seiner Zeit verfügbaren Kenntnisstand über die Natur zusammen. Dieses Wissen ordnete er mit allen Widersprüchen, Wunderlichkeiten und treffenden Beobachtungen zu einer in lateinischer Sprache verfaßten, 37-bändigen Enzyklopädie, der „Naturalis Historia“.

Darin notierte Plinius alles. Er schrieb über die Gestalt des Universums, die Erzeugung des Menschen und die Erfindung der Künste. Er berichtet über die Güte des Wassers und die Sucht nach Gold; die Kämpfe der Elefanten und über Mittel gegen Epilepsie. Durch den Briefwechsel seines Neffen Gaius Plinius Caecilius Secundus (Plinius der Jüngere) den dieser mit Kaiser Trajan führte, ist der Nachwelt ein sehr lebendiges Bild über die Arbeitsweise von Plinius dem Älteren und der Entstehungsgeschichte der NH, überlassen worden:

„Nach dem Frühstück (er aß tagsüber nach gutem altem Brauch nur ganz leichte und einfache Kost) nahm er im Sommer, wenn er etwas Muße hatte, gewöhnlich ein Sonnenbad; dabei ließ er sich ein Buch vorlesen, wobei er sich Notizen und einen Auszug machte. Überhaupt las er nichts, ohne einen Auszug zu machen, und er pflegte zu sagen: ‚Kein Buch ist so schlecht, daß man nicht irgend etwas daraus lernen könnte.‘ ... Auch während dieser Mahlzeit ließ er sich ein Buch vorlesen und seine Bemerkungen aufschreiben, aber nur in flüchtiger Form. ... War er auf einer Reise und sozusagen aller sonstigen Sorgen ledig, so widmete er sich überhaupt nur seiner Lieblingsbeschäftigung: mit Buch und Schreibrtafel blieb sein Schnellschreiber ihm ständig zur Seite und war im Winter durch Handschuhe geschützt, da-

mit auch die rauhe Witterung der wissenschaftlichen Arbeit keine Minute zu rauben vermöchte.“⁽³⁰⁾

Der Verfasser der Naturalis Historia starb, als er während des Vesuvausbruchs, neugierig und hilfsbereit zugleich, wenn man den Briefen seines Neffen Glauben schenkt, Befehl gab mit einer Anzahl von Schiffen auszulaufen:

„Er eilt dorthin, von wo alles flüchtet, und steuert geradewegs auf die Gefahr zu, so furchtlos, daß er sogar die beständig wechselnden Bilder dieses Unheils, wie er sie wahrnahm, seinem Schreiber zur Aufzeichnung diktierte.“⁽³¹⁾

Über die Metalle wird in Band 33 und Band 34 der NH berichtet. Eine moderne Interpretation und Kommentierung dieser Texte und der verwendeten Begriffe findet sich in der Veröffentlichung „Plinius der Ältere über Blei und Zinn“, welches von der „Projektgruppe Plinius“ in der Gesellschaft Deutscher Chemiker“ herausgegeben worden ist.⁽³²⁾

In NH 33, 98 schreibt Plinius:
 „Der Dunst aus Silbergruben ist für alle Lebewesen schädlich, am meisten aber für Hunde.“

In den Anmerkungen der Plinius Übersetzung des Artemis-Verlages wird dieser Dunst als Kohlendioxid oder arsenikhaltiger Staub interpretiert. Die Beobachtung, dass ein Dunst besonders gefährlich für Hunde sei rührt daher, dass Kohlendioxid schwerer als Luft ist und sich in Bodennähe ansammelt.

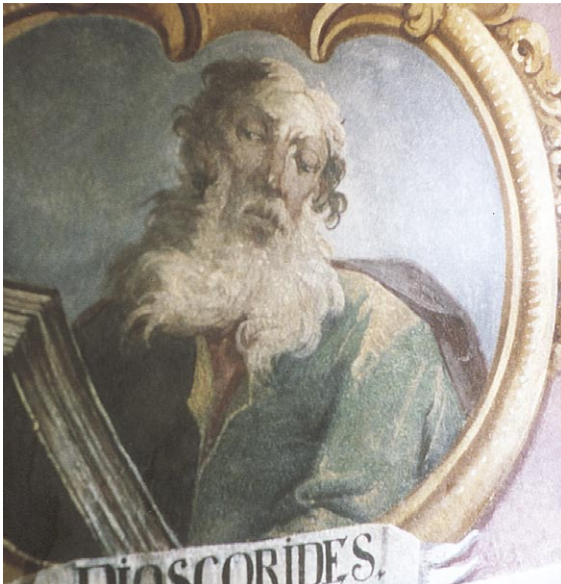
Ein weiteres Mal wird bei der Beschreibung der Herstellung von Bleisulfid auf die Gefährdung von Hunden verwiesen: „Erhitzt wird Blei zu medizinischen Verwendungen in tönernen Schalen, wobei auf eine Schicht von zerkleinertem Schwefel dünne (Blei)plättchen gelegt werden, die wiederum mit Schwefel bedeckt und mit einem Eisen vermischt werden. Beim Erhitzen empfiehlt es sich, die Atemwege zu schützen; andernfalls atmet man den schädlichen und ungesunden Dunst der Bleiöfen ein, der am ehesten den Hunden zusetzt. Übrigens ist der Dunst in allen Hüttenwerken für Fliegen und Mücken schädlich, weshalb es diese Plage in den Hütten nicht gibt.“⁽³³⁾

In diesem Abschnitt erfolgt kein Bezug auf die Gefahren des Bergbaus, wie in NH 33, 98, sondern die Warnung gilt vor den schädlichen Dünsten, die bei der Bleiverarbeitung über Tage entstehen.

Dieses Verfahren beschreibt auch Plinius' Zeitgenossen Dioskurides:
 „Blei wird in folgender Weise gebrannt: nimm Bleiplatten, möglichst leichte, gib sie in einen ungebrauchten Topf, streue Schwefel darüber, gib andere Platten darüber und wieder Schwefel, dann nochmals Platten und dies setze fort bis die Pfanne voll ist, dann zünde Feuer darunter an; wenn das Blei glüht, rühre mit etwas Eisenernem um, bis es endgültig zu Asche zer-

Tabelle: Die Kenntnisse über Blei zur Zeit des Plinius.

Chemische Kennzeichnung	Bezeichnung in der Literatur	Anmerkungen
Bleiweiß (PbCO ₃) (Bleicarbonat)	Cerussa Psimithium Werkhefte S. 27	Die Bildung von Bleiweiß erfolgte aus Blei, Essig und Kohlendioxid. Die Anwesenheit von CO ₂ als notwendiger Reaktionspartner war in der Antike aber nicht bekannt, weswegen das Reaktionsprodukt fälschlicherweise auch als Bleiacetat angesehen worden ist.
Bleioxid (PbO) Bleiglätte	Spuma argenti (Silberschaum)	Bildet sich beim Treibprozess. Durch eine Blei-Silber-Schmelze, die noch Verunreinigungen enthält, wird Luft geblasen. Dadurch wird Pb zu PbO oxidiert. Diese Bleiglätte schwimmt auf und extrahiert zahlreiche Verunreinigungen.
Es gibt eine rote Tieftemperaturmodifikation (Lithargit) und eine gelbe Hochtemperaturmodifikation (Massicotit)	Litharge	Wird auch in der Wundbehandlung verwendet. Liefert höhere Pb ⁺⁺ -Konzentrationen als PbS H 22, S. 19
Bleisulfid, Bleiglanz	„Stimmi“ (gr.) auch „alabastrum“, da „stimmi“ in Alabastergefäßen transportiert u. aufbewahrt worden ist.	Schwarze Augenschminke; Schützt vor einer bakteriellen Augeninfektion u. vor dem bösen Blick. Heft 22, S. 19
Blei	„plumbum nigrum“ (Blei) „plumbum album“ (Zinn)	Plinius (NH 34, 166) erwähnt als Mittel gegen erotische Träume die Verwendung von Bleiplatten; ebenso sollen auf der Brust befestigte Bleiplatten der Kräftigung der Stimme gedient haben.



Glasfenster der Klosterapotheke von Olimje/Slowenien mit einem Bildnis von Dioskurides.

fällt und nichts Bleiartiges mehr übrig bleibt, dann nimm es heraus; halte dir aber die Nase zu, weil das Gas schädlich ist.“⁽³⁴⁾

Beide Autoren warnen vor den Dämpfen, die bei dieser Synthese entweichen. Heute wissen wir, dass ein Dunst aus giftigem Bleidampf, giftigem Arsenoxid, flüchtigen Zinkverbindungen und lungenreizendem Schwefeldioxid die Arbeiter belastet hat; und sollte heutzutage jemand versuchen diesen Versuchsablauf zu rekonstruieren, wäre der ätzende und stechende Geruch des entweichenden Schwefeldioxids die erste Beeinträchtigung, die den Experimentator veranlassen würde, Nase und Mund vor den schädlichen Auswirkungen dieses Prozesses zu schützen.

Bezogen sich die genannten Textstellen auf Blei, bzw. Bleidämpfe, so findet sich in NH 34, 176 eine, wenn auch sehr knappe, Warnung vor Bleiweiß und Bleiglätte:

„Es (gemeint ist Bleiweiß) dient außerdem auch als weiße Schminke der Frauen. Wird es aber getrunken, ist es tödlich wie Bleiglätte. Anschließend sei bemerkt: Wird Bleiweiß selbst erhitzt, so wird es rötlich.“

Und bei Dioskurides: „Seine (gemeint ist: Bleiweiß) Wirkung ist kühlend, epithelisierend, erweichend, granulationsfördernd, Schwellungen verringernd, Vernarbungen fördernd; es wird Wachssalben, fetten Pflastern und Tabletten zugesetzt, ist aber auch ein lebensgefährliches Gift.“⁽³⁵⁾

Galen

Einhundert Jahre später bilden die Werke von Dioskurides, Celsus, Plinius und nahezu 100 weiteren Autoren die Grundlage für das etwa 20 000 umfassende Gesamtwerk jenes Mannes, der als der bedeutendste Arzt der Antike in die Geschichte eingehen sollte: Galenos von Pergamon, besser bekannt als Galen.

Eines seiner letzten Werke trägt den Titel „De Antidotis“ und behandelt die Substanzen, die gegen Vergiftungen verwendet werden können. Von diesem Buch eine deutsche

Übersetzung aufzustöbern ist nicht einfach; schließlich wurde der Verfasser dieses Beitrags aber fündig im Anhang einer Dissertation, die 1980 am Fachbereich Pharmazie und Lebensmittelchemie der Philipps-Universität Marburg von Lutz Winkler eingereicht wurde.

Zum Begriff „Antidot“ schreibt Winkler: „Der Begriff des Antidotes ist in erster Linie von der Indikation geprägt. ... das Gegenmittel, Gegengift, ... Es ist aufzufassen als eine therapeutische oder prophylaktische Maßnahme gegen Gifte unter der Verwendung speziell geeigneter Arzneimittel, um die Giftwirkung im menschlichen Körper zu mildern oder gänzlich aufzuheben.“⁽³⁶⁾

Nach Galen kann ein Antidot gegen „Verletzungen durch Gifttiere“, „Krankheiten infolge einer verkehrten Lebensweise“ und „tödliche Gifte“, verabreicht werden. Von letzteren werden in Galens Werk 21 verschiedene angeführt und die Zusammensetzung möglicher Gegengifte beschrieben. Betrachtet man die Substanzen, die Galen „tödliche Gifte“ nennt, so fällt auf, dass seit mehreren hundert Jahren ein nur geringfügig veränderten Kanon an Giften – von Nikanders Quellen bis hin zu Galen – tradiert worden ist. Ganz offensichtlich ist in der pharmazeutischen Literatur der Antike die Verwendung von Bleiverbindungen ausführlich und zahlreich belegt – vorrangig unter dem Gesichtspunkt als Heilmittel.

Es wird durchaus auch vor der schädlichen Wirkung der im Giftkanon genannten Stoffe Bleiweiß und Bleioxid gewarnt – im Grunde spielt dieses aber eine untergeordnete Rolle.

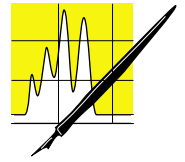
Die heutige Bedeutung von Galen liegt darin, dass uns durch ihn der Kenntnisstand der antiken Medizin gebündelt präsentiert wird und dass uns die Namen zahlreicher antiker Autoren erhalten sind, die in Vergessenheit geraten wären, da ihre Werke verschollen sind.

Der Weg seiner Gedanken über das Mittelalter bis in die Neuzeit ist abenteuerlich; dasselbe gilt auch für all die anderen Autoren. Keine ihrer Originalhandschriften ist erhalten.

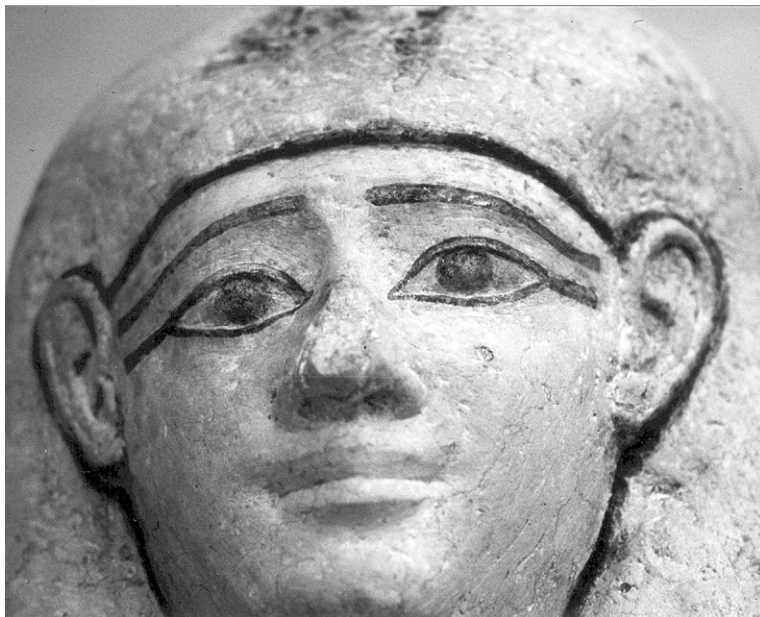
Bis zur Erfindung des Buchdrucks wurden Abschriften und Abschriften von Abschriften angefertigt. Originaltexte vom griechischen ins arabische und dann ins lateinische übersetzt, teilweise Wort für Wort. Der Aufbau von Schriften wurde im Laufe der Jahrhunderte verändert, umgestellt, ergänzt oder verkürzt.

Viele der in griechischer Sprache verfassten Schriften standen allmählich den medizinisch Interessierten nicht mehr zur Verfügung, da diese häufig die griechische Sprache nicht verstanden. So verlor sich im ehemaligen Westen des römischen Reiches der Kenntnisstand der antiken Medizin und im Laufe der Zeit breiteten sich allerlei abergläubische Praktiken aus.

Die Suche nach Erklärungen für das Auftreten von Krankheiten, das Beschreiben eines Krankheitsablaufes und die Entwicklung von Therapievorstellungen ausgehend von Krankheitsvorstellungen, wie es die Ärzte der Antike versuchten, wich religiösen Praktiken und Krankheit schien wieder durch Buße heilbar. Wallfahrten, Amulette, geweihtes Wasser und Wunderwasser, das beim Abwaschen der Reliquien anfällt fanden ihren Platz in der Volksmedizin.



AUFsätze



Kosmetik im Dienste der Gesundheit: Bleiglanz zum Schutz vor bakteriellen Augeninfektionen wurde bereits im Alten Ägypten verwendet. Der Lidstrich (der auch auf dieser Figur zu sehen ist) wurde bei den Ägyptern meistens aus einer Paste gemacht, die als wichtigen Bestandteil Bleisulfid enthielt, vermischt mit Wachs oder Honig.

Es scheint, als ob die Kenntnisse um die Gesundheitsgefährdung von Bleiverbindungen auch für einige Jahrhunderte in Vergessenheit geraten sei.

Erst gegen 1500 kommt durch den Bergbau und das Hüttenwesen in Europa ein Schrifttum auf, in welchem Bezüge auf die Gesundheitsgefährdung im allgemeinen und die Gefährdung durch Blei im besonderen zu erwarten wären – aber „Die ersten Schriften von Ärzten über Berufsschäden im Bergbau waren nur knappe Andeutungen, keine zusammenfassenden Darstellungen, trotz jahrelanger Beobachtungsmöglichkeiten als „Stadtärzte“ ... Auch später noch beklagte sich Samuel Stockhausen in seiner Schrift über die „Hüttenkatze“ (1656) über diese Interesselosigkeit der Ärzte.“⁽³⁷⁾

Drei dieser Veröffentlichungen sind das „Bergbüchlein“ des Freiburger Arztes und Bürgermeisters Rülein von Kalbe (Erstausgabe ca. 1500 in Augsburg), Agricolas „Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen“ (erschienen 1556) und das „Schwazer Bergbuch“ (1550).

Kalbes „Bergbüchlein“ fand weite Verbreitung und erlebte mehrere Neuauflagen. Es behandelte zahlreiche Fragen des Bergbaus; schweigt aber zu allen gesundheitlichen Gesichtspunkten.

In dem bekanntesten montangeschichtlichen Werk des 16. Jahrhunderts, Georg Agricolas „Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen“ (De Re Metallica), werden zwar die antiken Autoren Dioskurides, Galen, Nikander, Plinius und Xenophon erwähnt, ohne jedoch deren Hinweise auf die Giftigkeit von Blei zu übernehmen. Georg Agricola, der ein Zeitgenosse Kalbes war und diesen auch erwähnt, schreibt über alle denkbaren Gesichtspunkte, die im Zusammenhang mit „Bergbau“ und der Weiterverarbeitung des gewonnenen Rohstoffes eine Rolle spielen könnten. Sogar ein eigenes Kapitel widmet er den Unfällen der Bergleute und ihrer spe-

zifischen Krankheiten, die durch Wasser und Kälte, Trockenheit und Staub, Dämpfe und Gaseinbrüche hervorgerufen werden können.

„Auf den Gruben der Karpathen findet man Frauen, die sieben Männer gehabt haben, welche alle jene unheilvolle Schwindsucht dahingerafft hat. In Altenberg im Meißnischen findet sich schwarzer Hüttenrauch in den Gruben, der Wunden und Geschwüre bis auf die Knochen ausnagt. ... Auch gibt es eine Art von Cadmia, welche die Füße der Arbeiter, wenn sie vom Wasser naß werden, und auch die Hände zerfrißt, ebenso beschädigt sie die Lungen und Augen. ... In den Schächten, Feldörterern und Stollen, in denen die Härte des Gesteins durch Feuer setzen bezwungen wird, ist die Luft mit einem Gifte durchsetzt. ... Die Körper der Tiere, die von diesem Gift befallen werden, schwellen meistens sogleich an und verlieren jede Bewegung und jedes Gefühl, und gehen ohne Schmerzen zugrunde. ... Zu Plana, einer Stadt Böhmens, gibt es einige Höhlen, die zu gewissen Jahreszeiten böse Wetter aus Sauerbrunnen ausstoßen, welche die Lampen verlöschen und die Bergleute töten, die sich länger in ihnen aufhalten.“⁽³⁸⁾

Vielfältig lauende Gefahren – aber erstaunlicherweise kein Hinweis auf die Bleigefahr.

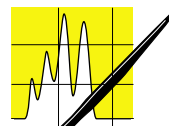
Die dritte Veröffentlichung ist das „Schwazer Bergbuch“, welches um 1550 im Bergbaurevier von Schwaz/Tirol entstanden ist. Neben juristischen Fragen, die durch den Bergbau aufgeworfen werden, findet man Beschreibungen der Entlohnung, der Arbeitsteilung, des Schmelzens von Blei zur Gewinnung von Silber – aber keine Hinweise auf die Gesundheitsgefährdung durch Blei.

Auch wenn die Gesundheitsgefahren, die durch Blei verursacht werden noch nicht beschrieben sind, beginnt sich in diesen Jahrzehnten doch eine Wende abzuzeichnen, denn allmählich treten zwei neue Begriffe im Sprachgebrauch auf, die „Bergsucht“ und die „Hüttenkatze“, von denen der erste eine Sammelbezeichnung verschiedener Lungenerkrankungen der Bergleute beschreibt, während der Begriff „Hüttenkatze“ im Laufe der Jahrzehnte die Leidensbezeichnung einer durch die Aufnahme von Blei verursachten Kolik wird.

Über die „Bergsucht“ wird ausführlich durch Paracellus berichtet. Es seien die klimatischen Bedingungen des Bergbaus, „Nebel im Berg“, „kelte und hiz“, „seuri aus den vitriolatis“, die diese Lungenerkrankungen hervorrufe. Und der in Goslar tätige Arzt Dr. Samuel Sockhausen, der die Arbeitsplätze der Bergleute aufsucht und aus eigener Anschauung ihre Leiden kennenlernt schreibt:

„Er habe daher die Symptome genau studiert, sei in die Gruben und Hütten gegangen und habe dort Beobachtungen gemacht und selbst die Dämpfe geatmet. Dadurch habe er viel gelernt und viel den Kranken genützt.“⁽³⁹⁾

Stockhausen bemerkt auch, dass es verschiedene Arten von Ausdünstungen und Dämpfen gibt und ist dadurch in der Lage, die Folgen der Quecksilbereinwirkung von denen einer Arsenvergiftung, die Folgen des Einatmens antimonhaltigen Rauches von den Reizungen durch Schwefelver-



bindungen, zu unterscheiden. Er differenziert in seinen Aufzeichnungen zwischen Hütten und Bergwerken und folgert, dass die „Hüttenkatze“ im Grunde nicht eine Krankheit der Bergleute, sondern derjenigen ist, die das Bleierz in der Hütte schmelzen und durch die dort auftretenden Dämpfe vergiftet werden. Es sei der dicke, gelbliche, süßliche Rauch, der nur in den Bleihütten vorkommt, der die gefährliche „Hüttenkatze“ verursacht und nicht der bei vielen anderen Schmelzprozessen auftretende mehr bläuliche, nach Schwefel riechende Rauch.

„Das wort Hüttenkatze aber rühret her von den ungläublichen schmerzen des bauches, wann die Patienten solche schmerzen außstehen, als ob ihnen eine lebendige Katze in den därmen verschlossen, dieselbe in tausend stücken zerreißen wolte, wodurch solche nothleidende personen sich auch einer unsinnigen Katzen, mit eusserlichen gebärden, schreyen, winseln, umherlauffen, und mit nageln kratzen nicht ungleich stellen, wie solches die Erfahrung bezeuget.“⁽⁴⁰⁾

Stockhausen schlussfolgert – und darin liegt seine übertragende Bedeutung für die Arbeitsmedizin, dass die „Hüttenkatze“ einzig eine Bleivergiftung sein kann.

Von der „Hüttenkatze“ zu regionalen Bleivergiftungsepidemien

War das Auftreten der „Hüttenkatze“ an Orte gebunden, in denen eine intensive berufliche Exposition mit Blei erfolgt ist, so finden sich quer durch Europa seit dem 16. Jahrhundert Beschreibungen eines epidemieartig auftretenden Krankheitsbildes, das der Beschreibung der Hüttenkatze gleicht, ohne in Verbindung mit einer durch Bergbau oder der Verhüttung von Bleierzen bedingten Bleiexposition zu stehen.

Stellvertretend für die betroffenen Regionen seien die Namen Poitou in Frankreich, Ulm in Süddeutschland und Devonshire in England genannt und stellvertretend für die Veröffentlichungen, die dieses Krankheitsphänomen beschrieben und versucht haben es zu deuten das Buch „Gesammelte wichtige Schriften zur Erkenntniß und Behandlung der Bleykolik. Von den Herren Tronchin, Strack, Hurham und Grashuis“, das 1784 in Leipzig erschienen ist.

Dieses Buch ist eine Sammlung mehrerer Artikel. Es enthält Übersetzungen von Tronchins „Abhandlung über die Kolik von Pointou“, Stracks „Medicinische Beobachtung über die hauptsächlich von der Gichtmaterie herrührende Kolik von Poitou“, Hurhams´ „Abhandlung über die Kolik, welche besonders im Jahr 1724 zu Devonshire epidemisch geherrscht hat“, Grashuis´ „Versuch über die Kolik von Poitou“ und ein Nachwort des Übersetzers.

Das Jahr 1572: Die Kolik von Poitou

Der Autor berichtete, dass die Krankheit ihren Namen nach dem französischen Ort Poitou erhalten hat, da dort um das Jahr 1572 eine Kolik ausbrach, welche im Jahr 1639 durch Citois, den Arzt des Kardinals Richelieu, beschrie-

ben worden ist. Seither heißt diese Krankheit „colica Pictorum“.

Ein Kapitel widmet Tronchin der Frage um die Ursachen der Kolik. Dabei unterscheidet er in „entfernte Ursachen“, die die „nächsten Ursachen“ auslösen. Zu den entfernten Ursachen zählen: „Rückbleibsel bestimmter Fieber“, „Gifte“, „häufiger Genuß saurer, herber Weine und gegorener Getränke“, „unterdrückte Ausdünstungen“, „Skorbut“, „Schwermuth“ und „Gemütsbewegungen“. Diese verursachen dann die „nächsten Ursachen“, zu denen beispielsweise verletzte Nerven, und die Unterbindung von körperlichen Absonderungen zählen. Blei sei eines der Gifte, die die Kolik auslösen können, schreibt Tronchin und beschreibt den Fall eines Gichtpatienten, den ein Quacksalber mittels verfälschten Zuckers zu heilen versuchte: „...anderthalb Pfund Bleyweiß für Zucker binnen fünfzehn Tagen. ... am zwölften Tage bekam der Kranke eine heftige rothe Ruhr und Fieber mit entsetzlichem Schneiden im Magen und Unterleibe.“

Tronchin weiß auch um die Leibschmerzen von Töpfern, die „irdene Gefäße mit Bleyglätte glasieren“ und die Situation der Maler:

„Sie sind meist kränklich und leben selten lange. ... Ihre Leyden ruhen von den verschiedenen Farben her, mit denen sie umgehen, von der Mennige, von Zinnober, vom Bleyweiße, ...“ „Ebenso übel sind auch diejenigen dran, welche bleyhaltiges Wasser trinken; wo zum Beyspiele bloß das in Cisternen gesammelte Regenwasser getrunken wird, und wo die Dächer mit Bleyplatten gedeckt sind.“ „Die nämliche schädliche Wirkung haben diejenigen Weine welche mit Bleyzucker oder Bleyglätte angemacht sind. Am meisten nachtheilig ist hierinnen der Rhein- und Moselwein“

Die Aufzählung mehrerer Ursachen für das epidemieartige Auftreten der Kolik, wie auch eine fehlende Differenzierung bei den Giften Zinnober, Firniß und Bleiverbindungen zeigen, dass Blei als einzige Ursache der „colica Pictorum“ noch nicht erkannt worden ist.

Ofenreste einer Schmelzanlage für die Bleigewinnung (S-Charl/Unterengadin)





Halden eines ehemaligen Bleibergwerks im Taunus (Abbildungen: Heitzmann).

Die Kolik von Devonshire

Die ersten Beschreibungen der Kolik von Devonshire lehnen die Erklärung einer bleiverursachten Kolikeydemie sogar ausdrücklich ab und bieten eine völlig andere Lösung an. Hurhams schreibt: „Im Anfang des Herbstes diesen Jahres nahm in ganz Devonshire eine Krankheit überhand, welche sehr epidemisch war und vorzüglich das gemeine Volk und unter diesen diejenigen am meisten befiel, welche sehr sparsam und schlecht leben mußten. ... Wenn ich mich nicht sehr irre so ist die Ursache dieser Krankheit mehr als zu offenbar – Es war nämlich in diesem Jahr das Obst so häufig, als irgend jemals, alle Zweige der Bäume hingen wegen ihrer Last bis zur Erde herab. ... Es nährte sich also das gemeine Volk bey diesem Überflusse fast ganz allein vom Obste; ...Ich zweifle daher keineswegs, daß der tägliche und anhaltende Genuß der aus Obst bereiteten Speisen und Getränke die Ursache dieser Krankheit gewesen sey weil ich gefunden habe, dass niemand, der sich dessen enthielt, davon befallen wurden.“

Im Nachwort der genannten Aufsatzsammlung verweist der Übersetzer auf den englischen Arzt Baker, der gegen Hurham zahlreiche Einwände geltend macht ⁽⁴¹⁾. Baker fällt nämlich auf, dass Hurhams Beschreibung der Kolik von Devonshire große Ähnlichkeit aufweist mit der Beschreibung der „colica Pictonum“ in Citois` Bericht aus dem Jahr 1617.

Deshalb bezweifelt er, dass derart unterschiedliche Ursachen – Blei in Pointou und die Säure der Äpfel in Devonshire – so ähnliche Krankheitsverläufe verursachen sollen. Auch gäbe es Personengruppen, die außergewöhnlich große Mengen an Essig konsumieren ohne auch nur die geringsten Anzeichen eine Kolik aufzuweisen. Baker kennt aber nicht nur die Beschreibung der „colica Pictonum“ sondern ist auch informiert über das Auftreten der Kolik in jenen Gebieten des Herzogtums Württemberg, in denen die Weine

mit süßen Bleisalzen verfälscht worden sind und es ist ihm bekannte, dass sehr saure Weine, wenn sie denn nicht mit Bleisalzen „geschönt“ sind, obwohl sauer, dennoch keine Kolik verursachen.

Der Herstellungsprozess von Cider durchläuft zahlreiche Schritte, bei denen dieses Getränk mit Blei in Kontakt kommen kann. Waren die Äpfel nicht reif genug, wurden Bleigewichte im Saft versenkt, damit dieser nicht zu sauer schmeckte; Apfelpressen waren mit Blei ausgekleidet um sie abzudichten; Steinrinnen, durch die der Saft floß, waren häufig mit Eisenklammern, die mittels Blei vergossen waren, miteinander verbunden. Und oft genug kam es vor, dass der fertige Cider in Bleibottichen gelagert wurde.

Mit Hilfe von Experimenten führte Baker den Nachweis, dass in den Cidersorten, die intensiven Kontakt mit metallischem Blei hatten, tatsächlich Blei nachzuweisen war: Die Zugabe einiger Tropfen Sulfid-Lösung zum Cider ergab einen dunklen Niederschlag – im Gegensatz zu Cider, der keinen Kontakt mit Blei hatte. Wenn dagegen letzterem Bleizucker zugesetzt wurde, ergab auch diese Probe mit Sulfid-Lösung einen schwarzen Niederschlag. Die Additionsmethode als analytisches Hilfsmittel !

Denjenigen, die die heilende Wirkung zahlreicher bleihaltiger Medikamente als Argument gegen den Vorwurf anführen, dass Blei im Cider eine Massenvergiftung hervorrufen könne, trat Baker mit dem Hinweis auf einen Fall entgegen, in dem ein Kranker mit Bleizucker und Cerussa behandelt wurde und dadurch zwar an seiner Krankheit geheilt, aber noch nach Jahren an den Folgen einer Bleivergiftung zu leiden hatte.

Eberhard Gockel entdeckt 1696 die Ursache der Vergiftungsepidemien in Ulm. Ende des 17.Jh. kam mehrere Jahre lang zu kriegerisch bedingten Beeinträchtigungen des Weinanbaus und zu klimatisch bedingten Beeinträchtigung von Weinmenge und Güte.

Das Maunder Minimum

In der Klimakunde wird der Zeitraum 1675 – 1715 als Maunder Minimum bezeichnet, einer Phase verminderter Sonnenfleckenaktivitäten, deren Auswirkungen auf das Klimageschehen der Erde zum ersten Mal Maunder, ein Mitarbeiter am Observatorium in Greenwich, beschrieben hat.

Die Folgen der kurzen, häufig verregneten Sommer und der niedrigen Temperaturen waren regional unterschiedlich, hatten aber häufig auf Qualität und Quantität der Weinträge verheerende Auswirkungen.

Aus einer Chronik über das Jahr 1689: „...Dann es weheten mehrentheils die jahre durch, oder doch zu den zeiten die nordwinde, da sie dem wachstum am schädlichsten waren; und ward dadurch die wintersaat in dem herbst und die sommersaat in dem frühling geschrecktet, dass sie nicht zu kräften kommen können. Der Weinwachs bekam auch seine anstöße, daß er nicht zu rechter zeit blühen, oder doch wegen der allzu zeitigen Fröste nicht völlig reifen können.“ Zitiert aus: ⁽⁴²⁾

In der Folge wurde in zahlreichen Weinbauregionen Württembergs der vorhandene Wein „geschönt“. Während dieser Zeit hatte Eberhard Gockel die Stelle eines

Stadtarzt in Ulm inne und war dadurch auch zuständig für die Betreuung der Bewohner einiger Klosteranlagen in der Umgebung von Ulm. In zweien dieser Klöster trat im Jahr 1694 die „colica Pictonum“ auf. Gockel waren die Krankheitssymptome nicht unbekannt, kannte er doch Stockhausens Schrift über die Hüttenkatze, die 50 Jahre zuvor erschienen war. Dennoch herrschte Unkenntnis über die Ursache der Erkrankungen in Ulm, wo bereits mehrere Todesfälle zu beklagen waren. Schließlich waren es zwei Beobachtungen, die das Geheimnis lüfteten: Zum einen bemerkte Gockel, dass Mönche, die keinen Wein tranken, von der Kolik verschont blieben und zum anderen mußte er selbst die Erfahrung heftiger Koliken erleiden, nachdem er im Anschluß an seine Krankenbesuche mehrmals mit Wein aus den klösterlichen Kellern verköstigt worden war. Ein Ortstermin führte zum Auffinden eines Weinbehälters, der eine große Menge sedimentierter Substanz, die sich als Litharge erwies, enthielt. Lieferant dieser Charge war ein Weinhändler aus Göppingen.

Während die Stadtärzte aus Göppingen und Heidenheim, zwei weinexportierenden Regionen, die Unbedenklichkeit der Schönung mit Bleiverbindungen bestätigten, konnten in Regionen ohne materielle Abhängigkeit vom Weinanbau, kritische Stimmen gegenüber der „Schönung“ leichter Gehör finden. Gockels Hinweise auf den Zusammenhang der „colica Pictonum“ und der Weinfälschung mittels Litharge, überzeugten den Leibarzt des Herzogs von Württemberg und dadurch den Herzog, so dass dieser ein Edikt verordnete, in welchem Weinhändler, die gefälschte Weine verkauften und jene, die um Fälschungen wissen, aber dieses nicht melden, mit harten Strafen belegt wurden. Dieses Edikt reihte sich ein in eine Reihe von Verboten der Weinfälschung, die es schon seit Jahrzehnten in Form von Polizeiverordnungen gab.

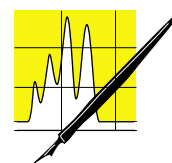
Der unsichere Nachweis von Blei, verbunden mit dem positiven Ansehen, das Bleiverbindungen in der Medizin besaßen, erschwerte jedoch eine konsequente Anwendung der Verbote.

CLB

Literatur

- ¹ Vogt, H.-H., „Blei – ein historisches Umweltgift“, CLB 6, 309-310, (1987)
- ² Heitzmann, U., „Die Kulturgeschichte des Bleis und seiner Verbindungen“, CLB 6, 241-245, (1997)
- ³ Heitzmann, U., „Die Spuren des griechischen und römischen Bleibergbaus“, CLB 5, 173-177, (2002)
- ⁴ Neubauer, U., „Moore erzählen die Geschichte der Umweltverschmutzung“, CLB 12, 450-455, (2004)
- ⁵ Kobert, R., „Chronische Bleivergiftungen im klassischen Altertume“. In: Diergart, P., (Hrsg.) „Beiträge aus der Geschichte der Chemie“, 103 – 119, Wien, (1909)
- ⁶ Fuchß, H., Bruns, H., Haupt, H., „Die Bleivergiftungsgefahr durch Leitungswasser“. Bearbeitung des Materials der Leipziger Bleivergiftungsfälle im Jahre 1930 vom juristischen, hygienisch-medizinischen und chemischen Standpunkt“. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, (1938)

- ⁷ Koelsch, F., „Beiträge zur Geschichte der Arbeitsmedizin“. Schriftenreihe der Bayerischen Landesärztekammer Bd. 8, (1968)
- ⁸ Lehnert, G., Szadkowski, D., „Die Bleibelastung des Menschen“, Verlag Chemie, Weinheim, (1983)
- ⁹ Gmelin – Handbuch Blei. Band: Historisches, S. 22
- ¹⁰ Gmelin, a.a.O., S. 25/26
- ¹¹ „Der Neue Pauly. Enzyklopädie der Antike“ Bd.2, (1997)
- ¹² Weeber, K.-W., „Smog über Attika. Umweltverhalten im Altertum“, S.174
- ¹³ Koelsch, a.a.O., S. 64
- ¹⁴ Lehnert/Szadkowski, a.a.O., S. 3
- ¹⁵ Dr. Robert Fuchs „Hippocrates – Sämtliche Werke“, „Die epidemischen Krankheiten“ 4.Buch, Kapitel XXV, München, (1895)
- ¹⁶ Dr. Grimm: „Hippocrates Werke. Aus dem Griechischen übersetzt“, Glogau, (1837)
- ¹⁷ Littré. Hippocrate, Vol. 5, 25, S.167, (1846)
- ¹⁸ Waldron, T., „Did Hippocrates describe lead poisoning“, Lancet, Dec.16, (1978)
- ¹⁹ „Xenophon“ (Erinnerungen an Sokrates, Buch 3, Kapitel 6,12), Emil Vollmer Verlag
- ²⁰ Gmelin, a.a.O., S. 22
- ²¹ Koelsch, a.a.O., S. 63
- ²² zitiert nach Sigerist aus „Galens Schrift `De Antidotis` - Ein Beitrag zur Geschichte von Antidot und Theriak Diss. Marburg, S. 17, Lutz Winkler, (1980)
- ²³ Gow, A.S.F., Scholfield, A.F., „Nicander. The poems and poetical Fragments“. University Press, Cambridge . S.99 (1953)
- ²⁴ Kobert a.a.O., S. 106
- ²⁵ Gow, A.S.F., a.a.O., S. 135
- ²⁶ „Der Neue Pauly“, a.a.O.
- ²⁷ Ihm, S., „Die verlorene Kröte“ in: Rheinisches Museum für Philologie 141, S.152ff, (1998)
- ²⁸ Vitruvius: „On Architecture“ Book VIII, 6.10. (Englische Übersetzung aus dem Internet)
- ²⁹ Schneider, H. „Einführung in die antike Technikgeschichte“, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 87, (1992)
- ³⁰ „Plinius der Jüngere. Briefe“, Reclam Universal Bibliothek Bd. 7787, S.22
- ³¹ Reclam Universal Bibliothek, a.a.O., S. 32
- ³² „Plinius der Ältere über Blei und Zinn“. Werkheft(e). Attempo Verlag. Hrsg.: Projektgruppe Plinius des Arbeitskreises „Archäometrie“ in der GdCh.
- ³³ NH 34, 167
- ³⁴ „Pedanius Dioscurides aus Anazarba“, (V.81,4), Altertumswissenschaftliche Texte und Studien, Olms-Weidmann, Bd. 37, (2002)
- ³⁵ „Pedanius Dioscurides aus Anazarba“, (V.88,6), a.a.O.
- ³⁶ Winkler, L., a.a.O., S. 42
- ³⁷ Koelsch, F., a.a.O., S.129
- ³⁸ Georg Agricola „De re metallica. Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen“. Fourier-Verlag, S.185
- ³⁹ zitiert nach Koelsch in „Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“, Bd. I, 41-43, (1924)
- ⁴⁰ zitiert nach Koelsch in „Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“, Bd. I, 41-43, (1924)
- ⁴¹ „An Essay concerning the cause of the Endemical Colic of Devonshire“ by Georg Baker. (Internetversion)
- ⁴² „Klimageschichte Mitteleuropas“, Rüdiger Glaser, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, (2001)



AUFsätze

CTA-Ausbildung der TBS1 lädt Realschüler zur Goldherstellung ein

Junge Chemiker im Goldrausch

Seit Urzeiten übt Gold auf die Menschen eine magische Anziehungskraft aus. Um in den Besitz dieses Edelmetalls zu kommen, wurden Menschen getötet und ganze Völker ausgerottet. Wesentlich friedlicher erfolgte die Goldgewinnung an der Technischen Beruflichen Schule 1 (TBS 1) in Bochum. Insgesamt 70 Bochumer und Dortmunder Realschüler waren zu Gast in der Ausbildungsstätte chemisch-technischer Assistentinnen und Assistenten (CTA) und konnten einen Tag lang Laborluft schnuppern und dabei aus Industrieabfällen Gold zurückgewinnen.

Im Vordergrund der Veranstaltung stand dabei weniger die Theorie als vielmehr das selbständige Durchführen physikalischer und chemischer Versuche. In Kleingruppen wurden die Gastschüler von Auszubildenden des zweiten und dritten Lehrjahres beim Experimentieren betreut.

Ausgangspunkt war eine goldhaltige Abfalllösung der Halbleiterindustrie, die der Chemieabteilung der TBS1 zur Verfügung gestellt wurde. Den Goldgehalt sollten die Gastschüler ermitteln. Dafür stand ihnen moderne Analytik zur Verfügung: Mit einem Atomabsorptionsspektrometer konnte der Goldgehalt in der untersuchten Lösung gemessen werden. Je nach Kleingruppe enthielt der Industrieabfall 1 bis 7 Gramm Gold pro Liter.

Mit Hilfe der Analyse war es den Schülern möglich vorherzusagen, wie viel Gramm Gold am Ende des Tages als Nugget vorliegen mussten. Doch bis zum fertigen Gold war es noch ein weiter Weg – eine Reise durch die faszinierende Welt der Chemie und Physik...

Die Metamorphose

Aus unedlen Metallen Gold herzustellen war das große Ziel der Alchemisten. Dafür benötigten sie den „Stein der Weisen“, der diese Metamorphose erst möglich machen sollte. Doch es geht auch ohne „lapis philosophorum“. Versetzt man eine wässrige Lösung mit dem unedlen Metall

Zink und rührt die Mischung gut durch, so scheidet sich Gold ab und das Zink löst sich auf. Einen kleinen Haken hat die Sache allerdings: Es kann sich nur dann Gold abscheiden, wenn in der wässrigen Lösung schon vorher Gold enthalten war. Also handelt es sich hier nicht um eine Umwandlung von Zink in Gold, wie sie unsere Ahnen anstreb-

Realschüler zu Gast an der TBS1 (von oben): Von der Johann-Gutenberg-Realschule aus Dortmund, der Realschule Höntrop aus Bochum und der Annette-von-Droste-Hülshoff-Schule aus Bochum (alle Fotos: IT).



ten, sondern um eine chemische Reaktion zwischen Zink-Metall und dem in der Abfalllösung gelösten Gold. Der Antrieb dieser chemischen Reaktion, die der Fachmann als Zementation bezeichnet, ist auch nicht philosophischer Natur. Vielmehr handelt es sich um eine Redoxreaktion, die durch eine Potentialdifferenz zwischen den beteiligten Ionen und Metallen verursacht wird. Bei den ablaufenden chemischen Prozessen werden Elektronen vom Zink auf Goldionen übertragen. Ähnliche Reaktionen finden auch in Batterien statt, deren Potentialdifferenz als Spannung auf dem Mini-Energiespeicher angegeben ist.

Die Enttäuschung

Der erste Reaktionsschritt brachte eine Menge enttäuschter Gesichter. Wo war das Gold? Nach der Filtration der Reaktionsmischung blieb nur ein graues Pulver auf dem Filterpapier zurück – vom Glanz des gesuchten Edelmetalls keine Spur. Die Ursache war insbesondere der große Zinküberschuss. Um sicher zu stellen, dass auch wirklich alles an Gold aus der Abfalllösung abgeschieden wurde, musste mehr Zink eingesetzt werden, als für die chemischen Prozesse nötig war. Das graue Pulver war also eine Mischung aus Zink und, so hofften alle, Gold. Doch wie trennt man Gold von Zink?

Die Reinigung

Wie allgemein bekannt, ist Gold sehr edel, während Zink äußerst unedel ist. Diesen Umstand kann man für die Trennung der beiden Metalle ausnutzen. Unedle Metalle lösen sich in Säuren wie Essig- und Salzsäure, Edelmetalle wie Kupfer, Silber und Gold jedoch nicht. Gold wird noch nicht einmal von der starken Salpetersäure angegriffen, die jedoch Kupfer und Silber zu lösen vermag. Daher rührt auch die Bezeichnung Scheidewasser für die

Salpetersäure, da man mit ihrer Hilfe Gold von anderen Metallen scheiden, sprich trennen kann.

Auch die Laborgäste wählten konzentrierte Salpetersäure, um „ihr“ Gold von den Verunreinigungen zu befreien. Nach wenigen Minuten wandelte sich so das graue Pulver in ein braunes Pulver um. Von glänzendem Gold noch immer keine Spur.

Um das zu verstehen, muss man philosophisch anmutende Fragen beantworten: „Wann ist das Element Gold ein Metall?“. Metalle zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus: Sie leiten sehr gut elektrischen Strom und Wärme und haben den für Metalle typischen Glanz. Diese Eigenschaften weist jedoch ein einzelnes Goldatom noch nicht auf. Es leitet weder den elektrischen Strom noch glänzt es. Auch zwei Atome sind noch kein Metall. Erst wenn sich sehr viele Goldatome zu einem großen Verbund zusammengeschlossen haben, treten die metallischen Eigenschaften zu Tage. Das von den Schülern hergestellte Gold war jedoch ein so feines Pulver, dass die kleinen Partikel noch keinen metallischen Verbund bildeten. Erst das Erhitzen auf über 1000 °C brachte das gewünschte Ergebnis...

Das Schmelzen

Reines Gold schmilzt bei 1064°C. Für das Goldprojekt hat die Heraeus Stiftung der TBS 1 einen Schmelzofen finanziert. Mit diesem Schmelzofen konnte das gereinigte Goldpulver nach der Trocknung aufgeschmolzen und schließlich gegossen werden.

Dem Erkalten meist ein kreisrunder Goldklumpen mit einer Masse von bis zu 20 Gramm erhalten, der dann bergmännisch von der Schlacke befreit werden musste.

Erst jetzt war auch der letzte Zweifler überzeugt, dass die ursprünglich braune und stinkende Flüssigkeit tatsächlich eine große



Bestimmung des Goldgehaltes mit Atomabsorptionsspektrometrie. Darunter: Zink in der Abfalllösung fein verteilt.

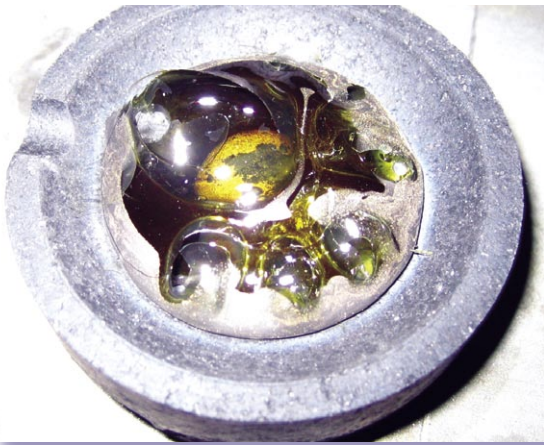
Menge an echtem Gold enthält. Doch wie rein war das erhaltene Edelmetall?

Die Qualitätsprüfung

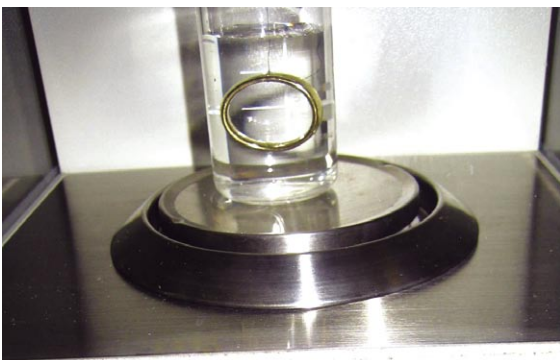
Eine Möglichkeit wäre gewesen, den Goldgehalt in dem Nugget mit der Eingangs erwähnten Atomabsorptionsspektrometrie zu bestimmen. Doch diese Methode arbeitet nicht zerstörungsfrei. Zunächst hätte das Gold wieder aufgelöst werden müssen und eben dies sollte vermieden werden.

Salpetersäure reagiert heftig mit dem Zink-Gold-Gemisch. Während sich dabei das Zink in der Salpetersäure auflöst, bleibt das Gold als braunes Pulver zurück.





Oben: Unter der Schlacke schimmert Gold. Darunter: Tradition in Bochum: Bergmännischer Abbau von schwarzem Gold. Unten: Hier die Dichtebestimmung eines Eherings. Der Ring hängt an einem dünnen Metallfaden und schwebt so im Wasser, dass er die Wände und den Boden nicht berührt. Der Ring verdrängt 0,5706 Gramm Wasser – folglich hat er ein Volumen von 0,5706 Millilitern (die Dichte von Wasser ist 1 g/ml).



Bereits in der Antike beschäftigten sich Wissenschaftler mit der Frage, wie der Goldgehalt einer Münze, eines Schmuckstücks oder eines Barren geprüft werden konnte. Viele Händler standen in Verdacht, mit „schlechtem Gold“ ihre Steuern zu bezahlen. Eine elegante Lösung des Problems nutzt die ungewöhnlich hohe Dichte des Goldes zur Echtheitsbestimmung. Je höher die Dichte einer zu prüfenden Legierung, desto höher ist der Anteil an Gold. Während Messing (eine Legierung aus Kupfer und Zink) eine Dichte von etwa 8 kg pro Liter aufweist, hat der König der Metalle eine Dichte von 19,3 kg pro Liter. Doch wie kann man die Dichte einer Münze oder eines Schmuckstückes bestimmen? Hierbei hilft das Auftriebs- beziehungsweise Verdrängungsprinzip, das von Archimedes zur Dichtebestimmung entwickelt wurde. Dafür wird der zu prüfende Gegenstand zunächst gewogen, um die Masse zu bestimmen. Das Volumen kann man ermitteln, indem der Gegenstand an einem dünnen Faden hängend vollständig in ein Gefäß mit Wasser getaucht wird, das auf einer Waagschale steht. Der Gegenstand verdrängt beim Eintauchen Wasser. Die Menge an verdrängtem Wasser wird von der Waage angezeigt und entspricht dem Volumen des Gegenstandes. Dividiert man schließlich die Masse des Gegenstandes durch sein Volumen erhält man seine Dichte.

Auch die Schüler konnten auf diese Weise den Goldgehalt ihres Nuggets testen. Sie wogen das Goldstück zunächst mit einer Analysenwaage. Schließlich befestigten sie das Nugget an einem dünnen Faden und tauchten es in ein Glas mit Wasser, das auf einer Waage stand. Die berechnete Dichte von etwa 18,2 bis 19,0 kg pro Liter bewies den sehr hohen Goldgehalt, der etwa 23 Karat entspricht.

Wenngleich es den jungen Besuchern verwehrt blieb, das hergestellte Goldstück mit nach

Hause zu nehmen, so galt dies nicht für die vielen Eindrücke, die sie an diesem Tag sammeln konnten. Für viele war es das erste Mal, dass sie in einem echten Labor experimentieren durften. Der Umgang mit konzentrierten Säuren, rotglühenden Grafitteigeln und echtem Gold hat diesen Tag sicherlich zu etwas ganz Besonderem gemacht.

Dr. Ingo Tausendfreund

FUTUREPHASELAB

DOKIMASIE GESTERN UND HEUTE

Etliches in dieser CLB-Ausgabe dreht sich um Gold und Blei. Tatsächlich gibt es auch ein Verfahren, bei dem sich beide Metalle zusammen im Einsatz befinden: die „Dokimasie“ (griech. dokimasia = Prüfung). Es ist ein Verfahren zur Bestimmung von Gold in Erzen (siehe diese CLB ab Seite 292, insbesondere Seiten 297 und 298, sowie die CLB 01-2004, Seiten 18-24: Dokimasie – gestern und heute). Diese trockenchemische Analyse goldhaltiger Erze besteht in einem Schmelzen der Probe mit einem bleihaltigen Aufschlussmittel, dem anschließenden Verdampfen des Bleis („Treibprozess“) und einer gravimetrischen Bestimmung des Goldanteils. Heute hat man die Dokimasie mit Robotern automatisiert (Foto: Trennung der Bleischmelze von der Schlackenphase in einem beheizten Separatortiegel; Maschinenfabrik Herzog GmbH & Co., Osnabrück).



Ob Fiona Schrödinger, die Forschungschefin der FuturePhaseLabs, in einem früheren Leben nicht eine arme alte Hexe war und in unerquicklicher Beziehung zu einem Vorfahren von Dr. Hubert Obermeier befand – der selbst vor den Unbilden des Mittelalters nicht gefeit war, ist jedoch eine eher haltlose Vermutung ;-)



Bald 55 Jahre Institut Dr. Flad in Stuttgart: Noch kein Unterrichtsausfall Mehr als nur Chemie – Spitzenposition als Anspruch

„Wer nur die Chemie versteht, versteht auch die nicht recht“ ist das Motto des Instituts Dr. Flad in Stuttgart. Dies kennzeichnet das Bestreben der Schule, neben qualitativ abgesichertem Fachwissen – das Institut ist seit 1998 als erste Chemieschule Deutschlands ISO-zertifiziert – ethische, soziale und ökologische Werte zu vermitteln. Nur aus der Integration all dieser Bereiche entsteht die Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen in den anspruchsvollen Berufswegen eines Chemisch-technischen Assistenten bzw. verwandter Berufe.

Schon immer war es Dr. Flad ein Anliegen, mehr zu vermitteln als den vorgeschriebenen Lehrstoff. So kümmert sich das „Institut Dr. Flad – staatlich anerkanntes Berufskolleg für Chemie, Pharmazie und Umwelt“ auch, falls gewünscht, um soziale Belange der Schülerinnen und Schüler. Konsequenter Weise gehören zur Schule ein Wohnheim und eine Schulmensa, Begegnungszentren der Studierenden. Und manchmal korrigiert man auch Fehlentwicklungen mit persönlichem Nachdruck. Wolfgang Flad weiß sich an einen Fall zu erinnern, wo ein Student sich wohl überfordert

sah und bei der Assistentin der Institutsleitung „so im Vorbeigehen im Treppenhaus“ seine Abmeldung abgeben wollte. Bei Frau Frey war der Schüle des 50. Lehrgangs mit diesem Vorhaben exakt an der richtigen Adresse. Der „Prüfungsstressfloh“, den Freunde dem Schüler ins Ohr gesetzt hatten, wurde in einem langen, vertrauensvollen Gespräch beseitigt. Das Abmeldebriefchen landete nach dem Beratungsgespräch im Papierkorb, und der Schüler zog seine Ausbildung bis zum staatlichen Examen durch. „Gott sei Dank war Frau Frey im richtigen Moment für mich da“, erinnerte sich der Schüler bei der Zeugnisausgabe im Juli 2001 dankbar.

Beginn vor 55 Jahren

Kein Wunder, dass sich die Schülerinnen und Schüler wie in einer Familie fühlen, den „Fladianern“. Wie die Schulleitung bislang drei Generationen umfasst finden sich auch einzelne Schüler, deren Großmütter oder -väter bereits das Institut Dr. Flad besuchten. Gegründet wurde es am 1. Oktober 1951 von Dr. Manfred Flad, der jetzt am 15. August seinen 93. Geburtstag feierte. Auf 100 Quadratmetern eines angemieteten ehemaligen Fabrikgebäudes richteten sich 15 bereits ange-

meldete, gar nicht mehr so junge Herren – teils Spätheimkehrer aus dem Zweiten Weltkrieg – ihre Schulräume ein. 15 junge Damen ergänzten dann den ersten Lehrgang.

Berufstätige Fladianer erfreuen sich jetzt der Förderung durch „Stuttgarter Kurse“, einem kostenlosen Weiterbildungsangebot. Dies oder die mit „Schwaben International“ ausgeschriebenen Auslandsstipendien sowie die Freiplätze zeigen die gemeinnützige Basis des Instituts auf.

Mit einer rastlosen Umtriebigkeit und dem feinen Gespür für notwendige Entwicklungen und Netzwerkbildungen übernahm dann in einem nahtlosen Übergang Wolfgang Flad die Institutsleitung. Sein in der Einleitung zitiertes Motto, das der Physiker und Schriftsteller Georg Christoph Lichtenberg (1742 – 1799) prägte, der 1770 Professor für Mathematik in Göttingen war und bis heute durch seine Lichtenberg-Figuren mit Bärlappsporen in Plasmaentladungen bekannt ist, wird ergänzt durch einen Anspruch: immer erste Wahl zu sein. Diesen Anspruch überträgt Wolfgang Flad auch auf das Institut, seine Mitarbeiter und Studenten. So ist er stolz, berichten zu können, in den nunmehr 55 Jahren des Bestehens sei noch niemals eine Unterrichtsstunde ausgefallen.

Jetzt gibt es gelegentlich Schüler, die in dritter Generation das Institut Flad besuchen; Fladianer der zweiten Generation sind so oft anzutreffen, dass man schon fast von einem Regelfall sprechen kann. Nicht unbedingt die Regel bei Chemieschulen: Viele der Absolventinnen und Absolventen fanden und finden durch das Institut Flad einen Arbeitsplatz.

In die Institutsleitung wächst jetzt ebenfalls die dritte Generation hinein, Dr. Ulrike Stephanie

Wolfgang und Ulrike Flad – und der Senior Manfred Flad, der Gründer des Instituts.



Flad. Sie studierte an der Universität Hohenheim Agrarbiologie und erlangte ihren Dokortitel mit einer Arbeit im Bereich des Pflanzenschutzes. Forschungserfahrung sammelte sie bei der Bayer AG sowie beim Bundesamt für Landwirtschaft in Wien. An der Wiener Universität für Bodenkultur war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin. Was wird sie alles einbringen? UNESCO-Modellschule ist das Institut bereits (siehe unseren Bericht in CLB 07-2006 über den Besuch des UNESCO-Generalsekretärs Dr. Koichiro Matsuura Anfang Juli in dem Institut), ebenso eine „Schule ohne Rassismus“ (siehe Kasten „Schulprofil“). Die GDCh verleiht den „Manfred und Wolfgang Flad-Preis“ für herausragende Experimentalchemie. Das Institut war Initiator des „Grand Prix Chimique“ – und in dem Wettbewerb erfolgreich: Zwei Fladianerinnen und ein Fladianer haben einmal Gold und zweimal Silber mit nach Hause nehmen können.

Es gibt vielfältige internationale Verbindungen, man ist aber auch „stark vor Ort“: Schon zwölfmal richtete man die „Stuttgarter Chemietage“ aus. Mit 350 Ausbildungsplätzen stellt das Institut einen gewichtigen Anteil der CTA-Ausbildungsplätze des Landes Baden-Württemberg zur Verfügung. Es liegt aber wohl in der Familie, dass sich die 3. Flad-Institutsleiter-Generation den Herausforderungen stellt, auch mit den Ansprüchen wie bisher: Alle zusätzlichen Aktivitäten der Schule haben auch den Zweck, einen positiven Einfluss auf den Schulalltag rückzukoppeln und damit die Ausbildungsqualität anzuheben.

Traditionen erfolgreich in die Zukunft führen

Dr. Ulrike Flad ist derzeit für die Bereiche Umwelt und Biotechnologie zuständig und unterrichtet Biologie und Ökologie. Darüber hinaus betreut sie auch die internationalen Projekte, die europa- und weltweiten Kontakte des

Instituts. Zu ihrer Entscheidung, das Institut Flad in dritter Generation weiter führen zu wollen, meint sie: „Für mich ist es aber erst einmal wichtig, den gesamten Schulalltag hinter den Kulissen kennen zu lernen. Ich bin froh darüber, dass mein Vater noch nicht ans Aufhören denkt. Die Leitung einer so großen und bedeutenden Schule erfordert schließlich weit reichende Kenntnisse, sei es im Management, in Menschenführung, in Pädagogik, Recht, Betriebswirtschaft – um nur einige Punkte zu nennen. Zu-

dem sind über Kenntnisse hinaus Erfahrungswerte gefragt, und die bekommt man schließlich nicht über Nacht. Für mich geht es zunächst darum, die über Jahrzehnte gewachsenen Strukturen zu studieren und die Kontakte, die für die Führung notwendig sind. Auf dieser Basis kann ich dann später meine eigenen Konzepte, meinen eigenen Stil entwickeln. Schließlich möchte ich nicht mit funktionierenden Konzepten brechen, sondern gewachsene Traditionen erfolgreich in die Zukunft überführen.“ RK

Schulprofil des Berufskollegs Institut Dr. Flad

Zu den Aufgaben einer berufsbildenden Schule gehören nach der Überzeugung der Schulleitung neben einer sehr guten Ausbildung auch Bildung und Erziehung. Das Institut ist seit 1988 UNESCO-Projektschule und fühlt sich den Empfehlungen der UNESCO verpflichtet.

Chancengleichheit in der Bildung

Für die Chancengleichheit in der Bildung setzt sich das Institut Dr. Flad seit Jahrzehnten ein. Es tut dies u.a. dadurch, dass nach Möglichkeit weder zwischen In- und Ausländern noch zwischen begütert und bedürftig unterschieden wird. Hierzu stellt die Schule seit Jahrzehnten zinslose Darlehen, Freiplätze und Stipendien zur Verfügung.

Rassismus und Menschenrechte

Seit der Gründung des Berufskollegs ist das Institut Dr. Flad eine international ausgerichtete Schule, die bis heute SchülerInnen aus 55 verschiedenen Ländern ausbildete. Die ausländischen SchülerInnen sind vollständig integriert. Seit 1996 ist das Berufskolleg „Schule ohne Rassismus“ und wird dieser Verpflichtung durch regelmäßige Seminare, Workshops und Einladungen an Gastreferenten gerecht.

Umwelterziehung

Seit Jahrzehnten betreibt die Schule aktiv Umwelterziehung gemäß den Empfehlungen der UNESCO. Sie tut dies im Rahmen des Unterrichts und außerdem bei nationalen und internationalen Umweltprojekten, teils als Koordinierungsstelle. Einige Beispiele: • UNESCO-Projekt „Baltic Sea“ – Elbe-Projekt; • UNESCO-Projekt „Blue Danube River“; • GLOBE (Global Learning and Observation to Benefit the Environment);

- G.R.E.E.N. (Global Rivers Environmental Education Network);
- Organisator des Lokalen Earth Day in Stuttgart seit 1997;
- Einsatz des Labormobils zur Umwelanalytik in ganz Deutschland

Nachhaltigkeit

Im September 2005 wurde das Institut Dr. Flad für die „Systemische Verankerung der Bildung für nachhaltige Entwicklung in Unterricht und Schulleben“ als offizielles Projekt der Weltdekade der Vereinten Nationen 2005-2014 ausgezeichnet. Derzeit gibt es an der Schule ein Theaterprojekt zum Thema „Nachhaltigkeit“. Auch die regelmäßigen Ausflüge zu Weltkulturerbe-Stätten werden einem Aspekt der Nachhaltigkeit gerecht.

Internationale Ausrichtung

Die Schule pflegt Kontakte zu Partnerschulen in Frankreich und Tschechien und bietet die Möglichkeit zum Schüleraustausch. Eine Teilnahme am Grand Prix Chimique, einem vom Institut Dr. Flad entwickelten internationalen Berufswettbewerb für CTAs, ist möglich. Außerdem bietet das Institut als Mitglied der ISA (International Schools Association) die internationale Abschlussprüfung an, so dass einer Berufstätigkeit im Ausland nichts mehr im Wege steht.

Schlüsselqualifikationen

Seit 1994 ist die Schule Anbieterstelle des Internationalen Jugendprogramms. Zahlreiche SchülerInnen haben Auszeichnungen in Bronze, Silber oder Gold bislang erhalten und durch ihr vielfältiges Engagement Qualifikationen wie z.B. Teamfähigkeit, Disziplin, Ausdauer oder Aufgeschlossenheit unter Beweis gestellt.

Proteine, Gene und Hormone

Proteine leuchten rot, wenn sie zusammenarbeiten: Einigen Biologen vom Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung und von der Universität zu Köln ist es gelungen, mittels eines von ihnen entwickelten rot fluoreszierenden Proteins (RFP) die Wechselwirkungen zwischen Proteinen in einer Zelle sichtbar zu machen.

Herzinfarkt ist in Deutschland für 60 000 Tote jährlich verantwortlich. Wissenschaftler der Medizinischen Universitätsklinik Heidelberg haben erstmals den Zusammenhang zwischen einem niedrigen Blutspiegel des Hormons Adiponektin mit einer Schädigung der Herzkranzgefäße hergestellt. Anscheinend hat Adiponektin einen Schutzeffekt auf die Herzkranzgefäße. Mit Hilfe des Adiponektin kann die Diagnose von Arteriosklerose verfeinert werden.

TNF alpha (tumor necrosis factor alpha) spielt bei der Abwehrreaktion des Körpers eine wichtige Rolle. Es bindet an Rezeptoren auf Blutgefäßzellen und verändert so die Durchlässigkeit der Gefäßwände. Forscher des NGFN (Nationales Genomforschungsnetz) fanden nun einen weiteren Signalweg, an dem TNF alpha beteiligt ist: Bruchstücke des Botenstoffs wandern zum Zellkern und setzen ein Notfallprogramm in Kraft, so dass vermehrt Botenstoffe gebildet werden, die die Immunantwort verstärken.

Die Entschlüsselung von Genen für Kälteresistenz ist das Ziel eines internationalen Forschungsprojekts unter Beteiligung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven. Die Kieselalge *Fragilariopsis cylindrus* ist im Nordpolarmeer und in der Antarktis verbreitet. Diese Population speist das gesamte Ökosystem Polarmeer. Durch den Vergleich mit Genomen von Kieselalgen aus den gemäßigten Breiten hoffen die Wissenschaftler, die Gene zu identifizieren, die für die Anpassung an die Extrembedingungen in Arktis und Antarktis nötig sind.

mRNA trägt genetische Information aus dem Zellkern. Anhand einer mRNA-Sequenz wird das entsprechende Protein außerhalb des Zellkerns synthetisiert und anschließend zu seinem Einsatzort gebracht. Wissenschaftler vom Genzentrum der Ludwig-Maximilians-Universität München zeigten nun, dass die Lokalisierung der Proteine in manchen Fällen schon früher beginnt: Die mRNA wird gezielt in bestimmte Bereiche der Zelle transportiert, so dass das entsprechende Protein direkt am Einsatzort gebaut wird.

Bei Multipler Sklerose greift das Immunsystem Strukturen im Gehirn wie einen Fremdkörper an und richtet so schwere Schäden an. Eine Forschergruppe von der Universität Zürich hat entdeckt, dass durch eine Blockade des Interleukin-18-Rezeptors auf der Zelloberfläche von T-Helferzellen das aggressive Verhalten verhindert werden kann. Nachdem der relevante Rezeptor entdeckt ist, suchen die Forscher nun nach dem Molekül, welches daran bindet.

Hormonell wirksame Umweltchemikalien Starker Einfluss auf Zellen

Der Abschlussbericht des vom Bereich Humanmedizin der Universität Göttingen koordinierten EURISKED-Projektes (Multi-organic Risk Assessment of Selected Endocrine Disruptors) gibt jetzt klare Hinweise darauf, dass viele der getesteten Substanzen einen starken Einfluss auf Zellen in der Kulturschale sowie auf Hormonsysteme und Organe von Säugetieren haben. Die biologische Bedeutung derjenigen Effekte, die bisher nur in Zellkulturen beobachtet wurden, ist noch unklar. Die Koordination des Projektes hatte Prof. Dr. Wolfgang Wuttke, Direktor der Abteilung Klinische und Experimentelle Endokrinologie am Bereich Humanmedizin der Universität Göttingen.

Hormonell aktive Umweltchemikalien synthetischer oder natürlicher Art werden als Weichmacher in Nahrungsmittel-Verpackungen verwendet, kommen als UV-Filter in Sonnencremes vor oder als Konservierungsstoffe in Hautcremes. Andere Chemikalien werden in großen Mengen als Insekten- und Unkrautvernichter in der Landwirtschaft eingesetzt. Wegen ihrer möglicherweise schädlichen Auswirkungen auf die Hormonsysteme von Mensch und Tier werden die unter Verdacht stehenden Chemikalien „Endokrine Disruptoren“ genannt. Neu ist der wissenschaftliche Nachweis, dass viele von ihnen auch außerhalb der Reproduktionsorgane (Hoden und Eierstöcke) wirken. Als Zielorgane konnten die Forscher das Gehirn, die Hypophyse (Hirnanhangdrüse), die Leber, den Knochen, Fettgewebe und die Schilddrüse identifizieren.

Getestet wurden auch pflanzliche Östrogene (Phytoöstrogene). Diese Stoffe sind als Nahrungsergänzungsmittel im Handel und sollen das Knochenwachstum fördern oder die Effekte der Menopause mildern. Neben den erwünschten Effekten auf die Knochen stimulierten alle untersuchten Phytoöstrogene im Tierversuch das Brustwachstum und die Bildung von Progesteron-Rezeptoren. In höheren

Mengen förderten die Pflanzenextrakte die Bildung von Milchdrüsengängen und die Milchproduktion.

In der Schilddrüse hemmten die Phytoöstrogene, ebenso wie Lichtschutzmittel aus Sonnencremes, entweder die Thyroidperoxidase oder den Jod Symporter in der Schilddrüse. Auch hemmten die Phytoöstrogene bei Mäusen das Schilddrüsenhormon Deionisidase mit möglicher Gefahr einer Schilddrüsenunterfunktion.

Wenn sie direkt in den Körperkreislauf eingebracht wurden, wirkten einige der getesteten chemischen UV-Filter aus Sonnencremes wie weibliche Geschlechtshormone. Dies stellt dann eine Gefahr dar, sollten die Substanzen mit den Namen 4MBC und OMC auch über die Haut aufgenommen werden können. Die Aufnahme über die Haut des Menschen konnte jedoch nicht bestätigt werden. Freiwillige Testpersonen hatten sich mit 4MBC- und OMC-haltigen Sonnencremes eingeschmiert und wurden über mehrere Tage mit UV-Licht bestrahlt. Blutproben konnten keine der zwei Substanzen im Körper nachweisen. Untersuchungen im Tiermodell bestätigten, dass die beiden Substanzen schnell abgebaut werden, so dass nur die Abbauprodukte im Blut nachweisbar sind.

Zwei Schädlingsbekämpfungsmittel (Pestizide) wurden untersucht, die die Wirkung von Testosteron hemmten. In Mäusen verstärkten die Pestizide das Wachstum der Vorsteherdrüse (Prostata) und der Samenblasendrüsens, die die Samenflüssigkeit bilden. Bereits vor Beginn des EURISKED-Projektes war bekannt, dass die Prostata große Mengen des Östrogen-Rezeptors vom Beta-Subtyp (ER β) bildet. Tatsächlich hemmte ER β das Wachstum der Prostata und könnte damit eine Schutzfunktion gegen Prostatakrebs besitzen. Von den zwei Lichtschutzmitteln erwies sich die Sonnenschutz-Substanz 4MBC als Verstärker der Wirkung von ER β . Der Stoff könnte damit, medizinisch eingesetzt, möglicherweise der Vorbeugung oder Behandlung von Prostatakrebs dienen.

Im Galaxienhaufen „Bullet Cluster“:

Kollision „filtert“ Dunkle Materie aus normaler

Forscher um Douglas Clowe von der University of Arizona haben jetzt wohl einen Beweis für die Existenz Dunkler Materie erbracht. Sie erreichten dies durch die Beobachtung der Kollision zweier Galaxienhaufen mit optischen und Röntgenteleskopen. Entscheidend war auch die Mithilfe einer „kosmischen Optik“, einer Gravitationslinse.

Die sichtbare Materie macht nur fünf Prozent der Masse des Universums aus. 20 Prozent fallen auf die Dunkle Materie, und 70 Prozent auf die noch ominösere Dunkle Energie. Ohne diese „dunklen Komponenten“ des Kosmos würden Galaxien und Galaxienhaufen auseinander reißen. Schon in den 30er Jahren (Galaxienhaufen Coma mit über 1000 Einzelgalaxien) und den 60er Jahren (Galaxien) haben Berechnungen ergeben, dass die sichtbare Materie in ihnen nicht reicht, um eine Gravitationskraft zu erzeugen, um alles zusammen zu halten.

Der jetzige Nachweis Dunkler Materie nahm wiederum die größten bekannten Gebilde des Universums zu Hilfe, Galaxienhaufen. Einer davon, 1E 0657-56, besser bekannt als „Bullet Cluster“, entpuppte sich bei genauem Hinsehen als Zusammenstoß eines kleineren Galaxienhaufens mit einem größeren. Der Bullet Cluster enthält eine Gaswolke aus hunderte Millionen Grad heißem Plasma, die an eine Geschwehrgugel erinnert; daher der Name. Das Interessante dabei: Die Gaswolke wurde beim Zusammenstoß mit dem anderen Galaxienhaufen abgebremst, so wie ein Gasstrahl abgebremst wird, wenn er in ein zweites Gas eintritt und mit dessen Atomen interagiert. Nicht so jedoch die Dunkle Materie. Sie besteht neuesten Mutmaßungen zufolge aus „Neutralinos“. Diese sollen zwar etwa doppelt so schwer wie ein Goldatom sein (siehe CLB 06-2005, Seite 205), aber sie interagieren nur durch die Gravitationskraft und die Schwache

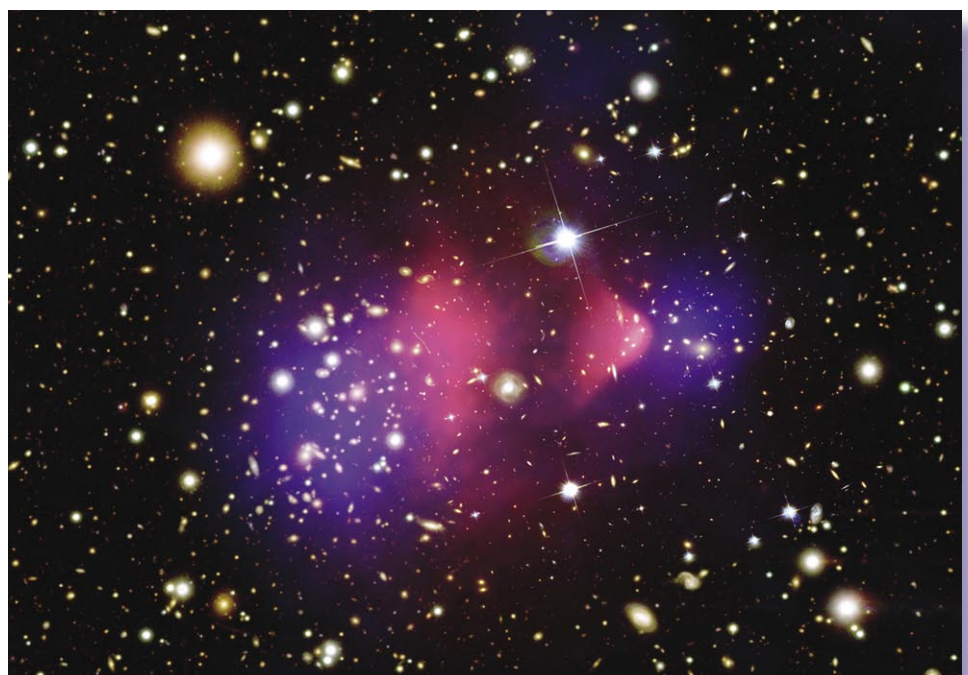
Kernkraft, die auch für den Kernzerfall, die Radioaktivität, verantwortlich ist. Damit gehören sie zu den WIMPs (weakly interacting massive particles), die man aufgrund ihrer definierten Natur bislang noch nicht nachgewiesen hat – kein Wunder, kann man sie beispielsweise nicht sichtbar machen, da sie nicht wie sichtbare Materie mit der elektromagnetischen Kraft wechselwirken.

In einer Kombination von Beobachtungen des Bullet Cluster mit dem Röntgen-Weltraumteleskop Chandra sowie mehreren optischen Teleskopen, auch dem Weltraumteleskop Hubble, stellte man nun fest, dass – anders als die normale Materie – die Dunkle Materie des kleineren Galaxienhaufens wegen fehlender Interaktion mit normaler Materie bei der Kollision nur durch Gravitation gebremst durch den großen Galaxienhaufen hindurch raste. Dabei riss sie durch ihre Schwerkraft einen kleinen Teil des heißen Gases mit sich – die „Geschwehrgugel“.

Wie konnte man aber in diesem Fall die Dunkle Materie überhaupt erkennen? Sie interagiert zwar nicht mit elektromagnetischer Strahlung, ist somit nicht zu sehen. Aber sie

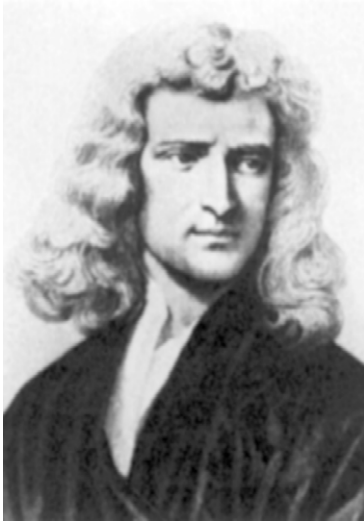
verräät sich gelegentlich durch ihre Schwerkraft. Ein Himmelskörper – hier mit den riesigen Ausmaßen eines Galaxienhaufens – verzerrt aufgrund seiner Gravitation nämlich das Licht dahinter liegender Objekte; man spricht auch vom Gravitationslinsen-Effekt. Durch das Ausmessen der Verzerrungen einer Vielzahl von Hintergrund-Galaxien – also Galaxien hinter dem Galaxienhaufen Bullet Cluster – konnte man die Massenverteilung in dem Bullet Cluster bestimmen und daher auch sagen, wo sich die Dunkle Materie befindet. So konnte gezeigt werden, dass normale Materie und Dunkle Materie durch den Zusammenstoß der Galaxienhaufen auseinander gerissen wurden. RK

Der Galaxienhaufens „Bullet Cluster“ in einer Kombination aus optischen Daten, Röntgendaten (heißes Gas normaler Materie; rot) und Datenauswertungen des Gravitationslinsen-Effekts für die Bestimmung der Masseverteilung (blau). Der größte Teil der Materie in dem Cluster kommt daher der Dunklen Materie zu (blau); nur ein geringerer Teil der normalen Materie (rot). Der kegelförmige Teil des rot dargestellten heißen Gases gab dem Cluster den Namen. Man sieht, wie nach der Kollision die Galaxienhaufen zerreißen (Abb.: X-ray: NASA/CXC/CfA/M.Markevitch et al.; Optical: NASA/STScI; Magellan/U.Arizona/D.Clowe et al.; Lensing Map: NASA/STScI; ESO WFI; Magellan/U.Arizona/D.Clowe et al.).



Namensgeber von SI-Einheiten (Teil 9)

Isaac Newton (1643-1727)



Isaac Newton

Isaac Newton wurde am 4. Januar 1643¹ in Woolsthorpe an der Ostküste Englands geboren. Sein Vater, ein Landpächter, starb kurz vor der Geburt Isaacs, dessen Erziehung die Großmutter übernahm.

Die Mittelschule besuchte er im nahe gelegenen Grantham.

Der junge Isaac baute sich mit Vorliebe kompliziertes mechanisches Spielzeug, schliff Spiegel und Linsen, befasste sich mit Chemie und zeichnete gern. Als achtzehnjähriger junger Mann ließ er sich im Trinity College in Cambridge immatrikulieren, wo er neben dem Studium durch Hilfsarbeiten an der Universität etwas Geld verdiente. Er studierte Mathematik, Physik, Theologie und klassische Sprachen. Im Jahre 1665 erlangte er den Grad eines Bakkalaureus und wurde drei Jahre später Magister.

Bereits als Student machte er durch eine ungewöhnliche Selbstständigkeit und Originalität in der Arbeit auf sich aufmerksam. Zu seinen ersten Forschungsarbeiten gehörten die Entwicklung der Methode der unendlichen Reihen, die Berechnung der Fläche einer Hyperbel auf 52 Stellen und später die Entwicklung der Lehre vom Rechnen mit unendlich kleinen

Zahlen, d. h. die Entwicklung der Differential- und Integralrechnung.

Im Jahre 1669 wurde der junge Newton Professor für Mathematik und hielt fast siebenundzwanzig Jahre lang Vorlesungen im Trinity College. Die Stellung als Professor war nicht allzu anspruchsvoll und ermöglichte ihm, in der reichlichen Freizeit sich der Forschung zu widmen.

In den ersten Jahren seiner wissenschaftlichen Tätigkeit interessierte Newton die Optik, in der er viele Entdeckungen machte. Durch die Zerlegung des weißen Lichtes wies er nach, dass es sich aus einem Farbspektrum zusammensetzt, er erklärte die Farbe von Gegenständen und fertigte eigenhändig das erste Spiegelteleskop (Bild 20). Es vergrößerte etwa vierzigfach; Newton schenkte es im Jahre 1671 der Royal Society in London, die ihn ein Jahr später zu ihrem Mitglied wählte. Weiterhin entdeckte er die Interferenz des Lichtes, eine Erscheinung, die heute als sogenannte Newtonsche Ringe bekannt ist, und entwickelte die Korpuskulartheorie, nach der das Licht ein Strom kleinster Teilchen ist. Alle seine Untersuchungen über das Licht fasste er in der dreibändigen „Optik“ zusammen, die erst im Jahre 1704 erschien.

Ab 1676 begann er, sich mit dem Studium der Mechanik zu befassen. Die grundlegenden Entdeckungen in der Mechanik legte Newton in seinem monumentalen Werk „Mathematische Grundlagen der Naturwissenschaft“² dar.

Die ersten zwei Bände befassen sich mit der theoretischen Mechanik, während der dritte Band der Himmelsmechanik gewidmet ist. Newton sprach hier seine berühmten Axiome der Bewegung aus, jedoch ist das ursprüngliche Ziel dieses Werkes der Nachweis des Gravitationsgesetzes, das aus der Anwendung der Axiome der Mechanik auf die Bewegung der Himmelskörper resultiert.

In den „Prinzipien“ war alles zusammengefasst, was über die einfachsten Formen der Bewegung der Materie im

Verlaufe der vorausgegangenen Jahrtausende ermittelt worden war. Auch die Newtonschen Entdeckungen waren in Wirklichkeit die Vollendung der Forschungsarbeit mehrerer Gelehrter. Newton selbst sagte über seine Erfolge: „Wenn ich etwas weiter sah als andere, so deshalb, weil ich auf den Schultern von Riesen stand.“

Newtons Lehre von Raum, Zeit und Kraft hatte einen gewaltigen Einfluss auf die Entwicklung der Physik, und erst die Entdeckungen des 20. Jahrhunderts – insbesondere die von Planck und Einstein – zeigten die Grenzen der Gesetze, auf denen die Newtonsche klassische Mechanik aufbaute. Ungeachtet dieser Tatsache behielt die klassische Mechanik jedoch ihren großen Einfluss und große Bedeutung auf allen praktisch wichtigen Gebieten.

Mehrmals war Newton in heftige Prioritätsstreitigkeiten verwickelt, u. a. mit G. W. Leibniz wegen der Erfindung der Infinitesimalrechnung – heute steht die Unabhängigkeit der Leibnizschen Erfindung von Newton fest – und mit R. Hooke wegen seiner optischen Experimente. Newtons physikalische Ansichten setzten sich anfangs nur langsam durch, v. a. gegen die Wirbeltheorie von R. Descartes.

Im Jahre 1696 bot man Newton für seine Verdienste die besser bezahlte Stelle eines königlichen Münzwarms an, und im Jahre 1701 verzichtete er auf die Professorenstellung am Trinity College. Zwei Jahre später berief man ihn zum Präsidenten der Londoner Royal Society, der er bis an sein Lebensende blieb. 1705 erhob ihn Königin Anna in den Adelsstand.

In den letzten Jahren seines Lebens redigierte er erneut seine Arbeiten und schrieb das historisch-theologische Werk „Chronologica“. Ungeachtet seines großen Ruhms blieb er sein ganzes Leben lang ein bescheidener und einfacher Mensch. Die Hauswirtschaft führte ihm seine Nichte. Er starb am 31. März 1727 in Kensington und wurde in der Westminster-Abtei beigesetzt.

¹ Nach dem alten Julianischen Kalender am 25. Dezember 1642.

Newton

Newton (N) ist die abgeleitete SI-Einheit der Kraft.

Definiton des Newton (N)

1 Newton ist die Kraft, welche einem Körper mit der trägen Masse 1 kg die Beschleunigung 1 m/s² erteilt.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

Laborroboter für BSB 5, pH-Wert, Leitfähigkeit und Trübung

Vollautomatisch können mit dem Robotersystem SP1000 nebeneinander Messungen wie zum Beispiel BSB, pH-Wert, ISE, Titrationsen, Leitfähigkeit und Trübung mit einem fast uneingeschränkten Probendurchsatz erfolgen. Das System kann mit mehreren Sonden Dilutoren und Dosierpumpen gleichzeitig arbeiten und ist dadurch sehr flexibel.

Die BSB₅-Bestimmung wird gemäß DIN komplett automatisiert. Der Roboter pumpt das benötigte Probenvolumen in die kundenspezifischen Flaschen, verdünnt mit destilliertem Wasser und fügt soweit notwendig ATH hinzu. Es erfolgt eine Anfangsmessung, deren Ergebnisse der Computer erfasst. Die Racks mit den Flaschen werden dann vom System genommen und die erforderliche Zeit temperiert. Nach fünf

Tagen setzt man die kompletten Racks wieder auf den Roboter und startet die Endmessung des Sauerstoffgehaltes. Der PC berechnet sodann den Sauerstoffbedarf nach DIN. Mit demselben Roboter können zwischendurch auch andere Messungen erfolgen. Gleichzeitig können zum Beispiel pH-Wert, Leitfähigkeit und Trübung erfolgen.

Der Einsatz eines Roboters für diese Art der Anwendungen erhöht die Produktivität, verbessert die Qualität der Ergebnisse, verkürzt die Bearbeitungszeit und schränkt gleichzeitig die Hauptfehlerquelle, die Mensch-Probe Interaktion, ein. Skalar liefert in diesem Zusammenhang nicht nur den Roboter SP1000 sondern eine komplexe Reihe von Laborrobotern, die sowohl kleinen Labors mit geringer Probenzahl als auch Routinelaboratorien eine flexible

und erschwingliche Möglichkeit bieten, Routineuntersuchungen zu automatisieren.

Skalar Analytic GmbH
41801 Erkelenz
Tel 02431 96190
Fax 02431 961970
www.skalar.com



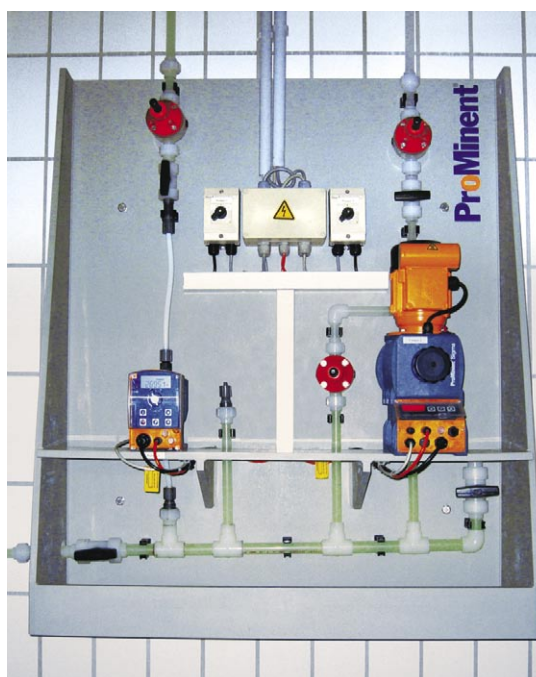
Magnetdosierpumpen mit Process-Timer

Das Dosieren flüssiger Medien ist häufig mit anderen Funktionen kombiniert. Das kann das zeitgesteuerte Ein- und Ausschalten anderer Vorgänge oder ereignisabhängige Steuervorgänge sein. Entsprechende Programmierungen über SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) sind aufwändig und teilweise unzureichend. Solche Aufgaben löst ein in Magnetdosierpumpen von ProMinent integrierter Mikroprozessor effizient.

Magnetdosierpumpen der Baureihen gamma/ L und Motordosierpumpen der Baureihe Sigma erhält der Anwender optional in der Ausführung mit dem Process-Timer. Für einen geringen Aufpreis verfügt er dann über zahlreiche Steuerfunktionen. So sind 81 Programmschritte, zum Beispiel Ein- und Ausschaltungen, frei programmierbar. Zusätzlich können ein oder zwei Relais einfache zeitgesteuerte Ereignisse, beispielsweise öffnen von Magnetventilen, starten von Rührwerken auslösen.

Zum Programmieren des Process-Timers geschieht mit „proTime“, eine kostenfreie Windows-Software. proTime berücksichtigt die benutzte Dosierpumpe und informiert mit Daten zu Durchfluss- und Dosiermedien. Über eine USB-Schnittstelle über-

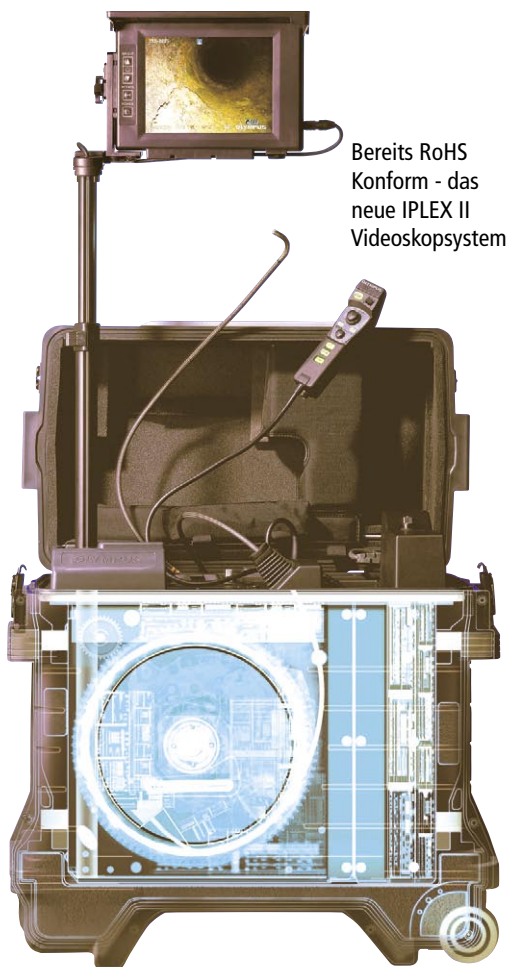
trägt der Anwender sein Programm bequem auf die Dosierpumpe. Arbeiten dezentral mehrere Nutzer mit identischen Anwendungen, können sie Programmkopien zum Beispiel per E-Mail erhalten. Da der Process-Timer in die Magnetdosierpumpe integriert ist, entfallen alle sonst erforderlichen Aufwände für zusätzliche Bauteile, Verkabelungen und Montage.



ProMinent
69123 Heidelberg,
Tel 06221 842 209
Fax 06221 842 432
www.prominent.de

Vielfältige Steuerfunktionen rund um das Dosieren von Flüssigkeiten übernimmt der in Magnetdosierpumpen integrierte Process-Timer.

Zukunftsweisend – RoHS-Richtlinie vorzeitig umgesetzt



Bereits RoHS Konform - das neue IPLEX II Videoskopsystem

Obwohl es schon seit längerem das Ziel ist, „umweltfreundliche“ Artikel herzustellen, ist der Antrieb zu dieser umweltverträglichen Produktion erst in den letzten Jahren von einem Kundenwunsch zu einer gesetzlichen Anforderung geworden. Da immer mehr elektrische und elektronische Produkte erschwinglich werden und deren Lebensdauer sinkt, wurde es unumgänglich, dieses Thema gesetzgeberisch zu berücksichtigen.

Hierzu hat der Gesetzgeber die RoHS-Richtlinie (RoHS= Restriction of Hazardous Substances, deutsch= Beschränkung gefährlicher Substanzen) eingeführt. Die RoHS-Direktive der EU und ihre deutsche Umsetzung ElektroG, trat zum 01. Juli 2006, beziehungsweise für Endgeräte in der Industrie bis Anfang 2010, in Kraft.

Zukunftsweisend hat der Geschäftsbereich Olympus Industrie Endoskopie zu Beginn des Jahres 2006 auch noch nicht betroffene Geräte und Systeme der neuen Generation, bereits auf die Vorgaben der RoHS-Richtlinie umgestellt. Das bedeutet, dass in den Geräten bereits 4 Jahre vor dem gesetzlichen festgelegten Termin

(Beginn 2010) alle gefährlichen Substanzen beschränkt oder gar nicht eingesetzt werden. Zu diesen zählen: Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, Polybromierte Biphenyle (PBB) und Polybromierte Diphenylether (PBDE). Ziel der Richtlinie ist die Angleichung nationaler Gesetze, der Gesundheitsschutz sowie die umweltgerechte Verwertung und Beseitigung von Elektro- und Elektronikartikeln.

Olympus bleibt damit seinem Kerngedanken treu, der besagt: „Aus Respekt für die Natur sowie die Sicherheit und Gesundheit der Menschheit, durch seine technischen Entwicklungen und durch die Einführung von umweltverträglichen Geschäftspraktiken, zum Wiederaufbau einer gesunden Umwelt und einer Gesellschaft, in der nachhaltige Entwicklung möglich ist, beizutragen.“

Olympus Deutschland GmbH
20097 Hamburg
Tel 040 23773 402
Fax 040 23 08 17
www.olympus.de

Katalog 2007 digital – Newsletter Chromatographie

Neue Entwicklungen erfordern entsprechende Reaktionen. In der fast völlig digitalisierten Bürowelt haben wir uns entschieden, unseren Hauptkatalog 2007 nicht mehr in gedruckter Form, sondern digitalisiert als pdf-Datei auf CD-ROM herauszugeben.

Vorteilhaft wirken sich dabei die technischen Möglichkeiten aus:

1. Katalog „zum Blättern“ ganzer Seiten, 2. eine Excel Tabelle für die schnelle Preisfindung und 3. eine Abteilung „über Neuheiten“ in Form von Produktinformationen – alle problemlos mit dem übersichtlichen Menü anzusteuern.

Der Katalogversand an registrierte Kunden erfolgt zusammen mit dem Newsletter September am 20.09.06. Interessenten, die bis Ende September keinen Newsletter mit CD-ROM erhalten haben, können diesen kostenlos bei uns anfordern, per Telefon, Mail,

Fax oder Brief – wir reagieren sofort auf Ihre Wünsche.

Der Newsletter selbst bietet auf 8 Seiten Produkte zu Sonderkonditionen an, auch Artikel der Firmen: Hamilton, Merck, Rheodyne, Upchurch und Varian. Noch kurz zur Information: auch bei ebay bieten wir unter first-chromatographie Einzelprodukte zu absoluten Nettopreisen an, informieren lohnt sich.



Klaus Ziemer GmbH
Am Parir 27
52379 Langerwehe
Germany

Tel.: +49/2423/40493-64
Fax: +49/2423/40493-88

Internet: www.ziemer-chromatographie.de



Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL



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

CHEMIKALIEN



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

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

DEUTERIUMLAMPEN



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN



0 61 51/88 06-0
Fax 0 61 51/89 66 67
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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN



köttermann
Das Systemlabor
Köttermann GmbH & Co KG
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844
www.koettermann.de, info@koettermann.de

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER

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



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

Produkte der Vorausgaben

Mikrowellen-Synthesizer

Fünf neue Mikrowellen-Synthesizer der S-Klasse wurden vorgestellt. Flash-Chromatographie-Seminare werden bundesweit durchgeführt. www.cem.de

Schwingungsviskosimeter

Viskositätsmessung mit 30 Hz und einer Amplitude von weniger als einem Millimeter; inclusive der Software zur Echtzeit-Datenübertragung und Auswertung. www.LOT-Oriel.com/de

CMOS-Kamera

CMOS-Kameras bis 14 Megapixeln liefert LOT-Oriel. www.LOT-Oriel.com/de

Garmo: LM-Rückverfolgung

Eine einfache Rückverfolgung von Lebensmitteln erfolgt bei der Garmo AG durch Geräte und Software von Datalogic. www.datalogic.de

Dip Coater für Monolagen

KSV stellt neue Dip Coater für Monolagen oder die Sol-Gel-Beschichtung vor. www.LOT-Oriel.com/de

Drogendetektion

Das API 3000 LC/MS/MS System erleichtert und beschleunigt die Detektion von Drogen aus Urin und Speichel erheblich. <http://europe.appliedbioscience.com>

Schnelle Resequenzierung

Das TargetSeq Resequenzierungssystem ist eine neue Software für die Optimierung von high-throughput Resequenzierungen kleiner Regionen des Genoms. <http://europe.appliedbioscience.com>

Flüssigkeitspumpen

Liquiport ist die neue Membranpumpe für Industrie und Labor, chemieresistent und multifunktional. www.knf-flodos.ch

Neue Homepage

Der Anbieter von Labormöhlen und Siebmaschinen hat seine Homepage mit neuem Design und neuen Funktionen ausgestattet. www.retsch.de

Lichtquellenkatalog

Für jede Anwendung die richtige Strahlungsquelle. www.LOT-Oriel.com/de

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

Stammvater der Alchimie (daher stammt auch der Ausdruck: etwas „hermetisch“ abschließen). Diese höchst eigenartige Gesellschaft gab ihre Bestrebungen in der damals meistgelesenen Zeitung Deutschlands, dem „Reichsanzeiger“ bekannt. Es war dies ein sehr populäres Blatt, das sowohl jungen gebildeten Frauenzimmern zu einer Stelle als Gesellschafterin verhalf, als auch Rezepte gegen Überbeine und andere Gebrechen herausgab. In ihm wurde auch das breiteste Publikum zur Mithilfe an der alchimistischen Arbeit bzw. zur Goldmacherei aufgefordert. In dem Aufruf heißt es: „Diese große Aufgabe zu lösen, ist der Zweck dieser Motion. Ihre Namen wird das Publikum nicht erfahren, aber frey von der Sache reden und nichts bedenkliches darin finden, wenn auch wirklich die Goldkunst eine bekannte Sache werden sollte.“ Der spiritus rector war ein als humoristischer Schriftsteller sehr bekannter Mann, nämlich der Verfasser der *Jobsiade*, *Karl Arnold Kortum*. Als der Arzneywissenschaft Doctor und Arzt in Bochum hat er sich, vielleicht nur aus Scherz, zum Verteidiger der Alchimie aufgeschwungen. Er hielt sich aber stets in der Anonymität. Bekannt war nur, daß er eine bedeutende Sammlung alchimistischer Schriften besaß. Im übrigen versteckte er sich meist hinter einen anderen westfälischen Landsmann, dem Doctor der Philosophie *Bährens*, der als eigentliches Oberhaupt der Hermetischen Gesellschaft vorgeschoben wurde. Einige Ideen *Kortums* waren freilich gar nicht so abwegig, wenn man sie im übertragenen Sinne auffaßt. So erklärte er beispielsweise die Steinkohle (alchimistisch der „graue Mann“ genannt) für die „materia prima“, die, wenn auch nicht zum Goldmachen, für die organische Chemie in der Tat „materia prima“ geworden ist.

Die Zuschriften aus dem Publikum förderten häufig die schnurrigsten Ansichten und Vorschläge zutage, selbst wenn sie von sogenannten gelehrten Herren stammten. So beispielsweise die absonderlich scheinende Idee, der Stein der Weisen ließe sich aus dem menschlichen Foetus bereiten. Der witzige *Kortum* amüsierte sich weidlich über solche Zuschriften seiner Kollegen. Er, der auch zeichnen konnte, soll ein paar köstliche Miniaturskizzen entworfen haben, und auch in der *Jobsiade* findet einmal der Spott über das Zusammenbrauen von Arzneien seinen Niederschlag in den Versen:

„Sein Präservans contra alle Krankheiten
Bestand aus Honig und einigen Kleinigkeiten,
Und etwas Eichenrinde mit Fliedermus war
Das Königliche Restaurativ Electuar.“

seine goldumrandete Brille aufbehalten und wiederholt argefaßt. Hierdurch konnte die Möglichkeit gegeben sein, daß Goldspuren über die Elektroden in das elektrisch geladene Quecksilber gelangten. Das gibt auch eine Vorstellung, um wie geringe Mengen Gold es sich in Wirklichkeit handelte. *Miethe* interessierte sich zudem auch nur als Wissenschaftler für das Phänomen; er war weit entfernt von alchimistischen Träumen.

Gold aus dem Meere

Kurz nach dem ersten Weltkrieg hat nochmals einen ganz großen Pfadfinder der chemischen Technik die Goldfrage beschäftigt. Diesmal handelte es sich allerdings nicht um eine Synthese, sondern um einen Weg, aus einem unendlich großen, goldhaltigen Reservoir der Natur dieses Metall zu gewinnen, aus dem Meerwasser. Prof. *Fritz Haber* griff diese Möglichkeit ernstlich auf. Ihm war es schon einmal gelungen, einem ähnlichen, unabschätzbaren Rohstoffreservoir, der Luft, den Stickstoff abzugewinnen und an Wasserstoff zu binden (*Haber-Bosch-Verfahren*). Deutschland wurde damit rechtzeitig von der Chile-Salpeter-Einfuhr unabhängig. Das war vor Beginn des ersten Weltkrieges. Das neue Vorhaben wurde nach dessen Beendigung gestartet. Tatsächlich bergen die Weltmeere einen ungehobenen Goldschatz von schätzungsweise 10 bis 12 Millionen Tonnen, eine Zahl, die wahrscheinlich noch höher liegt, wenn man das Gold des Tiefseeschlammes erfassen könnte. Diese imponierende Menge verliert allerdings an Bedeutung, wenn man bedenkt, daß sich in einer Tonne Meerwasser nur durchschnittlich 0,02 mg Gold befinden. Nur an wenigen Stellen dürften es mehr sein, maximal wurden 8,5 mg festgestellt.

Aber —, wie der berühmte Kollege und Freund *Habers*, Prof. *Willstätter* in seinen Lebenserinnerungen berichtet — *Habers* Unternehmen endete „in der Enttäuschung, daß die älteren Goldbestimmungen des Meerwassers, von denen das Unternehmen ausging, sich als wesentlich unrichtig erwiesen, wahrscheinlich als tausendfach zu hoch.“ *Haber* hatte, was den Ernst seines Unternehmens unterstreicht, allein für die Vorarbeiten seiner Versuche eine stattliche wissenschaftliche Organisation von 13 Mitarbeitern eingesetzt. Sein Plan nahm, ähnlich wie bei Friedrich dem Großen, von den Kriegsverlusten seinen Ausgang. Diesmal handelte es sich sogar um ein besiegttes Deutschland. Die Forderungen der Kriegsgegner betragen 113 Milliarden Mark = 50000 Tonnen Gold. *Haber*

Allmählich aber sank der Kredit der Gesellschaft beim Publikum. Einige heftige Gegner, wie der Apotheker *Wiegleb*, traten ihr entgegen. Er wettete: „Welcher Menschenfreund, dem die Glückseligkeit seiner Zeitgenossen am Herzen liegt, kann es demnach mit Gelassenheit ansehen, daß eine lightscheue Gesellschaft das deutsche Publikum mit einer solchen verpesteten Seuche anstecken will!“ 1819 erst fand die Gesellschaft ihr Ende.

Viele alchimistische Tendenzen schwangen immer noch nach. Selbst *Goethe* ließ sich im Verlaufe einer rätselhaften Genesung durch eine alchimistisch bereitete „Universal Medizin“ anregen, alchimistische Schriften zu lesen und alchimistische Experimente nachzuarbeiten. Diese Studien haben nicht unwesentlich dazu beigetragen, den „Faust“ zu einer literarischen Kostbarkeit zu gestalten.

Im 20. Jahrhundert

Etwa hundert Jahre später! Eine Sensation geht durch alle Zeitungen: dem hochgeschätzten Physikochemiker und Berliner Professor *Adolf Miethe* (Erfinder des Magnesiumblitzlichtes) soll es gelungen sein, Quecksilber in Gold zu verwandeln. Quecksilber, jenes flüssige Metall, das auch die Alchimisten als die Mutter aller Metalle ansahen. *Miethe* war diese Aufbauschung durch die Presse, die nunmehr den uralten Traum der Alchimisten verwirklicht sah, durchaus nicht recht. Was sich in Wirklichkeit zuggetragen hatte, war etwa folgendes: *Miethe* hatte mit der damals gerade erst erfundenen Quecksilber-Quarzlampe experimentiert. Er hatte die Rückstände verbrauchter Lampen untersucht und in der amalgamartigen Masse Spuren von Gold gefunden. Doch zu frühzeitig veranlaßte ihn das zu der Annahme, ein geringer Teil des Quecksilbers könne sich durch die hohe Temperatur des Lichtbogens in Gold verwandelt haben. Bei anschließenden Versuchen erst wurde die Reinheit des Quecksilbers vor dem Experiment genau geprüft. *Miethe* glaubte sich auf die Resultate um so mehr verlassen zu können, als es ihm und seinem Assistenten gelungen war, ein höchst präzises, analytisches Verfahren auszuarbeiten, mit dem sich noch ein Hundertmillionstel Gramm Gold nachweisen ließ. Immer wieder fand er nach dem Experiment Goldspuren, die vorher nicht vorhanden waren. Schließlich prüfte eine wissenschaftliche Jury des Forschungslaboratoriums von Siemens & Halske die Experimente nach. Das Urteil fiel vernichtend aus: *Miethe* hatte bei seinen Versuchen

hätte diese Schuld decken können, wenn er nur etwa den zwei- bis dreihundertsten Teil der Weltmeere entgoldet hätte. Die praktischen Versuche mußten aber schon nach den enttäuschenden Analysen aufgegeben werden. *Willstätter*, der, wie er schreibt, „nie für den Plan seines Freundes einzutreten gewagt hätte“, ist trotzdem der Meinung, daß *Haber* vorzeitig davon zurücktrat. Eine Fortsetzung der Analysenbestimmungen an verschiedenen Meeresstellen und Küstenstrichen hätte zu günstigeren Resultaten geführt. Er bedauert auf alle Fälle, daß noch nicht einmal „*Habers* Absicht, die Ergebnisse seiner Forschungsarbeit in einer Monographie über das Gold im Meerwasser für die Nachwelt niederzulegen“, verwirklicht wurde.

Der letzte Alchimist?

Nur beiläufig sei daran erinnert, daß auch ein Goldmacher alten Schlages nach dem ersten Weltkrieg auftauchte und, ungetrübt von jeder Sachkenntnis, die Aufmerksamkeit auf seine Künste zu lenken verstand. Man findet immer wieder die Meinung verbreitet, daß das Goldmachen durchaus nicht Sache der Gelehrten und Forscher zu sein braucht. Ein Schwindler mit dem merkwürdig beziehungsreichen Namen *Tausend* konnte hierfür ein Beispiel geben. Er fand, soweit bekannt, sogar in Ludendorff einen Geldgeber. Jedenfalls hat er eine Zeitlang in einem Schloß in Tharandt bei Dresden auf anderer Leute Kosten ein angenehmes Leben geführt, um wieder unrühmlichst zu verschwinden.

Es ist bislang noch nicht gelungen, Gold auf andere Weise zu erhalten, als es mühsam und spärlich dem Erdschoß zu entreißen. Andererseits ist sein Wert insofern herabgesetzt, als heute viele Erzeugnisse der modernen Legierungskunst seine Beständigkeit und andere Eigenschaften ersetzen und sogar übertreffen. Als Gebrauchsmetall ist Gold zu schwer und zu weich. (Wird fortgesetzt)

Angewandte Thermodynamik.

Walter Nernst hatte nach seiner Emeritierung auf seinem Ruhsitz sich eine Karpfenzucht angelegt. Als ein Kollege ihn fragte, weshalb er es nicht lieber mit der Hühnerzucht versucht hätte, antwortete er: „Man muß Tiere züchten, die im thermodynamischen Gleichgewicht mit ihrer Umgebung sind. Warum soll ich mit meinem Geld den Weltraum heizen?“ (Aus: Physiker-Anekdoten. Physik-Verlag, Mosbach/Baden).

Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 150.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.200 Abonnenten
- kostenlose Veröffentlichung von Stellengesuchen
- kostenlose Veröffentlichung von Stellenangeboten an Universitäten und gemeinnützigen Forschungseinrichtungen
- Unternehmen inserieren Ihre offenen Stellen schon ab **99,- Euro**

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