

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

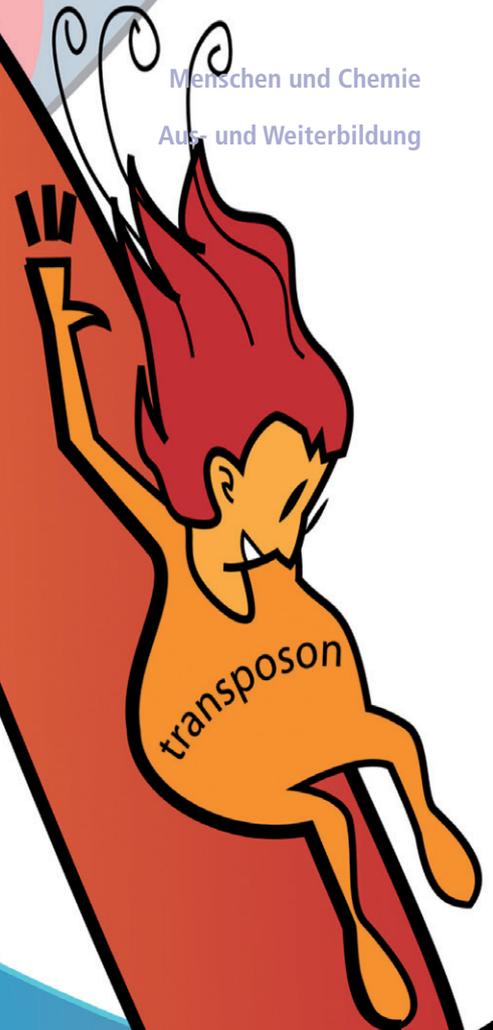
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Springende Gene
- Spargel – Biologie und Chemie
- Salzchemie im Supermarkt
- Siliciumkompatible Photonik

Vor 50 Jahren veröffentlichte die CLB in ihrer August-Ausgabe von 1960 den Artikel „100 Jahre Spektralanalyse“, nach einem Vortrag des damals schon berühmten deutschen Physikers Walther Gerlach. Mit Hilfe des nach ihm und dem Physiker Otto Stern genannten Stern-Gerlach-Versuchs wurde 1922 erstmals die Richtungsquantelung von Drehimpulsen von Atomen beobachtet. Der Stern-Gerlach-Versuch ist ein grundlegendes Experiment in der Physik und wird immer wieder herangezogen, um die Natur der Quantenmechanik zu erläutern. Gerlach starb 1979, zehn Jahre später als Stern. Beide wurden posthum geehrt: Seit 1993 ist die Stern-Gerlach-Medaille eine Auszeichnung, die jährlich von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) für besondere Leistungen auf dem Gebiet der Experimentellen Physik verliehen wird.



In seinem Vortrag von 1960 nahm Gerlach auf Artikel von Gustav Kirchhoff und Robert Bunsen Bezug, die in „Poggendorffs Annalen“ im April 1860 sowie im Juni 1861 erschienen sind; die grundlegenden Entdeckungen haben die beiden Wissenschaftler bereits 1859 in Heidelberg gemacht. Daran erinnert am Haus Nummer 52 in Heidelbergs Hauptstraße heute noch nebenstehende Gedenktafel (Foto: Heidas). Zuvor hatte bereits Joseph von Fraunhofer 1814 im Spektrum der Sonne auftretende dunkle Linien untersucht, ohne allerdings ihren Ursprung erklären zu können.

318

100 Jahre Spektralanalyse

Nach einem Vortrag von Prof. Dr. Walther Gerlach, München¹⁾

Fraunhofers rätselhafte Linien

„Was nützt mich das Gold in der Sonne, wenn ich es nicht herunterholen kann“, – soll in einer Heidelberger Gesellschaft ein *Kirchhoff* befreundeter Bankier gesagt haben, als über die Entdeckung der spektroskopischen Sonnenanalyse gesprochen wurde. Einige Zeit später brachte *Kirchhoff* eben jenem Bankier eine für seine Forschungsarbeiten erhaltene englische Goldmedaille zur Aufbewahrung mit den Worten: „Sehen Sie, da habe ich doch Gold von der Sonne geholt.“

Ausgangspunkt der ganzen Entwicklung waren die sogenannten *Fraunhofer*-Linien im Sonnenspektrum und in den einzelnen Sternspektren. Daß sie an verschiedenen Stellen der Spektren liegen, ist von *Fraunhofer* sehr stark betont, in der Diskussion bis zu *Kirchhoffs* Arbeiten aber fast gar nicht beachtet worden. *Fraunhofer* selbst hat sich das Spektrum einiger Sterne zunächst aus einem sehr merkwürdig erscheinenden Grund angesehen. Er hatte – in unserer Ausdrucksweise – gefunden, daß die Dispersion des von derselben Lichtquelle kommenden Lichtes vom brechenden Medium abhängig ist; die *Fraunhofer*-Linien bei Benutzung von Sonnenlicht waren ihm zunächst nur feste Marken im kontinuierlichen Spektrum für die genaue Dispersionsmessung. Nun stellt er die Frage, ob das Sternlicht genauso gebrochen wird wie das Sonnenlicht; bei Mond und Planeten ist es der Fall. Das Spektrum des Sirius sah ganz anders aus, es hat auch solche schwarzen Marken, aber an anderen Stellen. Erst 1823 ist *Fraunhofer* sicher, daß die Brechbarkeit des Lichtes aller Sterne gleich ist, selbst wenn die fixen Linien an verschiedenen Stellen liegen. Ihr Entstehen – der schwarzen Linien, wie der hellen Streifen im Spektrum von Flammen und Funken – hofft er mit dem Beugungs- und Interferenzprinzip erklären zu können. Sicher ist, daß die Deutung als Absorptionslinien ebenso wie die Deutung der Emissionsspektren als charakteristische materielle Erscheinungen ihm noch nicht in den Sinn kam – obwohl er das Zusammenfallen der schwarzen D-Doppel-Linie mit dem hellen gelben Linienpaar in Flammen bemerkte und sehr genau prüfte.

Wir wollen auch ein paar Worte über die Vorgeschichte von *Fraunhofers* Entdeckung sagen. *Newton* hat die Linien nicht gesehen, er hätte zumindest eine Andeutung derselben beobachten müssen, wenn nicht sein Prisma so voll Schlieren gewesen wäre. Die erste sichere Beobachtung stammt von *Wollaston*, welcher 1802 den sehr engen Spalt („crevice“) als Lichtquelle einführt und ein schlierenfreies Prisma hat; aber seine Beobachtungsmethode war falsch; so fand er nur einige breitere, unscharfe dunkle Trennungen im kontinuierlichen Spektrum; er scheint daraus zu folgern, daß das Sonnenlicht eben kein kon-

¹⁾ Vorgetragen vor der Physikalischen Gesellschaft Baden-Württemberg am 29. April 1960 in Heidelberg.

100 Jahre Spektralanalyse

319

tinuierliches Spektrum liefert – aber die Erscheinung interessiert ihn nicht weiter.

Auf die Irrungen und Wirrungen bei der Untersuchung und der Deutung der *Fraunhofer*-Linien bis (und sogar noch nach) 1860 gehe ich nicht näher ein; man hielt sie z.B. für Absorptionslinien in dem Medium, in welchem die Meteore verflühen, oder für Interferenzen dünner Platten, z. B. Atmosphärenschichten.

Wie lange dauerte es allein, bis man wußte, ob im Emissionsspektrum die schwarzen oder die hellen Stellen wesentlich sind! – und wo sie herkommen, dafür gab es die widersprechendsten Aussagen. Einmal heißt es, daß sie das sicherste Mittel zu einer chemischen Analyse sind, weil die Bildung oder die Anwesenheit einer definierten chemischen Verbindung von ihnen angezeigt wird – dann allerdings auch, daß Schwefel die gelben Streifen aussendet – oder „verbrennender Alkohol mit Wasser gemischt“. Ein anderer versteht, daß so kleine Mengen Natriumsalz genügen, daß man überall die D-Linien findet. Ein dritter sagt: aber in meinem Kaliumsalz tritt sie nicht auf; das unterscheidet sich von allen anderen, daß es kein Kristallwasser hat: Also sendet Kristallwasser die D-Linien aus! Aber warum gibt dann auch Schwefel diese Linie, wo er doch nichts mit Wasser zu tun hat! – Halt, sagt *Talbot*, seine Dichte ist genau doppelt so groß wie die von Wasser!

Die Photographie zeigt von links nach rechts *Kirchhoff*, *Bunsen* (sitzend) und *Roscoe*. Über die Leistungen von *Kirchhoff* und *Bunsen* vgl. den Text. *Roscoe* war Mitarbeiter von *Bunsen* auf photochemischem Gebiet. Er war der erste, der metallisches Vanadin darstellte.

Bunsen und Kirchhoff schaffen die Spektralanalyse

Die Entscheidung brachten 1859 *Gustav Kirchhoff* und *Robert Bunsen*; jeder für sich allein und beide zusammen.

Kirchhoff war 1850 – mit 26 Jahren – Extraordinarius in Breslau geworden. Dort hatte *Bunsen* ihn kennengelernt, der 1851/52 Professor der Chemie in Breslau war und dann nach Heidelberg ging. Als 1854 *Jolly* von Heidelberg nach München berufen war, kam *Kirchhoff* auf *Bunsens* Veranlassung nach Heidelberg. Zwar hatte *Kirchhoff* erst relativ wenig veröffentlicht – wenn auch entscheidende Beiträge zur Elektrizitäts- und Elastizitätslehre; aber *Bun-*

Fortsetzung auf Umschlagseite 3

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

die Rasanzen heutiger technischer und wissenschaftlicher Entwicklungen nimmt einem den Atem. Wir wollen mit Übersichtsartikeln dazu beitragen, dass es trotzdem gelingt, über die wichtigsten Gebiete den Überblick zu behalten. In dieser CLB trägt sicherlich der Artikel über springende Gene ab Seite 150 dazu bei, aber er leistet noch mehr. Beim Lesen dieses Artikels wird eins beispielhaft deutlich: Nicht nur die Technik schreitet schnell voran; auch die natürliche Evolution verfügt über Mechanismen, die sehr schnelle Anpassungsvorgänge einleiten können und zu einer großen Spezies-Variabilität beitragen können; das stößt den Gegnern der Evolutionstheorie bitter auf. Sie vertreten ja die Auffassung, das Entstehen des Lebens, speziell des Menschen samt seinen Eigenschaften wie dem Bewusstsein, sei extrem unwahrscheinlich und müsse deshalb durch ein intelligentes Wesen oder einen Gott eingeleitet oder vollzogen worden sein.



Schneller Wandel bei kleinen Änderungen demonstriert beispielsweise ein Sprachgen, das 2001 entdeckt wurde. Aufmerksam darauf wurde man, weil eine Londoner Familie über Generationen nur undeutlich sprechen konnte. Das Gen – *Foxp2* – existiert auch in weiten Teilen der Tierwelt, von Fischen über Vögel bis zu Säugtieren. Im Verlauf von hunderten von Millionen Jahren hat es sich kaum verändert. Bei der Abspaltung der Menschen von den Schimpansen unterlag das Gen jedoch zwei Änderungen in der Abfolge hunderter Eiweißbausteine. Im vergangenen Jahr führte man das menschliche *Foxp2*-Gen in Mäuse ein; Ergebnis: nein, kein Sprechen, aber Mausjunge fiepten anders, sie waren vorsichtiger, und insbesondere bildeten die Neuronen im Striatum genannten Teil des Mäuse-Großhirns ;-) längere Fortsätze aus und waren auch wandlungsfähiger als die von Kontrollmäusen. Das Striatum spielt aber beim Lernen und Koordinieren von Bewegungsabläufen eine große Rolle, auch etwa bei Bewegungen von Zunge und Lippen...

Andere Wissenschaftler haben nun erstmals direkt die Geschwindigkeit des Mutationsprozesses in Pflanzen gemessen. Ihre Erkenntnisse werfen ein neues Licht auf einen grundlegenden Vorgang der Evolution und

erklären zum Beispiel, warum Unkrautvernichtungsmittel oft innerhalb weniger Jahre ihre Wirkung verlieren. Hierfür verfolgten sie die genetische Entwicklung von fünf Linien der Ackerschmalwand *Arabidopsis thaliana* über 30 Generationen hinweg. Wie der aufwändige Vergleich des gesamten Genoms ergab, waren in nur wenigen Jahren in jeder der fünf Linien im Durchschnitt 20 einzelne Basenpaare verändert worden – im insgesamt 120 Millionen Basenpaare umfassenden Genom von *Arabidopsis*. Bei genügend großen Pflanzenpopulationen kann, so die Wissenschaftler, davon ausgegangen werden, dass nahezu jede mögliche Mutation im Verlauf einer oder weniger Generationen realisiert wird. Das bedeutet, dass spontan auftretende Mutationen, die den Ertrag steigern oder Pflanzen gegen Dürre unempfindlich machen, vermutlich gar nicht so selten sind.

Noch ein anderes Wissenschaftlerteam hat ein Modellsystem zur Evolutionsforschung auf Basis des Fadenwurms *Caenorhabditis* im Labor aufgebaut. Ihre Erkenntnisse: Bei einer Generationszeit des Wurms von drei Tagen ließen sich evolutionäre Änderungen bereits nach sechs Monaten nachweisen. Und bemerkenswerter Weise bewies das Experiment zusätzlich, dass das Auftreten von Infektionskrankheiten sowohl zu einer Beschleunigung der Evolution sowie zu einer erhöhten Biodiversität führen kann.

Dabei liegt mehr in den Genen als man denkt: Es wurde jetzt ebenfalls festgestellt, dass die Fähigkeit oder auch Unfähigkeit, Gesichter zu erkennen, nicht wie bisher angenommen erlernt wird oder umgebungsbedingt ist - sondern in unseren Genen liegt.

Ich denke jedoch, dass auch in den kognitiven Fähigkeiten der Menschen ein großes Potenzial für notwendige Verhaltens- und Anpassungsregeln enthalten ist – schneller als das der biologischen Evolution – und will mit dieser CLB weitere Informationen für Einordnungen von Entwicklungen liefern,

Ihr

INHALT

Aufsätze

Am Johannistag ist Saisonende Spargel: Anregend für Nieren und Stoffwechsel _____	144
„PiggyBac“, „Dornröschen“ und Co. Von der Entdeckung springender Gene bis zu ihrer Nutzung in der Gentherapie _____	150
Salzchemie im Supermarkt Speise-, Bade- und Fleckensalze _____	158

Rubriken

Editorial _____	137
Impressum _____	139
F & E im Bild _____	139
Unternehmen _____	140
Personalia _____	142
Förderungen / Preise _____	143
Umschau	
Siliciumkompatible Photonik auf dem Vormarsch _____	164
Forschung und Technik _____	167
Umfeld Wissenschaft _____	171
Der neueste Stand _____	172
Literatur _____	173
Neue Produkte _____	125
Bezugsquellenverzeichnis _____	183
CLB-Geschichte _____	U1/U3

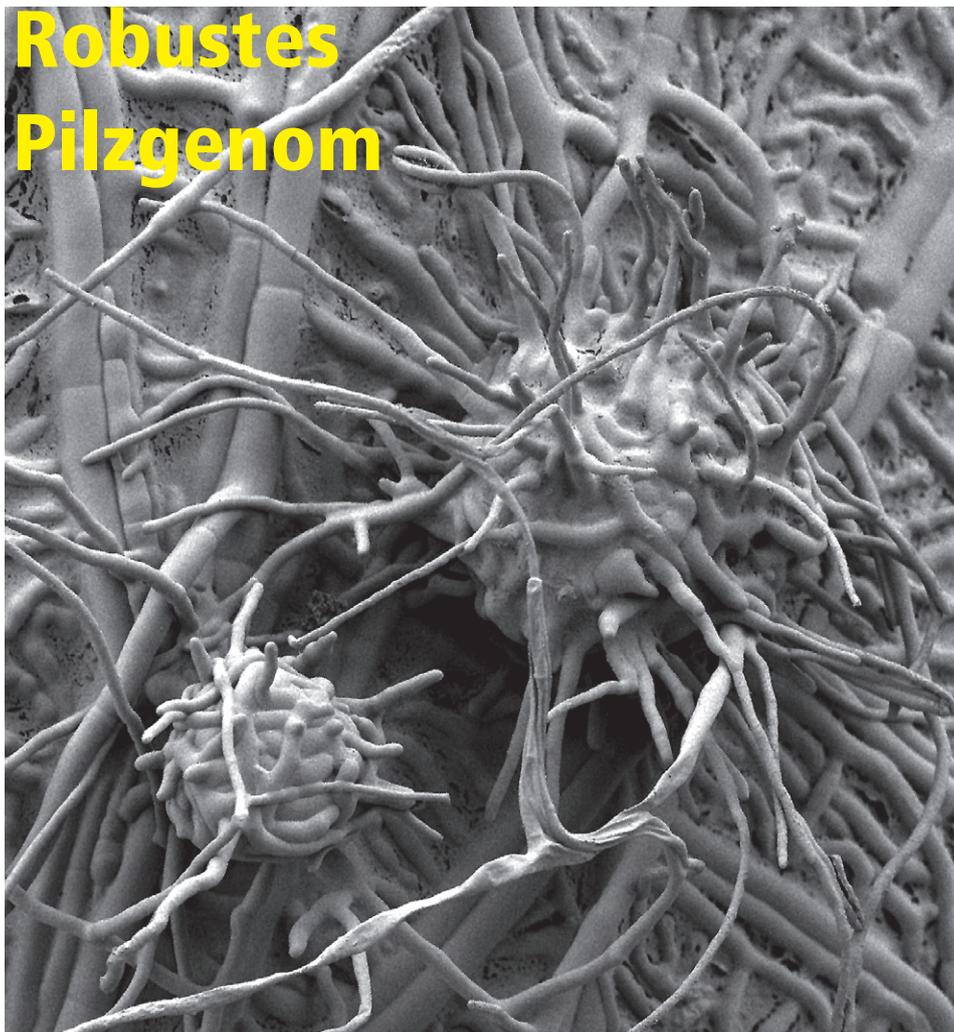


Zum Titelbild:
Das Bild ist ein leicht veränderter Ausschnitt des Comics von Seite 157 und bezieht sich damit auf den Artikel über springende Gene ab Seite 150 (Grafik: Raymond Blavatt).

Erreichen & Erhalten

2008 starben 19 000 Personen bei Unfällen Gesamtunfallgeschehen in Deutschland hat 550 Tote mehr als im Vorjahr _	175
Vertrauen in Lebensmittelhandel gering Nachhaltigkeit von Produkten und Verpackungen besonders gefragt _	176
9,4 Prozent weniger CO ₂ -Emissionen im Jahr 2009 Niedrigster Stand seit 2005 – Emissionshandel bewährt sich auch in der Krise	177
Wer einmal drin war, schätzt es. Neun von zehn Studierenden würden wieder ins Wohnheim ziehen _	179
Bildungswerk Nordostchemie bietet Studium an Bachelor of Engineering Chemietechnik, Bachelor of Science Chemie sowie Bachelor of Engineering Pharmatechnik _____	180
Elektrochemie (3) – Analytik Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich _____	182

Robustes Pilzgenom



Mit „Next-Generation“-Techniken hat eine Kooperation von Forschern aus acht Universitäten in vier verschiedenen Ländern unter Leitung von Dr. Minou Nowrousian und Prof. Ulrich Kück von der Uni Bochum das Genom des Pilzes *Sordaria macrospora* entschlüsselt. Dabei gewannen sie einerseits Erkenntnisse zur Lebensweise und Evolution von Pilzen. So kommt *Sordaria macrospora* mit mehreren Kopien gleicher Gene klar, die bei anderen Pilzen aufgrund von immun-ähnlichen Reaktionen zum Zelltod führen. Sie fanden außerdem Gene von entfernten Verwandten, die auf einen horizontalen Gentransfer im Laufe der Evolution schließen lassen. Interessant auch: Pilzgenome sind im Vergleich zum menschlichen Genom zwar ca. 100-mal kleiner – 40 Millionen Basenpaare im Genom von *Sordaria macrospora*, 3000 Millionen im menschlichen Genom, aber trotzdem kodieren sie für eine ähnlich große Zahl von Genen: ca. 11 000 Gene bei *Sordaria macrospora*, ca. 25 000 beim Menschen. Das erste Genom eines Eukaryoten, das 1996 vollständig sequenziert wurde, war das des einzelligen Pilzes *Saccharomyces cerevisiae*, bekannt als Bäcker- oder Bierhefe. Dafür benötigten ca. 600 Forscher sechs Jahre. Das Bild zeigt junge Fruchtkörper und vegetative Hyphen des Pilzes *Sordaria macrospora* (Abbildung: Lord/Bloemendal/Jeffree/Kück/Read).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLB erscheint monatlich.
© 2010 Agentur und Verlag Rubikon
Rolf Kickuth

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik
mit der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft – außerhalb des Abonnements – 13,00 Euro, im persönlichen Abonnement jährlich 104,00 Euro zuzüglich Versandkosten; ermäßigter Preis für Schüler, Studenten und Auszubildende (nur gegen Vorlage der Bescheinigung) jährlich 79,45 Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7% MWSt. Ausland sowie Firmen- bzw. Bibliothekenabonnements auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt.

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

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

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

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

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungs-exemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

CEM Mikrowellen-Labortechnik eröffnet eine Niederlassung in Japan. Bisher ist CEM in Deutschland, Frankreich, Italien, England und USA direkt vertreten. In weiteren 52 Ländern erfolgt die Kundenbetreuung über lokale Händler.

Die DEKRA hat 100 Prozent der Anteile an dem schwedischen Industrie-Prüfdienstleister ÅF-Kontroll AB übernommen. Der Kaufvertrag wurde am 25. März in Stockholm unterzeichnet. ÅF-Kontroll gehört in Skandinavien und Osteuropa zu den führenden Industrieprüfern und war bislang im Besitz des börsennotierten Consulting-Konzerns ÅF AB.

Bayer Technology Services (BTS) und The Equity Engineering Group (E²G) haben ein Lizenzabkommen zur weltweiten Vermarktung neuer Inspektionsmethoden für die Öl- und Chemieindustrie unterzeichnet. Die Methoden erfüllen insbesondere die Anforderungen der empfohlenen Inspektionsrichtlinien API 581 Risk Based Inspection (RBI) Technology des American Petroleum Institutes (API).

Evonik Industries hat zum Ende des Jahres 2009 das Geschäft für Methacrylatspezialester von Arkema erworben. Die Akquisition betrifft die Produkte 2-Ethylhexylmethacrylat (2-EHMA), Dimethylaminoethylmethacrylat (MADAME), n- und i-Butylmethacrylat (n-BUMA und i-BUMA). Diese Monomere werden vorrangig zur Herstellung von Lacken und Farben, von Wasseraufbereitungskemikalien und Kunststoffadditiven verwendet.

Cephalon Inc., USA, hat jetzt die Übernahme des Schweizer Pharmaunternehmens **Mepha** abgeschlossen. Der Kaufpreis beim Abschluss einschließlich bestimmter Abschlussanpassungen, betrug CHF 662,4 Millionen (oder etwa USD 615,4 Millionen). Der Kaufpreis unterliegt jedoch weiteren Kapital- und Nettoschuldanpassungen nach dem Abschluss.

Die Gerresheimer AG, Düsseldorf, hat in Moskau ein Vertriebsbüro gegründet. Die neue Vertretung wird das Geschäft der Gruppe mit pharmazeutischen Primärpackungen und Drug-Delivery-Systemen forcieren.

Horizon Therapeutics, Inc. (USA) und **Nitex Pharma AG**, Schweiz, fusionieren. Das fusionierte Unternehmen trägt den Namen Horizon Pharma, Inc. und wird von Timothy P. Walbert geleitet, der frühere Präsident und Geschäftsführer von Horizon Therapeutics. Das Unternehmen wird seinen Hauptsitz in Northbrook, Illinois, mit Niederlassungen in Reinach, Schweiz (Horizon Pharma AG) und Mannheim, Deutschland (Horizon Pharma GmbH) haben.

Roche wird 100% an der Medingo Ltd. erwerben, einem Tochterunternehmen im Mehrheitsbesitz der Elron-Gruppe. Medingo Ltd. befasst sich mit der Entwicklung einer teilweise wiederverwendbaren Insulinpflasterpumpe. Gemäß der Vereinbarung wird den Aktionären von Medingo Ltd. eine Sofortzahlung von 160 Millionen US-Dollar sowie bis zu 25 % der Sofortzahlung als erfolgsabhängige Meilensteinzahlungen gezahlt.

Ergebnisverfall vermieden Chemikalienhandel weniger Menge und Umsatz

Der deutsche Chemikalien-Groß- und Außenhandel konnte sich in der seit Herbst 2008 andauernden schweren Wirtschafts- und Finanzkrise bisher gut behaupten. Der Umsatz in 2009 ging im Vergleich zum Vorjahr um ca. 22 Prozent auf 9,7 Milliarden Euro und die abgesetzten Mengen um ca. 13 Prozent zurück. Aufgrund intensiver Sparmaßnahmen konnte ein Ergebnisverfall in vergleichbarem Umfang vermieden werden.

Wie vorhergesehen bestätigte sich die Zunahme der Zahlungsverzögerungen. Darüber hinaus nahm die Zahl der insolventen Kunden zu. Dies gilt insbesondere für die im Außenhandel tätigen Unternehmen. Verstärkt wurde dieses Problem durch die sich weiter aus Haftungsrisiken zurückziehenden Kreditversicherer.

Steigende Preise für gehandelte Waren scheinen zum Optimismus Anlass zu geben, was bei Betrachtung der gehandelten Mengen jedoch nicht bestätigt wird. Während der Spezialitätenhandel von diesen Preissteigerungen eher profitiert, hat der lagerhaltenden Platzhandel wegen

der noch labilen Wirtschaftssituation deutlich größere Schwierigkeiten, Preiserhöhungen durchzusetzen.

Unter der Beibehaltung der aktuellen Kriterien bei der Kreditvergabe erwartet die Wirtschaft Probleme bei der Finanzierung nach Vorlage der Bilanzzahlen für 2009. Umso wichtiger erscheint es, dass die Branche zur Kompensation dieser Belastungen sowohl ihr Leistungsprofil im Hinblick auf das Produktportfolio, das Dienstleistungsspektrum und die Servicequalität ausbaut als auch die Kostenstrukturen weiter optimiert.

Mit zunehmender Sorge nimmt der Chemiehandel zur Kenntnis, dass die europäische und nationale Gesetzgebung zum Arbeits-, Gesundheit- und Umweltschutz, unabhängig von den wirtschaftlichen Problemen, vorangetrieben wird. Neben der Umsetzung der REACH-Verordnung und des neuen Einstufungs- und Kennzeichnungssystems nach GHS/CLP, sieht sich die Branche darüber hinaus mit einer nicht enden wollenden Reihe von Spezialgesetzgebungen konfrontiert – so z. B. der Biozid-Verordnung oder der Regelung für Explosivgrundstoffe.

Mehr Polyurethan BASF baut Systemhäuser in China und Kolumbien

Die BASF baut ihr globales Netzwerk von Polyurethan(PU)-Systemlösungen weiter aus.

Mit einem neuen Systemhaus in West-China, einer Region mit über 120 Millionen Menschen, wird BASF das Wachstum wichtiger Märkte unterstützen – vor allem für die Bauindustrie, für Kühl- und Haushaltsgeräte, für Automobil und Transport als auch die Schuhindustrie. Das neue Systemhaus wird in Chongqing angesiedelt sein. Dort plant das Ludwigshafener Unternehmen derzeit den Bau einer neuen MDI-Anlage mit einer Jahreskapazität von 400 000 Kilotonnen.

Ebenfalls mit einem neuen Systemhaus für PU-Lösungen wird das Unternehmen in Cartagena, Kolumbien, das Wachstum der Märkte in Kolumbien, Venezuela und Ecuador unterstützen. Der Standort wird über lokale Entwicklungs- und Produktionseinheiten verfügen, um den Kunden schnellen und kompetenten Service zu bieten. Man will im ersten Quartal 2011 die Produktion aufnehmen. Es wird erwartet, dass der Markt für PU-Systeme in der Region der Andengemeinschaft in den kommenden zehn Jahren um sechs Prozent wächst.

Laborbranche blickt optimistischer in die Zukunft 2009 jedoch acht Prozent Umsatzrückgang und weniger Beschäftigte

Auch die deutsche Industrie für Analysen-, Bio- und Labortechnik hatte im Jahr 2009 mit den Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise zu kämpfen, zeigt sich für das laufende Jahr aber deutlich optimistisch. Der Gesamtumsatz 2009 lag mit 5,68 Milliarden Euro um rund acht Prozent unter dem Ergebnis des Vorjahres, berichtete der Geschäftsführer des Branchenverbandes Spectaris, Sven Behrens, anlässlich der internationalen Fachmesse Analytica in München.

Im Inland gingen die Umsätze um rund sechs Prozent auf 2,73 Milliarden Euro zurück. Beim Auslandsgeschäft verzeichnete die Branche mit 2,95 Milliarden sogar ein Minus von mehr als zehn Prozent. Dementsprechend ging die Exportquote leicht zurück auf 52 Prozent. Die wirtschaftliche Situation wirke sich auch auf die Beschäftigtenzahl aus. Erstmals seit Jahren gab es hier einen leichten Rückgang um 1,7 Prozent auf 34.400.

Die Prognosen für das laufende Jahr sind aber wieder vielversprechend. „Fast alle Firmen sind optimistisch. Wir rechnen für das Gesamtjahr 2010 mit einem Umsatzplus von etwa sieben bis acht Prozent“ so Behrens. Der Verband geht davon aus, dass der Inlandsumsatz um sechs Prozent zulegen werde. Beim Auslandsumsatz werde sogar ein Plus von fast neun Prozent erwartet. Die 330 deutschen Hersteller würden damit in 2010 einen Gesamtumsatz von 6,11 Milliarden Euro erzielen. Auch die Erwartungen an die Beschäftigtenzahl sind positiv: Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der Mitarbeiter um etwa ein Prozent steigen

wird. Damit wären rund 34.700 Menschen in der Industrie für Analysen-, Bio- und Labortechnik beschäftigt.

Im vergangenen Jahr drückte insbesondere der Außenhandel das Ergebnis. Im wichtigen Exportgeschäft konnten lediglich die Ausfuhren in den Nahen Osten gesteigert werden – dafür aber deutlich um mehr als 23 Prozent. Zweistellige Exportrückgänge waren jedoch bei den Ausfuhren in die Länder der Europäischen Union (-18 Prozent), in das restliche Europa (-16 Prozent) sowie nach Mittel- und Südamerika (-13 Prozent) zu beobachten. Auch

die Exporte nach Nordamerika lagen deutlich unter dem Vorjahreszeitraum (-9 Prozent). Dagegen stagnierte das Geschäft in Asien (-1 %).

Stagnation bei der Analytica

Die Analytica bewegte sich in diesem Jahr von ihrem Umfang her auf dem Niveau der Vorveranstaltung 2008. Es kamen „knapp 33 000“ Besucher (2008: 33 065). Die Ausstellerzahl belief sich auf 1038 Firmen, sechs mehr als 2008. Die Analytica Conference konnte in diesem Jahr mit 1197 Besuchern einen Zuwachs von gut fünf Prozent verzeichnen.

Merck: Mehr organische Halbleiter Plastic Logic weiter dabei – Lesegerät kommt später

Die Merck KGaA und die Plastic Logic GmbH haben am 13. April Pläne für die gemeinsame Entwicklung, Erprobung und Vermarktung neuer organischer Halbleiter von Merck in den Displays von Plastic Logic vorgestellt. Produktion und Markteinführung dieser neuen Materialien sind für 2011 vorgesehen.

Merck hat kürzlich in die Erweiterung des Chilworth Technical Centre, seines Forschungszentrums für Chemie in Southampton, Großbritannien, investiert, wobei neue Laboratorien zur Intensivierung und Beschleunigung der Entwicklung von Display-Materialien auf der Basis der organischen Elektronik errichtet wurden. Im Rahmen des jetzt bekannt gegebenen Projekts hat auch Plastic Logic in zusätzliche Produktionsanlagen investiert, um die Einführung der neuen „Lisicon“-Materialien von Merck in die Massenproduktion zu beschleunigen.

Funktionale Materialien des Darmstädter Unternehmens werden bereits in der Herstellung der fle-

xiblen ePaper-Displays für den „QUE proReader“ eingesetzt, dem ersten Consumer-Produkt von Plastic Logic, das im Januar auf der International Consumer Electronics Show 2010 vorgestellt wurde.

Allerdings verzögert sich der Verkaufsstart des elektronischen Lesegerätes, das ursprünglich bereits im ersten Halbjahr 2009 erscheinen sollte und dann für den US-Verkauf im jetzigen April annonciert wurde, erneut. Plastic Logic-Chef Richard Archuleta nannte unspezifisch „diesen Sommer“ als US-Verkaufsstart. Hierzulande wird das Gerät, das von 120 Mitarbeitern im Plastic Logic-Produktionsstandort in Dresden produziert wird, nicht vor dem nächsten Jahr zu haben sein. Die Firma wurde im Jahr 2000 von Forschern des Cavendish Labors der Universität von Cambridge gegründet, unterhält dort weiterhin Forschungslabors. Geschäftsleitung, Produktentwicklung, Verkauf und Marketing sind im Hauptsitz in Mountain View, Kalifornien ansässig.

AFFECTIS PHARM. Die Affectis Pharmaceuticals AG gab den Erhalt der ersten Tranche seiner Serie D-Finanzierungsrunde über 3,3 Mio Euro bekannt. An der Finanzierung beteiligten sich die bestehenden Investoren LSP, Aescap Venture, KfW, Bayernkapital und EMBL Ventures. Darüber hinaus wurde **Alex Martin** zum Vorstandsvorsitzenden ernannt. Herr Martin war zuvor Mitglied des Aufsichtsrats von Affectis und seit August 2009 Finanzvorstand.

BIOCITECH Biocitech SAS, life-science Technologie-Park bei Paris, hat **Jean-François Boussard** (58) zum CEO ernannt. Jean-François Boussard folgt auf Jacques Lhomel, der in den Ruhestand geht.

DAAD Frau **Dr. Dorothea Rüländ**, derzeit Direktorin des Internationalen Zentrums der Freien Universität Berlin, wird ab 1. Oktober 2010 neue Generalsekretärin des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) in Bonn. Sie tritt die Nachfolge von Dr. Christian Bode an, der nach 20-jähriger Tätigkeit als Generalsekretär des DAAD am 30. September 2010 in den Ruhestand tritt.

DGBMT Die Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE (DGBMT) hat für die kommenden drei Jahre **Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Thomas Schmitz-Rode**, Direktor des Instituts für Angewandte Medizintechnik der Medizinischen Fakultät im Helmholtz Institut der RWTH Aachen, zum neuen Vorsitzenden gewählt. Schmitz-Rode ist gleichzeitig Mitglied im VDE-Präsidium.

Dow Der Betriebswirt **Ralf Brinkmann** ist zum Präsidenten von Dow in Deutschland und Vorstandsvorsitzenden der Dow Deutschland Inc. ernannt worden. Brinkmann, seit 1992 bei Dow, hält gleichzeitig die Funktion als Commercial Vice President Basic Chemicals and Performance Products & Systems für Europa, den Nahen Osten und Afrika.



HELMHOLTZ MÜNCHEN Am Helmholtz Zentrum München wurde ein neues Institut für Diabetesforschung unter Leitung der Medizinerin **Prof. Dr. Anette-Gabriele Ziegler** etabliert. Ziegler ist eine weltweit renommierte Forscherin auf dem Gebiet des Typ 1-Diabetes. Sie ist in vielen internationalen Diabetes-Netzwerken vertreten und in Deutschland Sprecherin des Kompetenznetzes Diabetes mellitus.

MPG Der Jurist **Dr. Ludwig Kronthaler** (53) wurde zum neuen Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) in München bestellt. Kronthaler, zuletzt Direktor für Ressourcenmanagement und Industrieangelegenheiten der European Space Agency (ESA) in Paris und davor Kanzler der TU München, tritt die Nachfolge von Dr. Barbara Bludau zum 1. Oktober 2010 an.

PROBIOGEN ProBioGen AG, ein führendes Biotechnologieunternehmen in den Bereichen Zellliniendesign und Herstellung von Biopharmazeutika, hat **Dr. Volker Sandig** zum Chief Scientific Officer (CSO) des Unternehmens ernannt. Er wird die Aufgaben von Dr. Uwe Marx übernehmen, der das Unternehmen verlässt, um an der TU Berlin die Leitung eines unternehmerisch orientierten Innovations-Teams zu übernehmen. Dr. Sandig hat bei ProBioGen im Jahr 2000 das Programm zur Entwicklung von Zelllinien aufgebaut.

WBMT **Prof. Dr. Dietger Niederwieser**, Leiter der Abteilung für Hämatologie und Internistische Onkologie am Universitätsklinikum Leipzig, ist der neue Mann an der Spitze des Worldwide Network for Blood & Marrow Transplantation (WBMT). In einer weltweiten Online-Abstimmung unter den 17 in der WBMT aktiven Gesellschaften wurde der Leipziger für die nächsten zwei Jahre zum Präsidenten der bedeutendsten Organisation für Blut- und Knochenmark-Transplantationen gewählt.

EHRUNGEN

Der Helmholtz-Klimaforscher **Prof. Dr. Peter Lemke** wird für seine Beiträge zur Klimaforschung mit dem „**Bayer Climate Award**“ der Bayer Science & Education Foundation ausgezeichnet. Lemke arbeitet am Alfred-Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft und leitet die Regionale Klimaforschungsinitiative Reklim, in der acht Helmholtz-Zentren ihre Aktivitäten zur regionalen Klimaforschung bündeln. Der „Bayer Climate Award“ ist mit 50 000 Euro dotiert und wird am 22. April 2010 in Berlin im Rahmen der internationalen Klimakonferenz „Continents under climate change“ überreicht.

Nicolas Dietl (26) vom Institut für Chemie der TU Berlin wurde mit dem mit 2500 Euro dotierten **Wolfgang-Paul-Studienpreis 2010** ausgezeichnet. Dietl untersuchte Methoden zur Aktivierung von Methan als kleinstem und stabilstem Kohlenwasserstoff. In Anbetracht der schwindenden Ölvorkommen für die Industrie und Wirtschaft ist die Aktivierung von Methan als Energieträger von großer Bedeutung, jedoch bisher sehr schwierig zu realisieren. Die Deutsche Gesellschaft für Massenspektrometrie (DGMS) ehrt mit diesem Preis die besten Diplombeziehungsweise Master- und Doktorarbeiten auf dem Gebiet der Massenspektrometrie.

Winzige Ribonukleinsäuren (sRNAs) steuern wichtige Zellprozesse, auch in Krankheitsregern. Für seine Forschung zu diesem Thema hat der Biochemiker **Prof. Jörg Vogel** (42), Leiter des Instituts für Molekulare Infektionsbiologie der Universität Würzburg, den **Forschungspreis der Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie** (VAAM) verliehen bekommen. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis ist für Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Mikrobiologie bestimmt.

Der Biologe **Dr. Matthias Selbach** vom Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch ist in München mit dem **Analytica Forschungspreis 2010** ausgezeichnet worden. Dr. Selbach erhielt den mit 25 000 Euro dotierten Preis „für seine Arbeiten über den Einfluß von microRNAs auf die Proteinproduktion von Krebszellen“. Den Preis vergibt die Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e. V (GBM), das Preisgeld stiftet das Gesundheitsunternehmen Roche.

Der mit 50 000 Euro dotierte **Communicator-Preis** der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft geht in diesem Jahr an den Zellphysiologen und Riechforscher **Prof. Hanns Hatt** (62) von der Ruhr-Universität Bochum. Er wird damit für die langjährige Vermittlung seiner Forschungsarbeiten zum Geruchssinn bei Mensch und Tier ausgezeichnet.

Der Australier **Prof. Dr. Francis Stewart** vom Biotechnologischen Zentrum (BIOTEC) an der TU Dresden erhielt den mit 3000 Euro dotierten „Preis für herausragende Beiträge im Feld der transgenen Technologien“ der Internationalen Gesellschaft für Transgene Technologien. Die Jury würdigte damit Stewarts erfinderische Pionierarbeit in der Entwicklung von Methoden der Gentechnik, konkret eine neue Technik des Recombineering, eine Methode, die das Engineering von großen DNA Molekülen ermöglicht.

Die mit je 16 000 Euro dotierten **Heinz Maier-Leibnitz-Preise 2010** sind an sechs Nachwuchswissenschaftler vergeben worden. Im Bereich Chemie erhielt **Dr. Christina Thiele** (36) von der Technischen Universität Darmstadt den Preis für ihre Beiträge zur NMR-Spektroskopie, beispielsweise ihre Dissertation zu metallorganischen Reaktionen, und die Bestimmung der Konfiguration kleiner organischer Moleküle.

Der mit 3000 Euro dotierte **Jochen-Block-Preis 2010** der Deutschen Gesellschaft für Katalyse (German Catalysis Society GeCatS) geht an die Chemieingenieurin **Dr. Regina Palkovits** (30) vom Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim/Ruhr. Die Nachwuchswissenschaftlerin wird damit für ihre Arbeiten zur katalytischen Transformation nachwachsender Rohstoffe ausgezeichnet.

Nicht selten ist die Diagnose eines Karzinoms in der Nebenniere falsch. Der Privatdozent **Dr. Martin Fassnacht**, Oberarzt in der Endokrinologie der Medizinischen Klinik der Universität Würzburg, hat einen Marker gefunden, der die Diagnostik erheblich verbessern wird: den Steroidogenic Factor 1 (SF-1). Dafür wurde er von der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie mit dem mit 5000 Euro dotierten **Schöller-Junkmann-Preis** ausgezeichnet.

Berufliche Bildung für Umweltschutz

Die Bonner UNESCO-Konferenz hat 2009 Empfehlungen ausgesprochen, wie nachhaltige Entwicklung in nationalen Bildungsplänen verankert werden kann. Hier knüpft der Verein „Innovative Berufsbildung e.V.“ mit dem Hermann-Schmidt-Preis 2010 an: „Berufliche Bildung für Umweltschutz und eine nachhaltige Entwicklung“. Es werden Initiativen von Betrieben und Einrichtungen der beruflichen Bildung prämiert, die in der beruflichen Aus- und Weiterbildung Qualifizierungskonzepte und -angebote zum Umweltschutz und für eine nachhaltige Entwicklung umsetzen. Die Preisverleihung (1. Preis 3000.-, 2. Preis 2000.-, 3. Preis 1000.-) findet am 27. Oktober 2010 in Bielefeld statt. Die Bewerbungsfrist endet am **23. Juli 2010**. Weitere Informationen unter www.bibb.de/hermann-schmidt-preis.

Promotionsstipendien

Aus Mitteln des Landes vergibt die Universität Potsdam ab sofort Promotionsstipendien und fordert alle Interessierten zur Bewerbung und Antragstellung auf. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bewerbung sind neben dem abgeschlossenen Hochschulstudium die Vorbereitung einer Promotion an der Universität Potsdam, überdurchschnittliche Leistungen und ein wissenschaftliches Vorhaben, das einen wichtigen Beitrag zur Forschung erwarten lässt. Die Mitarbeiter der Graduiertenschule der Hochschule gewährleisten die Mitbetreuung der Promotionsvorhaben. Die Bewerbungsunterlagen werden bis zum **18. Mai 2010** entgegengenommen. Elektronische Unterlagen sind zu senden an: nadine.mohaupt@uni-potsdam.de. Weitere Hinweise sind unter www.uni-potsdam.de/forschung/wiss_nachwuchs/gradfoer/ausschreibung2010.html zu finden.

Ernährungskultur

Biologische Vielfalt ist auch in der Ernährung eine wichtige Lebensgrundlage. Doch welche Möglichkeiten gibt es für sozial Schwächere, sich gesund und ausgewogen zu ernähren? Und wie hängen Biodiversität und Ernährungskultur zusammen? Forschungsbeiträge zu diesen Fragen zeichnet der „Förderpreis Ernährungskultur“ der Universität Kassel in diesem Jahr zum 7. Mal mit einem Preisgeld von 5000 Euro aus. Die Bewerbungsfrist endet am **15. Juni 2010**. Es werden Arbeiten berücksichtigt, die einen Beitrag zur Erforschung nachhaltiger, zukunftsweisender Lebensmittelerzeugung und Ernährung leisten. Schwerpunkte stellen in diesem Jahr die Themen „Biodiversität und Ernährungskultur“ sowie „Soziale Ungleichheit und Ernährung“ dar. Informationen bei Prof. Dr. Angelika Ploeger Tel 0561 804 1714 oder a.ploeger@uni-kassel.de.

Am Johannistag ist Saisonende

Spargel: Anregend für Nieren und Stoffwechsel

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Den Anfang setzt das Wetter, das Ende traditionell der Johannistag am 24. Juni eines Jahres: die Zeit des Spargels. Wenn er, elfengleich, aus seinen Schutzwällen gestochen wird, will er innerhalb eines Tages verzehrt sein. 120 000 Tonnen Spargel verzehren die Deutschen Bürger hauptsächlich in zwei Monaten des Jahres. Wichtige Inhaltsstoffe verleihen ihm große Beliebtheit, allerdings gibt es auch Menschen, die mit diesem göttlichen Gemüse zurückhaltend umgehen sollten.

Spargel, ein uraltes Gemüse

Von den etwa 100 Spargel-Arten sind an die 15 in Europa anzutreffen. Die meisten sind in Südafrika zu finden. Die Spargel-Gattung (*Asparagus*) zählt zur Familie der Spargelgewächse (*Asparagaceae*) und zur Klasse der lilienähnlichen Pflanzen (*Liliopsida*). In Deutschland ist der Weiße Spargel, auch Gemüsespargel oder Bleichspargel genannt (*Asparagus officinalis*) beheimatet. Verzehrt und angebaut wird auch der violettköpfige Französische Spargel sowie bei Verzicht auf die Hügelwirtschaft der herzhaftere Grüne Spargel [1]. Gärtner schmücken ihre Blumensträuße gerne mit dem Grün des Zierspargels.

Schon vor 4500 Jahren bekundeten die Ägypter ihre Vorliebe für den Spargel, gefolgt von den Griechen und Römern. Heute sind Anbauflächen auf der ganzen Welt zu finden, so gemäßigt bis warmes Klima anzutreffen ist.

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: *Asparagus officinalis*, Illustration in Otto Wilhelm Thomé, „Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz“.

Die Römer versuchten den Spargel auch nördlich der Alpen anzubauen. Da die Kultivierung jedoch mühselig ist, geriet er lange Zeit in Vergessenheit.

In Deutschland feierte der Grüne Spargel 1568 bei Stuttgart seinen Einzug.

Aber erst zum Ende des 19. Jahrhunderts kam das Kultivieren in Erdwällen auf. Zuvor war nur der Grüne Spargel bekannt. Schaut der Spargel zu weit aus den Erdwällen heraus, bekommt er

violette Köpfe mit etwas würzigerem Geschmack, wie ihn die Franzosen bevorzugen.

Die relativ kurze Spargelsaison endet hierzulande am 24. Juni, dem Johannistag, der auch das Ende der Rhabarberzeit einläutet. Wie eine alte Bauernweisheit verrät, kann das Ende der Spargelernte auch an dem Beginn der Kirschernte abgelesen werden: „Kirschen rot – Spargel tot.“

Die Biologie des Spargels

Spargel gehört trotz ihres hohen Wassergehaltes von über 90 Gew.-% zu den an trockene Standorte angepassten Trockenpflanzen (Xerophyten). Die stark zurückgebildeten Laubblätter vermindern den Feuchtigkeitsverlust durch Verdunstung. Die wie Nadeln aussehenden Scheinblätter (Phyllokladien) besorgen zwar die Photosynthese von Aufbaustoffen, doch ihre geringe Oberfläche stellt eine Optimierung zwischen Assimilation und Verdunstungsverlust dar.

Die Wurzeln können bis zu sechs Meter in den Boden reichen und vermögen Wasser und Nährstoffe zu speichern.

Die Spargelstangen sind Sprossen aus der Oberseite der Wurzelstöcke (Rhizome). Nach der Spargelsaison verbleiben die Wurzelstöcke im Boden. Schon im Herbst bilden sich neue Spargelknospen. Ab 12°C wachsen sie im Frühjahr zur Erdoberfläche.

Die Spargelpflanze wächst zweihäusig, d.h. es gibt männliche und weibliche Pflanzen. Bereits im 19. Jahrhundert gelangte man zur Erkenntnis, dass männliche Spargelpflanzen mehr Ertrag und mehr Stangen wachsen lassen, da sie früher mit dem Wachstum beginnen. So sind die heute eingesetzten Spargelpflanzen in der Regel männliche Hybridstöcke.

Aus den nicht mehr abgeernteten Spargelstangen wachsen bis zu 1,5 Meter hohe Krautpflanzen mit glatten grünen Stängeln.

Die Spargelpflanze blüht zwischen Juli und August verzögert nach der Ernte, ansonsten bereits ein bis zwei Monate früher [2].

Die Blüten der männlichen Pflanzen sind länger und intensiver gelb gefärbt. Aus den weiblichen Pflanzen wachsen nach der Blüte grüne Beeren, die sich im Herbst dunkelrot verfärben. Für den Menschen ungenießbar, veranlassen sie doch die Vögel, für ihre Verbreitung zu sorgen, da die Samenkerne im Vogelmagen nicht verdaut werden (Abbildung 1).

Spargelbauern haben es nicht leicht

Die Menge des in Deutschland verzehrten Spargels wächst unaufhaltsam: waren es zur Jahrtausendwende gut 80 000 t Spargel so sind es derzeit über 120 000 t, die die Bundesbürger sich mun-

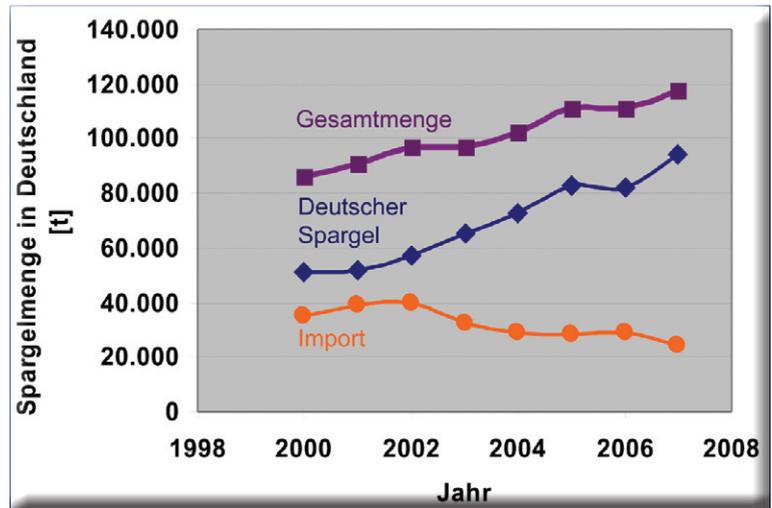


Abbildung 2: Spargelmenge auf dem Deutschen Markt.

den lassen – 1,5 kg von jedem Bundesbürger (Abbildung 2).

Dabei verdrängen die deutschen Spargelbauern mehr und mehr die ausländische Konkurrenz. Die Anbauflächen für Spargel weiteten sich von 15 500 ha (2000) auf 21 700 ha (2007) aus.

Ein mit Mist oder Humus handbreit in die Erde gepflanzter Wurzelstock ist erst im dritten Jahr erntereif. Die Beete werden dann im Frühjahr mit einem 30 cm hohen sandigen Erdwall bedeckt, aus dem sich die Spargelstangen herausstechen lassen, sobald sich an der glatten Walloberfläche Risse bemerkbar machen (Abbildung 3). Bei warmer und feuchter Witterung kann eine Spargelstange bis zu sieben Zentimeter am Tag wachsen.

Abbildung 3: Weißer Spargel und seine Wurzeln (Bild: Clemens Pfeiffer, 1190 Wien).



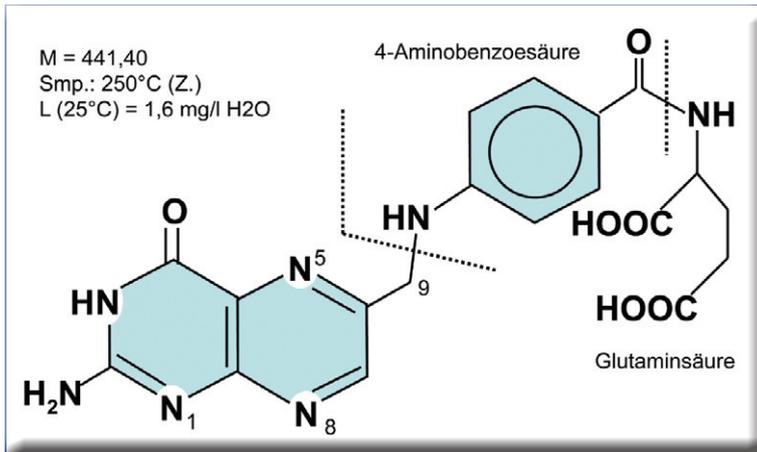


Abbildung 4: Struktur der Folsäure (Vitamin B9).

In Frankreich lässt man die Spargelspitzen etwas aus der Erde herauschauen. Dadurch laufen sie violett an und verleihen dem Spargel einen würzigeren Geschmack (Violetter Spargel). Besonders in Frankreich und in der Schweiz werden auch große Anteile an Grünem Spargel angebaut.

Im professionellen Anbau verwenden die Spargelbauern unterschiedliche Sorten für den Weißen und den Grünen Spargel.

Obwohl Amerikanische Firmen bereits seit 1907 an der Automatisierung der Spargelernte arbeiten, verbleibt das Spargelstechen doch bis heute weitgehend der Handarbeit in den frühen Morgenstunden, um ihn noch am gleichen Tag auf den Markt bringen zu können.

Seit fünf Jahren sind auch in Deutschland Erntemaschinen für den Spargel im Einsatz: sie gehen mit Messern durch die Wälle, Wirbeln den oberen Teil zum Herauslesen der Spargelstangen per Hand auf und bilden danach wieder den glatten Erdwall. Jedoch kompensieren Wurzelschäden und das Abernten auch kürzerer Stangen noch

nicht flächendeckend die hohen Anschaffungskosten der Erntemaschine [3].

Zum Schutz vor Lichteinfall und zum Halten der Wärme in den Spargelwällen setzen die Spargelbauern immer häufiger schwarze Plastikfolien ein, die bei der Handerte kurz angehoben werden.

Mit hinreichender Pflege und Düngung geben die Spargelbete über 10 Jahre hinweg gute Ernten. Danach müssen allerdings andere Flächen gesucht werden, denn selbst nach einer 10- bis 15-jähriger Brache müssen Spargelbauern mit Ernteeinbußen rechnen, wenn sie ehemalige Felder wieder für den Spargelanbau nutzen wollen.

Inhaltsstoffe des Spargels

Nicht nur Geschmack und Aussehen machen die Begehrlichkeit nach dem weißen Gemüsespargel aus, sondern auch die Inhaltsstoffe. Sie haben eine anregende Wirkung auf Nieren und Stoffwechsel. Spargel ist mit seinen 17 bis 21 kcal (= 71 - 88kJ)/100g zudem äußerst kalorienarm und wenig belastend. Ernährungswissenschaftler heben vor allem ätherische Öle, basische Bestandteile, nicht belastende Ballaststoffe, Mineralien und Vitamine hervor. Besonders wird dabei der relativ hohe Gehalt an Folsäure hervorgehoben, einem Vitamin (B9).

Die Inhaltsstoffe schwanken in der Literatur etwas, was sicherlich auch mit den örtlichen Differenzen der Böden, Pflege und Ernten zusammenhängt.

Die nachfolgenden Haupt-Inhaltsstoffe für 100 g weißen Gemüsespargel geben also nur die Größenordnung wieder [3]:

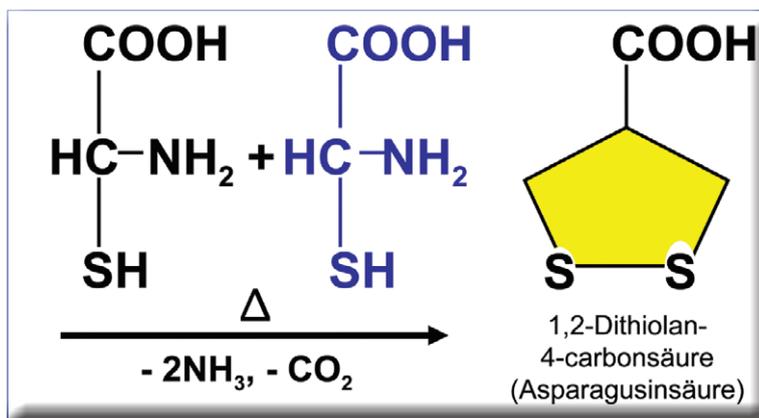
• Wasser:	92,04 %
• Proteine:	2,26 %
• Cellulose:	1,54 %
• Kohlehydrate:	0,47 %
• Fett:	0,31 %
• Sonstige	N-freie Stoffe: 2,80 %

Aber auch eine Reihe von Mineralstoffen ist im Bleichspargel enthalten, in 100 g so etwa:

• Kalium	210 mg
• Phosphor	45 mg
• Kalzium	20 mg
• Magnesium	20 mg
• Eisen	1 mg .

Eine andere Quelle stützt sich auf Untersuchungen mit 23 Spargelproben im Jahre 2007. Dabei fiel ein sehr niedriger Nitratgehalt in dem Gemüse auf, und auch Blei, Thallium, Uran, Arsen und Selen waren nicht nachweisbar. Selbst Cadmium lag 200-fach unterhalb des Grenzwertes von 0,010 mg/100g. Die Zink- und Eisen-Konzentrationen schwankten um 0,3 mg. Aluminium, Bor Kupfer und Mangan bewegten sich um 0,1 mg/100 g Spargel [4].

Abbildung 5:
Synthese des Spargel-Aromas 1,2-Dithiolan-4-Carbonsäure aus Cystein.



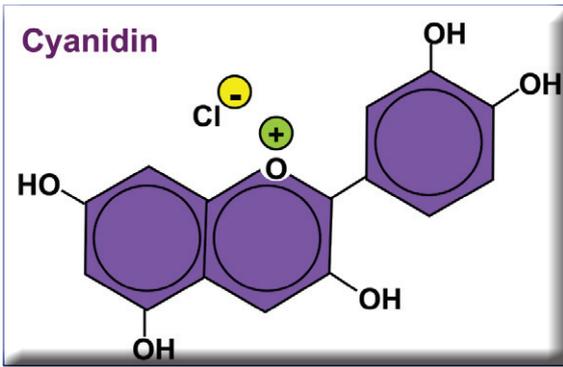


Abbildung 8: Blauviolett-Verfärbung des Weißen Spargels durch Anthocyane und Anthocyanidine.

Besonders wertvoll sind die Vitamine im Gemüse-Spargel. 100 g enthalten:

- Vitamin C 20,0 mg
- Vitamin E 2,5 mg
- Vitamin A 1,5 mg
- Niacin (Nicotinsäure; Vit. B3) 1,0 mg
- Vitamin B6 0,60 mg
- Vitamin B2 0,12 mg
- Vitamin B1 0,11 mg .

Daneben sind Folsäure (0,086 mg / 100 g Spargel), auch Vitamin B9 genannt, (Abbildung 4), Pantoensäure, auch Vitamin B5 genannt, sowie Apfelsäure, Zitronensäure und Oxalsäure enthalten.

Der relativ hohe Gehalt an Folsäure im Spargel ist deshalb besonders hervorzuheben, weil er für alle Wachstums- und Entwicklungsprozesse im Organismus unerlässlich ist [5].

Der Tagesbedarf liegt bei maximal 0,6 mg Folsäure, wobei bereits ab 15 mg gesundheitliche Schäden auftreten können. Neben Spargel enthalten auch Weizenkeime (0,4 mg/ 100g), Vollkornprodukte, grünes Blattgemüse, Rote Beete, Brokkoli, Karotten, Tomaten, Eigelb und Nüsse hinreichende Folsäuremengen für den Tagesbedarf [6].

Aromastoffe des Spargels sind die Asparaginsäure, die aus Cystein oder Dichlor-isobuttersäure, (Cl-CH₂)₂CH-COOH, mit Natriumdisulfid, Na₂S₂, auch synthetisch gewonnen wird (Abbildung 5) [7], sowie das S-Methylmethioninsulfoniumchlorid (MMS), das auch künstlich aus der Aminosäure Methionin und Chlormethan hergestellt wird (Abbildung 6) [8]. MMS, das auch als Vitamin U benannt wurde, hat eine schützende Funktion auf die Schleimhäute des Verdauungstraktes (Ulcus-Schutzfaktor). Das synthetisch hergestellte Iodid dient als Therapie gegen rheumatische Krankheiten.

Ferner sind im Spargel relativ große Mengen an Asparaginsäure, HOOC-CH(NH₂)-CH₂-COOH,

C₄H₇NO₄, enthalten. Im Körper liegt es neutralisiert als „Aspartat“ vor.

Auch im Stickstoff abbauenden Harnstoffzyklus spielt das Aspartat eine wichtige Rolle (Abbildung 7): überflüssiger Stickstoff wird enzymatisch zu Harnstoff umgewandelt und ausgeschieden.

Die violette Farbe, die besonders dem Französischen Spargel zu Eigen ist, stammt von verschiedenen Anthocyanen und Anthocyanidinen, wie beispielsweise von dem Cyanidin (Abbildung 8).

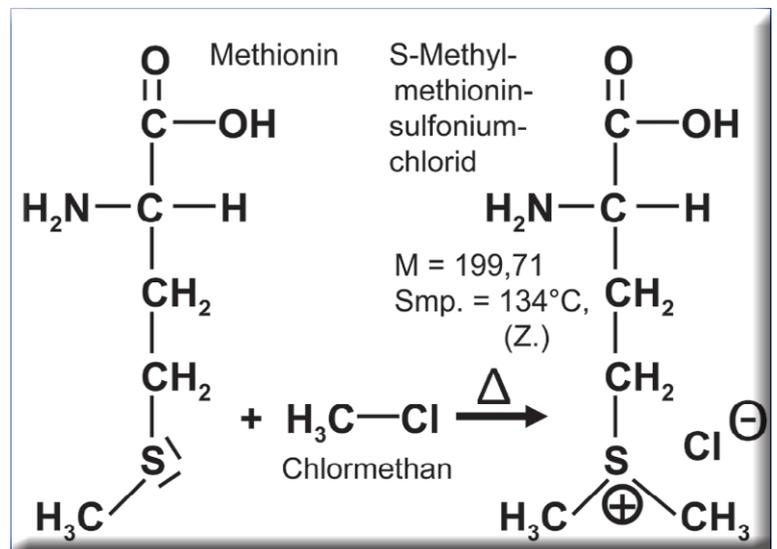
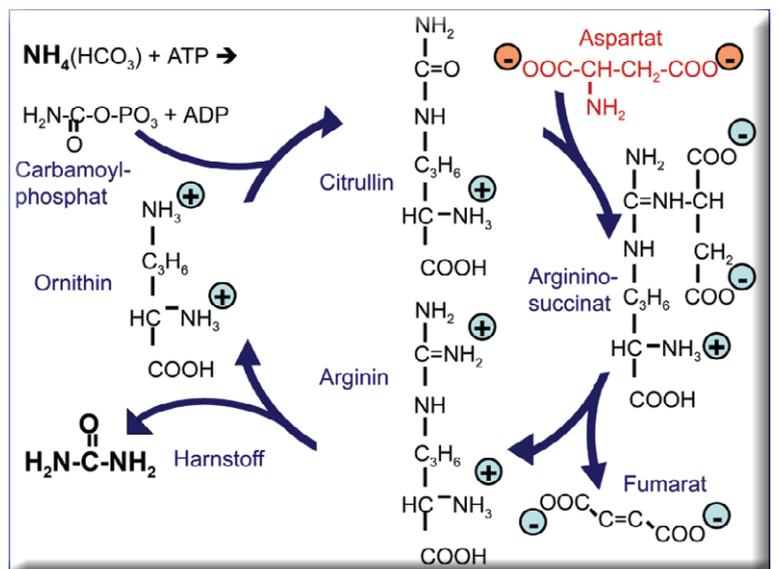


Abbildung 6: Synthese des Spargel-Aromastoffes S-Methylmethioninsulfoniumchlorid.

Abbildung 7: Harnstoff-Zyklus (vereinfacht).



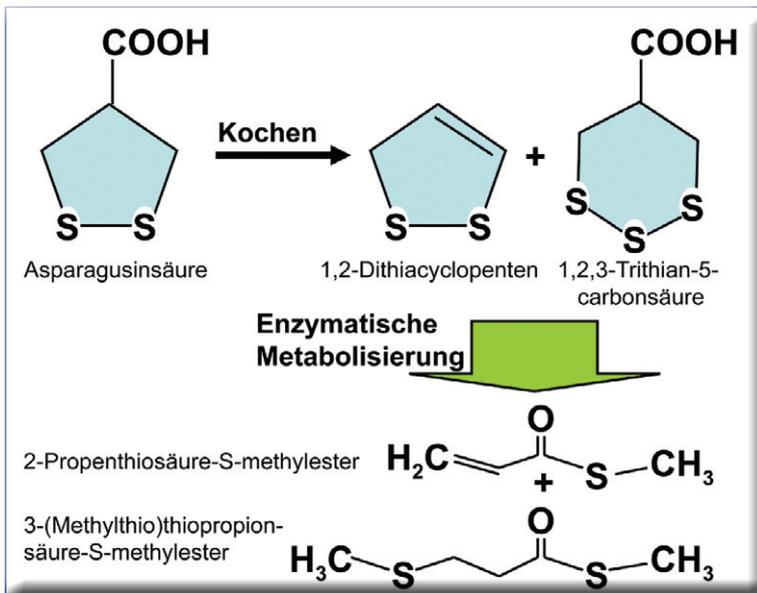


Abbildung 9: Thermische Umwandlung der Asparagusinsäure und enzymatische Verstoffwechslung zu streng im Urin riechenden Verbindungen.

Wenn der Urin nach dem Spargelmahl so eigenartig riecht

Beim Garen des Spargels über die üblichen 15 Minuten zersetzt sich der Aromastoff Asparagusinsäure thermisch in 1,2-Dithiacyclopenten und 1,2,3-Trithian-5-carbonsäure (Abbildung 9) [7].

Im Körper metabolisieren (abbauen, umwandeln; verstoffwechseln) sich diese Verbindungen zu 2-Propenthiosäure-S-methylester und 3-(Methylthio)thiopropionsäure-S-methylester (Abbildung 9) [7]. Dass der unangenehme Geruch im Urin, an dem auch Methylmercaptane beteiligt sein sollen, bereits innerhalb von einer halben Stunde nach dem Verzehr von Spargel auftritt, verweist auf die enorm anregende Wirkung auf die Nieren.

Diese enzymatische Umwandlung läuft jedoch nicht bei allen Menschen ab, da einem Teil dieses Metabolisierungs-Enzym fehlt. Zunächst glaubte man an entsprechend fehlende Geruchszellen in der Nase. 1987 konnte jedoch eine einjährige Studie mit 800 Freiwilligen belegen, dass nur bei 43 % der Testteilnehmer die entsprechenden Metabolisierungs-Enzyme im Körper vorhanden waren. Bei den übrigen Teilnehmern konnten keine übelriechenden Produkte im Urin nach dem Verzehr von Spargel nachgewiesen werden [9].

Spargel als Arznei

Neben den kulinarischen Gaumenfreuden bietet der Spargel durch seine Inhaltsstoffe einen reichhaltigen medizinischen Segen. Der in grauer Vorzeit nur als Grüner Spargel an der Erdo-

berfläche zur Ernte anstand, fand schon frühe Anerkennung als wohlschmeckende Speise.

So schilderte schon der griechische Arzt Hippokrates aus Kos (460 – 370 v. Chr.) die Vorzüge der Spargelpflanze. Der römische Feldherr Augustus (63 v. Chr. – 14 n. Chr.) kürte den Spargel als seine Liebesspeise, und der Römer Marcus Porcius Cato, der Ältere (234 – 149 v. Chr.) den wir von seinem „ceterum censeo, Carthaginem esse delendam“ (und im Übrigen: Karthago muss zerstört werden!) her kennen, nannte den Spargel „eine Schmeichelei des Gaius Plinius Secundus (23 – 79 n. Chr.) lobte den Grünen Spargel schließlich als die „zutraglichste Speise für den Magen“.

Kurz nach seinem Anbau im Stuttgarter Lustgarten im 16. Jahrhundert kursierte bereits die Weisheit: „Spargel ist aller Speisen Zierde, bringt den Männern lustige Begierde.“ Der Spaß an den fürstlichen Tafeln lässt sich leicht vorstellen, zumal in jenen Zeiten der Spargel etikettenkonform noch mit den Händen verspeist wurde.

Aber Spaß gilt ja auch als Medizin.

Bei der Spargelpflanze stecken die medizinischen Wirkstoffe jedoch keineswegs nur in den Trieben, die mit ihren Vitaminen und Mineralien einen reinen Jungbrunnen darstellen, sondern auch der weit verzweigte Wurzelstock (*Asparagus radix*) enthält zahlreiche wertvolle Drogen.

Noch im 19. Jahrhundert musste Spargel aufgrund des amtlichen Arzneibuches in Apotheken vorrätig gehalten werden.

Der Spargel gilt als harntreibend und ausschwemmend. Chronisch Nierenkranke Menschen müssen sich daher jedoch bei den Spargelfesten zurückhalten.

Spargel unterstützt mit seinem hohen Kaliumgehalt das Funktionieren der Muskulatur von Skelett, Gefäßen, Darm und Herz.

500 g Spargel, also eine „Portion“, decken zu zwei Dritteln den täglich Bedarf an Mangan ab, und sind somit an der Bildung von Bindegewebe und Knochen beteiligt.

Der Iod-Bedarf muss neben einer Spargelportion noch zu 80 % durch andere Speisen abgedeckt werden, um die Schilddrüsenfunktionen in vollem Umfang zu gewährleisten.

Bereits eine Spargel-„Beilage“ von 200 g reicht aus, um den Tagesbedarf an Chrom zu sich zu nehmen. Chrom ist am Abbau des Blutzuckers beteiligt.

An Folsäure enthält eine Spargel-Portion reichlich für den Tagesbedarf (0,06 - 0,60 mg, Empfehlung: 0,4 mg): über 0,4 mg. Damit steht der Blutbildung, dem Haarwuchs, der Magen-Darm-Tätigkeit und der Arbeit unserer Hirnzellen kaum noch etwas im Wege.

Auch das B-Vitamin „Niazin“ lässt Zellen, Stoffwechsel und Gehirn auf Vollast arbeiten. 50 % trägt dazu eine Spargel-Portion am Tag bei.

Fast zur Hälfte versorgt sie uns auch mit Vitamin E. Dieses Super-Vitamin macht sich als Radikal-Fänger verdient, schützt wichtige Körperzellen vor dem Angriff aggressiver Moleküle und stärkt unser Immunsystem.

Zur Spargelknolle müssen wir greifen, wollen wir unsere männliche Potenz auf die eines Jünglings regenerieren: einen Monat lang Spargelwurzelpulver (ein gehäufte Teelöffel) mit Milch eingenommen, so schwören indische Ärzte, verbessert die Männlichkeit bei Bedarf erheblich.

Spargel-Aufgüsse helfen bei vielen Leiden: Sie lindern starkes Herzklopfen, Nervenentzündungen, Lähmungen, Ödeme, Verstopfungen, Rheuma, Gicht, chronische Ekzeme und schwere Hautunreinheiten.

Die Anwendungsformen schließen Teemischungen, Pulvertees, Tabletten oder Aufkochungen („Decocta“) ebenso ein, wie das Spargelwasser nach dem Kochen der Gemüsstangen oder Auskochungen von sauberen Spargelschalen.

Aber es können auch unerwünschte Nebenwirkungen bei Spargel-Kuren auftreten. Einmal abgesehen von den Allergien, die aus gespritzten und von Pestiziden kontaminierten Spargelwurzeln aus gelagerten Importen herrühren, darf die Droge nicht bei entzündlichen Nierenerkrankungen zur Anwendung kommen. Bei eingeschränkter Herz- oder Nierenfunktion sind auch Durchspülungs-Therapien bei Ödemen zu unterlassen.

Ein zu reichlicher Verzehr an Spargelstangen ist auch bei der Neigung zur Steinbildung in den Ausscheidungsorganen nicht angeraten, da Spargel mit seinen Gehalten oder Metabolisierungsprodukten an Oxalsäure, Harnsäure und Phosphat die Steinbildung begünstigt.

Zur vertiefenden Beschäftigung mit dem Spargel sei das Buch „SPARGEL“ von Bernhard Stein empfohlen: neben klassischen Spargelrezepten und Vorschlägen von Meisterköchen beschreibt der Autor auch ausführlich Geschichte, Botanik und Anbau des Spargels [10]. **CLB**

Literatur

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Spargel>
- [2] <http://gesuender-abnehmen.com/abnehmen/spargel.html>
- [3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Gemuesespargel>
- [4] <http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warencodes/frischgemuese.htm>
- [5] <http://www.kefk.org/ernaehrungsberatung/verbraucherzentrale.sachsen...>
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Folsaeure>
- [7] <http://de.wikipedia.org/wiki/Asparagusinsaure>
- [8] RÖMPP Chemie Lexikon: „Spargel“ (2004)/ CD
- [9] Ärzte Zeitung, 11.06.2008, Ärzte Zeitung Verlags GmbH
- [10] Stein, B. „Spargel“, Hugo Matthaes Verl., Stuttgart (1999), 3. Aufl., 135 S.

„PiggyBac“, „Dornröschen“ und Co.

Von der Entdeckung springender Gene bis zu ihrer Nutzung in der Gentherapie

Mechthild Kässer, Diekholzen



Abbildung 1: Farbenspiel von Maiskörnern (Foto: Sam Fentress).

Springende Gene? Gene also, die sich im Genom von einem Ort zu einem anderen bewegen sollen? Diese Vorstellung war vor 70-80 Jahren unglaublich. Es passte einfach nicht in das bis dahin entstandene Bild, das Biologen von den Erbanlagen im Zellkern gewonnen hatten. Die Mendelschen Vererbungsgesetze waren um die vorletzte Jahrhundertwende als richtig und gültig anerkannt, und auf ihnen aufbauend suchten Genetiker, einzelnen sichtbaren Merkmalen wie Farbe oder Gestalt von Pflanzen bestimmte Orte auf den Chromosomen zuzuordnen. Das gelang auch. Es entstanden die ersten Genkarten, die angaben, auf welchem Chromosom und dort an welchem Ort (Locus) genau das Gen für eine bestimmte Eigenschaft zu finden ist. So bestätigte sich immer wieder die Vorstellung von einem fest gefügten Genom, in dem jedes Gen seinen unveränderlichen Platz einnimmt. Gelegentlich gab es aber auch Beobachtungen, die mit den Regeln von Mendel nicht zu erklären waren.



Die Autorin:

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

Blätter oder Maiskörner etwa zeigten Muster, die im Verlauf der pflanzlichen Entwicklung durch wiederholte Farbumschläge entstanden sein mussten. So kommt es in den Kolben mancher Maissorten zu einem bunten Farbenspiel von dunkelroten, gelben oder gepunkteten Körnern (Abb. 1). Oder eine grüne Pflanzenlinie bildet plötzlich weiße Blattzellen, die bei weiterer Teilung wieder grüne hervorbringen können, und umgekehrt. Hinter einer solchen Panaschierung vermuteten Biologen zunächst „labile“ Gene und waren überzeugt, dass die Zusammenhänge dort nur undurchsichtiger und verwickelter waren und sich schließlich doch auf die einfachen Vererbungsregeln zurückführen ließen. Heute wissen wir, dass springende Gene für diese Erscheinungen verantwortlich sind.

Entdeckung

Die amerikanische Forscherin B. McClintock war die erste, die in den 40er Jahren bei der Erforschung der im Mais beobachteten labilen oder „veränderlichen Gene“ Chromosomen-Elemente entdeckte, die ihren Platz wechselten. Sie wanderten nicht nur innerhalb eines Chromosoms, sondern sprangen sogar von Chromosom zu Chromosom und steuerten ganz offensichtlich die Aktivität der veränderlichen Gene. Ihr 1948 veröffentlichter Bericht fand jedoch keine begeisterte Aufnahme. Die Mehrzahl ihrer Genetiker-Kollegen konnten ihre dargelegten Überlegungen und Beweise nicht akzeptieren, und es sollte noch Jahre dauern, bis die Allgemeingültigkeit ihrer Entdeckung allmählich Anerkennung finden sollte. 1983 wurde ihr der Nobelpreis zuerkannt.

Frühe Methoden

In den ersten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts waren die Methoden zur Untersuchung des Erbguts in Zellen noch recht einfach. Die Doppelhelix war noch nicht bekannt, Genanalysen lagen noch weit in der Zukunft. Standardwerkzeuge waren Mikroskop und verschiedene Färbemittel zur deutlicheren Sichtbarmachung der Erbsubstanz. Dabei galt es, sie in einem bestimmten Stand des Zellzyklus zu gewinnen (Abb. 2), wenn sich das Erbgut im Kern entknäult hat und in Form vereinzelter und gut erkennbarer kompakter Einheiten, den Chromosomen, vorliegt. Das ist in der Metaphase oder späte Prophase der Zellteilung der Fall.

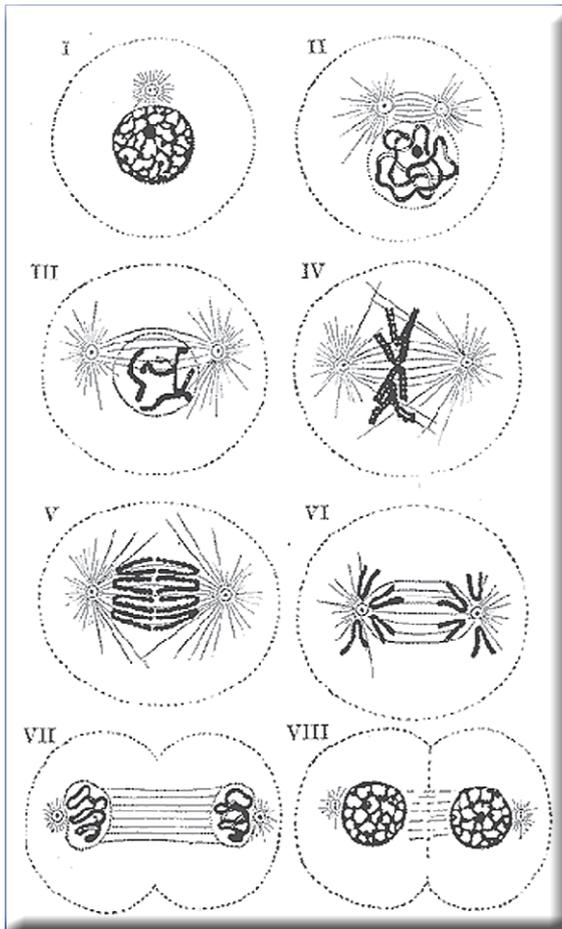


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Zellteilung (Mitose): I bis III Prophase, IV Metaphase, V and VI Anaphase, VII und VIII Telophase [14].

McClintock verbesserte diese Technik, indem sie Acetocarmin als Farbstoff einsetzte. Auch fand sie heraus, dass sich Erbsubstanz aus Mikrosporen besser zur Analyse eignete als die gewöhnlich aus Wurzelspitzenzellen gewonnene. Durch das Anfärben treten nicht nur Größe und Gestalt der Chromosomen deutlicher hervor, es werden auch helle und dunkle Banden sichtbar, welche die einzelnen Bereiche charakterisieren und Zuordnungen erleichtern, wenn Mutationen, Brüche, Fusionen oder Umordnungen zu beurteilen sind.

McClintocks Beitrag

McClintock arbeitete in einer Gruppe, die sich mit der Zellgenetik von Mais beschäftigte, und war mit der Aufgabe befasst, eine Genkarte des kurzen Arms von Chromosom 9 aufzustellen, d. h. die dortigen Gene mit Merkmalen der Maispflanzen in Zusammenhang zu bringen. Dazu setzte sie ihre Pflanzen Erbgut schädigenden Röntgenstrahlen aus und untersuchte, wie sich die so erzeugten Mutationen auf die Eigenschaften der Pflanzen auswirkten. Im Erbgut beobachtete sie überrascht drastische Veränderungen: Chromosom 9 zeigte

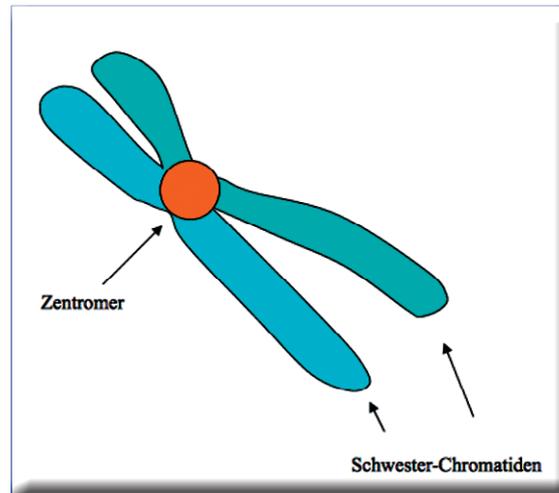


Abbildung 3: Bau eines Chromosoms.

Brüche und Verschmelzungen, Verluste oder Verdopplungen von Abschnitten des kurzen Arms, es gab Chromosome mit zwei Zentromeren, andere ohne Zentromer (Abb. 3). Als Untersuchungsobjekt wählte sie eine Maislinie, die von beiden Eltern frisch gebrochene Chromosomen geerbt hatte. Anders als bei den unbestrahlten Elterngenerationen fielen bei diesen Pflanzen plötzlich ungewöhnlich viele instabile Mutationen („mutable loci“) auf. So war das Farbgen offensichtlich veränderlich geworden, denn durch Zellteilung entstand mal eine farbige Zelle, mal eine ohne Farbstoff und so bildete sich ein farbiges Fleckenmuster. Entsprechendes traf auch auf weitere Gene zu, z. B. war durch die sonst glänzende Oberfläche der Maiskörner unregelmäßig von matten Bereichen unterbrochen.

Auch die mikroskopische Betrachtung der Erbgutträger zeigte Änderungen. Merkwürdig war, dass die Chromosomen bevorzugt an ganz bestimmten Stellen brachen, die McClintock Ds-Loci (für dissociation = Bruch, Trennung) nannte. Interessanterweise geschah dies aber nur bei Mais-Linien, die auch einen andern Locus vorweisen konnten. Er erhielt den Namen Ac (für activator = Aktivierer), weil er Voraussetzung für einen Chromosomenbruch am Ds-Locus war. Des Weiteren fiel auf, dass Loci nur bei Ac-Anwesenheit instabil wurden. Chromosomenbrüche und Genveränderlichkeit schienen also irgendwie zusammenzuhängen. Wie, das ergab sich aus späteren Untersuchungen mit verfeinerten Methoden, die zeigten, dass Ds nicht dauerhaft an einer bestimmten Stelle des Chromosoms verharrt, sondern an andere Stellen wechseln kann. Auch Ac entpuppte sich als ein bewegliches Element oder Transposon (von lat. transponere versetzen). Im Gegensatz zu Ds kann es aber ohne Hilfe seinen Platz im Erbgut verlassen [1]. Die Existenz von Transposonen brachte McClintock auf die Idee, diese könnten andere Gene steuern, indem sie sich in diese einbauen und dadurch außer Funktion setzen. Beim Verlassen blieben die Gene intakt zurück. Mit dieser Hypothese stürzte

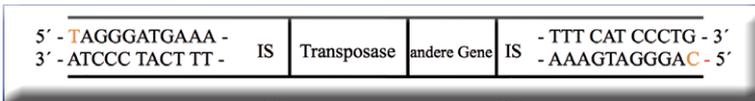


Abbildung 4: Ein Transposon besteht aus einem Stück Doppelstrang-DNS, das in der Mitte Gene und andere Sequenzen enthalten kann und von kleineren Insertionssequenzen IS eingerahmt wird. Die IS sind häufig gegenläufig angeordnet (Pfeile). Hier schematisch das etwa 4500 Basenpaare (BP) lange Ac-Element aus Mais. Die IS aus 11 BP werden an den Enden mehrfach z. T. unvollständig wiederholt, so dass ein größerer Bereich gegenläufiger Wiederholungen (inverted repeats) entsteht. Das endständige Thymin T kann durch ein Cytosin C ersetzt sein [15].

sich die Forscherin in weitere ausgiebige Arbeiten, bei denen sie sich auf die Veränderlichkeit des Gens C für die dunkelrote Farbe der Maiskörner konzentrierte. Die Richtigkeit ihrer Vermutung fand sie bestätigt: Die Veränderlichkeit des Farbgens begann, sobald Ds weg von seinem ursprünglichen Locus zu einem neuen Ort am Farb-Locus wanderte. Und wenn das Farb-Gen zum stabilen ursprünglichen Zustand zurückgekehrt war, hatte Ds diesen Locus wieder verlassen. Die lange unerklärliche und sprunghafte Farbentwicklung auf den Maiskörnern, so leitete McClintock daraus ab, spiegelt demnach häufige Ortswechsel von Ds während des Wachstums und der Entwicklung des Pflanzengewebes wider. Diese Erklärung durch Transposition stand auch im Einklang mit den Ergebnissen ihrer Kollegen Emerson und Rhoades (siehe Kasten nächste Seite).

Durch die Entdeckung und Beobachtung eines weiteren Transposon-Systems in Mais, des Spm-Systems (supressor-mutator), erkannte man, dass die beweglichen Elemente Gene nicht nur durch

Instabile Gene, kranke Gene, veränderliche Gene

Unregelmäßige Farbverteilung in Blüten und Blättern mit den Mendelschen Regeln in Einklang zu bringen, war für die Biologen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine harte Nuss. Der Genetiker Emerson, der das Farbenspiel von Maiskörnern des Inka-Mais von schwarzrot über braun und gelb in einem Kolben zu erklären suchte, beschrieb sie 1914 so: Sie „unterscheide sich von andern Farbmustern durch ihre unverbesserliche Unregelmäßigkeit“. Aus seinen Versuchen schloss er später, dass ihre Ursache in einer Veränderung der Struktur des entsprechenden Farbgens liegen müsse, genauer, dass der genetische Faktor für die Vielfarbigkeit „eine Art zeitlich begrenzter Hemmer sei, ein Hemmer, der früher oder später seine Kraft, die Farbentwicklung aufzuhalten, verliert, eine Kraft, die einmal verloren gewöhnlich nie mehr zurückgewonnen wird“ [11].

Andere Forscher kapitulierten vor den veränderlichen Genen, bezeichneten sie etwas hilflos als „kranke Gene“ und hielten Rückschlüsse aus ihrer Erforschung auf andere Mutationsarten für nicht anwendbar [12]. Bald wurden instabile Gene auch in der Fruchtfliege nachgewiesen.

Marcus Rhoades erklärte die bei mexikanischen Maissorten beobachteten Farbpunkte auf den Körnern mit extrem häufigem Mutieren. Er fand, dass das für die Farbe zuständige rezessive a1-Gen instabil und sehr häufig zu einem dominanten A1-Gen werden kann, wenn ein Dt genanntes Gen (dt für dotted = gepunktet) anwesend ist [13]. Dass auch das steuernde Dt ein springendes Gen ist, erkannte man damals noch nicht. Erst McClintock sah die Parallele zu ihrem Gen-Steuerungssystem Ds/Ac.

An- oder Ausschalten steuern, sondern sogar den Grad der Genaktivität modulieren können.

In den folgenden Jahren fanden Genetiker weitere springende Gene und eine Reihe von Transposon-Familien in Hefen, Bakterien, und allen Arten von Lebewesen bis hin zum Menschen. Man erkannte auch, dass sie vom Ursprungschromosom auf ein Plasmid, einen Bakteriophagen und weiter auf ein Bakterium überspringen können. Von besonderem Interesse war in den 70er Jahren die Weitergabe der Antibiotika-Resistenz-Gene unter Bakterien durch Transposone. Moderne molekularbiologische Methoden ermöglichten schließlich die Aufklärung von Bau und Funktionsweise der verschiedenen beweglichen Elemente und bestätigten das Modell der Transposition, das McClintock aufgestellt hatte. Die heute bekannten springenden Gene lassen sich drei großen Klassen zuordnen.

Drei Klassen

Klasse I - Transposone

Sie bewegen sich durch das Genom nach dem Prinzip „Kopieren und Einfügen“, sie vermehren sich also. Ihre DNS wird durch eine reverse Transkriptase in RNS umgeschrieben und anschließend wieder zurück in DNS kopiert. Diese neue Kopie wird ins Genom eingefügt, ein Verhalten, wie wir es von Retroviren kennen. Vertreter der Klasse I werden daher auch Retrotransposone genannt.

- a. LTR-Retrotransposone besitzen lange Wiederholungssequenzen (long terminal repeats) aus 100 bis einigen 1000 Basenpaaren an den Enden. Besonders häufig kommen sie in Pflanzen mit großen Genomen wie Mais (50-80 % des Genoms) [2] und Gerste vor. Auch die Ty-Elemente der Hefe, die Copia-Familie bei Drosophila sind LTR-Retroelemente.
- b. LINEs (long interspersed nuclear elements, lange, eingestreute Kernsequenzelemente) bilden eine andere Gruppe, die aus 6000-8000 Basenpaaren langen DNS-Sequenzen bestehen.
- c. SINEs (short interspersed nuclear elements) sind mit 100-400 Basenpaaren deutlich kürzer und im Gegensatz zu den autonomen LINEs auf die Hilfe anderer Retrotransposone angewiesen, da sie für ihre Verbreitung wichtige Gene verloren haben. SINEs kommen in häufigen Wiederholungen und im ganzen Genom verstreut vor, bevorzugt im Genom von Tieren. Eine SINE-Familie, die Alu-Sequenzen, stellt 5 % des menschlichen Genoms. Sie siedelt in der Nähe von Genen, kommt in Introns, in Satelliten-DNS und in Gesellschaft mit anderen Sequenzwiederholungen vor.

Retroelemente haben sich auch im menschlichen Genom angesammelt, man schätzt ihren Anteil

auf 42 %. Wenn sie auch für nur wenige Mutationen bekannt sind, so sind Bluterkrankheit und Duchenn'sche Muskeldystrophie nachweislich Folge von Mutationen, an denen Retroelemente beteiligt waren.

Klasse II - Transposone

Anders als ihre Klasse I - Kollegen bewegen sie sich durch das Genom direkt von einer Position zur anderen nach dem Grundsatz „Ausschneiden und Einfügen“.

Diese Vorgänge benötigen ein Enzym, die Transposase, deren Blaupause viele springende Gene in sich tragen. Sie bindet an beide Enden des Transposons (Abb. 4), die aus identischen, aber in entgegengesetzter Richtung angeordneten DNS-Sequenzen, den Insertionselementen IS, bestehen. Ebenso binden einige Transposasen im Genom an eine bestimmte DNS-Sequenz, den Zielort des Einbaus, andere können die Transposone irgendwo im Genom einbauen.

Die Transposase trennt die Doppelstrang-DNS am Zielort nicht durch einen glatten Schnitt, sondern hinterlässt zwei einsträngige Enden (Abb. 5). Diese werden nach Einfügen des Transposons mit den komplementären Nukleotiden rechts und links aufgefüllt. Auf diese Weise entstehen zu beiden Seiten eines gesprungenen Transposons Wiederholungen der Zielsequenz, die auch nach Weiterwandern als Spur des Besuchs zurückbleiben.

Nicht alle mobilen Elemente besitzen das Transposase-Gen, oft ist es durch Mutation untauglich oder verloren gegangen. Sie können aber durch das Genom streifen, wenn andere springende Gene in der Zelle das Enzym herstellen, wie bei Ds im Mais in Gegenwart von Ac.

Klasse III – Transposone

MITEs (Miniature Inverted-repeat Transposable Elements) sind eine besondere Art defekter Retroelemente mit nur 150-600 Basenpaaren, zu klein, um Gene zu tragen. Sie kommen in zahlreichen Kopien vor, im Genom von Reis sind es über 100 000 (Abb. 6). Sie sind meistens nicht aktiv. Auch im menschlichen Genom wurden MITEs nachgewiesen.

Neben der Aufteilung in Klassen ist auch eine Zusammenfassung zu Transposon-Familien üblich. Die Gemeinsamkeiten der Familienmitglieder erstrecken sich dabei auf Sequenzmotive im Innern, auf Länge und Muster der DNS-Wiederholungen an den beiden Enden und auf die Verdopplungen, die beim Einbau entstehen. Die fünf wichtigsten Transposon-Superfamilien in Lebewesen mit echtem Zellkern sind Mutator, CACTA, hAT, PIF und Mariner.

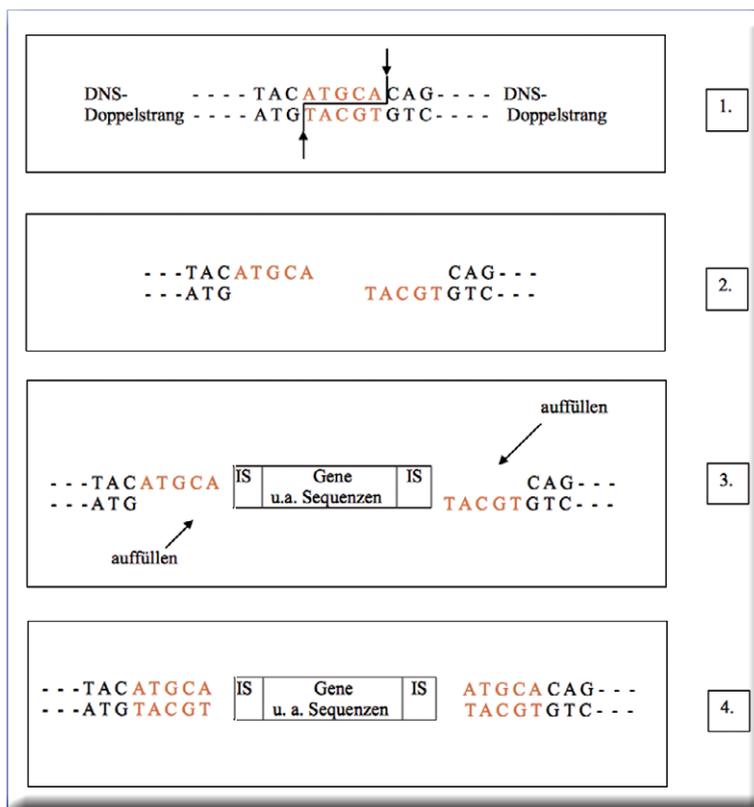


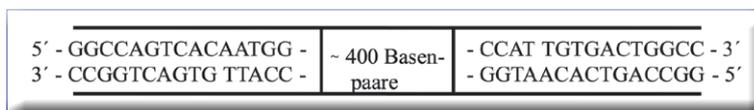
Abbildung 5: Einbau eines Transposons in eine DNS mit rot markierter Zielsequenz (1). Die Transposase trennt den Doppelstrang so, dass an beiden Bruchstücken kurze Einzelstränge entstehen (2). Nachdem das Transposon die Lücke gefüllt hat (3), werden die einsträngigen Stellen durch Nukleotide ergänzt. Es verdoppelt sich dabei die Zielsequenz (4).

Woher kommen Transposone?

Die wenigsten Veröffentlichungen beschäftigen sich mit dieser äußerst interessanten Frage. Einige Forscher beobachteten, wie neue, vollständige springende Gene aus einer einzelnen Zielregion für Restriktionsenzyme und einem Endonuklease-Gen spontan entstanden [3].

Andere [4] sehen in springenden Genen unvermeidliche Nebenprodukte der Evolution sequenzspezifischer Endonukleasen (Enzyme, die DNS-Doppelstränge nur an bestimmten Sequenzen im Innern schneiden). Denn die entscheidenden Bestandteile eines Transposons seien dieselben wie die eines sequenzspezifischen Systems zur Umordnung der Chromosome. Die Frage nach dem Ursprung bestimmter Transposone sei daher gleichbedeutend mit der Frage, wie es zur

Abbildung 6: Eine Variante von MITEs in Reis besteht aus einer Folge von etwa 400 Basenpaaren, eingerahmt von 15 Basenpaaren, die gleich, aber gegenläufig angeordnet sind [16].



Zusammenführung von sequenzspezifischen DNS-Bindungsabschnitten mit Bereichen einer Endonuklease kommen konnte.

Parasiten oder Werkzeuge der Evolution?

Dass springende Gene in allen Arten von Lebewesen zu Hause sind, ist heute eine anerkannte Tatsache. Zweifel bestehen eher darüber, wie ihre Rolle im Kreislauf des Lebens einzuschätzen sei. Zunächst überwog die Furcht, diese Störer der Genomordnung verfolgten rücksichtslos nur ihr eigenes Überleben und stellten für das Genom eine unberechenbare Gefahr dar. Schließlich legen sie wahllos Gene lahm, bedrohen Integrität und Stabilität des Erbguts und haben über Jahrmillionen nichtsnutzigen „Gen-Müll“ angehäuft.

Seit den 90er Jahren begann sich das Bild von den Genom-Parasiten Schritt für Schritt zu wandeln. Man entdeckte und verstand allmählich die Wechselwirkungen zwischen Transposon und Erbgut:

Zweifellos tragen die springenden Elemente dazu bei, Gene lahmzulegen, mit möglicherweise fatalen Folgen für das Lebewesen. Es gibt aber auch Beispiele von Nutzen bzw. unschädlichen Auswirkungen. Erst letztes Jahr entdeckten Forscher vom Deutschen Institut für Ernährungsforschung ein bisher unbekanntes Gen, deren Aktivität bei Mensch und Maus Zuckerkrankheit auslöst. Und sie fanden in diesem Risikogen bei für Diabetes unempfindlichen, gesunden Mausstämmen ein dort natürlich vorkommendes Retrotransposon, welches das Risikogen stark herunterregelt hielt [5]. Oder glaubt man Weingenetikern, so verdanken wir einem Retrotransposon namens Gret1 viele neue Weißweinsorten; denn Gret 1 hat sich genau in der Kontrolleinheit der roten Traubenfarbe eingenistet und sie blockiert [6].

Umfangreiche Verdopplungen und tiefgreifende Umordnungen des Erbguts sind typisch für die Entwicklungsgeschichte von Getreidearten wie Mais und Gerste. Diese Pflanzen sind auch reich an springenden Genen. Schon seit Längerem halten Wissenschaftler stetige Punktmutationen – wie lange geglaubt – allein nicht mehr für ausreichend, um die Entwicklung der Arten in dem Maß, wie wir sie beobachten, zu befördern. Springende Gene und ihre wesentlich dramatischeren Eingriffe sind stärkere Treiber der Evolution. Sie tragen zur genetischen Variationsfähigkeit einer Art bei und erhöhen ihre Möglichkeiten, sich an sich wandelnde Umweltbedingungen anzupassen [4].

Die Gefahren durch Transposition wurden anfangs eher überbewertet. Heute können uns Wissenschaftler beruhigen: Zum Einen sei Transposition ein sehr seltenes Ereignis und trafe nur mit geringer Wahrscheinlichkeit ein Gen, zum Anderen hätten die beweglichen Elemente besonders

schwache Promotoren, so dass ihre Information nur selten genutzt wird. Vor allem aber hätten Genome Abwehrmechanismen entwickelt, um sich der springenden Gene zu erwehren, und gingen gegen sie vor wie gegen andere Eindringlinge: Sie schalten sie durch Methylierung und Umordnung des Chromatins ab oder unterlaufen ihre Aktivität mit Hilfe kleiner RNS-Moleküle. Die überwiegende Mehrheit der Transposone ist stillgelegt. Stress (Frost, Hitze) ist jedoch ein Auslöser, der viele wieder sprungbereit macht, wenn sie nicht durch Mutationen schon so verändert sind, dass sie dazu gar nicht mehr in der Lage sind [7].

Genome haben nicht nur gelernt, die Parasiten zu unterdrücken, sie zähmen sie auch und setzen sie als Quelle neuer Gene ein. In den unterschiedlichsten Organismen sind solche domestizierten beweglichen Gene nachgewiesen worden, ein Hinweis, dass diese Vorgehensweise entwicklungs-geschichtlich schon uralt ist. Ein Beispiel ist das Gen Daysleeper der Ackerschmalwand, das für die Pflanze lebensnotwendig geworden ist [8]. Auch die kleinen nicht-codierenden Sequenzen der MITEs wurden zu sinnvollen Werkzeugen umfunktioniert z. B. zu neuen mi-RNS-Genen [9].

Gentechnisches Werkzeug

Kaum waren Aufbau und Wirkungsweise springender Gene auf molekularbiologischer Ebene bekannt, wurde auch ihr Nutzen als Hilfsmittel in der Gentechnik offensichtlich. So versprachen sich Forscher der Technischen Universität Braunschweig für die Pflanzenzüchtung neue Möglichkeiten, Marker-Gene aus gentechnisch veränderten Pflanzen herauszuschneiden. Sie setzten dazu das besonders gut untersuchte Ac/Ds-System aus Mais ein, das auch in anderen Pflanzenfamilien seine Wanderlust beibehält. Es gelang, nach der erfolgreichen gentechnischen Veränderung von Zuckerrüben die übertragene Einheit aus Nutz- und Marker-Gen durch Transposition des einen Gens zu trennen, so dass das unerwünschte Marker-Gen allein durch den größeren Abstand zum Nutz-Gen leichter herausgekreuzt werden konnte [10].

Anfang 2009 wurde mit einem Schlag das Transposon PiggyBac berühmt, weil es in der Lage ist, als Fähre Pluripotenzgene zuverlässig in Säugerzellen einzuschleusen, die sich dann zuverlässig und sicherer als durch Viren zu Stammzellen entwickelten. Bis dahin hatte sich PiggyBac als Werkzeug bewährt, mit dem sich systematisch die Gene in Mensch und Maus ausschalten und so ihre Funktion aufklären ließen.

Ins Rampenlicht trat auch das springende Gen mit dem märchenhaften Namen „Dornröschen“ (Sleeping Beauty). Denn die im Jahr 2000 gegründete wissenschaftliche Gesellschaft „International Society for Molecular and Cell Biology and Bio-

technology Protocols and Researches“ (ISMCBBPR) kürte es im Januar 2010 zum Molekül des Jahres 2009 und machte damit auch die Forschungen der letzten zehn Jahre am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) in Berlin-Buch bekannt. Dort wurde das preisgekrönte Transposon aus Fischen isoliert, in denen es vor rund 20 Millionen Jahren noch aktiv gewesen sein dürfte. Den Forschern Ivics, Izsvák und Mátés gelang es, Dornröschen „wachzuküssen“. Seine wiederverliehene Aktivität war zunächst zwar nicht ausreichend, ließ sich aber durch Veränderungen in der genetischen Bauanleitung schließlich um das Hundertfache steigern. Das nun überaktive Transposonsystem sei bei Mäusen „mit einer noch nie dagewesenen Effizienz in der Lage, Gene in Zellen einzuschleusen und stabil in deren Erbanlagen einzubauen“, berichten die Forscher. Auch nach einem Jahr waren die Gene noch aktiv. Inzwischen ist eine erste klinische Studie geplant: Ein therapeutisches Gen soll in isolierte Abwehrzellen (T-Zellen) eingebracht werden, die für die Therapie von Patienten mit bösartigen Tumoren des Lymphgewebes eingesetzt werden. Für die Zukunft steht an, Dornröschen so abzurichten, dass es Gene nicht wahllos und unter Krebsgefahr wie die meisten Virenfahren, sondern gezielt an vorbestimmten Orten auf einem Chromosom abliefert. Ein solch berechenbarer und sicherer Einbau heilender Gene wäre ein wichtiger Fortschritt in der Genterapie. **CLB**

Literatur

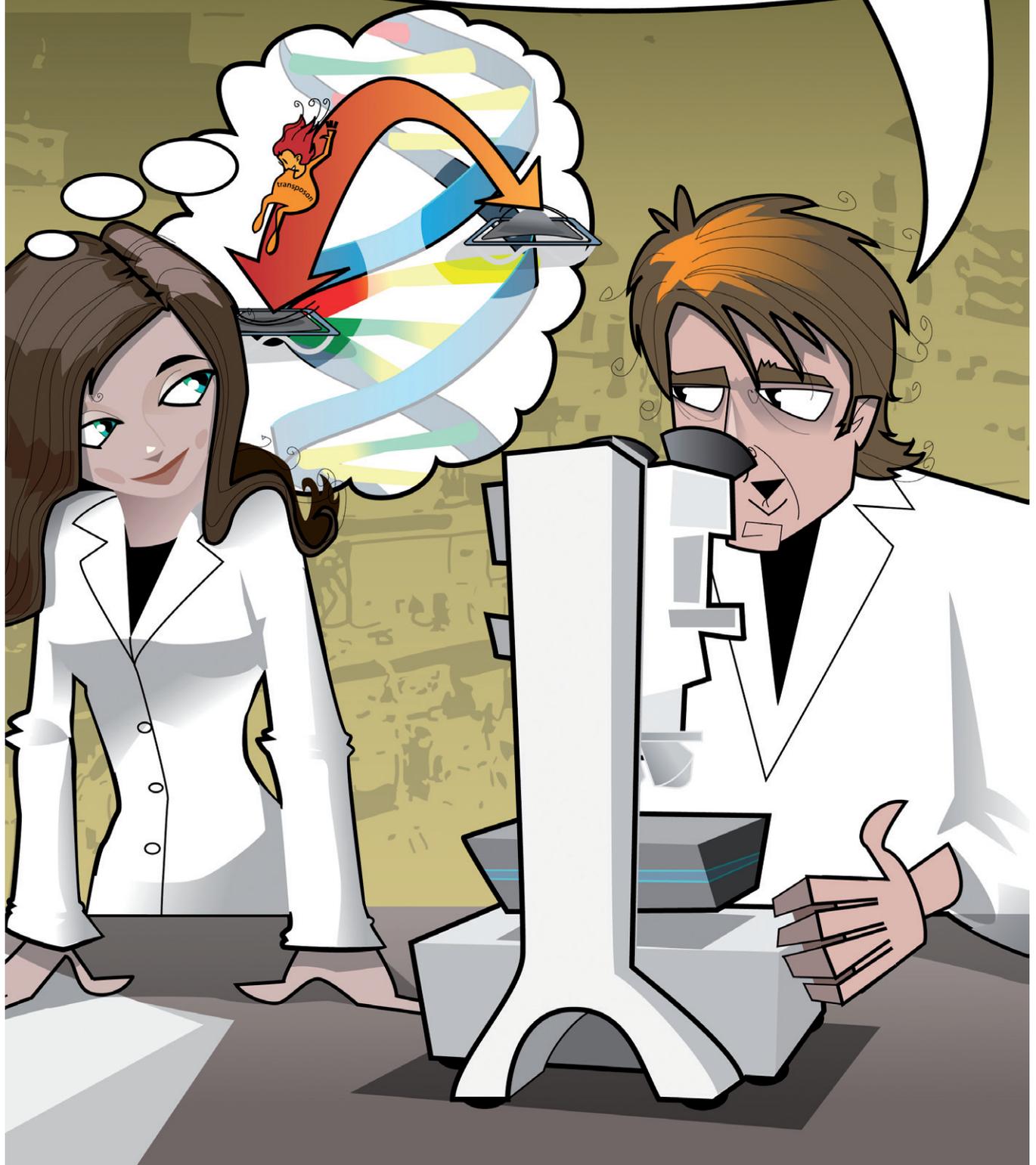
- [1] B. McClintock, Year Book Carnegie Inst Washington 47 (1948)S. 155–169
- [2] B.C. Meyers, S.V. Tingey, M. Morgante, Abundance, distribution, and transcriptional activity of repetitive elements in the maize genome, Genome Research 11 (2001) S. 1660–1676
- [3] M. Morita, A. Umemoto, H. Watanabe, N. Nakazono, Y. Sugino, Generation of new transposons in vivo: an evolutionary role for the “staggered” head-to-head dimer and one-ended transposition, Molecular and General Genetics 261 (1999), S. 953–957
- [4] N. Fedoroff, Transposons and genome evolution in plants, PNAS, 97 (2000) S. 7002-7007
- [5] S. Scherneck, M. Nestler, H. Vogel, M. Blüher, M-D. Block et al., Positional Cloning of Zinc Finger Domain Transcription Factor Zfp69, a Candidate Gene for Obesity-Associated Diabetes Contributed by Mouse Locus Nidd/SJL. (2009) PLoS Genet 5(7): e1000541, doi:10.1371/journal.pgen.1000541
- [6] A. Benjak, A. Forneck, J. M. Casacuberta, Genome-Wide Analysis of the “Cut-and-Paste” Transposons of Grapevine (2008) PLoS ONE 3(9): e3107. doi:10.1371/journal.pone.0003107
- [7] O. Radtke, Das Wandern ist der Gene Lust, BiOkular Nr 15, Uni Düsseldorf
- [8] L. Krishnaswamy, Transposon biology – A historical perspective, Current Science 93 (2007) S.1021
- [9] J.Piriyaopngsa, I.K.Jordan (2007) A Family of Human MicroRNA Genes from MiniatureInverted-Repeat Transposable Elements. PLoS ONE, 2, e203, doi:210.1371/journal.pone.0000203
- [10] <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/166.doku.html>
- [11] R.A. Emerson, The inheritance of a recurring somatic variation in variegated ears of maize. Am. Nat. 48 (1914) S. 87-115
- [12] R. Goldschmidt, Physiological Genetics. McGraw-Hill, New York 1938
- [13] M.M. Rhoades, Effect of the Dt gene on the mutability of the a1 allele in maize, Genetics 23 (1938) S. 377-397
- [14] <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Gray-Mitose.png>
- [15] D.T. Suzuki, A.J. Griffiths, J.H. Miller, R.C. Lewonthin, Genetik, VCH Weinheim 1991
- [16] <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/T/Transposons.html>

<p>SKL10-01: Einstieg in die berufliche Grundbildung Laborant/in EFZ Datum: 11.5.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>	<p>SKL10-14: Validierung und Qualifizierung in der Laborpraxis Datum: 2./3.9.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-02: Einführungskurs in die Gaschromatographie Datum: 19./20.5.2010 Ort: Demolabor, Brechbühler AG, Schlieren</p>	<p>SKL10-15: Validierung von computergestützten Systemen Datum: 22.11.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-03: Methodenentwicklung in der GC Datum: 8./9.11.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>	<p>SKL10-16: Auswerten von Labordaten mit Grafiken Datum: 9./10.9.2010 Ort: ZHAW, Winterthur</p>
<p>SKL10-04: Troubleshooting in der GC Datum: 15./16.11.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>	<p>SKL10-17: Chemierecherchen im freien Internet Datum: 8.6.2010 Ort: Juventus Schule, Zürich</p>
<p>SKL10-05: Grossvolumige Einspritztechniken in der GC Datum: 23.11.2010 Ort: Juventus Schule, Zürich</p>	<p>SKL10-18: Chemierecherchen mit STN International Datum: 16.9.2010 Ort: Juventus Schule, Zürich</p>
<p>SKL10-06: Einspritztechniken in der GC Datum: 3./4.11.2010 Ort: Demolabor, Brechbühler AG, Schlieren</p>	<p>SKL10-19: Grundlagen der Pharmakologie und Toxikologie Datum: 1.6.2010 Ort: Juventus Schule, Zürich</p>
<p>SKL10-07: Einführungskurs in die HPLC Datum: 24./25.8.2010 Ort: FHNW, Rosental, Basel</p>	<p>SKL10-20: Grundlagen der Molekularbiologie Datum: 28.5.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-08: Methodenentwicklung in der HPLC Datum: 26./27.8.2010 Ort: FHNW, Rosental, Basel</p>	<p>SKL10-21: Immunologie Datum: 17.8.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-09: Troubleshooting in der HPLC Datum: 31.8./1.9.2010 Ort: FHNW, Rosental, Basel</p>	<p>SKL10-22: Gentechnik Datum: 17.9.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-10: HPLC-MS in der Spurenanalytik Datum: 13./14.10.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>	<p>SKL10-23: Zufrieden und erfolgreich im Beruf durch Selbstcoaching Datum: 4.5.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-11: IR Spektroskopie Datum: 9./10.9.2010 Ort: Portmann Instruments AG, Biel-Benken</p>	<p>SKL10-24: Unnötigen Stress vermeiden Datum: 17.5.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>
<p>SKL10-12: Interpretationstraining für IR-Spektren Datum: 22.10.2010 Ort: Portmann Instruments AG, Biel-Benken</p>	
<p>SKL10-13: Spezielle Aspekte der Qualitätssicherung Datum: 15.10.2010 Ort: Ausbildungszentrum UBS AG, Basel</p>	

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage:

www.sekulab.ch

Wir haben den wichtigsten Mechanismus für genetische Veränderungen gefunden. Das sind nicht nur die springenden Gene, sondern Trampolin-Strukturen, die den Transposonen besonders weite Sprünge ermöglichen!



Salzchemie im Supermarkt

Speise-, Bade- und Fleckensalze

Georg Schwedt, Bonn



Abbildung 1: Backpulver verschiedener Hersteller – vom klassischen „Backin“ bis zum „Weinstein-Backpulver“ (Fotos oben rechts und unten links aus dem 50er Jahre-Museum in Büdingen).



Der Autor

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

Mit Salz werden in der Alltagssprache nicht nur die Speisesalze bezeichnet. Im Supermarkt finden wir jedoch bereits im Regal mit dieser Produktgruppe nicht nur das „gewöhnliche“ Kochsalz, sondern ein vielfältiges Angebot mit Zusätzen wie Fluorid und Jod (als Iodat) bis zum „Leichtsalz“ und zu den Kräutersalzen. Mit der Bezeichnung Salz werden aber auch Produkte aus dem Bereich der Reinigungsmittel (Fleckensalze, Färbesalze) oder der Kosmetika (Badesalze) benannt. Salze im engeren chemischen Sinne bzw. als Einzelsubstanzen sind beispielsweise Soda, Natron und Hirschhornsalz, die alle in diesem Beitrag mit einfachen Experimenten vorgestellt werden.

Zur Etymologie der Bezeichnung Salz

Der bedeutende schwedische Chemiker Torbern Bergman (1735-1784) schrieb in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts: *Salz hiess in frühern Zeiten ein jeder in Wasser lösliche Körper und man machte zuletzt die Bestimmung, dass alles was schmecke und sich in weniger als 500 Theilen Wasser löse, ein Salz sey*

Georg Christian Wittstein berichtet in seinem „Vollständigem etymologisch-chemischen Handwörterbuch“ (1847) weiterhin, indem er sich auf das Lehrbuch von Berzelius (1835) bezieht [1]:

„Die weitere Eintheilung der Salze kann nach sehr verschiedenen Principien geschehen. Früher unterschied man *Neutralsalze* und *Mittelsalze*; zu den ersteren gehörten die der Alkalien und alkalischen Erden, weil die meisten unter ihnen die Pflanzenfarben nicht verändern; zu den letzteren die der Erden und Metalle, in denen die Säure nicht so vollständig von der Base gesättigt ist, dass sie aufhören sauer zu reagieren. Die sauer reagierende nannte man noch saure, die alkalisch reagirenden basische Salze. Der Begriff von *neutralem* Salz hat aber nach BERZELIUS eine andere Bedeutung bekommen (...), ebenso der von *basischen* und *saurem* Salz; auf die Veränderungen, welche die Pflanzenfarben von den Salzen erleiden, wird nemlich dabei keine Rück-

Tabelle 1: Zur Warenkunde der Speisesalze.

Salzart	Merkmale
Salz	grobkörnig
Mühlensalz	grob
Meersalz	Naturkristalle, grobkörnig
Tafelsalz fein	Zutaten: Siedesalz, Trennmittel E 535
Markensalz	Siedesalz, Trennmittel Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat
Siedesalz	Zutaten: Trennmittel Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat, Natriumfluorid 0,047-0,064 %, Kaliumjodat mind. 0,0025 %
Jodiertes Speisesalz	Beispiel: „Bad Reichenhaller Jodsalz mit Fluor wird aus reinem Siedesalz gewonnen. Zutaten: Trennmittel Calciumcarbonat, Kaliumfluorid 0,058 % - 0,076 %, Kaliumjodat mind. 0,0025 %. Bad Reichenhaller Jodsalz mit Fluor enthält in 100 g: Calcium 600 mg, Magnesium 100 mg, Carbonat 1200 mg, Kalium 80 mg, Jod 1,5-2,5 mg, Fluor 19-25 mg“
Marken-Jod-Salz	Reines Alpensalz aus Natursole + Fluorid
Kräutersalz	ohne Zusatz von Rieselhilfen
Knoblauch-Jod-Salz mit Kräutern	Zutaten: Jodiertes Speisesalz, Knoblauch 10 %, Kräuter 5 % (...), Trennmittel Kieselsäure
Natursalz vom Toten Meer	soll bei verschiedenen Hautkrankheiten helfen
Gourmet Ur-Salz	aus der Kalahari (Mittelwerte per 100 g: Calcium 800 mg, Magnesium 300 mg, Zink 15 mg, Eisen 14 mg, Phosphor 800 mg)
Salzblumen	aus der Guérande
Leichtsalz	Zutaten: Jodiertes Speisesalz 50 %, Kaliumchlorid, Magnesiumsulfat, Trennmittel Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat

sicht mehr genommen, sondern ein jedes Salz, welches mehr Base als sein entsprechendes neutrales, ein *basisches*, und ein jedes Salz, welches mehr Säure als sein entsprechendes neutrales enthält, ein *saures* genannt.“

Der Begriff *Salz* wird in der Chemie heute als Sammelbezeichnung für meist feste Verbindungen aus anorganischen und/oder organischen Kationen und Anionen bzw. Säureresten (mit Ionenbindung) verstanden, die sehr unterschiedlich aufgebaut sein können. Unterschieden wird auch zwischen *Neutralsalzen* wie dem Natriumchlorid, *sauren Salzen* wie den primären oder sekundären Phosphaten und *basischen Salzen* wie dem Calciumhydroxidnitrat. Als *Oniumsalze* werden beispielsweise Ammoniumchlorid und quartäre Ammoniumsalze bezeichnet. Weitere Differenzierungen beinhalten die Begriffe *gemischtes Salz* (wie Chlorkalk als $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ oder Magnesium-Ammoniumphosphat als MgNH_4PO_4), *Doppelsalze* (wie Alaun als Kalium-Aluminium-Sulfat) sowie Komplexsalze wie das Kalium- oder Natriumhexacyanoferrat, das auch in Supermarktprodukten zu finden ist.

Die Warenkunde der Speisesalze

Das älteste und am meisten verwendete Würzmittel ist das Speise- oder Kochsalz – das Natriumchlorid. Im Handel sind u.a. Siedesalze

(gewonnen durch das Eindampfen von Sole), Meersalze (durch Verdunsten von salzhaltigem Meerwasser gewonnen) und auch Steinsalze (in Salzbergwerken abgebaut - *Halit*). Kochsalze werden in unterschiedlich großen Kristallen angeboten (s. Tab. 1) – in grobkörniger Form müssen sie keine Zusatzstoffe enthalten. Damit aber feinkörnige Produkte rieselfähig bleiben und nicht verklumpen, werden feinpulverige (auch zugleich wasserbindende) Stoffe wie Calcium- und/oder Magnesiumcarbonat (E 170 bzw. E 504) bzw. kolloidale Kieselsäure (E 551) zugesetzt. Für die Sole eines Siedesalzes werden bis zu 20 mg je kg an Kalium- oder Natriumhexacyanoferrat (E 536 bzw. E 535) verwendet, wodurch beim Auskristallisieren eine veränderte Kristallstruktur entsteht. Der gleiche Effekt kann beispielsweise beim Steinsalz durch Aufsprühen einer Hexacyanoferrat(II)-Lösung erzielt werden. Zur Vorbeugung des Iodmangels wird Salz mit dem Zusatz an Iodat (zugelassen auch als Iodid) angeboten. Der Fluorid-Zusatz dient der Kariesvorbeugung – Beispiel s. in Tab. 1. Natursalze enthalten Mineralstoffe, deren Gehalte auch häufig deklariert sind. Ein spezielles Salz aus dem Bereich der diätetischen Nahrungsmittel stellt das *Leichtsalz* dar, in dem Natriumchlorid durch Kaliumchlorid ersetzt ist. [2,3] Weiterhin werden auch *Kräutersalze* als Würzmittel im Handel angeboten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 2:
Beispiele für
Badesalze.

Badesalzart	Merkmale
Aroma Sprudelbad (Kneipp classic)	Ingredients: Sodium Bicarbonate, Sodium Chloride, Citric Acid, Lac (Whey) Powder, Glycine, Soja (Soybean) Oil, Zea Mays (Corn) Starch, Abies Sibirica Oil, Abies Holophylla Leaf Oil, Pinus Pinaster Oil, Eucalyptus Globulus Leaf Oil, Limonene, Parfum (Fragrance), Silica, Sodium Methyl Oleoyl Taurate, CI 47005, CI 42051.
Sprudelbad für Kinder (Dresdner Essenz)	Kontrollierte Naturkosmetik. Inhaltsstoffe: Meersalz, Kreide, Kartoffelstärke, Zitronensäure, anionisches Tensid, Sesamöl, natürliche Duftstoffmischung, hydrolysiertes Weizenprotein, Lezithin, Grapefruitöl, Salz, kennzeichnungspflichtige Duftstoffe*, Gardenien-Extrakt, Maltodextrin, Orangenöl. * In der englischsprachigen "Ingredients"-Liste (INCI) steht: Geraniol, Linalool, Benzyl Benzoate. INCI = International Nomenclature Cosmetic Ingredients
Belebendes Badesalz	Bestandteile: Sodium Sesquicarbonate, Sodium Bicarbonate, Sodium Carbonate, Magnesiumsulfate, Sodium Dodecylbenzenesulfonate, Pentasodium Triphosphate, Parfum, CI 47005, CI 42051. [Sodium Sesquicarbonate: $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 \times \text{NaHCO}_3$; Pentasodium Triphosphate: $\text{Na}_5\text{H}_4(\text{PO}_4)_3$ – saures trimeres Phosphat]
„Sprudelnder Badeskomet“	Ingredients: Natrium Bicarbonat, Zitronensäure, grobes Meersalz, Parfum, Arame Algen (Eisenea arborea), Zitronenöl (Citrus Limonum), Lavendelöl (Lavandula augustifolia), Algen Absolue (Fucus vesiculosus) #Eugenol, #Geraniol, #Limonen, #Linalool. Farbe 42045. #Kommt natürlich in ätherischen Ölen vor. Vagan.
Original Totes Meer Badesalz	„...reich an Mineralien und Spurenelementen wie Magnesium, Kalzium, Natrium, Brom und Eisen...“ (auf der Originalaufschrift)

Abbildung 2: Natron („Kaiser-Natron“ seit etwa 1900) als Pulver und Tabletten – für „Küche, Haus und Reise“ – im „Lebensmittelhandel bei Backzutaten oder Gewürzen, in Drogeriemärkten und Apotheken“ (Fa. Holste, Bielefeld).



Salze als Backtriebmittel

Als Backtriebmittel werden Substanzen oder Gemische bezeichnet, die unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und/oder Hitze infolge einer chemischen Umsetzung Kohlenstoffdioxid zur Teiglockerung entwickeln. In der 7. Auflage von „Merck’s Warenlexikon für Handel, Industrie und Gewerbe“ (1920), herausgegeben von dem Lebensmittelchemiker A. Beythien und dem Drogisten E. Dreßler, ist zu lesen: „**Backpulver** nennt man chemische Präparate, welche an Stelle der Hefe benutzt werden, um wie diese ein Aufgehen des Teiges zu verursachen. Ihre Wirkung beruht darauf, daß sie bei höherer Temperatur oder beim Feuchtwerden Kohlensäure abspalten. Das bekannteste Mittel ist *Hirschhornsalz* (Ammoniumkarbonat), das aber den Nachteil hat, bei ungenügender Backhitze dem Gebäck einen widerlichen Ammoniakgeruch zu verleihen. Alle übrigen, auch die mit großer Reklame vertriebenen B. des Handels sind Mischungen von Alkalikarbonaten (doppelkohlensaures Natron) mit Weinsäure oder sauren Salzen (Weinstein, saures Kaliumphosphat u.a.)...“ [4]

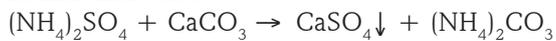
Die heute im Supermarkt angebotenen *Backpulver* enthalten entweder Natron (Natriumhydrogencarbonat) und Dinatriumhydrogenphosphat oder auch Kalium(hydrogen)tartrat (Weinstein) und als Backtriebmittel Natriumcarbonat bzw. Natriumhydrogencarbonat.

Natron zählt auch zu den frei verkäuflichen Arzneimitteln – mit seiner Wirkung gegen eine Übersäuerung des Magens – historisch und sehr

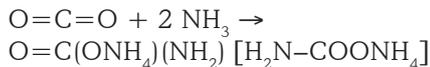
erfolgreich als *Bullrich Salz* seit 1827 vermarktet. Weitere Anwendungen sind die Enthärtung kalkhaltigen Trinkwassers (Fällung von Calciumcarbonat) und auch die Entsäuerung von Speisen.

Pottasche (Kaliumcarbonat) wird speziell zur Lockerung von Lebkuchenteig verwendet. Infolge der alkalischen Reaktion von Kaliumcarbonat in Wasser wird die Bräunung im Vergleich zur Wirkung von Backpulver verstärkt. Kaliumcarbonat bewirkt außerdem, dass die festen Teige beim Backprozess „breit treiben“.

Hirschhornsalz besteht aus Ammoniumcarbonat und kann auch Ammoniumhydrogencarbonat sowie geringe Mengen an Ammoniumcarbamat infolge des Herstellungsprozesses enthalten. Durch Erhitzen eines Gemisches aus Ammoniumsulfat und Schlämmkreide (früher mittels trockener Destillation aus gepulvertem Hirschhorn, oder von Hufen und Klauen) finden folgende Reaktionen statt:



Beim Einleiten von Kohlenstoffdioxid in Ammoniakwasser kann auch Ammoniumcarbamat entstehen:



Alle drei Substanzen zersetzen sich in der Hitze zu Ammoniak, Wasser und Kohlenstoffdioxid, das Carbamat nur zu Ammoniak und Kohlenstoffdioxid. Am stabilsten ist das Ammoniumhydrogencarbonat, das sich oberhalb von 60 °C zersetzt.

Badesalze

In der „Warenkunde für den Seifen-Parfümerien- und Bürstenhandel“ aus dem Jahr 1950 [5] ist zu lesen:

„**Badesalze** bestehen aus einem Grundstoff, dem Salz, einem Riech- und einem Farbstoff. Ihre Herstellung erfordert große Sorgfalt und Erfahrung. Sie sollen nicht nur ansprechend und zweckentsprechend gefärbt und parfümiert sein, sondern auch eine schöne kristallinische Form haben, die sich weder in der Wärme noch in der Sonne verändern darf. [...]

Die Beliebtheit der Badesalze ist auf verschiedene Gründe zurückzuführen. Sie erweichen das Badewasser und wirken emulgierend auf das überschüssige Fett (auf!) der Haut. Durch ihren angenehmen Geruch rufen sie ein allgemeines Wohlbefinden bei den Badenden hervor....

Badetabletten bestehen aus denselben Grundstoffen wie die Badesalze... Die „brausenden“ oder sprudelnden Badetabletten enthalten in



Abbildung 3: Natron als Bullrich Salz seit 1827 – vom Berliner Apotheker August Wilhelm Bullrich (1802-1859), ab 1834 Besitzer einer Seifen- und Parfümeriefabrik als Universalsalz auf den Markt gebracht. Die blaue Farbe gehört auch heute noch zur Marke (Packung links).

der Regel doppeltkohlen-saures Natron und Weinsäure und werden in Doppelpackungen so hergestellt, daß die eine Tablette Natron, die andere Säure enthält und beide durch eine Zellophan-scheibe getrennt werden.“ (s. Tab. 2)

Fleckensalze

Fleckensalze stellen eine eigene Produktkategorie dar und bestehen vor allem aus einem Bleichmittel, dem Natriumpercarbonat (15 bis 40 %), einem Bleichaktivator TAED (Tetraacetylen-diamin; 5 bis 15 %), anionischen und nichtionischen Tensiden (5 bis 15 %), Soda, Silicaten oder Polycarboxylaten als Builder (zur Wasserenthärtung; 15 bis 30 %), organischen Komplexbildnern (5 bis 10 %) und Enzymen (bis 5 %). [6]

Soda (Natriumcarbonat) wird auch als *Wasch-soda* bezeichnet und ist in allen Waschmitteln enthalten.

Experimente

Folgende „Salze“ aus dem Supermarkt bzw. Drogeriemarkt werden benötigt:

Natron (Natriumhydrogencarbonat), Soda (Waschsoda), Pottasche (Kaliumcarbonat), Hirschhornsalz, Speisesalz (Natriumchlorid mit E 535), Original Totes-Meer-Badesalz (Drogeriemarkt), Leichtsalz, Kräutersalz, Fleckensalz, Wellness Badesalz (nicht mit rotem Farbstoff)

EXPERIMENT Nr. 1

Versuchsreihe: Wasserlöslichkeit von Salzen

Materialien: 6 Schnappdeckelgläser, 6 ausgewählte Produkte

Leb- u. Pfefferkuchen Triebmittel

Backtriebmittel gibt Sicherheit beim Backen durch zuverlässige Wirkung bei der Herstellung von Flachgebäck wie Pfefferkuchen und Lebkuchen.

Ausreichend für 1 kg Mehl

HAYMA-Treibkraft enthält die Zutaten: Hirschhornsalz (abc-Trieb), Natriumhydrogenkarbonat, Kaliumhydrogentartrat e 336

Abbildung 4: Leb- und Pfefferkuchen-Triebmittel mit Hirschhornsalz als abc-Trieb (abc für Ammoniumbicarbonat = Ammoniumhydrogencarbonat).

Durchführung: Jeweils der Boden eines Glases wird mit einem Salz bedeckt. Dann fügt man bis zu einem Drittel des Glasvolumens Wasser hinzu, verschließt das Glas und schüttelt.

Beobachtungen: Nicht alle Salze werden sich im Wasser vollständig lösen.

Erläuterungen: Zu den in Wasser schwer (schlecht) d.h. unvollständig löslichen Salzen zählen Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat und Calciumsulfat.

EXPERIMENT Nr. 2

Löslichkeit und Reaktionen in Essigsäure

(Fortsetzung der Versuchsreihe aus Experiment Nr. 1)

Materialien: s. Experiment Nr. 1, Plastikpipette, Essigessenz

Durchführung: Den Gläsern mit dem Inhalt aus Experiment Nr. 1 werden mit Hilfe der Plastikpipette 1-2 ml Essigessenz zugefügt. Zunächst wird

festgestellt, ob eine Reaktion eintritt (Gasentwicklung). Danach verschließt man die Gläser mit noch ungelöstem Salz und schüttelt kurz durch.

Beobachtungen: Aus carbonathaltigen Salzen entwickelt sich das Gas Kohlenstoffdioxid. Das Leichtsalz wird sich auch in essigsaurer Lösung nicht vollständig auflösen, da bei der chemischen Reaktion Calciumsulfat entsteht.

EXPERIMENT Nr. 3

Neutral, sauer oder basisch reagierende Salze

Materialien: ausgewählte Salze, Rotkohlextrakt, 6 Schnappdeckelgläser, Plastikpipette

Durchführung: Die ausgewählten Salze werden wie im Experiment Nr. 1 beschrieben

in Wasser gelöst. Dann fügt man jeweils einige wenige Tropfen an Rotkohlextrakt hinzu.

Beobachtungen: Je nach Art des Salzes wird die Farbe des Rotkohlextraktes unverändert bleiben (neutral reagierendes Salz) bzw. seine Farbe nach Blau bis Grün (schwach bzw. stark alkalisch) ändern.

Erläuterungen: Salze aus starken Säuren (wie Salzsäure) und starken Basen (wie Natriumhydroxid) lösen sich im Wasser ohne pH-Änderung (Natriumchlorid). Salze aus starken Basen und schwachen Säuren wie das Natriumcarbonat reagieren basisch.

EXPERIMENT Nr. 4

Brom im „Original Totes-Meer Badesalz“

Materialien: „Original Totes-Meer Badesalz“, Essigessenz, chlorhaltiger Reiniger, Reinigungsbenzin, 2 Plastikpipetten, Schnappdeckelglas

Durchführung: In einem Schnappdeckelglas wird eine Löffel voll „Totes-Meer Badesalz“ in Essigessenz gelöst. Dann fügt man etwa das gleiche Volumen an Reinigungsbenzin hinzu. Danach werden 1-2 Tropfen des chlorhaltigen Reiniger zuge tropft, das Glas verschlossen und ca. 30 Sekunden geschüttelt.

Beobachtungen: Bereits nach der Zugabe des chlorhaltigen Reinigers tritt eine Gelbfärbung auf. Nach dem Ausschütteln mit Benzin färbt sich die obere (Benzin-)Phase gelbbraun.

Erläuterungen: Der deklarierte „hohe Anteil an gelöstem Brom“ ist in Form von Brom-Salzen, als Bromide, vorhanden. Mit Hilfe der Oxidation durch Chlor erhält man aus den Bromid-Ionen elementares Brom, das sich gut in Benzin mit braungelber Farbe löst.

EXPERIMENT Nr. 5

Badesalz-Ingredientien

Materialien: Badesalz (möglichst mit gelber Farbe), Kaliumpermanganat-Lösung, Schnappdeckelglas, Plastikpipette

Durchführung: Zu einer verdünnten Permanganat-Lösung fügt man einen kleinen Spatellöffel voll Badesalz hinzu.

Beobachtungen: Durch beispielsweise ein „Wellness Badesalz“ verändert sich die Farbe langsam nach Braungelb.

Erläuterungen: Die organischen Inhaltsstoffe im „Wellness Badesalz“ werden durch Permanganat-Ionen oxidiert, wobei sich kolloidales braungelbes Mangan(IV)oxidhydrat (Braunstein) bildet. Mit dieser Reaktion werden oxidierbare organische Stoffe nachgewiesen.

EXPERIMENT Nr. 6

Kräutersalze

Materialien: Kräutersalz, Soda, 2 Schnappdeckelgläser

Abbildung 5: Waschsoda (Fa. Holste, Bielefeld – weitere Produkt-Informationen und zur Geschichte der Firma unter www.Holste.de).



Durchführung. Der Boden der Gläser wird jeweils mit dem Kräutersalz bedeckt. Dann fügt man bis zu einem Drittel des Glasvolumens Wasser hinzu und schüttelt kurz durch. Dem einen Glas wird dann ein Löffel Soda hinzugefügt und durch kräftiges Schütteln des verschlossenen Glases gelöst. Die Farben der Extrakte werden verglichen.

Beobachtungen: Der sodaalkalische Extrakt färbt sich an Intensität zunehmend gelbbraun.

Erläuterungen: Aus den Kräutern werden so genannte sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe im sodaalkalischen Extrakt gelöst (u.a. Phenolcarbonsäuren/Pflanzenphenole), die langsam durch den Luftsauerstoff zu gelbbraunen Produkten oxidiert werden.

EXPERIMENT Nr. 7

Thermische Zersetzung von Salzen

Materialien: 3 Bechergläser, Kochplatte, Hirschhornsalz, Natron, Bade- oder Kräutersalz, 3 Schnappdeckelgläser, Rotkohlextrakt, Plastikpipette, Löffel (Spatel)

Durchführung. Der Boden der Bechergläser wird jeweils mit Salz bedeckt, die Gläser auf der Kochplatte erhitzt, eventuelle Veränderungen registriert. Nach dem Abkühlen füllt man etwas von dem Salz aus dem Becherglas in ein Schnappdeckelglas, löst in Wasser (Drittel des Glasvolumens) und fügt einige Tropfen des Rotkohlextraktes hinzu. Die entstehende Farbe wird festgestellt.

Beobachtungen und Erläuterungen: Hirschhornsalz zersetzt sich in Ammoniak (Geruch), Wasser und Kohlenstoffdioxid. Natron spaltet Kohlenstoffdioxid und Wasser ab, so dass Natriumcarbonat entsteht. In Bade- und Kräutersalzen können farbverändernde Zersetzungen organischer Stoffe auftreten. Natron reagiert nach dem Erhitzen durch den Gehalt an Soda alkalischer als reines Natron.

EXPERIMENT Nr. 8

Fleckensalz – mit Bleichmittel auf Sauerstoffbasis

Materialien: Fleckensalz, 2 %ige Ascorbinsäure-Lösung, Kaliumpermanganat-Lösung, Schnappdeckelglas, Plastikpipetten

Durchführung: Im Glas werden einige Tropfen der Permanganat-Lösung verdünnt. Dann fügt man tropfenweise Ascorbinsäure-Lösung hinzu, bis gerade eine Entfärbung der Lösung eingetreten ist. Zum Abschluss wird ein Löffel des Fleckensalzes gelöst.

Beobachtung: Es bildet sich eine braungelb getrübe Lösung.

Erläuterungen: Das Fleckensalz enthält das so genannte Natriumpercarbonat – eine Verbindung aus Natriumcarbonat und Wasserstoffperoxid.

Durch die Ascorbinsäure werden die Permanganat-Ionen zunächst zu den farblosen Mangan(II)-Ionen reduziert (von Oxidationsstufe +7 zu +2). In sodaalkalischer Lösung erfolgt dann eine Oxidation durch das Natriumpercarbonat bzw. den daraus freigesetzten Sauerstoff zum Braunstein – Mangan(IV)oxidhydrat.

EXPERIMENT Nr. 9

Gelbes Blutlaugensalz im Speisesalz

Materialien: Speisesalz mit Angabe E 535, rostiger Eisennagel, Essigessenz, Schnappdeckelglas

Durchführung: In das Glas wird Essigessenz zu einem Viertel des Volumens eingefüllt und mit Wasser zu zwei Dritteln des Volumens verdünnt. Darin löst man nach und nach soviel an Salz bis Ungelöstes am Boden zurückbleibt. Dann stellt man den Eisennagel hinein und beobachtet, ob nach etwa 3-5 min eine Farbe auftritt.

Beobachtungen: Es bildet sich eine schwache blaue Färbung – vorausgesetzt der Gehalt an E 535 liegt bei mindestens 2 mg/100 g.

Erläuterungen: Das gelbe Blutlaugensalz (Natrium- oder Kaliumhexacyanoferrat) reagiert mit den aus dem rostigen Eisennagel in Essigsäure gebildeten Eisen(III)-Ionen zum so genannten Berliner Blau – in Form von Nanopartikeln. **CLB**

Literatur

- [1] Wittstein, Georg Christian: Vollständiges etymologisch-chemisches Handwörterbuch, Band II, Joh. Palm's Hofbuchhandlung, München 1847.
- [2] Schwedt, Georg: Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen. Aus Hexenküche und Zauberküche, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2009 – Kap. 9: Chemische Experimente rund um das Salz.
- [3] Schwedt, Georg: Chemie und Supermarkt – Informationen zum Einkauf, Aulis Verlag Deubner, Köln 2006 – Kap. 2: Anorganische Säuren, Basen und Salze – nicht alle zum Verzehr bestimmt.
- [4] Beythien, A., Ernst Dreßler (Hrsg.): Merck's Warenlexikon für Handel, Industrie und Gewerbe, G.A. Gloeckner, Verlag für Handelswissenschaft, Leipzig 1920.
- [5] Wurm, Heinrich: Warenkunde für den Seifen-Parfümerien- und Bürstenhandel, Ferdinand Holzmann Verlag, Hamburg 1950.
- [6] Hauthal, Hermann G., G. Wagner (Hrsg.): Reinigungs- und Pflegemittel im Haushalt. Chemie, Anwendung, Ökologie und Verbrauchersicherheit, Verlag für chemische Industrie H. Ziolkowsky GmbH, Augsburg 2003

Siliciumkompatible Photonik auf dem Vormarsch

Schnell und energieeffizient – Schlüsselkomponente fehlt noch

Siliciumkompatible Photonik – die sich also leicht mit der bestehenden Chip-Technologie verbinden lässt und so kostengünstig ist – steht gleichermaßen auf den Wunschzetteln von Ingenieuren und Politikern. Erstere wollen damit noch schnellere Computer und insbesondere Computerverbindungen bauen. Letztere hoffen auf Energieeinsparpotenziale, die sich durch diese Technik abzeichnen. Im internationalen Vergleich stellt sich die deutsche Forschungsposition bei der siliciumkompatiblen Photonik unterschiedlich dar.

Die Photonik umfasst die Grundlagen und Anwendungen von optischen Verfahren und Technologien auf die Bereiche der Übertragung, Speicherung und Verarbeitung von Information. Weil dies Bereiche sind, die bislang mit elektronischen Bauelementen verwirklicht werden, kombinierte man für die Bezeichnung dieses technologischen Gebiets das griechische Wort für Lichtteilchen – Photon – mit „Technik“ zu dem Kofferwort Photonik.

Die Photonik hat sich zunächst vor allem aus der optischen Nachrichtentechnik entwickelt, die seit

den 1980er Jahren durch den Einsatz der Glasfaser als Übertragungsmedium und der Laserdiode als modulierbarer Lichtquelle die elektrische Übertragungstechnik erst im Telekommunikationsbereich, nach und nach auch bei kürzeren Entfernungen abgelöst hat. Durch Weiterentwicklung der Grundlagen (Verständnis der Lichtausbreitung) und der Bauelemente (Lichtquellen, Modulatoren, Detektoren sowie mikro- und nano-optische Bauelementen und Systemen) hat sich der Anwendungsbereich der Photonik in den vergangenen Jahren stark erweitert. Heute hat die Photonik neben Anwendungen in den traditionellen Bereichen der Informationstechnik (Übertragung, Speicherung und Verarbeitung von Information) auch Bezug zu Bereichen wie den Life Sciences, der modernen Beleuchtungstechnik mit LEDs und der Nanotechnologie.

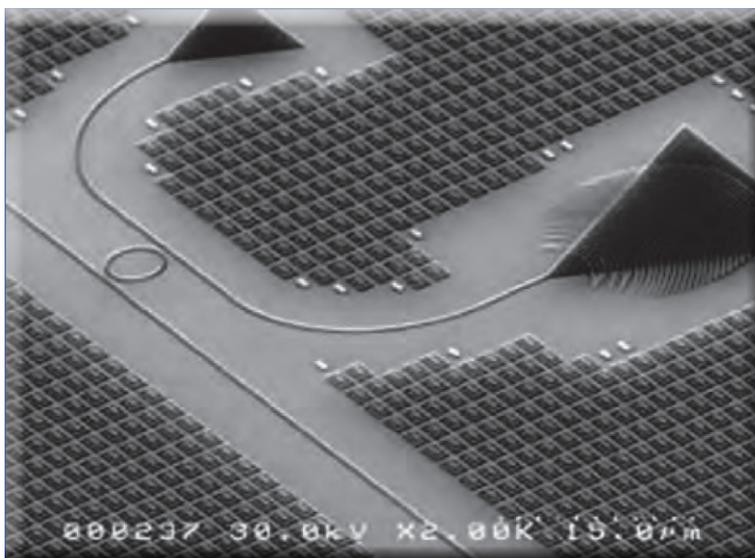
Entscheidend für die Umsetzung photonischer Technologien in Produkte ist wie o.g. ihre Integration in die bestehende Silicium-Fertigungstechnik. Sie hat ja in den vergangenen Jahrzehnten mit ihrer exponentiellen Entwicklung zu Produkten geführt, die unsere gesamte Gesellschaft verändern. Entscheidend dafür sind mittlerweile

Chips, die mit mehreren Gigahertz getaktet sind – und damit sogar so schnell sind, dass die Verbindungen zwischen Rechenkern und Speicherzellen zum geschwindigkeitsbestimmenden Flaschenhals werden. Abgesehen davon erzeugt der Ladungstransport im Silicium bei derartigen Arbeitsgeschwindigkeiten eine Abwärme, die ein Bügeleisen kalt aussehen lässt. Diese Probleme ließen sich mit photonischen Elementen lösen. Zudem haben Photonen den Vorteil, sich gegenseitig nicht zu beeinflussen. Bei den winzigen Leiterbahnen auf herkömmlichen Chips muss man hingegen genau darauf achten, dass nicht Signale oder Felder auftreten, die benachbarte Bahnen oder Elemente stören.

Teure Verbindungshalbleiter

Nun gibt es bereits photonische Bauelemente. Sie werden allerdings überwiegend aus Verbindungshalbleitern hergestellt. In der Mikroelektronik verwendete Halbleiter lassen sich in zwei Gruppen einteilen, den Elementhalbleitern und den Verbindungshalbleitern. Zu den Elementhalbleitern zählen Elemente mit vier Valenzelektronen, beispielsweise Silicium (Si) und Germanium (Ge). Die Gruppe der Verbindungshalbleiter umfasst Chemische Verbindungen, die im Mittel vier Valenzelektronen besitzen. Dazu zählen Elemente der III. und V. Hauptgruppe des Periodensystems (III-V-Halbleiter) wie Galliumarsenid (GaAs) oder Indiumantimonid (InSb), und der II. und VI. Hauptgruppe (II-VI-Halbleiter), wie Zinkselenid (ZnSe) oder Cadmiumsulfid (CdS).

Neben diesen häufig eingesetzten Halbleitern gibt es noch die I-VII-Halbleiter, wie Kupfer(I)-chlorid. Auch Materialien, die im Durchschnitt nicht vier Valenzelektronen haben, können als Halbleiter bezeichnet werden, wenn sie einen spezifischen Widerstand



In Silicium-Substrat eingetätzte Lichtwellenleiter (Quelle: Luxtera).

Tabelle 1: Zusammenfassender Überblick über Siliziumkompatible Photonik (Quelle: ZTC/VDI).

Si-Photonik	Merkmale / Entwicklungen
Potenzielle Anwendungsmärkte	Computertechnologie, Halbleiterindustrie / Chipsektor, optoelektronische Industrie, IuK-Bereich (Telekommunikation, Datentransfer), chemische Sensorik / Analytik, Bioanalytik (Mikroarrays)
Marktpotenzial / adressierter Markt	Schätzungen gehen von einigen zehn Milliarden US-Dollar aus
Entwicklungsphase	Si-Laser: Forschungsstadium; aktive Komponenten: Prototypen; passive Komponenten (Wellenleiter): kommerziell verfügbar
Forschungsbedarf / technische Hürden	Schlechte optische Eigenschaften des Siliziums (indirekte Bandlücke, geringer elektro-optischer Effekt)
Konkurrenztechnologien	Dazu gehören konventionelle Si-basierte CMOS-Elektronik sowie optoelektronische Technologien auf der Basis von Verbindungshalbleitern
Relevante Technologietrends	Schnelle, breitbandige Datenübertragung im Computer-Computer-, PC-Peripherie-, Prozessor-Speicher-, Chip-to-Chip- und Intra-Chip-Bereich

im Bereich von größer 10^4 und kleiner 10^6 Ohm mal Meter haben. Eine Gruppe vielversprechender neuer Halbleiter sind beispielsweise die organischen Halbleiter, die in organischen Solarzellen oder in organischen Feldeffekttransistoren bereits Verwendung gefunden haben.

Die Fertigung von photonischen Elementen aus Verbindungshalbleitern ist jedoch nicht kompatibel zu der in der Mikroelektronik etablierten CMOS-Prozesstechnik (von Complementary Metal Oxide Semiconductor) und daher teuer. CMOS-Bausteine sind Halbleiterbauelemente, bei denen sowohl p-Kanal- als auch n-Kanal-MOSFETs auf einem gemeinsamen Substrat verwendet werden. Ziel der Silicium-Photonik ist die schrittweise Zusammenführung der Vorteile bisheriger Verbindungshalbleiter-Photonik durch die Herstellung leistungsfähiger photonisch-optischer Bauelemente auf Basis der massenproduktionstauglichen CMOS-Fabrikation.

Eine wesentliche Voraussetzung dabei ist die effiziente Erzeugung, Modifikation und Detektion von Licht aus Si-Komponenten. Gerade hierfür eignet sich Silicium aufgrund seiner quantenmechanischen Eigenschaften jedoch nur schlecht. In der Forschung werden derzeit verschiedene Strategien zur Optimierung verfolgt. Trotz zum Teil bedeutender Fortschritte sind die meisten Si-basierten Bau-

elemente hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften kommerziell erhältlichen Komponenten aus Verbindungshalbleitern aber noch weit unterlegen. Insbesondere die Herstellung einer Schlüsselkomponente, eines effizienten Silizium-Lasers, gelang noch nicht.

Trotzdem gibt es erhebliche Fortschritte in der Silicium-basierten Photonik, und einige der für eine Si-basierte integrierte Optoelektronik notwendigen Bausteine konnten auch schon hergestellt werden.

Erste Si-Komponenten

Wie Leif Brand vom „Zukünftige Technologien Consulting“ (ZTC) der VDI Technologiezentrum GmbH berichtet, trifft dies beispielsweise für Modulatoren zu, die elektrische in optische Signale umsetzen. Si-Modulatoren erreichen inzwischen Datenraten von 30 bis 40 Gigahertz. Das sind Werte, die denen kommerziell verfügbarer, konventioneller Modulatoren entsprechen. Markteintritte werden eventuell schon in diesem Jahr erwartet. Ähnlich verhält es sich mit Photodetektoren. Hier weist Silicium zwar zunächst ungeeignete Eigenschaften auf, doch ergeben sich durch den Zusatz von Germanium erhebliche Effizienzsteigerungen. So kann mit SiGe-Legierungen eine effiziente und schnelle Photodetektion im wichtigen Bereich zwischen 850 und etwa 1300 Nanometern erreicht

werden. SiGe-Detektoren lassen sich inzwischen CMOS-kompatibel fertigen und können ebenfalls Datenraten bis zu 40 Gigahertz erreichen.

Auch im Bereich Si-photonischer Signalverbindungen wurden große Fortschritte erzielt. So sind mittlerweile erste optische 40-GHz-Kabel kommerziell erhältlich, deren Steckverbinder fast vollständig aus Si-basierten Komponenten gefertigt werden. Für kurze Distanzen im Zentimeter-Bereich wie Intra-Chip-Verbindungen haben sich Wellenleiter etabliert, die in das Silizium-Material eingearbeitet werden. Silizium eignet sich gut zur optischen Wellenleitung insbesondere im Spektralbereich von etwa einem Mikrometer bis in die ferne IR-Region. Allerdings: Eine vollständige „monolithische Integration“ Siliciumbasierter optischer Komponenten konnte bislang nicht zuletzt aufgrund des fehlenden Si-Lasers noch nicht erreicht werden.

Wie die ZTC ausführt, stellt sich im internationalen Vergleich die deutsche Forschungsposition unterschiedlich dar. So fällt die relativ geringe Beteiligung deutscher Projektpartner an EU-Fördermaßnahmen zur Silizium-Photonik auf. Weitaus stärker vertreten sind hier Institutionen aus Frankreich, Italien oder Großbritannien. Anders ist die Situation im Bereich Publikationen: Hier zeigt die bibliometrische Analyse

einen kontinuierlichen Anstieg des Publikationsaufkommens mit einem Anteil deutscher Veröffentlichungen von acht Prozent. Das ist im internationalen Vergleich der dritte Platz, hinter den USA (23 Prozent) und knapp hinter Japan (neun Prozent). Schwächer zeigt sich die deutsche Position bei den Patentanmeldungen. Hier entfallen lediglich drei Prozent des internationalen Patentaufkommens auf deutsche Anmelder. Treiber der US-Forschungsaktivitäten ist ein starkes Interesse seitens der Chip-Industrie und hier vor allem der Firma Intel, die der CMOS-kompatiblen Photonik eine große Bedeutung mit Blick auf die zukünftige Entwicklung der Computertechnologie beimisst.

Nach einer Mitteilung des deutschen Forschungsministeriums von Ende März stieg die Anzahl der Mitarbeiter von Firmen des Bereichs Photonik allgemein in Deutschland in den letzten fünf Jahren um 20 Prozent auf 120 000.

In den nächsten zehn Jahren wollen die Unternehmen der Branche der BMBF-Mitteilung zufolge 20 Milliarden Euro in Forschung, Entwicklung und Innovation investieren.

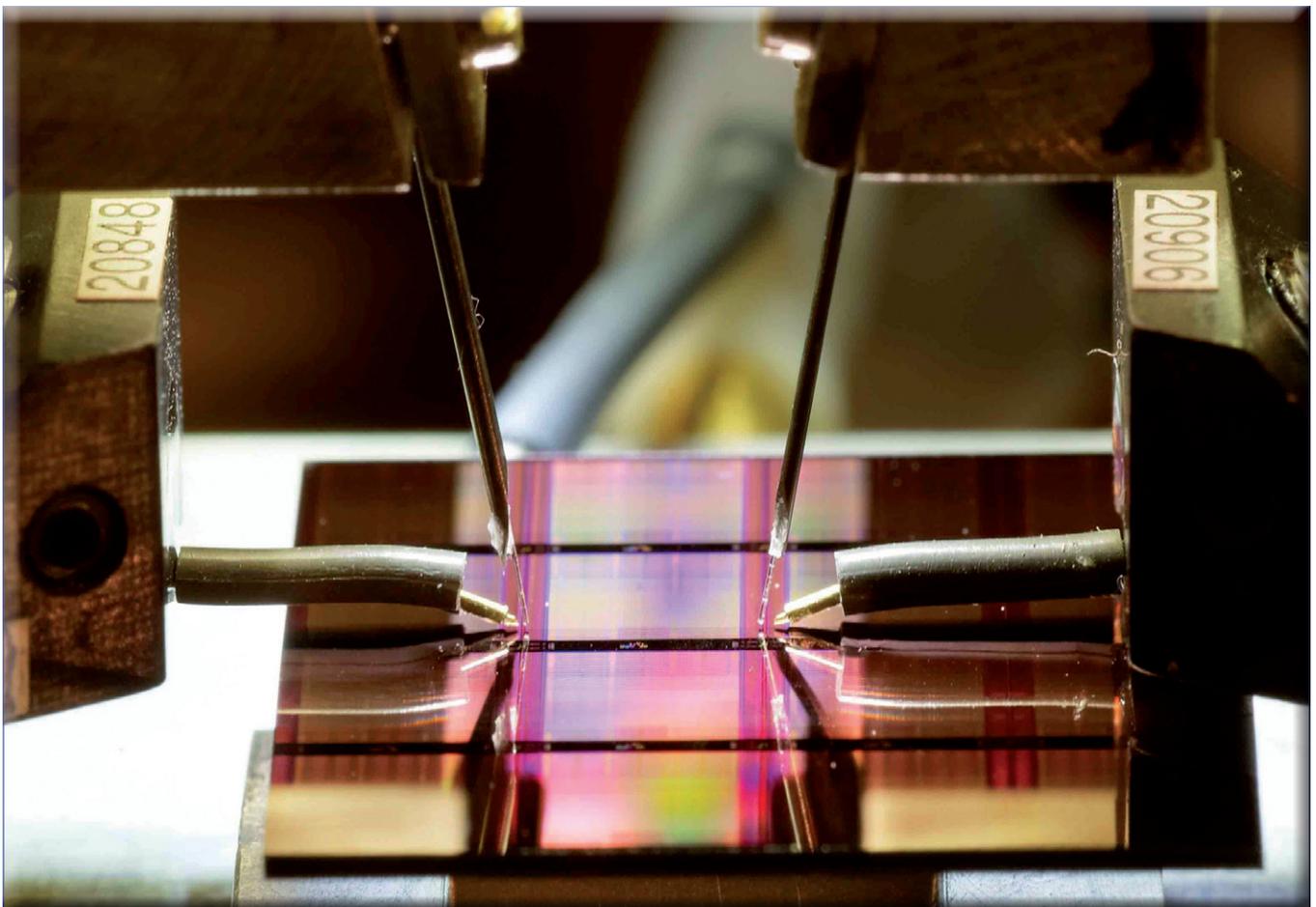
Projekt SOFI

Welches Potenzial insbesondere die Si-Photonik besitzt zeigt auch das Programm SOFI. Ziel des im Januar angelaufenen Projekts SOFI (Silicon-Organic hybrid Fabrication platform for Integrated circuits) sind Lichtwellenleiter und elektrooptische Modulatoren, die sich durch die Verwendung von Silizium preiswert in Masse fertigen lassen. Die EU fördert das Projekt von sieben Partnern im 7. Rahmenprogramm mit insgesamt 2,5 Millionen Euro. Koordiniert wird es von Wissenschaftlern des Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Mit einem neuen Chipdesign will man eine Signalverarbeitung erreichen, die mit über 100 Gigabit pro Sekunde

die doppelte Übertragungsrate heutiger, vergleichbarer Technologien besitzt, bei einem Energieaufwand von nur fünf Femtojoule pro Bit. Dies ist rund ein Tausend Mal weniger Energie als in heutigen Systemen aufgewendet werden muss.

Ein Trick dabei, neben ausgefeilter materialwissenschaftlicher Details: Fließt Licht durch bestimmte Kristalle und es wird ein elektrisches Feld angelegt, so ändert sich der Brechungsindex des Materials – die Geschwindigkeit des Lichts lässt sich manipulieren und damit seine Phase modulieren. Dies ist außerordentlich schnell möglich, schneller zum Beispiel als eine Laserdiode ein- und auszuschalten. Mit einem einzigen Modulator aus Silizium soll so eine Bandbreite von 100 Gigahertz erreicht werden. Um die Übertragungsrate weiter zu steigern, werden mehrere der Modulatoren nach einem komplizierten Schema gleichzeitig verschaltet. *RK*

Silizium-Chip mit Tausenden von optischen Modulatoren im Test, kontaktiert mit High-Speed-Elektroden und Glasfasern (von oben, siehe Projekt SOFI; Foto: Hardy Müller/KIT).



Antibiotikum gegen multiresistente Keime

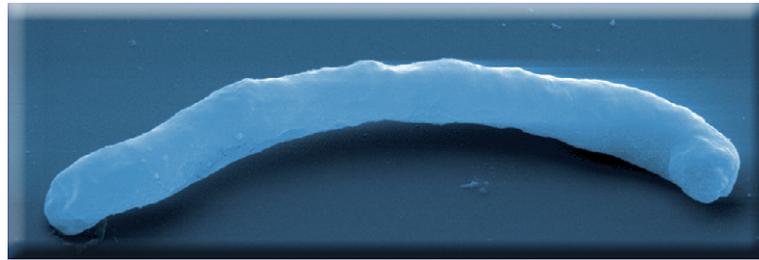
Erstmals anaerobe Bakterien zur Bildung neuer Substanz eingesetzt

Ein Wissenschaftler-Team vom Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (HKI) in Jena hat erstmals anaerobe Bakterien zur Bildung von Antibiotika angeregt. Diese sind sogar gegen multiresistente Keime wirksam.

Das Bodenbakterium *Clostridium cellulolyticum* stimulierten die Forscher um Christian Hertweck zur Bildung einer Verbindung, die unter den üblichen Laborbedingungen nicht produziert wird. Für diese Anregung imitierten die Forscher die Verhältnisse in der Natur durch Zugabe von Bodenextrakt zum Nährmedium. Die neue Substanz heißt Closthioamid. Sie ist doppelt interessant: Es handelt sich um ein äußerst ungewöhnliches, schwefelreiches Molekül. Closthioamid ist zudem gegen Problemkeime wie multiresistente Staphylokokken (MRSA) wirksam und könnte als Grundlage für die Entwicklung einer neuen Antibiotika-Generation dienen.

Immer wieder gelingt es Bakterien, die Wirkung von Antibiotika zu umgehen und dagegen resistent zu werden. Paradebeispiel ist *Staphylococcus aureus*, der heute als multiresistenter Keim kaum noch bekämpfbar ist und vor allem in Krankenhäusern lebensbedrohliche Infekte auslöst. Durch ihre hohe Vermehrungsrate geben die Bakterien ihre genetische Information rasend schnell weiter. So können sich auch Gene, die für Antibiotika-Resistenzen verantwortlich sind, binnen Wochen ausbreiten und sogar Artgrenzen überwinden.

Weltweit arbeiten Forscher an der Suche nach neuen Antibiotika und versuchen, neue Quellen für antibakterielle Substanzen zu erschließen. Hertweck wählte hierfür Bakterien, deren Lebensraum eine sauerstofffreie Umgebung ist. Bei solchen Anaerobiern wie *Clostridium cellulolyticum* war die Bildung



Clostridium cellulolyticum bildet ein bislang unbekanntes Antibiotikum (Abb.: HKI/EMZ-FSU).

von Antibiotika bisher völlig unbekannt.

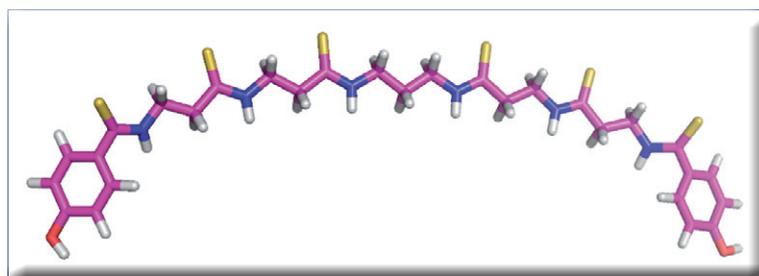
Genomsequenzierung als Grundlage

Das gesamte Genom des Bakteriums wurde kürzlich sequenziert, und den Jenaer Forschern fiel auf, dass *Clostridium cellulolyticum* Gene für die Bildung bislang unbekannter Stoffe besitzt. Anscheinend sind diese Gene unter den standardisierten Laborbedingungen still. Die Wissenschaftler versuchten, die Naturstoff-Synthese durch Variation der Kulturbedingungen in Gang zu setzen. Weder die Zugabe verschiedener Nährstoffe und Stressfaktoren, noch die Änderung von Temperatur oder pH-Wert führten zum Erfolg.

Schließlich besann man sich auf die Herkunft des Bakteriums: Es wurde aus pflanzlichem Kompost isoliert und trägt zum Verrottungsprozess bei, indem es die Cellulose abgestorbener Pflanzen abbaut. Daher lag es nahe, bei der Kultivierung ähnliche Bedingungen zu schaffen, wie sie in der natürlichen Umgebung des Bakteriums vorherrschen. Nach Zugabe eines Extraktes aus einer Bodenprobe änderte sich das Bild: Das Spektrum der von *Cl-*

stridium cellulolyticum gebildeten Stoffe enthielt eine neue Komponente. Aus fünf Litern Kulturansatz konnte in langwierigen Trenn- und Reinigungsprozeduren ein Milligramm der neuen Verbindung isoliert werden. Die winzige Menge reichte zur Aufklärung der Molekülstruktur und der biologischen Aktivität.

Die Ergebnisse sind in mehrfacher Hinsicht überraschend. Der neue Naturstoff Closthioamid ist ein strukturell sehr ungewöhnliches, symmetrisches Molekül, das zahlreiche Schwefelatome besitzt. Erste biologische Untersuchungen zeigten zudem, dass Closthioamid gegen multiresistente Krankheitserreger aktiv ist. Die Wirkungsweise ist bislang unbekannt. Die laufenden Forschungen am HKI sollen nicht nur den Mechanismus aufklären, sondern auch zeigen, ob der neue Naturstoff für die Entwicklung von Antibiotika geeignet ist. Außerdem studieren die Wissenschaftler die Biosynthese der außergewöhnlichen Substanz. Sie könnte Möglichkeiten aufzeigen, das Molekül durch gentechnische Eingriffe in das bakterielle Erbgut gezielt zu verändern und bestimmte Eigenschaften zu verstärken.



Die Struktur von Closthioamid (Abb.: HKI/Hertweck).

Hemmstoff gegen Herzinfarkt und Schlaganfall Blut verdünnen, aber auch Blutung stillen – Raubwanze als Vorbild

Für die Raubwanze *Triatoma infestans* ist es überlebenswichtig, dass das Blut nicht gerinnt, während sie es ihrem Wirt abzapft. Das erreicht sie mit Hilfe eines Proteins im Mitteldarm. Forscher haben sich diese Technik nun zu Eigen gemacht und aus dem Protein einen Hemmstoff entwickelt, der künftig vor Schlaganfall und Herzinfarkt schützen soll.

Wissenschaftler um Prof. Bernhard Nieswandt vom Rudolf-Virchow-Zentrum/DFG-Forschungszentrum der Universität Würzburg haben nun den Stoff auf seine Wirksamkeit überprüft und können bestätigen: Das Mittel wirkt, ohne dabei

die wichtige Blutstillung zu beeinträchtigen! Daraus ließe sich also wohl ein Medikament produzieren, nach dem die Wissenschaft bereits seit Jahren sucht.

Eine der häufigsten Ursachen für Herzinfarkt oder Schlaganfall sind Durchblutungsstörungen in Arterien, hervorgerufen durch einen Pfropf im Blutgefäß, einen Thrombus. Dieser entsteht an beschädigten Gefäßwänden durch die Anlagerung von Blutplättchen und die Aktivierung von Blutgerinnungsfaktoren. Gelangen die Plättchen an eine beschädigte Stelle, so werden sie von der Gefäßwand aktiviert und verändern ihre Form und Oberflächeneigenschaften so, dass sie sich an der Wand des Blutgefäßes und aneinander festkleben können. Letzteres wird durch die Funktion der Gerinnungsfaktoren noch unterstützt. Der gesamte Mechanismus ist notwendig, um beschädigte Stellen im Gefäß zu flicken und damit unkontrollierten Blutverlust zu vermeiden. Wird der Blutpfropf jedoch so groß, dass er das Gefäß vollständig verschließt, kann das nachfolgende Gewebe nicht mehr durchblutet werden: Es kommt zum Herzinfarkt, Schlaganfall oder einer Lungenembolie.

Besonders oft treten solche Probleme bei Patienten auf, die während einer Operation an der Herz-Lungen-Maschine angeschlossen sind. Auch die Behandlung von Schlaganfallpatienten stellt die Ärzte bisher vor ein ungelöstes Problem. In beiden Fällen gilt es, die Bildung von Thromben zu vermeiden bzw. diese aufzulösen, ohne dabei die lebenswichtige gesunde Blutgerinnung zu beeinflussen. Doch alle bisher zur Verfügung stehenden Medikamente wie beispielsweise Aspirin oder Marcumar können zwar das Blut verdünnen und so das Verstopfen der Blutgefäße manchmal verhindern, haben aber ein erhöhtes Blutungsrisiko als Nebenwirkung. Aus diesem Grund sind Forscher bereits seit Jahren auf der Suche

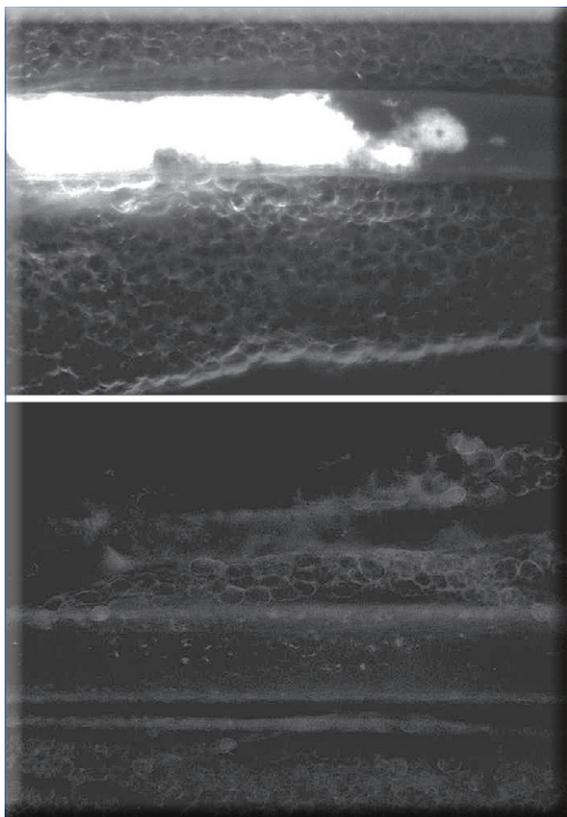
nach einem Mittel, das diesen Spagat schafft.

Die Würzburger Forscher hatten bereits 2005 einen großen Schritt in Richtung einer neuen Medikamentengeneration getan. Es identifizierte den Blutgerinnungsfaktor XII, als einen wichtigen Ansatzpunkt zur Entwicklung neuer Mittel. Das Ergebnis der damaligen Studie: Schaltet man in einer Maus das Gen für die Produktion des Proteins Faktor XII, auch Hageman-Faktor genannt, aus, kann man in den Gefäßen dieser Tiere unter Laborbedingungen keinen Blutpfropfen mehr erzeugen. Herzinfarkt und Schlaganfall treten nicht mehr auf.

Die Firma CSL Behring aus Marburg erkannte die Bedeutung des Ergebnisses. Sie machte sich daran, einen Inhibitor, d.h. Hemmstoff, gegen das Protein zu entwickeln. Dabei nahm sie sich die Natur zum Vorbild, in diesem Fall die kleine Wanze *Triatoma infestans*. Diese ist beim Blutsaugen darauf angewiesen, dass das Blut nicht gerinnt. Die Wissenschaftler der Firma CSL Behring kombinierten das aus dem Mitteldarm der Wanze gewonnene Protein Infestin-4 mit einem menschlichen Eiweiß. Heraus kam der neue Wirkstoff rHA-Infestin-4, der nach einem Schlüssel-Schloss-Prinzip den Faktor XII hemmt.

Mit dem neu entwickelten Inhibitor nahm die Firma CSL Behring wieder Kontakt mit den Würzburger Forschern auf, um zusammen die Wirksamkeit des Stoffs in Mausmodellen zu testen. Das Ergebnis der Untersuchungen war beeindruckend. Während das Medikament auf der einen Seite keinerlei Thrombusbildung mehr zulässt, beeinträchtigt es auf der anderen Seite die Blutstillung in keiner Weise. Nach Abschluss der Untersuchungen am Rudolf-Virchow-Zentrum in Würzburg steht dem Hemmstoff rHA-Infestin-4 nun als nächster Schritt die Untersuchung in einer klinischen Studie bevor.

Oben: Arterie einer Maus unter dem Mikroskop, 20 Minuten nach einer Gefäßverletzung. Die Blutplättchen wurden mit einem fluoreszierenden Stoff markiert, um sie sichtbar zu machen. In einer unbehandelten Maus entsteht nach der Verletzung ein Blutgerinnsel, das zum vollständigen Verschluss der Arterie führt. Unten: In einer mit rHA-Infestin-4 behandelten Maus ist dieses Ereignis hingegen blockiert (Fotos: Rudolf-Virchow-Zentrum).



Nicht-kodierende DNA hat auch eine Funktion

Teil des Organisationsprinzips des menschlichen Genoms aufgeklärt

Kürzlich gelang es, der nicht-kodierenden DNA eine wichtige Funktion innerhalb des DNA-Netzwerks zuzuweisen und damit einen Teil des Organisationsprinzips des menschlichen Genoms aufzuklären.

Schon seit einiger Zeit wird vermutet, dass die menschliche DNA nach einem bestimmten Muster in der Zelle strukturiert ist. Man weiß, dass die jeweils im Zellkern vorliegende DNA einerseits aus kodierenden und andererseits aus nicht-kodierenden Abschnitten besteht. Ungefähr 98 Prozent der zellulären DNA ist nicht-kodierend, enthält also keine Information für die Synthese von Proteinen. Diese Genabschnitte wurden bislang zumeist als „Müll“ ohne nennenswerte Funktion betrachtet.

Nun gelang es, der nicht-kodierenden DNA eine wichtige Funktion innerhalb des DNA-Netzwerks zuzuweisen. Über die Untersuchung des Nucleolus, des Kernkörperchens der Zellen, konnten Forscher einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis des Organisationsprinzips des menschlichen Genoms leisten.

Der Nucleolus befindet sich innerhalb des Zellkerns (Nucleus). Er lässt sich vom Rest des Zellkerns funktionell abgrenzen, verfügt jedoch über keine eigene Membran. Der Nucleolus ist vor allen Dingen in seiner Rolle als Ribosomen-Fabrik der Zellen bekannt. Jüngere Studien weisen aber darauf hin, dass er darüber hinaus noch andere Funktionen hat. So ist der Nucleolus auch an der Stressregulation, Virusprozessierung oder bei Alterungsprozessen beteiligt.

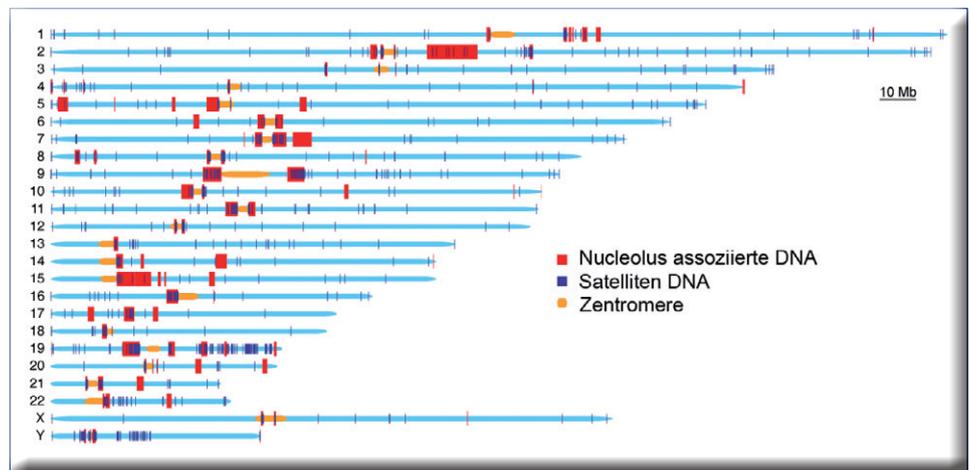
Trotz seiner großen Bedeutung für die Vorgänge auf zellulärer Ebene war das Wissen um den Aufbau und die Selbstorganisation des Nucleolus bislang sehr begrenzt. Ein Forscherteam aus Regensburg, München und Valencia unter der Leitung der Regensburger Biologen Prof. Gernot Längst und Dr. Attila Németh konnte eine detaillierte Genomkarte der nucleolären DNA erstellen

und somit erstmalig das funktionelle Genom eines Zellkern-Organells identifizieren. Weiterhin wurden die DNA-Elemente charakterisiert, die die dreidimensionale Struktur des Nucleolus organisieren. Die Wissenschaftler nutzten hierfür die neuen Methoden der Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierung und kombinierten diese mit DNA-Microarray-Experimenten und hochauflösender dreidimensionaler Mikroskopie. Durch die Kombination der Einzelergebnisse der Experimente stellten sie fest, dass spezifische nicht-kodierende Genomabschnitte (spezielle alpha-Satelliten Sequenzen) für den Zusammenbau dieser funktionellen Einheit des Zellkerns verantwortlich sind.

In diesem Zusammenhang wurden ebenfalls mehrere Tausend Gene und nicht-kodierende DNA-Sequenzen identifiziert. Die Wissenschaftler fanden heraus, dass etwa vier Prozent des menschlichen Genoms stabil mit dem Nucleolus verbunden sind. Die Arbeiten des

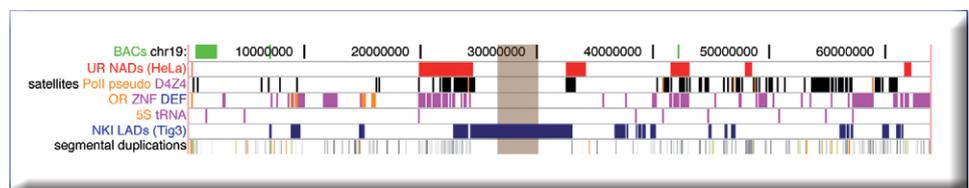
Forscherteams zeigten zudem, dass die Struktur des Nucleolus nicht zufällig, sondern auf dessen konkrete Funktionen in der Zelle bzw. im Zellkern ausgerichtet ist. Die nicht-kodierende DNA spielt, so die Forscher, in diesem DNA-Netzwerk eine entscheidende Rolle.

Die Studien konnten so erstmals einen „Schnappschuss“ der Architektur des Nucleolus und dessen Funktion in zwei unterschiedlichen menschlichen Zelltypen liefern, der auf ein spezifisches Organisationsprinzip des menschlichen Genoms verweist. In weiteren Arbeiten will man zum einen den Aufbau bzw. die Struktur des Nucleolus während Entwicklungsprozessen und in unterschiedlichen Phasen des Zellzyklus vollständig erfassen. Zum anderen soll durch die Analyse der Nucleolus-Genomik verschiedener Organismen geklärt werden, ob das identifizierte Organisationsprinzip des menschlichen Genoms allgemein gilt und sogar evolutionär konserviert ist.



Oben: Schema der über das Genom verteilten Nucleolus-assoziierten DNA, die im Zellkern an einem Ort zusammenkommen, um die dreidimensionale Struktur des Nucleolus zu bilden.

Unten: Schema der mit dem Nucleolus verbundenen DNA auf dem menschlichen Chromosom 19. (Abbildungen: Uni Regensburg).



CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

Alles Repetito – oder was???

Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

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

ISBN 3-9810449-0-8



9 783981 044904

Bulmahn
Kickuth

Alles Repetito – oder was???

Rubikon

Alles Repetito – oder was???

fragt der Bachelor die Laborantin



Maren Bulmahn • Rolf Kickuth

Abo-Bestellcoupon

JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (= 12 Ausgaben) zum Preis von 104,00 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 13,60 Euro, Ausland: 24,40 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für 104,00 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmen- und Bibliothekenabos mit Sonderpreis; siehe www.clb.de).

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

NFP 63: Stammzellenforschung

10 Millionen CHF für 12 Projekte bis 2013

Unheilbare Krankheiten überwinden: Auf Stammzellen ruhen große Hoffnungen. Noch ist aber unklar, wie sie im Detail funktionieren. Deshalb soll das soeben gestartete NFP 63 in der Schweiz die Basis festigen für künftige medizinische Anwendungen.

Ohne Stammzellen würden Wunden nicht heilen; Blut, Haut und andere Gewebe sich nicht mehr erneuern. Ohne diese biologischen Alleskönner würden Lebewesen weder entstehen noch überleben. Diese Zellen gehören zu den spannendsten Gebieten der Biologie. Monat für Monat werden eindruckliche Ergebnisse publiziert, neue Türen aufgestossen und alte geschlossen. Groß ist die Hoffnung, die auf diese Zellen gesetzt wird: Stammzellen sollen nicht nur erklären, wie Mensch, Tier und Pflanzen wachsen – sie sollen auch helfen, Krankheiten zu heilen, etwa Parkinson oder Diabetes Typ 1.

Der große Druck auf die Forschung, so rasch wie möglich therapeutische Grenzen zu verschieben, birgt aber auch Gefahren. Etwa die Gefahr, voreilig klinische Versuche durchzuführen, ohne genau zu verstehen, was die Stammzellen im menschlichen Körper bewirken. Vor diesem Hintergrund erfolgt die Lancierung des Nationalen Forschungsprogramms „Stammzellen und regenerative Medizin“ (NFP 63): Die nun ausgewählten Projekte sind der Grundlagenforschung zuzuordnen. Es geht darum, besser zu verstehen, wie Stammzellen funktionieren. Das NFP 63 soll mithelfen, eine gute Grundlage für künftige medizinische Anwendungen zu schaffen. Zudem soll die Schweizer Stammzellforschung gefördert und Nachwuchs in diesem Bereich ausgebildet werden.

Das NFP 63 umfasst insgesamt zwölf Projekte. Diese decken ein weites Feld der Stammzellbiologie ab. Geforscht wird mit menschlichen adulten Stammzellen sowie mit tierischen embryonalen und adulten Stammzellen (Fruchtfliege, Maus, Zebrafisch).

Ein Forschungsteam untersucht Stammzellen, um besser zu verstehen, wie sie zur Wundheilung beitragen könnten, ein anderes, ob man nach einer Stammzelltransplantation verhindern kann, dass aus den Stammzellen ein Hirntumor entsteht. Ein weiteres Projekt geht der Frage nach, wie aus einem Spermium und einer Eizelle die befruchtete Eizelle, eine neue Stammzelle, entsteht und welche Faktoren diesen Prozess steuern. Wieder andere versuchen, eine Art Katalog der verschiedenen Stammzelltypen im Gehirn zu erstellen.

Die Forschungsprojekte fokussieren auf Stammzellen in verschiedenen Organen und Geweben: in der Haut, in der Nase, auf Zellen des Immunsystems aber auch solchen zur Neubildung von Herzmuskeln, von Blutgefäßen oder von Insulin-produzierenden Zellen. Ein Projekt wird sich mit der rechtlichen und ethischen Problematik der Blutstammzellspende befassen.

Beteiligt sind Forschungsgruppen aus verschiedenen akademischen Institutionen in Basel (4 Projekte), Bern (1), Genf (1), Lausanne (2) und Zürich (4). Das NFP 63 verfügt über einen Finanzrahmen von zehn Millionen CHF. Die Forschungsarbeiten haben am 1. März 2010 begonnen und dauern bis ins Jahr 2013. Interessierte können sich per elektronischem Newsletter über die Fortschritte der Projekte informieren lassen (Anmeldung unter www.nfp63.ch).

Neue Forschungseinrichtungen

- **Frankreich hat zwei neue Forschungslaboratorien.** Das IRSN (Institut für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit) und das CNRS (nationales Zentrum für wissenschaftliche Forschung) haben am 16. März zwei neue gemeinsame Forschungslaboratorien eröffnet: das C3R (Reaktionskinetik, Verbrennung und Reaktivität) in Kooperation mit der Universität Lille 1 und das ETIC (Branduntersuchungen im geschlossenen System) in Kooperation mit den Universitäten von Aix-Marseille I und II.

- **Gen-Datenbank bezüglich Zellteilung:** Jetzt gibt es einen Katalog aller menschlichen Gene, die für die Zellteilung notwendig sind. Alle Daten wurden jetzt in Form einer Datenbank des menschlichen Genoms öffentlich zugänglich gemacht (www.mitocheck.org). Gleichzeitig haben die Forscher nun den Bauplan für viele der molekularen Maschinen in der Hand, die die Funktion dieser Gene ausführen. Zuvor wurden dafür am EMBL in Heidelberg systematisch 22000 Gene inaktiviert und der Effekt auf die Zellteilung beobachtet.

- **Klimaverbundforschung:** Die Universitäten RWTH Aachen, Bonn und Köln sowie das Forschungszentrum Jülich bündeln fächerübergreifend ihre Forschung auf diesem Gebiet auf dem Gebiet der Klimaforschung im ABC/J-Geoverbund. Ein zentrales Koordinationsbüro im Forschungszentrum Jülich unterstützt die Verbundforschung. Die Leitung des neuen Büros hat Prof. Sabine Fiedler.

- **Mehr Themen am HITS:** Am 8. März wurde das Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS) mit einem Kolloquium feierlich eröffnet. Das HITS ging zum Jahreswechsel durch Namensänderung aus dem Forschungsinstitut EML Research hervor. Als Forschungsinstitut der Klaus Tschira Stiftung betreibt es nach wie vor Grundlagenforschung auf Forschungsfeldern, die große Datenmengen verarbeiten und strukturieren. Das HITS wird nun größer und thematisch breiter aufgestellt sein.

- **Mit dem „Basel Inkubator“** erhalten Forschende der Universität Basel und der Fachhochschule Nordwestschweiz die Möglichkeit, ein vielversprechendes Forschungsergebnis unter professioneller Begleitung weiterzuentwickeln, in eine Start-up-Firma zu überführen und im besten Fall auf den Markt zu bringen. Im Dezember 2009 wurde der Bau des „Basel Inkubator“ im Stückli Business Park in Basel abgeschlossen. Die Infrastruktur umfasst u.a. Büros und Sitzungszimmer sowie Labor-Räumlichkeiten.

- **Spektroelektrochemie:** Seit Dezember 2009 gibt es am Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW) ein Zentrum für Spektroelektrochemie. Damit soll die Entwicklung spektroelektrochemischer Methoden vorangetrieben und vor allem für die Anwendung in der Industrie attraktiv gemacht werden.

Pflanzen durch konventionelle Züchtung in Genaktivität stark verändert

**Zu CLB 03/2010, 128-131:
Gentechnik versus Turbozüchtung: Amflora und Tilling-Kartoffel**

Risiken und Chancen der Anwendung gentechnischer Verfahren bei der Züchtung von Pflanzen werden in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. An der Uni Erlangen-Nürnberg in Kooperation mit der Uni Gießen und der Washington State University wurde jetzt nachgewiesen, dass Pflanzen durch konventionelle Züchtung stärker verändert werden als durch Gentechnik.

Für das Projekt entwickelten Forscher gentechnisch veränderte Gerstensorten, die entweder ein fremdes Chitinase- oder β -Glucanase-Gen enthielten. Ziel dieser Veränderungen war zum einen eine bessere Pilzresi-

stenz und zum anderen die Verbesserung der Futtermitteleigenschaften der Gerstenkörner. Die Ergebnisse der Auswertung von Feldversuchen zeigten, dass sich die Aktivität der Gene und die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe zwischen zwei Sorten stark unterscheiden: So waren in den Gerstensorten „Golden Promise“ und „Baronesse“ über 1600 Gene unterschiedlich aktiv. Die Funktionen dieser Gene sind zu einem größeren Teil nicht bekannt. Demgegenüber waren in den gentechnisch veränderten Gerstenpflanzen im Vergleich zu den nicht veränderten Pflanzen nur wenige Gene in ihrer Aktivität beeinflusst. Auch die Wechselwirkungen mit nützlichen Bodenorganismen wurden durch die gentechnische Veränderung nicht eingeschränkt.

Eine Bremse für molekulare Motoren entdeckt

**Zu CLB 01/2008, 15-20:
Motorproteine für die Nanotechnologie – Elemente biologischer Maschinen**

Wissenschaftler der MHH Hannover fanden jetzt heraus, dass das Protein YcgR nach Bindung eines bakteriellen Moleküls (zyklisches di-Guanosinmonophosphat, kurz c-di-GMP) wie eine Bremse funktioniert: Es reagiert mit diesen Motor-Eiweißen und dämpft somit die Bewegung der Flagellen. Zudem entdeckten die Forscher, dass an der Geschwindigkeitskontrolle mindestens fünf Signalproteine beteiligt sind, die die zelluläre Konzentration von c-di-GMP fein justieren. Man vermutet: Die verminderte Motoraktivität könnte eine Art Energie-

sparmodus darstellen. Die Bakterien regulieren ihre Schwimgeschwindigkeit, wenn ihre Umgebung sich wandelt – etwa bei verändertem Nahrungsangebot.

Nach Angaben der Forscher ist die Regulation des Flagellenmotors für die Bewegungsfähigkeit der Bakterien und somit auch für das Voranschreiten von Infektionen von entscheidender Bedeutung. Deswegen ergeben sich aus diesen Erkenntnissen weit reichende neue pharmakologische Ansatzpunkte zur Behandlung bakterieller Infektionen.

Die MHH-Forscher reklamieren als Grundlage ihres Erfolgs, erstmalig quantitativ das bei den Bewegungsvorgängen beteiligte, niedermolekulare Signalmolekül c-di-GMP mittels hoch sensitiver Massenspektrometrie nachgewiesen zu haben.

Reprogrammierung von Zellen beeinflusst auch die Mitochondrien

**Zu CLB 05/2009, 176-182:
Umwandlung von Körperzellen zu heilenden pluripotenten Zellen**

Große Erwartungen knüpfen sich an die Verwendung induzierter pluripotenter Stammzellen (iPS-Zellen). Dies sind erwachsene Körperzellen, in denen bestimmte „schlafende“ Gene wieder aktiviert werden. Die Zellen verwandeln sich erneut in Stammzellen und bekommen die Fähigkeit zurück, sich zu anderen Geweben bzw. Zellarten zu spezialisieren. Bislang ist jedoch noch unklar, ob auch die biochemischen Abläufe im Inneren der iPS-Zellen den embryonalen Stammzellen entsprechen, oder ob es sich bei ihnen tatsächlich um „alte“ Zellen handelt.

Wie Wissenschaftler des Berliner Max-Planck-Instituts für molekulare Genetik jetzt zeigen konnten, beeinflusst der Umwandlungsprozess auch die Mitochondrien. Diese Zellorganellen besitzen eine

eigene DNA und sind daher nicht von dem anfänglichen Reprogrammierungsprozess betroffen. Die Forscher konnten jedoch nachweisen, dass sich die Mitochondrien erwachsener Zellen im Zuge der Reprogrammierung ebenfalls verjüngen und sogar ihre äußere Form verändern.

Die Alterung von Zellen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Ein wichtiger Bereich betrifft die Entstehung und den Abbau von freien Radikalen. Dabei handelt es sich um extrem reaktionsfreudige Moleküle, die ständig innerhalb der Mitochondrien gebildet und z.B. für die Infektionsabwehr des Organismus benötigt werden. In großer Menge können sie aber auch Schäden in den Zellen verursachen, die als Teil des Alterungsprozesses angesehen werden. Mitochondrien stellen die Energiekraftwerke der Zelle dar. Jede Zelle enthält eine Reihe eigenständiger kleiner Zellorgane (Organellen).

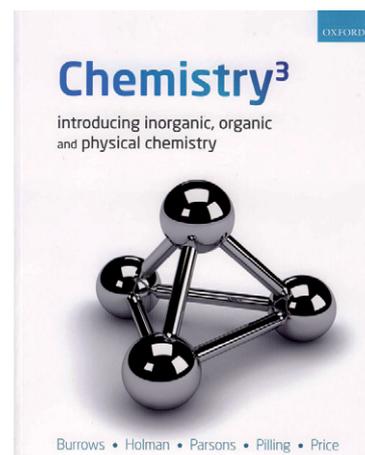
Eine hervorragende Einführung in die Anorganische, Organische und Physikalische Chemie

Andy Burrows, John Holman, Andy Parsons, Gwen Pilling, Gareth Price: *Chemistry³ – Introducing inorganic, organic and physical chemistry*; 1416 Seiten; Verlag Oxford University Press, 2009; ISBN 978-0-19-927789-6; Paperback, 51,80 Euro.

Die umfangreiche Neuerscheinung „Chemie hoch drei“ vereint in 28 Kapiteln die grundlegenden Lehrinhalte der Allgemeinen und Anorganischen Chemie, der Organischen Chemie und der Physikalischen Chemie in einem Band und verdeutlicht konsequent Zusammenhänge zwischen diesen Fachgebieten. Das als „Fundamentals“ bezeichnete Kap.1 illustriert zunächst die vielfältigen Berufsfelder von Chemikern sowie die Bedeutung der Chemie als zentrale Wissenschaft und erläutert dann (auf 65 Seiten) grundlegende Begriffe und Sachverhalte.

Die Lehrinhalte zur Allgemeinen Chemie sind in den Kapiteln über den Aufbau von Atomen und Molekülen (2 bis 4), Feststoffe (5), Gase (7), Phasengleichgewichte und Lösungen (18), Säuren und Basen (6) sowie Chemische Gleichgewichte (16) angeordnet. Darüber hinaus sind Bereiche der Physikalischen Chemie in den Kapiteln Reaktionskinetik (8), Energie und Thermochemie (14), Entropie (15) und Elektrochemie (17) beschrieben. Die Kapitel 11 bis 13 vermitteln Kenntnisse zur Analytischen Chemie und über Molekülspektroskopische Methoden, während die Kapitel 25 bis 28 Lehrinhalte der speziellen Anorganischen Chemie umfassen: Wasserstoff und neue Technologien sowie die Elemente des s-, p- und d- Blocks. Die „Sprache der Organischen Chemie“, Isomerien und Stereochemie sowie organische Reaktionsmechanismen beschreiben die Kapitel 9, 10 und 19, während ausgewählte Klassen organischer Verbindungen in den Kapiteln 20 bis 24 besprochen werden.

Das Lehrbuch ist durchgehend farbig strukturiert und hervorragend ausgestattet mit mehr als 2000 Fotografien und Abbildungen, mit Tabellen und Merksätzen, mit Zusammenfassungen bereits nach jedem Unterkapitel und mit Aufgaben („worked examples“, bestehend aus: Aufgabenstellung>Lösungsweg>Lösung> entsprechenden Fragen) sowie mit einer Vielzahl weiterer Fragen am Kapitelende. Besonders hervorzuheben sind die 202 „Boxes“ genannten farbigen Abschnitte (meist auch Fragen enthaltend), welche die umfassende Bedeutung der Chemie in vielen Lebensbereichen und bei der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien dokumentieren. Hinzu kommen ein Anhang (11 Teile), mathematische Grundlagen für Chemiker und eine Liste mit Antworten. Ein Online Resource Centre des Verlags bietet unter www.oxfordtextbooks.co.uk/orc/burrows/ 3D-Strukturmodelle, detaillierte Lösungswege für Berechnungen sowie Lösungen zu Fragen kostenlos als „Student`s solutions manual“ an. Das Arbeiten mit dem gut verständlichen englischsprachigen Lehrbuch kann zudem eine lohnende Vorbereitung zum Gebrauch von Englisch als der im Studium und Beruf unumgänglichen internationalen Fachsprache sein. Im Hinblick auf seine Qualitätsmerkmale und den vorteilhaften Preis ist dieses Lehrbuch insbesondere der Zielgruppe, Studenten mit Vorkenntnissen bei ihrem Chemie-Studium, zu empfehlen, sowie Jedem (Fachschulen, Chemie-Leistungskursen), dem an einer zeitgemäßen Einführung in die Chemie gelegen ist. *Dr. Dieter Holzner*



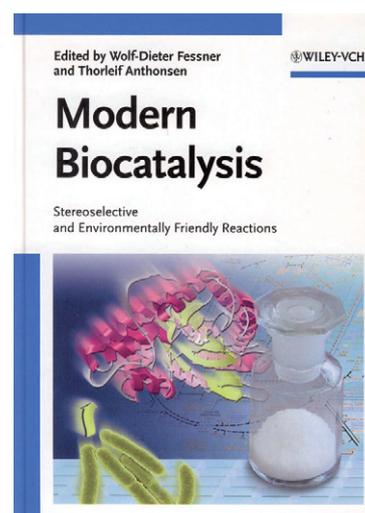
Biokatalyse im Rahmen der Weißen Biotechnologie – Erfolge und Zielsetzungen

Wolf-Dieter Fessner, Thorleif Anthonsen (Hrsg.): *Modern Biocatalysis, Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions*, 375 Seiten; WILEY-VCH Verlag, 2009; ISBN 978-3-527-32071-4; 129,00 Euro.

In der vorliegenden Monographie sind die in 5 Jahren erzielten Ergebnisse und der aktuelle Stand der Technik in wichtigen Bereichen der interdisziplinären Biokatalyse-Forschung (Mikrobiologie, Enzymologie, Molekularbiologie, Organische Chemie) zusammengestellt, die aus dem von der Europäischen Union geförderten Netzwerk „Applied Biocatalysis: Stereoselective and Environmentally Friendly Reactions Catalyzed by Enzymes“ hervorgegangen sind.

Zu den unter Mitwirkung von mehr als 60 Wissenschaftlern vorgelegten 21 Kapiteln des Werkes gehören Fluoreszenz-Assays zum Enzym-Screening und Nachweis von Biotransformationen (Kap.1), Verfahren zur Immobilisierung von Enzymen sowie geeignete Reaktoren (Kap. 2 und 3), Versuche mit vorteilhaften Lösungsmitteln und über Faktoren, welche die Enantioselektivität von Enzymen beeinflussen (Kap.7). Die meisten Beiträge beschreiben Strategien zur rationalen Synthese oder zur gezielten Modifikation ganz unterschiedlicher Klassen organischer Verbindungen:

Verfahren zur Herstellung von Estern (6), phenolischen Antioxidantien (9), Nucleosid-Analoga (10), Fructooligosacchariden (11), Aminosäuren (12 und 15), Hydroxycarbonsäuren (16), Monosaccharid-Analoga (18) und Iminozuckern (19). Vervollständigt wird der Band durch Kapitel über Aktivität und Enantioselektivität von Proteasen (4), Lipasen (5) und Nitrilasen (14 bis 16), über biokatalytische asymmetrische Oxidationen mittels Sauerstoff (20) und über Biokatalysatoren der 2. Generation für Bayer-Villiger Reaktionen (21). Unter Nennung von 1093 Originalarbeiten gibt dieses Werk einen umfassenden Überblick über die Produktion von Feinchemikalien, chiralen Zwischenprodukten und Wirkstoffen in hoher Enantiomeren-Reinheit und Ausbeute durch asymmetrische Synthesen mithilfe neuartiger Enzyme und Mikroorganismen unter schonenden Verfahrensbedingungen. *Dr. Dieter Holzner*





Das Online-Magazin
für Labor und Analytik

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

Suchen: [Sitemap](#) [Profisuche](#)

Das Online-Magazin für Labor und Analytik

Aktuelles und Neues

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

Labor Branchenbuch

- Hersteller, Händler
- Laboratorien
- Sonstiges

Analytik Weblinks

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

Ihr Ansprechpartner



Dr. Torsten Beyer

Labor Partnerseiten

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

++ ANALYTIK NEWS Aktuell ++

Produktneuheiten Stellenmarkt Nachrichten Veranstaltungen Links

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

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

ANALYTIK NewsFlash Extra: Februar 2008

Archiv ANALYTIK NewsFlash abonnieren Inserieren

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

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

-> ANALYTIK NewsFlash Extra lesen

Labor Produktneuheiten

alle ANALYTIK NewsFlash abonnieren RSS-Feed Laborprodukt inserieren

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

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

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

Die Adresse
für Analytik-
Literatur



WILEY-VCH

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

Was Sie bei uns finden

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

ERREICHEN HALTEN

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

April 2010

2008 starben 19 000 Personen bei Unfällen Gesamtunfallgeschehen in Deutschland hat 550 Tote mehr als im Vorjahr

„Die meisten Unfälle passieren im Haushalt“, so eine weitverbreitete Redensart. Sie klingt banal, entspricht aber der Wahrheit, wie die Statistiker der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) jetzt errechneten. Danach ereigneten sich 2008 in Deutschland rund 8,27 Millionen Unfälle. Durchschnittlich erlitt damit etwa jeder zehnte Einwohner in Deutschland einen Unfall. Für 19.089 Personen hatte der Unfall einen tödlichen Ausgang. Das sind rund 550 Tote mehr als im Vorjahr.

Nahezu ein Drittel aller Unfälle (rund 2,73 Mio.) ereignen sich im häuslichen Bereich. Beinahe ebenso hoch ist die Anzahl der Menschen, die sich in ihrer Freizeit verletzen (etwa 2,63 Mio.). Hier spielen vor allem Sportverletzungen eine große Rolle. Es folgen der schulische Bereich mit circa 1,39 Millionen Unfälle und Arbeitsunfälle mit rund 1,11 Millionen Verletzten. Das Schlusslicht bildet bei den Unfallverletzungen der Verkehr mit etwa 0,41 Millionen Betroffenen.

Bei den Unfallopfern zeigt sich ein anderes Bild: Von den rund 19.000 tödlich Verletzten in Deutschland starb 2008 fast jedes vierte Opfer bei einem Verkehrsunfall (24 Prozent). Dennoch führen auch bei den tödlichen Unfällen die Lebensbereiche Haus (36 Prozent) und Freizeit (35 Prozent) die Statistiken deutlich an. Tödliche Arbeits- (3 Prozent) und Schulunfälle (0,04

Prozent) spielen hier jedoch eher eine untergeordnete Rolle.

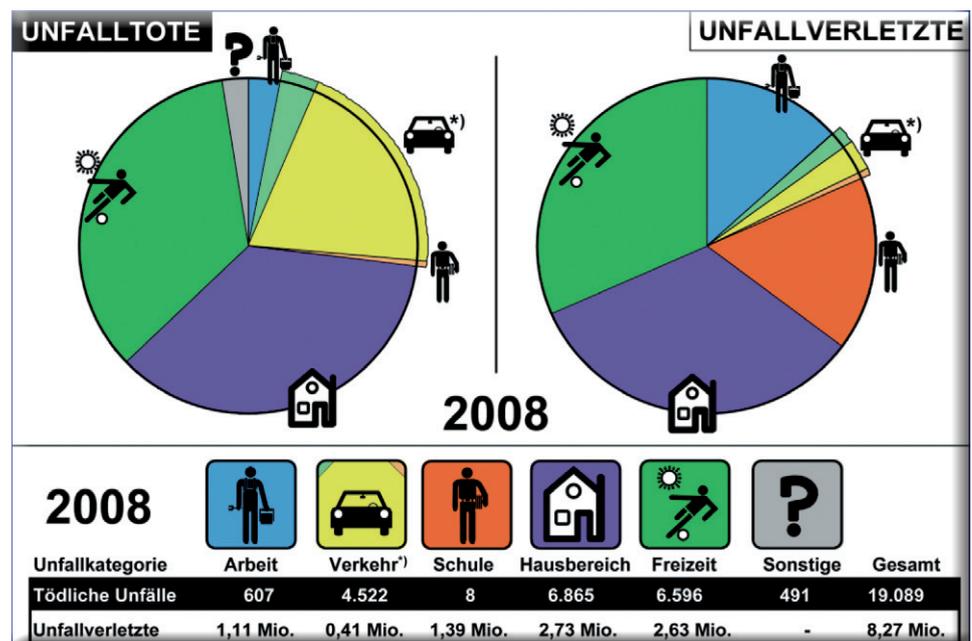
Insgesamt erlitten 2008 rund zehn Prozent der Wohnbevölkerung Deutschlands eine Unfallverletzung, 0,2 Promille verstarben infolge eines Unfalls.

Da in Deutschland Unfälle nicht einheitlich erfasst werden, greift die BAuA auf veröffentlichte Unfallzahlen aus unterschiedlichen Statistiken zurück oder schätzt die Zahlen anhand dieser Datensätze hoch. In die Statistik fließen unter anderem Daten aus der Todesursachenstatistik, Straßenverkehrs-

unfallstatistik, den Statistiken der gesetzlichen Unfallversicherungsträger sowie aus einem BAuA-Datensatz zum Unfallgeschehen in Heim und Freizeit ein.

Die BAuA in Dortmund forscht und im Themenfeld Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, fördert den Wissenstransfer, berät die Politik und erfüllt hoheitliche Aufgaben – im Gefahrstoffrecht, bei der Produktsicherheit und mit dem Gesundheitsdatenarchiv. Die BAuA ist eine Ressortforschungseinrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Unfallopfer 2008 nach Bereich. *) Die in der Kategorie Verkehr enthaltenen Anteile aus dem Arbeitsbereich – 636 tödliche Unfälle und 0,14 Mio. Unfallverletzte – und dem Schulbereich – 68 tödliche Unfälle und 0,06 Mio. Unfallverletzte – sind in der jeweiligen Mischfarbe dargestellt (Quellen: Todesursachenstatistik, Straßenverkehrsunfallstatistik, Statistiken der gesetzlichen Unfallversicherungsträger, BAuA-Datensatz).



Vertrauen in Lebensmittelhandel gering

Nachhaltigkeit von Produkten und Verpackungen besonders gefragt

Eine Konsumentenbefragung zur Nachhaltigkeit im Lebensmittelhandel belegt ein geringes Verbrauchervertrauen in den verantwortungsvollen Umgang mit Mitarbeitern, Umwelt und Sortimentspolitik. Durchgeführt haben die Umfrage die Internet-Plattform www.utopia.de und die Ketchum Pleon GmbH.

Ein ernüchternder Befund: Über ein Drittel der deutschen Konsumenten (35,4 Prozent), die besonders auf Nachhaltigkeit achten, vertraut keinem der Unternehmen des Lebensmittelhandels (siehe Grafik unten). Obwohl nur

in Bayern, Hessen, Niedersachsen und Thüringen präsent, liegt Tegut (19,6 Prozent) als nachhaltiges und glaubwürdiges Unternehmen in der Verbrauchergunst vorn. Es folgen Edeka (15,4 Prozent) und Rewe (13,8 Prozent). Keiner der Discounter kann ein nennenswertes Verbrauchervertrauen für sich verbuchen. In der ungestützten Abfrage führen lokale Anbieter wie Bioläden mit 19,3 Prozent und Hofläden/Märkte mit 14,2 Prozent aller Nennungen das Feld an.

Offen nach ihren Wünschen an die Unternehmen des Lebensmit-

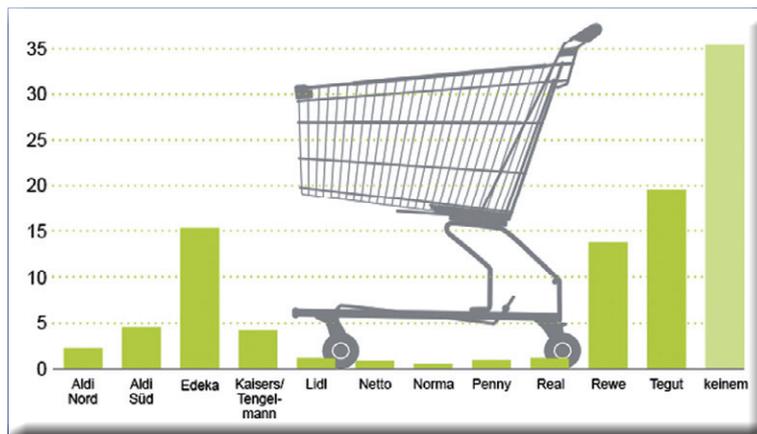
telhandels befragt zeichnen die Verbraucher ein umfassendes Bild davon, welche Erwartungen sie an verantwortungsvolle Marktteilnehmer in diesem Branchensegment haben. Die ersten Plätze belegten dabei die Wünsche nach einem Ausbau des Bio- und Fair Trade-Sortiments, nach Kennzeichnung der Ware sowie nach reduzierten bzw. nachhaltigen Verpackungen (siehe Grafik ganz unten).

Kritische Verbraucher erwarten vor allem nachhaltig produziert Gemüse (89,2 Prozent), Kaffee (86,2) Getreideerzeugnisse (84,9) und Fleisch (84,4) in den Regalen der Märkte. Dabei dürfte die starke Nachfrage nach entsprechend produzierten Fleischwaren und Gemüse nicht zuletzt auf die jüngeren Skandale um Massentierhaltung, so genanntes Gammelfleisch oder Pestizidbelastungen zurück zu führen sein. Entsprechendes gilt vermutlich für die häufige ungestützte Nennung von vegetarischen sowie Soja- und Tofuprodukten.

Eine klare und verständliche Kennzeichnung aller Produkte zählt zu den deutlichen Forderungen der Konsumenten. Hier erstreckt sich die Verbrauchererwartung von der intensiv diskutierten Ampel als schneller Entscheidungshilfe bis hin zu exakten Angaben über Herkunfts- und Verarbeitungsstandort, Einhaltung ökosozialer Standards, Inhaltsstoffe und Herstellungsverfahren (Beispiel: Gentechnik) sowie den so genannten Carbon Footprint, also die CO₂-Emissionsbelastung, die während Herstellung und Transport entsteht.

Mitarbeiter: fair behandeln und angemessen entlohnen

Auf die Frage, welche Aspekte der Mitarbeiterpolitik der Lebensmittelhändler einen Einfluss auf das persönliche Kaufverhalten nehmen, antworten die Verbraucher an erster Stelle mit dem branchenübergreifend wichtigen Bereich der



Oben: Antworten auf die Frage, welchen Unternehmen der Lebensmittelbranche man vertraue, für besonders nachhaltig und glaubwürdig halte (Angaben in Prozent, 801 Umfrageteilnehmer, Mehrfachnennungen möglich (max. 3), total 1099 Nennungen). Unten: Besondere Wünsche an den Lebensmittelhandel (ungestützt genannte Top-10-Antworten; Quelle jeweils: Ketchum Pleon / Utopia).



Nachwuchsförderung und Ausbildungsquote (84,9 Prozent). Eine intakte Unternehmenskultur erwarten 82,5 Prozent der Befragten, den vertrauensvollen Umgang mit den Beschäftigten 79,4 Prozent. Beides dürfte die zuletzt bekannt gewordenen Mitarbeiterskandale bei einzelnen Marktteilnehmern reflektieren. Dasselbe ist von der Forderung nach einer gerechten Entlohnung anzunehmen, die in der ungestützten Abfrage klar vorne liegt.

In Sachen Umweltschutz erwarten die Verbraucher unter anderem umweltfreundliche Verpackungen und Verpackungsrücknahme (88,4 Prozent) sowie Abfallreduzierung und Recycling (80,4). Daraus wird der Kundenwunsch ersichtlich, durch bewusste Kaufentscheidungen persönliche Beiträge zu leisten. Wichtig ist für die Konsumenten zudem, dass die Unternehmen das Umweltbewusstsein der ei-

genen Beschäftigten schärfen (86,4 Prozent). Das bevorzugte Angebot regionaler Waren (82,4 Prozent) und die Optimierung der Warenlogistik (81,1) sind in Hinblick auf Emissionsreduktion zwei weitere Bereiche, in denen die Konsumenten einen aktiven Beitrag des Lebensmittelhandels erwarten. In der ungestützten Abfrage schreiben die sie dem Ausbau des Warensortiments unter Berücksichtigung ökologischer Standards und der Reduktion des Verpackungsaufkommens die größte Bedeutung zu.

Durchgeführt wurde die Erhebung von der Utopia AG und der Ketchum Pleon GmbH unter Mitgliedern der Plattform für strategischen Konsum www.utopia.de. Die Ergebnisse verdeutlichen laut Utopia das tiefe Nachhaltigkeitsverständnis verantwortungsbewusster Verbraucher. Das Signal an die Unternehmen sei: Betreibt Nachhaltigkeit nicht als Image-

Pflege, sondern als ganzheitliches Geschäftsmodell. Dann werdet Ihr gewinnen – Kunden.

Ketchum Pleon resümiert, der kritische Konsument fühle sich durch die Unternehmen nicht zuletzt zu wenig informiert. Das gelte für die klare Kennzeichnung und bevorzugte Präsentation nachhaltiger Produkte genauso wie für die Dokumentation des eigenen nachhaltigen Handelns. Dabei solle die Kommunikation offen und belastbar sein, nicht werblich.

Die Online-Befragung unter 801 nachhaltigen Konsumenten fand vom 18. Februar bis zum 3. März 2010 statt. Abgefragt wurde die Einschätzung und Erwartung der Verbraucher in Bezug auf die Unternehmen Aldi (Nord/Süd), Edeka, Kaisers/Tengelmann, Lidl, Netto, Norma, Penny, Real, Rewe und Tegut. Weitere Unternehmensnennungen waren jeweils in den offenen Antwortbereichen möglich.

9,4 Prozent weniger CO₂-Emissionen im Jahr 2009

Niedrigster Stand seit 2005 – Emissionshandel bewährt sich auch in der Krise

Die emissionshandelspflichtigen Anlagen in Deutschland haben im Jahr 2009 insgesamt 428,2 Millionen Tonnen klimaschädliches Kohlendioxid (CO₂) ausgestoßen. Damit sind die Emissionen im Vergleich zum Vorjahr um 44,3 Millionen Tonnen CO₂ oder 9,4 Prozent gesunken. Das ist der niedrigste Stand seit Einführung des Europäischen Emissionshandels im Jahr 2005. Die Anlagen im Emissionshandel haben damit 2009 erneut den größten Anteil an der absoluten Minderung der Treibhausgasemissionen in Deutschland.

Der Emissionshandelssektor bestätigt so den Anfang März 2010 vom Umweltbundesamt (UBA) veröffentlichten Gesamttrend für Deutschland, wonach unter ande-

rem die Finanz- und Wirtschaftskrise zum stärksten Rückgang der Klimagasemissionen seit Gründung der Bundesrepublik geführt hat. Auch im Emissionshandel beruht der größte Teil der Minderung auf Produktionsrückgängen infolge des konjunkturellen Abschwungs im Jahr 2009.

Die einzelnen Branchen sind aber nicht gleich stark betroffen. Für den überwiegenden Teil der industriellen Anlagen bedeutet dies, dass sie ihre Jahresemissionen 2009 mit den bereits Ende Februar 2009 kostenlos zugeteilten und ausgegebenen Zertifikaten vollständig ausgleichen können. „Daher besteht derzeit eine geringe Nachfrage nach Emissionszertifikaten, was sich auch im gegenwärtig moderaten Preis von 13 Euro pro Zertifikat widerspiegelt. Dies kommt

den Anlagenbetreibern zugute, die für die Abgabe noch zukaufen müssen. Hierin liegt einer der großen Vorteile des Emissionshandels als marktwirtschaftliches Instrument: Er entlastet die Wirtschaft in der Krise ohne die zuvor festgelegten Klimaziele zu gefährden“, so Dr. Hans-Jürgen Nantke, Leiter der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) im UBA. „Der Emissionshandel hatte selbst in der Krise keine nachteiligen Effekte auf Beschäftigung und Wachstum, sondern hat systemgerecht reagiert.“

Obwohl in den meisten Branchen konjunkturbedingt die Emissionen sanken, gibt es in allen Tätigkeitsfeldern Anlagen mit Mehr- und Minderemissionen gegenüber dem Vorjahr. Beispielsweise haben 225 von 532 Großfeuerungsanlagen, die im Jahr 2009 gut 101

Millionen Tonnen CO₂ ausstießen, ihre Emissionen gegenüber dem Vorjahr gesteigert - insgesamt um 11,2 Millionen Tonnen CO₂. Im Einzelnen:

Die größte absolute Minderung erbringt der Energiesektor: Die Emissionen der Großkraftwerke sanken aufgrund verminderter Auslastung um knapp 30 Millionen Tonnen CO₂ oder acht Prozent. Das ist die größte absolute Minderung in einer Branche. Bei kleineren Energieanlagen ist der relative Rückgang ähnlich minus sechs Prozent, die absolute Absenkung mit knapp 0,4 Millionen Tonnen aber geringer.

In der Eisen- und Stahl-Industrie und den Kokereien sanken die CO₂-Emissionen um 8,5 Millionen Tonnen, das sind 25 Prozent weniger als im Vorjahr und damit die größte relative Minderung überhaupt. Dabei sind die ebenfalls rückläufigen Emissionen aus der Verwertung von Kuppelgasen überwiegend den Energieerzeugern zugerechnet.

Auch in der mineralverarbeitenden Industrie sind die Rückgänge erheblich, wenn auch geringer als in der Stahlindustrie. Bei der Zementherstellung wurde knapp 1,7 Million Tonnen Kohlendioxid, also acht Prozent, weniger emittiert.

Die Herstellung von Branntkalk leidet unter dem Absatzrückgang bei der Stahlindustrie, entsprechend gingen die Emissionen hier um 1,8 Millionen Tonnen Kohlendioxid oder 22 Prozent zurück. Der relative Rückgang der Emissionen in der Glasindustrie beläuft sich auf nur acht Prozent, absolut sind dies 0,3 Millionen Tonnen CO₂. In der Keramikbranche sind die Produkte unterschiedlich stark von der Konjunktur betroffen: zum einen die Ziegelindustrie durch die stetig rückläufige Bautätigkeit, zum anderen die Industriekeramik, die teilweise von der Entwicklung in der Stahlbranche abhängig ist. Auch hier ist ein Rückgang von 16 Prozent der Emissionen sicher überwiegend ein Abbild der Konjunktur als das Ergebnis klimaschonender Maßnahmen.

Bei der Herstellung von Zellstoff und Papier ist der Rückgang mit 9,5 Prozent geringer und könnte sowohl mit Energieeinsparungen als auch geringerer Produktion erzielt worden sein.

Die Gesamtemissionen der Raffinerien blieben auf dem Niveau des Vorjahres. Die Ursache liegt vermutlich darin, dass einige Betreiber versucht haben, durch Vollauslastung und damit verbundene Kostendegression Marktanteile zu

gewinnen oder zu halten, um so die konjunkturelle Flaute zu überbrücken.

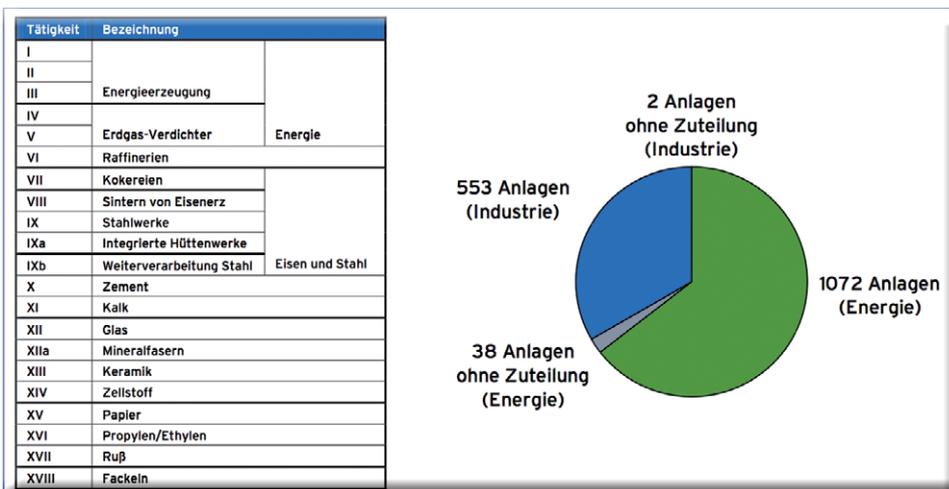
Deutsches Budget deckt Emissionen 2009 vollständig ab

Das nationale Budget des Emissionshandelssektors für die Handelsperiode 2008-2012 beträgt jährlich 451,86 Millionen Emissionszertifikate. Davon hat die DEHSt rund 390 Millionen Zertifikate kostenlos an die Anlagen ausgegeben. Unter Berücksichtigung der rund 41 Millionen Zertifikate, die zusätzlich jährlich versteigert werden, entspricht die aus dem deutschen Budget im Markt verfügbare Menge von circa 431 Millionen Zertifikaten etwa der gesamten Jahresemission in 2009 von gut 428 Millionen Tonnen CO₂. Damit ist der Emissionshandelssektor in Deutschland im europäischen Markt eher Verkäufer als Käufer. Wird hierbei noch die Nutzung von Zertifikaten aus internationalen Klimaschutzprojekten (CDM für Projekte zwischen Industriestaaten und Entwicklungsländern - JI für Projekte zwischen Industriestaaten) berücksichtigt, ergibt sich für Deutschland ein leichter Überschuss.

Insgesamt sind Betreiber von 1654 Anlagen der Energiewirtschaft und der emissionsintensiven Industrie in Deutschland verpflichtet, die Emissionen jährlich zu melden. Bis zum 30. April 2010 müssen diese Betreiber die entsprechende Zertifikatsmenge bei der DEHSt abgeben und damit die Emissionen ihrer Anlagen im Jahr 2009 ausgleichen.

Die Meldungen der emissionshandlungspflichtigen Unternehmen für 2009 sind dem UBA bis zum 31. März 2010 übermittelt worden. Das UBA hat mit der Prüfung der zu Grunde liegenden Emissionsberichte der Unternehmen begonnen. Detaillierte Auswertungen zu den Kohlendioxid-Emissionen des Emissionshandelssektors stellt das UBA in Kürze im Internetportal der DEHSt bereit. Die geprüften Emissionen sowie die Abgaben jeder einzelnen Anlage sind ab 15. Mai 2010 in den öffentlichen Berichten des Registers einsehbar.

Mit Beginn der Handelsperiode 2008–2012 nahmen 1665 Anlagen am Emissionshandel teil (Stand: Januar 2008). Insgesamt 1072 energiewirtschaftliche Anlagen (Tätigkeiten I bis V Anhang 1 Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG)) und 553 Anlagen der Industrie (Tätigkeiten VI bis XVIII Anhang 1 TEHG) erhalten eine kostenlose Zuteilung von Emissionsberechtigungen. Die 1072 energiewirtschaftlichen Anlagen teilen sich in 1020 Anlagen zur Energieerzeugung (Tätigkeiten I bis III Anhang 1 TEHG) und 52 Erdgas-Verdichter (Tätigkeiten IV und V Anhang 1 TEHG; Quelle: UBA).



Wer einmal drin war, schätzt es.

Neun von zehn Studierenden würden wieder ins Wohnheim ziehen

Für die mehr als 1000 Studentenwohnheime der Studentenwerke gilt: Wer einmal drin war, schätzt es. neun von zehn Studierenden, die derzeit in einem Studentenwohnheim leben, würden jederzeit wieder dort einziehen.

Das geht aus einer Online-Studierenden-Befragung hervor, die das Hochschul-Informationssystem (HIS) im vergangenen Jahr im Auftrag des Deutschen Studentenwerks (DSW) durchgeführt hat. Über das „HISBUS-Panel“ wurden online 22.000 Studierenden nach ihren Wohnbedürfnissen sowie ihren Einstellungen zum Studentenwohnheim befragt.

Die überwiegende Mehrheit der deutschen Studierenden wohnt in einer Mietwohnung, entweder allein (17%), mit dem Partner bzw. der Partnerin (21%) oder in einer Wohngemeinschaft (29%). Ein Fünftel der Studierenden bleibt während des Studiums bei den Eltern wohnen und 13 Prozent sind in ein Studentenwohnheim gezogen. Wohnen zur Untermiete wird hingegen kaum noch genutzt. Die Wahl der Wohnform wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Deutliche Differenzen zeigen sich vor allem nach regionalen Gegebenheiten. So leben in den neuen Ländern anteilmäßig mehr Studierende in einer Wohngemeinschaft und im Wohnheim als in den alten Ländern. Dafür ist der Anteil an Elternwohnern in Ostdeutschland deutlich geringer.

Die 13 Prozent der im Wohnheim lebenden Studenten sind dort wegen der niedrigen Miete, der Nähe zur Hochschule, oder weil sie kurzfristig ein Zimmer benötigten. Besonders nachgefragt ist das Wohnheim bei Studienanfängern und bei ausländischen Studierenden. Jeder vierte Neuimmatrikulierte, der nicht zu Hause wohnen bleibt, geht ins Wohnheim. Von den ausländischen Studierenden wählt sogar fast die Hälfte das Wohnheim.

„Das Wohnheim hat Zukunft, und gerade angesichts der vielen zusätzlichen Studierenden, die in den kommenden Jahren an die Hochschulen kommen werden, brauchen wir mehr Plätze“, kommentiert DSW-Generalsekretär Achim Meyer auf der Heyde die Ergebnisse. „Die Wohnheime in ganz Deutschland sind voll, und an vielen Orten gibt es noch Wartelisten für einen Wohnheimplatz.“

In den mehr als 1000 Wohnheimen der Studentenwerke finden die Studierenden Wohnformen wie auf dem privaten Wohnungsmarkt vor: 40 Prozent haben ein Zimmer in einer Wohngruppe/Wohngemeinschaft, 29 Prozent ein Einzelapartment, 27 Prozent ein Einzelzimmer, aber Bad und Küche werden mit anderen geteilt. Drei Prozent der Wohnheimbewohner leben in einer Wohnung für studentische Familien, und nur noch ein Prozent teilt sich das Zimmer mit einem Kommilitonen oder einer Kommilitonin.

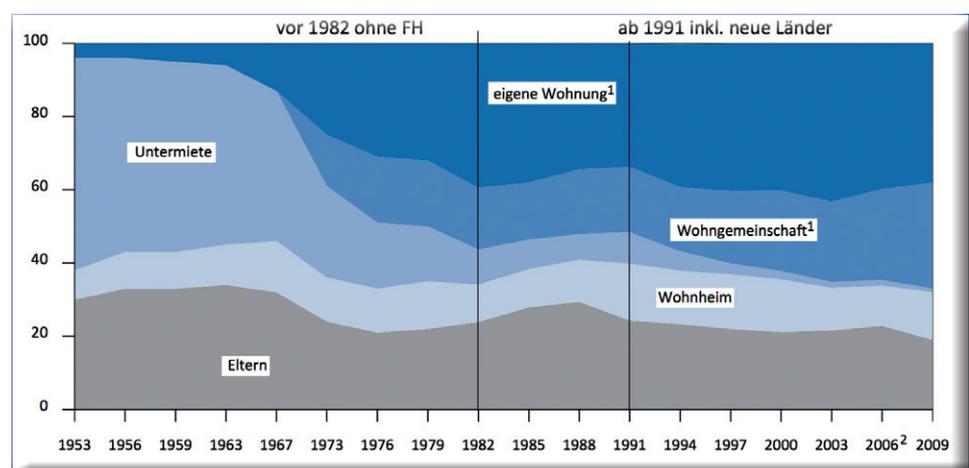
Das Image von Wohnheimen

Das Image von Wohnheimen der Studentenwerke fällt eher mittelmäßig aus. 31 Prozent der Studierenden bezeichnen das Image als gut, fast ein Viertel dagegen als schlecht. Das Bild, das Studierende vom Leben in

den Studentenwerk-Wohnheimen haben, hängt dabei in hohem Maße davon ab, ob bereits eigene Wohnheimerfahrungen gemacht wurden. Am besten bewerten die derzeitigen Wohnheimbewohner das Image der Studentenwerk-Wohnheime, insbesondere wenn sie selbst in einem Wohnheim der Studentenwerke leben. Allerdings fällt auch bei ihnen die Imagebewertung deutlich schlechter aus als dies die allgemein hohe Zufriedenheit der Wohnheimbewohner mit ihrer derzeitigen Wohnsituation erwarten lässt. Eine Kampagne zur gezielten Verbesserung des Images der Studentenwerk-Wohnheime erscheint daher ratsam.

Insgesamt zeigen die vorgestellten Befunde, dass sich das Wohnheim über die Jahrzehnte hinweg zu einer wichtigen und stabilen Form der studentischen Wohnraumversorgung entwickelt hat. Es erscheint sinnvoll, mit den offensichtlichen Stärken des Wohnheims – niedrige Miete, Hochschulnähe, günstiger Internetzugang – offensiv zu werben und zugleich auch den Kritikpunkten am Wohnheimwohnen – Wohnbereichsgröße, Lärm im Wohnumfeld, mangelnde Sauberkeit der Gemeinschaftsküchen und -sanitäranlagen – gezielt nachzugehen.

Entwicklung der studentischen Wohnformen seit 1953; Studierende in %. 1) bis 1967 sind Wohnungen und Wohngemeinschaften nicht getrennt erfasst worden; 2) ab 2006 einschl. Bildungsinländer/innen (Quelle: DSW/HIS 18. Sozialerhebung).



Bildungswerk Nordostchemie bietet Studium an Bachelor of Engineering Chemietechnik, Bachelor of Science Chemie sowie Bachelor of Engineering Pharmatechnik

Jetzt öffnet sich das Bildungswerk Nordostchemie e.V. (bbz Chemie) der Fort- und Weiterbildung für deutlich höhere Berufsqualifikationen. Ab sofort führt es Bachelorstudiengänge ein. Studienbeginn ist im September.

Das Bildungswerk Nordostchemie e.V. ist ein gemeinnütziger Verein der chemischen und pharmazeutischen Industrie für die ostdeutschen Bundesländern, der sich seit über 25 Jahren (davon seit 14 Jahren mit seinem Berufsbildungszentrum Chemie) der Berufsausbildung, der Weiterbildung und der Umschulung widmet. Es hilft den Unternehmen, den für die Bewältigung ihrer Zukunftsaufgaben notwendigen Fachkräftebedarf durch Qualifizierung langfristig zu sichern und sorgt dafür, dass die Beschäftigten ihre Beschäftigungsfähigkeit erhalten und verbessern können. Die Ausbildung erfolgt durch erfahrene und qualifizierte Ausbilder/innen und Dozent(inn)en am 1995 neu erbauten bbz Chemie in Berlin-Adlershof.



Das Gebäude des bbz Chemie in Berlin-Adlershof.

Für die neuen Bachelorstudiengänge stellte man zunächst Modulhandbücher sowie Studien- und Prüfungspläne fertig. Zudem wurde ein Kooperationsvertrag zwischen der Hochschule Merseburg und dem Bildungswerk geschlossen. Beide Einrichtungen stellten auch erste gemeinsame Marketin-gauftritte auf.

Nach Abschluss dieser Arbeiten heißt das: Ab September dieses Jahres gehen die drei na-

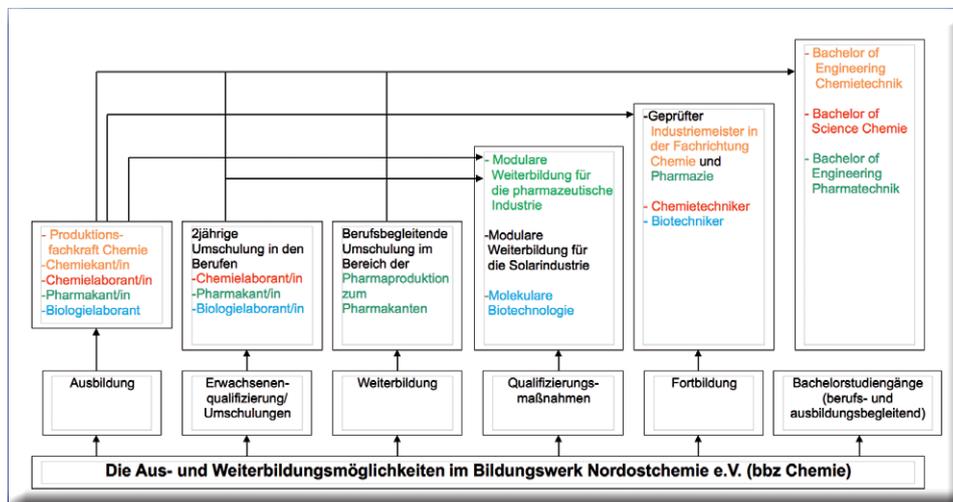
turwissenschaftlichen Studien-gänge zum

- Bachelor of Engineering Chemietechnik,
- Bachelor of Science Chemie sowie
- Bachelor of Engineering Pharmatechnik an den Start.

Die Studiengänge werden jeweils in den Varianten berufs- und ausbildungsbegleitend angeboten. Die Studiendauer beträgt acht Semester ausbildungsbegleitend. Das Studium erfolgt im Blockmodell; in jedem Semester finden zwei mal drei Wochen Präsenzphasen statt. Die Studienorte für die Präsenzphasen sind: 1. bis 21. September Hochschule; 1. bis 21. Dezember bbz Chemie; 1. bis 21. März Hochschule; 1. bis 21. Juli bbz Chemie.

Die Ausbildung für chemisch-pharmazeutische Berufe, die wie schon gesagt seit Jahren im bbz Chemie angeboten wird, zeichnet sich durch eine Kooperation von Unternehmen und bbz aus. Der praktische Teil erfolgt jeweils durch das Unternehmen, in dem der Auszubildende beschäftigt ist,

Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Bildungswerk Nordostchemie e.V. (bbz Chemie).



während die theoretische Ausbildung durch die staatliche Berufsschule geleistet wird. Das bbz Chemie übernimmt für das Unternehmen einen Großteil der praktischen Ausbildung durch die Vermittlung der Pflicht- und Wahlqualifikationen gemäß Ausbildungsverordnung. Es bereitet gezielt auf die IHK-Abschlussprüfung vor. Für die Verknüpfung von Theorie und Praxis arbeitet das bbz Chemie eng mit der jeweiligen Berufsschule zusammen. Zwischen den Phasen im bbz Chemie wirst der Auszubildende betriebspezifisch in seinem Unternehmen eingesetzt.

Typische Voraussetzungen für solch eine Ausbildung sind:

- guter Realschulabschluss oder Abitur;

Beispiel für einen Ausbildungsteil am bbz Chemie: Im Bioverfahrenstechnikum werden in einem Pilotfermenter (Biostat C 10-2 mit Cryostat-System) pro- bzw. eukaryontische Zellen kultivieren. Alle wichtigen Parameter (Temperierung, Rührleistung, Belüftung, Sauerstoffgehalt, Schaumhöhe, pH-Wert, Zudosierung zur pH-Korrektur und Schaumverhütung) können über eine zentrale PC-Steuerung erfasst und geregelt werden. Die Temperierung des Fermenters erfolgt über eine Dampfleitung sowie über einen Kühlthermostaten.

Im Pilot-Fermenter kann im Entwicklungsmaßstab die Kultivierung von Zellen zur Produktion biotechnologischer Substanzen entwickelt und optimiert werden. Anhand der gewonnenen Daten kann der Prozess später auf größere Anlagen umgerechnet werden (scale-up).



- gute naturwissenschaftlich-mathem. Kenntnisse;
- handwerkliches Geschick;
- Zuverlässigkeit, Sorgfalt sowie Verantwortungsbewusstsein.

Die Ausbildung für die Berufe Biologie- oder Chemielaborant/in, Pharmakant/in und Chemikant/in dauert jeweils dreieinhalb Jahre. Eine Produktionsfachkraft in der Chemie kann man nach zwei Jahren werden.

Wer seine Ausbildung mit einem Studium verbinden will und dazu noch Fragen hat kann sich wenden an das bbz Chemie, 12489 Berlin, Adlgergestell 333, Telefon 030/ 670004-10, email: info@bbz-chemie.de.

Aus der Bildungslandschaft

- Die **„Somerschule Chemie“** und die **„Sommerakademie Physik“**, die im August 2010 an der Universität Paderborn beginnen, verbessern den Einstieg in ein naturwissenschaftliches Studium. Die „Somerschule Chemie“ wird aufgrund des großen Erfolges bereits zum vierten Mal in Folge durchgeführt und findet in diesem Jahr vom 2.8.-24.9. statt. Das Department Chemie öffnet damit in einem bundesweit einzigartigen Studienmodell interessierten Abiturientinnen und Abiturienten den Weg zum Bachelor-Examen in nur fünf weiteren Studienfachsemestern.
- Ein neues Masterstudium der FH Campus Wien bildet **Experten speziell für die Entwicklung neuer Medikamente und Therapeutika** aus. Dieses österreichweit einzigartige Studium schließt damit eine Ausbildungs-Lücke. Denn es kombiniert erstmals moderne molekularbiologische Kenntnisse über die Wirkung von Stoffen mit chemischem Know-how für deren Entwicklung und Herstellung. AbsolventInnen des Masterstudiums „Wirkstoffchemie“ sind somit für eine nationale und internationale Karriere im Wachstumsmarkt des „Drug Designs“ besonders qualifiziert.
- Voll im Trend liegt der Studiengang **„Medizinische Informatik“** an der Hochschule Regensburg (HS.R). Seit zwei Jahren arbeiten im Zuge dessen die Hochschule Regensburg, die Universität Regensburg und das Universitätsklinikum Regensburg zusammen. Rund 400 Studierende zählt der Bachelor-Studiengang an der HS.R bereits.
- Der Stifterverband stellt sich hinter die Pläne der deutschen Bundesregierung für ein **nationales Stipendienmodell**. Laut Verband schließt der aktuelle Gesetzentwurf aus, dass die Förderung nur einer schmalen Elite zugute kommt. Da die Stipendien nicht auf das BAföG angerechnet werden, profitieren begabte Studierende aus einkommensschwachen Familien gleich doppelt von der Förderung. In einigen Jahren sollen bis zu zehn Prozent der rund zwei Millionen Studenten ein Stipendium erhalten. Das Geld, 300 Euro pro Stipendium und Monat, soll von privaten Geldgebern und dem Staat gemeinsam bereitgestellt werden.
- Unter dem Motto „Zusammen auf dem Weg des Wissens“ finden im Sommersemester 2010 die **„China-Wochen“ an deutschen Hochschulen** statt. An mehr als 45 ausgewählten Hochschulen werden von April bis Juni an einem „China-Tag“ bzw. in einer „China-Woche“ Kooperationen mit chinesischen Partnern vorgestellt und Informationen über individuelle Studien- und Forschungsmöglichkeiten in China bereitgestellt. Die erste Veranstaltung im Rahmen der China-Wochen fand am 9. April an der Universität Hamburg statt.

Elektrochemie (3) – Analytik

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

1 Welches ist ein elektrochemisches Bestimmungsverfahren mit Stromfluss in der zu untersuchenden Lösung?

- A Potentiometrie.
- B Coulometrie.
- C Amperometrie.
- D Polarographie.
- E Konduktometrie.

2 Welche Methode ist ein voltammetrisches Verfahren?

- A Polarographie.
- B Amperometrie.
- C Potentiometrische Titration.
- E Elektrogravimetrie.
- E Dekametrie

3 Von welcher Art ist die Kalomel-Elektrode?

- A Elektrode erster Art.
- B Elektrode zweiter Art.
- C Elektrode dritter Art.
- D Redoxelektrode.
- E Membranelektrode.

4 Wie viele Elektroden sind für eine pH-Wert-Bestimmung notwendig?

- A Eine.
- B Zwei.
- C Drei.
- D Vier.
- E Fünf.

5 Woraus besteht die Membran einer Elektrode zur pH-Messung?

- A SiO₂.
- B PVC.
- C SiO₂, Na₂O und CaO.
- D Lipid.
- E Zellophan.

6 Was stimmt für den Alkalifehler bei pH-Wertmessungen?

- A Alkalifehler entstehen, wenn die Fremdionenkonzentration in der Messlösung die Wasserstoffionenkonzentration um den Faktor zehn übertrifft.
- B Die Quellschicht der Glaselektrode nimmt bei einem Alkalifehler Chloridionen auf.

C Alkalifehler stören bei pH-Werten größer als zehn.

D Metallionen mit größerem Radius verursachen geringere Fehler.

E Metallionen mit größerem Radius verursachen größere Fehler.

7 Welches Ion lässt sich direkt-potentiometrisch mit einer Glasmembran bestimmen?

- A H⁺.
- B Li⁺.
- C Cl⁻.
- D K⁺.
- E Tl⁺.

8 Womit lassen sich CO₂, NH₃ und SO₂ direktpotentiometrisch bestimmen?

- A Mit einer gaselektiven Elektrode.
- B Mit einer Redoxelektrode.
- C Mit einer Enzymelektrode.
- D Mit einer Wasserstoffelektrode.
- E Mit einer Glaselektrode.

9 Welche Zeile listet die Stoffe dem Wert nach aufsteigend nach der für Leitfähigkeitstitrations wichtigen Grenzleitfähigkeit?

- A F⁻, I⁻, Li⁺, Mg²⁺, La³⁺.
- B Li⁺, Mg²⁺, La³⁺, F⁻, I⁻.
- C I⁻, Li⁺, Mg²⁺, La³⁺, F⁻.
- D Li⁺, Mg²⁺, La³⁺, F⁻, I⁻.
- E Li⁺, Mg²⁺, F⁻, La³⁺, I⁻.

10 Was stimmt für die Konduktometrie?

- A Sie ist nichtspezifisch.
- B Sie ist selektiv.
- C Sie dient bei Fällungstitrationen oft als Detektormethode.
- D Sie ist Grundlage von Durchflussleitfähigkeitsmesszellen.
- E Sie ist nicht für Neutralisationsreaktionen als Endpunktsindikation geeignet.

11 Welche Element-Kationen sind in NaOH polarographisch bestimmbar?

- A Al³⁺.
- B As³⁺.
- C Au³⁺.
- D Ba²⁺.
- E Be²⁺.

12 Mit welcher Gleichung lässt sich die Höhe der Stufe bei der Polarographie berechnen?

- A Heyrovsky-Gleichung.
- B Nernst-Gleichung.
- C Butler-Volmer-Gleichung.
- D Ilkovic-Gleichung.
- E Tafel-Gleichung.

13 In welcher Lösung werden Elektrolysen zur elektrogravimetrischen Bestimmung von Stoffen meistens durchgeführt?

- A In Methanol.
- B In schwefelsaurer Lösung.
- C In Natriumhydroxidlösung.
- D In verdünnter Salzsäure.
- E In ammoniaklicher Lösung.

14 Was gilt für coulometrische Titrationen?

- A Mit dem Faradayschen Gesetz lässt sich die Stoffmenge der zu analysierenden Substanz berechnen.
- B Die zu bestimmende Substanz muss redoxaktiv sein.
- C Die Stoffe werden an einer Elektrode abgeschieden.
- D Eine typische Anwendung ist die Wasserbestimmung in organischen Lösungsmitteln.
- E Eine typische Anwendung ist die Metallspurenbestimmung.

Lösungen zu Seite 134 (CLB 03/2010):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 05/2010 sowie auf www.clb.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



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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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

HOHLKATHODENLAMPEN



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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN



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

LABOREINRICHTUNGEN

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

LABORHILFSMITTEL



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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



PH-MESSGERÄTE



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE



TEMPERATUR-MESSGERÄTE



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

THERMOMETER



VAKUUMKONZENTRATOREN

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

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

sen war von seiner Persönlichkeit und besonders seinen großartigen Experimenten in der Vorlesung tief beeindruckt gewesen.

In Heidelberg begann Kirchhoff sich mit dem Sonnenspektrum zu befassen — zunächst aus dem gleichen Grunde wie Fraunhofer: um sichere Marken für kristallographische Messungen zu haben; auch interessierte ihn die Frage, warum die Fraunhoferschen D-Linien mit den hellen gelben Linien in so vielen Flammen übereinstimmen. 1857 erhielt er endlich ein Fraunhofersches Prisma aus schwerem Flint, machte mit Bunsen allerlei Versuche — z. B. gleichzeitige Betrachtung der Sonne und einer gelben Flamme durch das Spektroskop; und man beobachtete, daß die schwarzen D-Linien sich nicht aufhellen, sondern dunkler wurden: „Das scheint mir eine fundamentale Geschichte“ soll er zu Bunsen gesagt haben.

Bunsen — damals bereits der international berühmte große Chemiker — war die Spektroskopie nicht fremd. Schon 1845 sah er sich die Lichtemission eines Kupferbogens „mit dem Tubus durch ein Prisma“ an. Er war schon damals überzeugt, daß die Flammenfärbung — die er mit Cartmell durch Spektralfarfilter beobachtete — durch Alkali- und Erdalkalisalze für diese charakteristisch ist und daß man z. B. die Existenz von Lithiumsalzen und Kaliumsalzen neben Natriumsalzen durch diese erkennen kann.

Aber Bunsens Interessen gingen auch in andere Richtung: Er baute sich ein Quarzspektrometer und maß (1859) die Intensitätsverteilung im UV-Sonnenspektrum, (auch die Energieverteilung des diffusen Himmelslichts) und überlegt, ob man aus Änderungen der Sonnenstrahlung z. B. in Sonnenflecken eine Aufklärung über Vorgänge in der Sonne erhalten könne.

Die beiden umfangreichen, von Kirchhoff und Bunsen gezeichneten Arbeiten in Poggendorfs Annalen (April 1860, Juni 1861) enthalten die klassischen experimentellen Vorrichtungen — Bunsen-Brenner mit Salzperle, Hochspannungsfunken zwischen Platindrähten, an deren Ende die Substanzen angebracht werden und den bekannten Spektralapparat mit Fraunhofer-Prisma, den Steinhell baute (vorher benutzten sie ein Schwefelkohlenstoff-Prisma, später vier Fraunhofer-Prismen).

Es werden zunächst zahlreiche Analysenversuche angeführt: 1. ein Tropfen Meerwasser, 2. die Dürkheimer und die Kreuznacher Mineralquelle, 3. der Aschenstumpf einer Zigarre — der dritte Fundamentalversuch! — usw. usw. Mineralien, Fossilien, Pflanzen — dazu die grundsätzlich überaus sorgfältigen Experimente. Das Ergebnis wird formuliert:

„Es erscheint unzweifelhaft, daß die hellen Linien der Spektren als sichere Kennzeichen der Anwesenheit der betreffenden Metalle betrachtet werden dürfen. Sie können als Reaktionsmittel dienen, durch welche diese Stoffe schärfer, schneller und in geringerer Masse sich nachweisen lassen als durch irgendein anderes analytisches Hilfsmittel.“

„Bei der Spektralanalyse erscheinen die farbigen Streifen unberührt

von fremden Einflüssen und unberührt durch die Dazwischenkunft anderer Stoffe. Die Stellen, die sie im Spektrum einnehmen, bedingen eine chemische Eigenschaft, die so unwandelbarer und fundamentaler Natur ist wie das Atomgewicht und lassen sich daher mit fast astronomischer Genauigkeit bestimmen.“

Vor allem wird die Unabhängigkeit ihrer Wellenlänge von Temperatur und Art der Lichtquelle bewiesen.

Erste Forschungsergebnisse

Die große Bedeutung dieser Arbeiten gegenüber allen vorhergehenden zeigt nichts eindrucksvoller als die vollständige Umstellung und der jetzt erst beginnende Aufschwung der spektralanalytischen Forschung. Die erste unmittelbare Folge war die Durchführung guter Messungen der Wellenlängen: in mehr als einem Jahrzehnt wurden A. J. Ångströms Messungen (1863 und 1864) nicht übertroffen.

Die zweite Folge: schon 1868 kennt man die Spektren von 44 Elementen. Die dritte Folge: Man interessiert sich für Sonnen- und Sternspektren. J. Janssen aus Paris gelingt bei der Sonnenfinsternis 1868 die erste Spektralbeobachtung der erstmals von Airy (1842) beobachteten Protuberanzen: zwei Linien der Balmer-Serie und die rätselhafte D₂-Linie in Emission, und bald darauf ihm und Lockyer (unabhängig voneinander) ihre Beobachtung auch ohne Finsternis: Lockyer erfindet zur Erklärung von D₂ das „Helium“.

Er begründet mit der Bunsen-Kirchhoffschen Arbeitsweise die moderne Spektral-Astrophysik, indem er im Laboratorium die Spektren auf verschiedenste Art erregt, den Einfluß von Temperatur und Druck auf die Spektren untersucht; er findet, daß jedes Element in allen Lichtquellen gleiche Spektrallinien, in bestimmten Lichtquellen oder Teilen (etwa des Bogens) dazu noch ganz andere Spektren emittiert: „die langen“ und die „kurzen“ Linien, wir sagen heute Bogen- und Funken-Spektren. Er macht diese Versuche, um durch Vergleich mit den Fraunhofer-Linien oder der Protuberanzenemission Aussagen — neben der chemischen Zusammensetzung — über den physikalischen Zustand der Sonne und ihrer Teile zu bekommen. Vor allem entdeckt er den Doppler-Effekt in Protuberanzen und Sonnenflecken.

Bunsen hat in späteren Jahren mit seiner bewunderungswürdigen experimentellen Geschicklichkeit noch manche spektralanalytischen Versuche veröffentlicht — in seinem Institut gehörte die Methode zur Ausbildung der Chemiker. Seine ersten Erfolge, die Entdeckung des Caesiums und bald darauf des Rubidiums, veranlaßten zahlreiche spektralanalytische Prüfungen von Mineralien; hierbei wurden entdeckt Thallium (Crookes 1861), Indium (Reich und Richter 1863), Germanium (Winkler), Gallium und Samarium (Lecoq de Boisbaudran) Europium und andere Seltene Erden.

Nicht vergessen sei die geniale Verwendung der Methode durch Robert William

Wood. Er arbeitete in Paris; als ein Freund ihn besuchen wollte, schlug ihm die Pensionsmutter die Türe vor der Nase zu. Später ergab sich: Beim Mittagessen hatte Wood eine Spiritusflamme angezündet, ein Platindrähtchen in die Suppe getaucht und in die Flamme gehalten; sie brannte prächtig rot. Den staunenden Gästen erklärte er, das sei Lithium, das er am Tage zuvor auf die abgenagten Hühnerknochen auf seinem Teller gestreut habe — heute erscheine es in der Suppe.

Neuere Entdeckungen

Auf die rein technischen Anwendungen der modernen Spektralanalyse gehe ich nicht ein. Die Bedeutung quantitativer und halbquantitativer Analysen für die Fabrikationskontrolle erkennt man allein aus der Unzahl von Firmenangeboten an automatisierten Einrichtungen für Probeentnahme, Probenformung, Emissionsanregung und spektrale Analyse, meist direkte Intensitätsvergleiche zweier oder mehrerer Linien mit Photomultiplier. Je nach der Aufgabe benutzt man Prismen oder Gitterspektrometer, für manche Fälle nur Filter. Stahlanalysen können so in wenigen Minuten fertig sein, so daß man bei Abweichungen vom Soll noch in die Fertigung eingreifen kann, Materiallieferungen und durcheinander gekommene Lager werden schnellstens analysiert und dergleichen mehr.

Materialfehler zu prüfen, verlangt Laboratoriumsarbeit, oft individuelles Vorgehen. Ein Beispiel für viele: Technisches Gold-Silberblech zeigte Walzrisse, die chemische Analyse gab nichts. Wir konnten die kleinen Rißstellen selbst analysieren: Überall wo Verunreinigungen konzentriert auftraten, riß das Blech.

V. M. Goldschmidt, Mannkopf und Peters schufen die Göttinger Lichtbogenmethode für die Untersuchung der Verteilung der Elemente in Gesteinen, eine ohne diese Schnellmethode — etwa chemisch — gar nicht bearbeitbare Frage; die Röntgenmethode (in der Auswertung wäre sie einfacher) erreicht lange nicht die Empfindlichkeit.

Fälschungen haben wir selbst in allen Varianten untersucht: von gefälschten Havanabändchen bis zu gefälschten Zollplomben oder Geldstücken. Immer hat die Methode den Vorteil, daß nur Spuren des Materials verbraucht werden, das corpus delicti also erhalten bleibt.

Beiträge zur Archäologie

Weniger bekannt sind die Möglichkeiten, welche die qualitative und auch quantitative Spektralanalyse der Archäologie, der Vorgeschichte, eröffnet. Wenn ich sie an Einzelbeispielen erläutere, so mag das aus zwei Gründen geschehen: Einmal macht man noch erstaunlich wenig Gebrauch davon; das ist sehr schade, denn ich bin überzeugt, daß sie sehr viel neue Erkenntnisse und vor allem manche Revision herrschender Theorien und Hypothesen bringen würde.

Ein Museum brachte uns alten südamerikanischen Goldschmuck: Wenn relativ reichlich Zinn darin war, so war es bolivianisches Gold, war es zinn-frei oder sehr zinn-arm, so stammte es aus Peru oder Costarica. Manche Stücke waren bedauerlicherweise gar kein Gold, sondern Kupfer-Silber-Legierungen — ob auch die Fälschung alt war — soweit geht der kriminalistische Wert der Spektralanalyse nur in seltenen Fällen.

Ein großer neuer Fund in Bayern war pauschal als „Bronze versilbert“ (oder mit Resten der Versilberung) bezeichnet. Ein guter Teil der kleinen Gegenstände — Medaillen, Amulette, Schmuckstücke — war nicht Bronze, sondern Messing, also Zink-, nicht Zinn-Kupfer. Versilbert war nicht ein einziges, sie waren meist verzinkt. Auch bei den Stücken, die so stark durchkorrodiert waren, daß sie elektrisch isolierten, konnte durch geschickte Anbringung der Elektroden das ganze Stück analysiert werden; es war nämlich gefordert, daß nichts abgebrochen werden durfte.

Interessante Beispiele für das metalltechnische Wissen gaben Analysen römischer Fibeln: Die Nadel und die Spannfeder waren hochwertige Bronze, der Schmuckbügel Messing und die Niete Messing mit viel Blei-Zusatz, der sie weich macht.

Noch ein Beispiel: 1938 fragte das Frankfurter Museum für Kunsthandwerk an, ob man feststellen kann, welcher von zwei fast gleichen Glasbechern (einer in Frankfurt, einer in Stockholm) aus Kamkelschem Goldrubinglas besteht. Der erstere hatte einen kleinen Schaden; dieser wurde sorgfältig gereinigt, mit etwas Vaseline bedeckt und mit einem Diamanten etwas nachgekratzt. Die Vaseline mit den Spuren von Glassplintern wurde dann spektrographiert: sie zeigten neben den Grundelementen des Glases vor allem Eisen, Gold, Kupfer, Silber, Zinn und viel Arsen: Es war also ein mit Cassiuspurpur gefärbtes Goldrubinglas, das viele Arsen deutet besonders auf Kunkel als Verfertiger hin.

Von der Besprechung der Kirchhoffschen Arbeiten über den Begriff des Schwarzen Körpers und des Kirchhoffschen Strahlungsgesetzes für den Temperaturstrahler, welche in gerader Linie zu Plancks Quantentheorie führen und auch von der Analyse der Spektren, die in Bohrs Quantentheorie des Atombaus ihre Krönung fanden, sei in diesem kurzen Bericht abgesehen.

Die „Malkiferrede“ bei der 10. Tagung der Nobelpreisträger in Lindau zeigt das Bild auf Seite 324. Zu den traditionellen Veranstaltungen des jährlichen Lindauer Nobelpreisträger-Treffens gehört das Bayerische Frühstück auf der Terrasse der Internationalen Spielbank und im Anschluß daran eine Gruppenaufnahme aller anwesenden Nobelpreisträger. Zu einem guten Photo gehört ein lächelndes Gesicht. Als dies einst nicht recht gelingen wollte, griff sich Graf Bernadotte, der Ehrenprotector der Lindauer Tagung, einen Malkifer und gab ihn einem der Lauraten mit der Aufforderung, eine Rede über diese Tiergattung zu halten. In Lindau gehören die Malkifer seither zum festen Programm; sie haben sich — wie man sieht — inzwischen vermehrt und in schokoladene Prachtexemplare verwandelt. — Unser Bild zeigt von links nach rechts in der vorderen Reihe: die Professoren Born und Hevesy, Graf Bernadotte, Prof. Sanger, Krebs und Paul Müller. Hintere Reihe: die Professoren Hensch, Murphy, Butenandt, Hahn, Heisenberg, Virtanen, v. Euler-Chelpin und Karier. (Photo W. Stuhler, Lindau)

Berufs- und ausbildungsbegleitende Bachelorstudiengänge für die chemisch-pharmazeutische Industrie

- Bachelor of Engineering Pharmatechnik
- Bachelor of Engineering Chemietechnik
- Bachelor of Science Chemie

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Merseburg startet das bbz Chemie im September 2010 mit ausbildungs- und berufsbegleitenden praxisnahen und unternehmensorientierten Bachelorstudiengängen.



Haben Sie Interesse Ihre Ausbildung mit einem Studium zu verbinden?

Dann wenden Sie sich mit
Ihren Fragen für nähere Infor-
mationen an das:

bbz Chemie

12489 Berlin

Adlergestell 333

Tel. 030/ 670004-10

email: info@bbz-chemie.de

Das Berufsbildungszentrum Chemie ist das Aus- und Weiterbildungszentrum des Bildungswerks Nordostchemie e. V., das für die chemische und pharmazeutische Industrie und für die Biotechnologie für Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen tätig ist. Das Bildungswerk wird getragen vom Arbeitgeberverband

Nordostchemie e.V. und einer Reihe seiner Mitgliedsunternehmen. Seit 25 Jahren bietet das Bildungswerk eine hochwertige und praxisnahe Aus- und Weiterbildung im naturwissenschaftlichen Bereich an. Sie erfolgt durch erfahrene und qualifizierte Ausbilder/innen und Dozent(inn)en am 1995 neu erbauten bbz Chemie in Berlin-Adlershof.