CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik
Biotechnik
Optimierte Prozesse
Komplexe Materialien
Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie
Aus- und Weiterbildung

- Margarine und trans-Fettsäuren
- Herbizide
- 10. Internationaler Grand Prix Chimique
- Proteinforschung

11 / 2009

D 2046 E

Diese CLB hat einen Übersichtsartikel über Herbizide. Wie sich das Thema vor 52 Jahren darstellte zeigt dieser Artikel aus der CLB vom Juli 1957.

Die Chemie hilft der Landwirtschaft

Die modernen Pflanzenschutzmittel IV. Herbizide

Von Dr. phil. nat. W. Holz, Pflanzenschutzamt Oldenburg

Die Herbizide sind Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern. Auch hier ging die Entwicklung in den letzten 10 Jahren stürmisch voran, und wie bei den Insektiziden und Fungiziden beherrscht heute die organische Chemie das Feld.

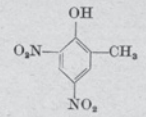
Man muß bei den Mitteln zur Unkrautbekämpfung zwischen den Total-Herbiziden = alles vernichtenden Mitteln und den Selektiv-Herbiziden, d. h. wahlweise z. B. das Getreide schonenden und die Unkräuter im Getreide abtötenden Mitteln, unterscheiden. Die erste Gruppe, zu der vor allem das Natriumchlorat ($NaClO_3$) und das Natriumarsenit ($NaHAsO_3$) gehören, interessiert die Landwirtschaft weniger. Beide Mittel werden vor allem auf Wegen, Plätzen und auf Bahnkörpern verwendet. Das Arsenit dient in Holland auch noch zur Abtötung von Kartoffelkraut. Bei uns lehnt man jedoch die Anwendung eines derart giftigen und im Boden sehr beständigen Mittels für solche Zwecke ab. Zunehmende Bedeutung gewinnt in jüngster Zeit für die Landwirtschaft das Natriumtrichloracetat (CCl_3COONa). Das entsprechende Mittel dieser Art, das NaTa der *Farbwerke Hoechst*, hat sich vor allem bei der Queckenbekämpfung und zur Säuberung von Gräben und Teichen bewährt.

Selektiv-Herbizide

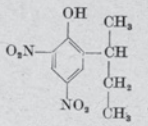
Die Selektiv-Herbizide unterteilt man nach ihrer Wirkungsweise in die ätzenden Herbizide = unkrautverätzende Mittel, und die Wuchsstoff-Herbizide = stark in den Wachstumsprozeß der Unkräuter eingreifende und sie dadurch abtötende Mittel. Zu den Ätzmitteln gehören die DNC- und die DNBP-Mittel, die Cyanate, die Mineralöle und schließlich die Düngemittel Kalkstickstoff und Kainit.

DNC- und DNBP-Mittel:

Die Buchstaben DNC und DNBP stehen für Dinitro-orthocresol bzw. Dinitro-butyl-phenol.



Dinitro-o-cresol



Dinitro-butyl-phenol

Die einzigen amtlich anerkannten Mittel dieser Art sind bei uns das Raphatox-Pulver der Firma *Schering* und das BNP 30 der *Farbwerke Hoechst*. Ihre selektive Wirkung beruht darauf, daß sich an den senkrecht hochstehenden jungen Getreidepflänzchen die Spritztropfen nicht halten können, also abrollen, wo hingegen sie auf den meist waagerecht stehenden Blättern der Unkräuter liegenbleiben und schwere Verätzungen hervorrufen. Bei anderen Kulturarten, wie Erbsen, Zwiebeln, Ackerbohnen u. a., ist es die stark ausgebildete Wachsschicht, die diese Pflanzen vor Verätzungen schützt. Die Mittel wirken nur gegen Samenunkräuter, Wurzelunkräuter wie z. B. die Distel werden nicht von ihnen berührt. Trotzdem haben die DNC-Mittel im Getreidebau, vor allem bei der Bekämpfung gewisser Wuchsstoff-resistenter Unkräuter und die etwas milderen DNBP-Mittel im Gemüsebau bei Erbsen, Ackerbohnen, Zwiebeln und Porree große Bedeutung erlangt.

Die Anwendung ist an gewisse Witterungsbedingungen und Spritzvorschriften geknüpft: So soll es sowohl am Spritztag wie auch einige Tage hinterher trocken-warm sein, der Spritzdruck muß niedrig sein, damit große Tropfen entstehen, die leicht vom Getreide abrollen. Ferner dürfen die Unkräuter nicht über das 4-Blattstadium hinaus sein. Beide Substanzen sind sowohl für Mensch und Haustier als auch für Bienen und in Fischgewässern für die darin befindlichen Fische sehr giftig. Die akute orale LD 50 bei Ratten beträgt z. B. für DNC 26—28 mg/kg Körpergewicht, für DNBP 40 mg je kg Körpergewicht.

Cyanate:

Ein bei uns gebräuchliches Präparat dieser Art ist das „Bulpur" der *Farbenfabriken Bayer*, ein Kaliumcyanat (K—N=C=O); es wird in erster Linie zur selektiven Unkrautbekämpfung in Zwiebeln verwendet. Man wendet es an, wenn die Zwiebeln das sogenannte „Peitschenstadium" eben überschritten haben oder bevor die Zwiebeln durchbrechen. Erfaßt werden wieder nur die Samenunkräuter, während Gräser und Wurzelunkräuter übrigbleiben. Das Mittel muß frühzeitig, d. h. wenn sich die Unkräuter gerade im Keimblattstadium befinden, angewendet werden. „Bulpur" ist praktisch ungiftig. Nur hochkonzentriert kann es gesundheitliche Schädigungen bewirken.

Mineralöle:

Bei Unkrautmitteln dieser Art, z. B. dem Essovarsol der *Esso* und dem Shell-Unkrauttod-W der *Shell AG.*, handelt es sich um bestimmte Gasolin-Fraktionen. Sie besitzen benzinähnlichen Charakter, sind daher feuergefährlich und explosiv. Sie werden unverdünnt angewandt. Infolge ihrer Flüchtigkeit dringen sie leicht in die Spaltöffnungen der Blätter und weiter in die Interzellularräume ein und töten dort das Gewebe ab. Nur die Doldengewächse, zu denen z. B. Möhren, Petersilie und Sellerie gehören, sind eigenartigerweise immun und bleiben unbeschädigt. Da die Reinigung z. B. eines Möhrenfeldes von Hand sehr viel Aufwand an Zeit und Geld erfordert, hat die Landwirtschaft die Einführung dieser Mineralöle, die im einfachen Spritzverfahren schnell ausgebracht werden können, außerordentlich begrüßt. Leider sind die Mittel bei uns sehr teuer.

Kalkstickstoff und Kainit

Diese beiden Mittel stellen bekannte Düngemittel dar. Die starke unkrautvernichtende Wirkung beruht beim Kalkstickstoff auf der Bildung von Calciumcyanamid, beim Kainit ist es das Natrium-, Kalium- oder Magnesiumchlorid, das durch Wasserentzug die Unkräuter abtötet. Diese Mittel haben sich bereits seit Jahrzehnten bewährt.

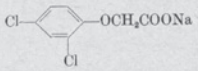
Die Wuchsstoff-Herbizide

Diese Gruppe von Unkrautmitteln kam kurz nach dem letzten Weltkrieg auf und hat in der Landwirtschaft geradezu revolutionierend gewirkt. Nach Angaben des Engländers *Templeman*, der maßgeblich an der Auffindung dieser Wuchstoff-Herbizide beteiligt war, soll allein 1954 der Weltverbrauch an den Wuchsstoffen 2,4-D und MCPA 25 000 t betragen haben, was einer behandelten Fläche von 30 bis 40 Millionen ha entspricht.

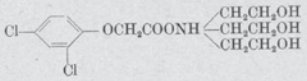
Nach dem Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1956 unterscheidet man heute 3 Hauptgruppen von synthetischen Wuchsstoffen:

1. Mittel auf 2,4-D-Basis. 2,4-D = Abkürzung von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure. Von diesen 2,4-D-Mitteln sind 3 verschiedene Formen im Gebrauch:

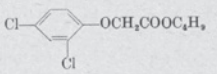
a) pulverförmige, z. B. das Na-Salz der 2,4-D-Säure



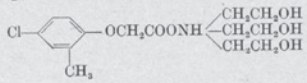
b) flüssige Salze, z. B. das Amin-Salz der 2,4-D-Säure



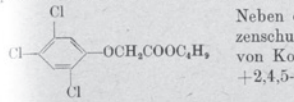
c) Ester der 2,4-D-Säure, z. B. Butylester der 2,4-D-Säure



2. Mittel auf MCPA-Basis. MCPA = Abkürzung von 2-Methyl-4-Chlorphenoxyessigsäure. Am meisten gebräuchlich sind die Amin-Salze der 2-Methyl-4-Chlorphenoxyessigsäure.



3. Mittel auf 2,4,5-T-Basis. 2,4,5-T = Abkürzung von 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure, z. B. Butylester der 2,4,5-T-Säure



Neben diesen 3 Hauptgruppen sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis noch eine Reihe von Kombinationen, wie 2,4-D+MCPA, 2,4-D +2,4,5-T, MCPA +2,4,5-T, aufgeführt.

Abb. 1, links: Das Getreideunkraut „Dannessel" bildet nach Behandlung mit 2,4,5-T-haltigen Wuchsstoffherbiziden am ganzen oberirdischen Teil Wurzeln. Rechts: Nach drei Wochen; als Folge der anomalen Wurzelbildung erschöpft sich die Dannessel und stirbt ab.

Wirkungsweise der Wuchsstoffe

Die Wuchsstoffe dringen in die Unkräuter ein und werden darin mit dem Saftstrom befördert, so daß sie also in alle Teile der Pflanzen gelangen. Sie rufen dort ein ungeregeltes Wachstum hervor: Die Pflanzen krümmen sich, zeigen Verbänderungen, Tütenbildung, Luftwurzelbildung u. a. anomale Erscheinungen. In diesen Mißbildungen verbrauchen sie ihren ganzen Nährstoff und gehen nach und nach zugrunde. Beim Getreide sind höhere Wirkstoffmengen notwendig, so daß es bei richtiger Dosierung keinerlei Schäden erleidet. Außerdem dürfen die Mittel nur in der Zeit zwischen Bestockung und Schossen des Getreides angewandt werden. Spritzen außerhalb dieser Zeit führt zu Schädigungen, wie Verbinsung, Taub- und Doppelährigkeit usw.

Fortsetzung Umschlagseite 3

Editorial

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

In dieser Ausgabe u.a. zu finden: Biotechnica-Studienpreise, Grand Prix Chimique, BTA-Azubi-Preise. Sind immer mehr solcher äußeren Anreize nötig, um von Jugendlichen gute Ausbildungsleistungen zu bekommen? Ich glaube nicht. Wenn man aber bedenkt, dass die Preise auch von Industrieunternehmen gesponsert werden, zeigt dies zumindest einen Bedarf an, und zwar an genügend qualifizierten Mitarbeitern. Es geht dabei nicht primär darum, Ausnahmetalente zu finden, sondern Leuchtzeichen zu setzen, die anderen die entsprechenden Berufsziele ins rechte Blickfeld rücken – Berufsziele, die von ihren Anstellungschancen her durchaus attraktiv sind. Damit gewinnen die mit Preisen Ausgezeichneten nicht nur, sondern sie übernehmen auch Verantwortung. Aber das gilt ja für Preisträger allgemein, siehe Nobelpreisträger – auch in dieser Ausgabe...

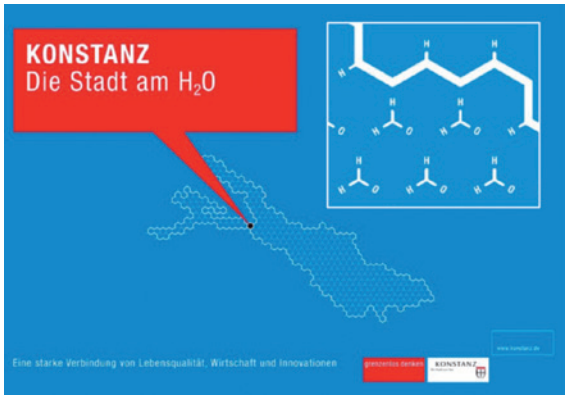
Preise in Bezug auf Ausbildung, Technik und Wissenschaft haben zudem Bedeutung dafür, Themen ins Licht der Öffentlichkeit zu bringen, die für unsere technisierte Welt von immer größerer Wichtigkeit sind. Ich erwarte jetzt zum Beispiel einen Preis für „Das Nanoprodukt des Jahres“. Dann würden vielleicht solche missverständlichen Mahnungen wie die, die das Bundesumweltamt kürzlich verlautbart hat*, von den Menschen im richtigen Kontext beurteilt werden können.

*Hintergrundstudie UBA: „Nanotechnik für Mensch und Umwelt - Chancen fördern und Risiken mindern“. Pressestimmen dazu (Beispiel Focus Online vom 21. Oktober: „Das Umweltbundesamt (UBA) warnt angesichts unerforschter Risiken vor einer sorglosen Verwendung von Nanoteilchen in Nahrungsmitteln, Kleidung, Kosmetika und anderen Produkten.“

Ansonsten besteht leicht die Gefahr, dass man Nanoteilchen mit Nanotechnik gleichsetzt und ein neues Asbest-Gespenst an die Wand malt.

Vielleicht wäre durch etwas intensivere Beschäftigung mit der Materie Chemie auch dem Koblenzer Stadtmarketing der hämische Spott erspart geblieben: „Die können alles außer Chemie.“ Was war passiert? Man wollte gerade die Kompetenzen dieser Stadt im Bereich Naturwissenschaften herausstellen, kreierte im Juli ein Plakat „Konstanz – die Stadt am H_2O“ (s.u.), die Bodenseegrafik gefüllt mit H_2O-Formeln (siehe das Detail im Bild rechts oben)– so dachte man. Tatsächlich interpretiert ein Chemiker diese vereinfachten Strukturformel (ein Kohlenstoffatom in der Mitte, eine C=O-Doppelbindung) am ehesten als Formaldehyd. Haben Sie schon mal in Formaldehyd gebadet :)

Ihr



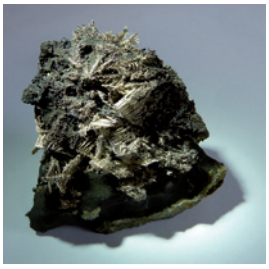
Preisfrage zum 100. CLB-Titelbild des Rubikon-Verlags:

Welches Titelbild von denen, die auf der Rückseite dieser CLB abgebildet sind, gefällt Ihnen am besten (das Titelbild dieser CLB ist das 101. und läuft außer Konkurrenz)? Wenn Sie die Bilder größer betrachten wollen, sehen Sie auf www.clb.de nach.

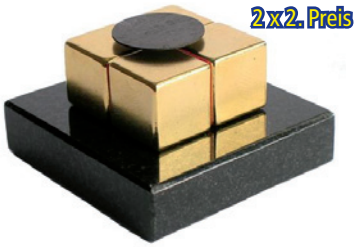
Bei der Verlosung nimmt jede Stimme teil, unabhängig davon, ob sie ev. zufällig das meistgenannte Bild nennt. Sonst gäbe es ja eine verfälschende Rückkopplung der Art: „Mir gefällt ja dieses Bild gut, aber den anderen wahrscheinlich eher das, also wähle ich das.“ ;-)

Zu gewinnen gibt es als **1. Preis ein ca. 5 cm großes Mineral mit filigranen „Antennen“ aus gediegenem Silber sowie als zwei 2. Preise das „Diafluxx“**. Bitte senden Sie Ihre Wahl (etwa: Titelbild xx/200Y) als Fax an 06223 9707 41 oder als e-Mail an redaktion@clb.de. **Einsendeschluss ist Freitag, der 20. November 2009.** Wir geben die Gewinner in der CLB 12/2009 bekannt. Ich bin gespannt auf Ihren Favoriten. Viel Spaß bei der Wahl!

1. Preis



2 x 2. Preis



INHALT

Aufsätze

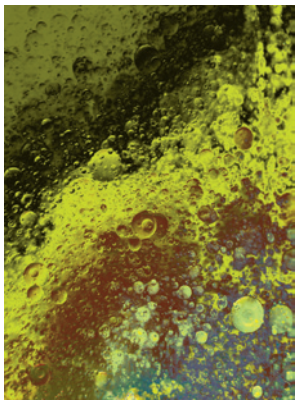
Margarine und trans-Fettsäuren
Die Mischung macht's ____ 416

Herbizide
Heute Teil des integrierten Pflanzenschutzes ____ 426

Rubriken

Editorial ____ 409
Impressum ____ 411
F & E im Bild ____ 411
Unternehmen ____ 412
Personalia ____ 414

Aktuelles Ereignis ____ 434
10. internationaler Grand Prix Chimique
Forschung und Technik ____ 438
Schwerpunkt Proteinforschung
Literatur ____ 445
Neue Produkte ____ 446
Bezugsquellenverzeichnis ____ 447

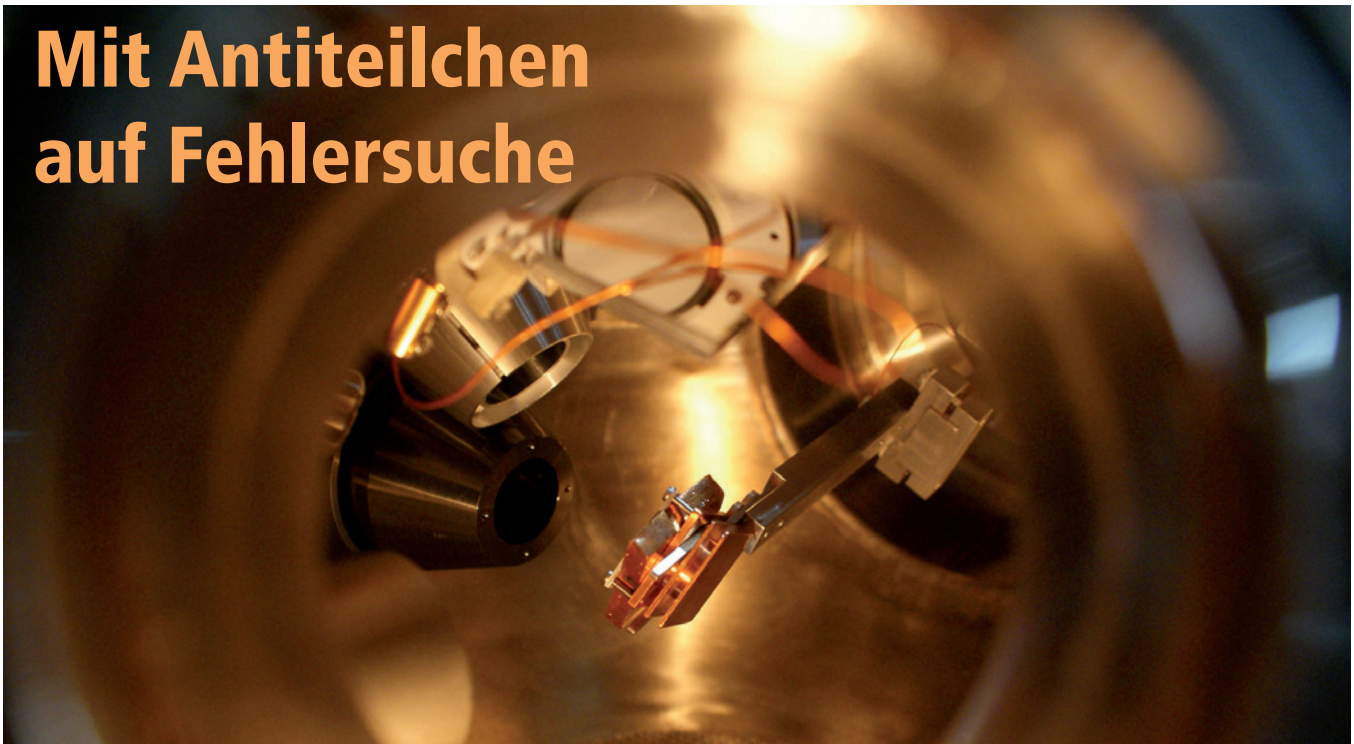


Zum Titelbild:
Das Bild zeigt eine Zwei-Phasen-Flüssigkeit, wobei eine Phase trans-Fettsäuren symbolisieren sollen (siehe Artikel ab Seite 416; Grafik: Kickuth).

CLB-Memory

Debatte in Erfurt: Vision Uni – studentische Ideen
Bachelor revolutioniert die Gesellschaft ____ M65
Biotechnica Studienpreis 2009
Nach Heidelberg, Jena und Potsdam ____ M66
Auszeichnung für BTA-Auszubildende
Erstmalige Verleihung des Miltenyi Biotec-Preises ____ M67
Hohenheimer Ernährungsgespräch
Beta-Carotin zu Unrecht in Negativ-Schlagzeilen ____ M68
BfR-Symposium zu Krebs- und Allergierisiken durch Haarfärbemittel
Haare färben ohne Risiko – geht das? ____ M69
Lebensmittelüberwachung im Jahr 2008 in Deutschland
Niveau des Vorjahres gehalten ____ M70
Der Werkstoff Glas
Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich. ____ M72

Mit Antiteilchen auf Fehlersuche



An der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) der Technischen Universität München werden Positronen gewonnen, die Antiteilchen von Elektronen, und das in der weltweit höchsten Intensität. Die Quelle, die indirekt von Neutronen des FRM II-Reaktors gespreist wird, erzeugt knapp eine Milliarde Positronen pro Sekunde. Den Forschern stehen mit dieser leistungsfähigen Quelle bis zu 1000 Mal mehr Positronen pro Sekunde zur Verfügung als in jedem anderen Labor der Welt. Das spart wertvolle Experimentierzeit und erhöht die Empfindlichkeit. Es lassen sich auch neue Fragestellungen in der Grundlagenphysik beantworten. So untersucht man derzeit das negativ geladene Positronium, ein Teilchen, das aus zwei Elektronen und einem Positron besteht. Positronen werden außer für Grundlagenexperimente vor allem in der Materialforschung eingesetzt, weil sie nicht nur Defekte im Atomgitter erkennen, sondern auch Atomsorten unterscheiden können. Je nach Element zerstrahlen die Positronen bei der Berührung mit den Elektronen unterschiedlich. Die dabei messbare Gammastrahlung ist wie ein Fingerabdruck spezifisch für ein Element. Die Empfindlichkeit der Positronen wiesen die Forscher nun in einem Versuch mit Aluminium und Zinn nach. Unter einer nur 200 Nanometer dünnen Schicht aus 500 Lagen Aluminium-Atomen wurde eine einzelne Lage aus Zinn-Atomen eingebettet. Trotzdem konnten die Positronen die Zinnschicht aufspüren. Das Bild zeigt die Probenkammer der Positronenquelle NEPOMUC (Foto: Jakob Mayer / TU München).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

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

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

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

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

Ständige Mitarbeiter:
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. Röbbe Wünschiers, Quedlinburg.

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

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

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

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

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

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit der Beilage „CLB-MEMORY". Einzelheft – außerhalb des Abonnements – 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 Buchbesprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Das REACH Selen-Tellur-Consortium wurde jetzt gegründet. Es besteht aus 12 weltweit operierenden Unternehmen, die Selen, Tellur und die jeweiligen Verbindungen herstellen beziehungsweise importieren.

Qiagen hat DxS Ltd (DxS) für rund US$ 95 Millionen übernommen und damit die Marktführerschaft in der personalisierten Medizin. DxS ist auf die Entwicklung und die Herstellung von therapiebegleitenden Diagnostika spezialisiert und in Manchester, UK, angesiedelt. Das erweiterte Unternehmen kooperiert mit mehr als 15 Pharmafirmen bei der Vermarktung und/oder der Entwicklung von therapiebegleitenden Diagnostika.

Leica Microsystems, Wetzlar, erhält von Max-Planck-Innovation, der Technologietransfer-Organisation der Max-Planck-Gesellschaft, die Exklusivlizenz für die Umsetzung der neuesten Generation optischer Mikroskope mit Auflösung unterhalb der Beugungsgrenze (Nanoskope). Die Nanoskopie heißt GSDIM (ground state depletion microscopy followed by individual molecule return).

Graffinity Pharmaceuticals kooperiert mit Genentech, San Francisco/USA im Rahmen eines screening-Programms für neue pharmazeutische Wirkstoffe. Genentech darf Graffinity`s spezielle Molekülfragmente-Sammlung einschließlich der „rapid surface plasmon resonance (SPR) screening Technologie nutzen.

Die Affiris AG, Wien, hat die Phase-1 Überprüfung (Sicherheits- und Verträglichkeitsprofil) der von ihr derzeit entwickelten Alzheimer-Impfstoffe AD01 und AD02 erfolgreich abgeschlossen, und erhält dafür die erste Meilensteinzahlung von Lizenzpartner GlaxoSmithKline Biologicals in Höhe von 10 Mio. Euro.

Die BASF Antwerpen N.V. schließt aufgrund von weltweiten Maleinsäureanhydrid (MSA)-Überkapazitäten bis Ende 2009 ihre Produktionsanlage mit einer Jahreskapazität von 115 000 Tonnen am belgischen Standort Feluy und zieht sich ganz von dem Standort mit 133 dort beschäftigten Mitarbeitern zurück. MSA dient hauptsächlich als Baustein für die Herstellung von ungesättigten Polyesterharzen.

Evonik Industries, Essen, baut die Kooperation mit Brenntag für den Vertrieb verschiedener Produktgruppen aus. Vertriebsgebiet ist Europa, ausgenommen Italien und Skandinavien. Brenntag, internationaler Chemiedistributor aus Mülheim a. d. Ruhr, bietet seinen Kunden umfangreiche Mehrwertleistungen und ein globales Supply Chain Management aus einer Hand sowie ein flächendeckendes Distributionsnetz für Industrie- und Spezialchemikalien.

Die Hochschul-Informations-System GmbH (HIS) kooperiert mit AristaFlow, Ulm, um moderne Prozess-Management-Software in die neue Generation von Hochschul-Management-Software HISinOne zu integrieren.

Neue Studie „Wege aus der Wachstumskrise“

Ökologie schafft Arbeit

Deutsche Unternehmen und Anleger haben in den vergangenen Jahrzehnten immer weniger Geld in die Erneuerung der Wirtschaft investiert und sich stattdessen vermehrt auf den Finanzmärkten engagiert. Die aktuelle Krise hat dieses Modell massiv erschüttert. Sie birgt für Deutschland aber auch die Chance, mit Investitionen in grüne Technologien die Globalisierung positiv zu gestalten: indem die deutsche Wirtschaft fit wird für die globalen Märkte der Zukunft, und indem zugleich der Weg zur Lösung des globalen Klimaproblems eingeschlagen wird.

Ein konsequenter Umbau der Produktionsstrukturen in Richtung Energie- und Ressourceneffizienz, Umwelttechnologien und Klimaschutz kann das durchschnittliche reale Wirtschaftswachstum der Bundesrepublik im kommenden Jahrzehnt auf deutlich mehr als zwei Prozent pro Jahr erhöhen. Dagegen ist bei einem Festhalten am bisherigen Wirtschaftsmodell lediglich eine schleppende wirtschaftliche Erholung mit einem durchschnittlichen Wachstum von jährlich kaum mehr als einem Prozent zu erwarten. Durch ein entschlossenes Umsteuern kann die Arbeitslosigkeit noch vor 2020 auf knapp zwei Millionen reduziert werden. Zu diesen Ergebnissen kommen Forscher des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK), des Kieler Instituts für Weltwirtschaft (IfW) und des Instituts für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) in der Hans-Böckler-Stiftung in einer neuen Studie, die am 26. Oktober vorgestellt wurde.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Strategiewechsel ist ein nachhaltiger Investitionsschub, der bereits im kommenden Jahr ansetzen sollte. Da Investitionen in Deutschland im Wesentlichen aus Vermögenseinkommen finanziert werden, halten es die Forscher für entscheidend, dass Vermögenseinkommen durch geeignete Anreize wieder vermehrt in unternehmerische Investitionen fließen. Sie plädieren für einen mittelfristig aufkommensneutralen Umbau des Steuersystems, der unternehmerische Investitionen steuerlich entlastet und zugleich anderweitig verwendete Vermögenseinkommen belastet.

Ein nachhaltiger Investitionsschub kann in den Jahren 2010 bis 2013 die privaten jährlichen Bruttoinvestitionen um insgesamt rund 70 Mrd. Euro, die staatlichen jährlichen Bruttoinvestitionen um insgesamt rund 30 Mrd. Euro steigern, schreiben die Wissenschaftler in ihrer Untersuchung, die vom European Climate Forum koordiniert und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Auftrag gegeben wurde.

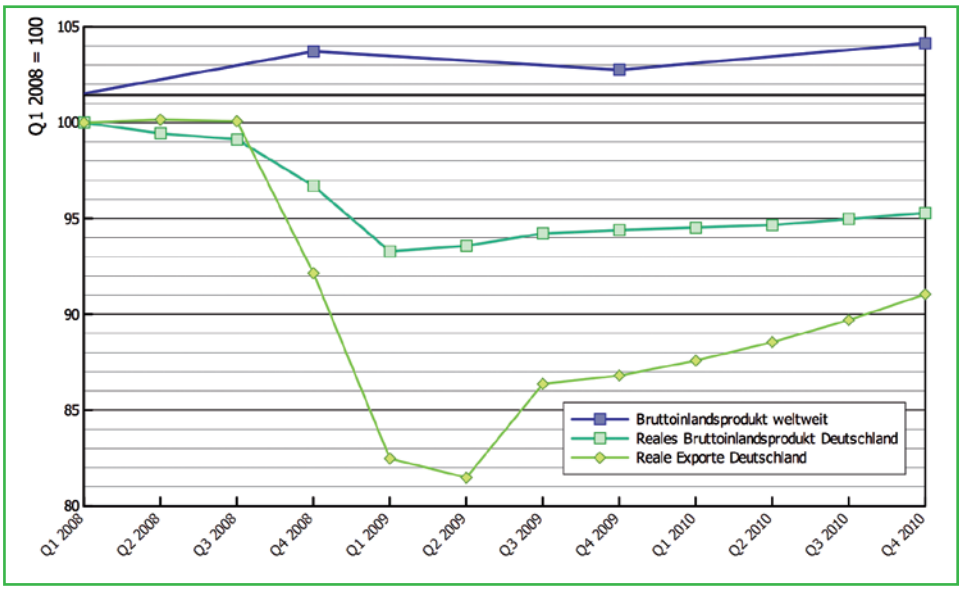
Eine Strategie des „Weiter so“ stelle in jeder der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit eine Fehlentwicklung dar, warnen die Wissenschaftler von PIK, IMK und IfW:

- ökologisch: weil die Innovationen und der Strukturwandel, die für den Schutz regionaler Landschaften und des globalen Klimas erforderlich wären, bei schleppender wirtschaftlicher Entwicklung nicht zustande komme;
- sozial: weil sich die Schere zwischen neuen und alten Bundesländern weiter öffne, und weil ein großer Teil der Jugend in prekäre Existenzen am Rand der Gesellschaft hineinwachse;
- ökonomisch: weil Deutschland seine historischen Standortvorteile verspiele, wenn es nicht neue Industrien und Dienstleistungsbereiche entwickelt.

Die Krise hat nach der Analyse der Wissenschaftler für Deutschland besonders gravierende Konsequenzen, weil es in den vergangenen Jahrzehnten von einem

Hoch- zu einem Niedriginvestitionsland geworden ist. Trotz steigender Vermögenseinkommen sank die Investitionsquote stetig. Von einem Spitzenplatz im Jahr 1970 rutschte die deutsche Wirtschaft mit einer Bruttoinvestitionsquote von 18,2 Prozent unter den OECD-Durchschnitt. Diese Entwicklung ist bedenklich, warnen die Autoren, denn sie führt zu sinkenden Wachstumsraten, zu andauernder Massenarbeitslosigkeit und zu einem sukzessive veraltenden Kapitalstock.

Auch viele Auslandsengagements waren nicht besonders produktiv, zeigt die ökonomische Feinanalyse: Bis zum Ausbruch der Finanzkrise sind deutsche Vermögenseinkommen zunehmend ins Ausland geflossen, und dort nicht etwa vorwiegend in Unternehmen, sondern in staatliche Schuldscheine und andere Finanzanlagen.



Deutschland in der globalen Krise. Die Auswirkungen der Krise treffen Deutschland noch härter als die meisten anderen Industriestaaten (vgl. Abb. 5 und Tab. 1), weil die deutsche Wirtschaft sich in den letzten Jahrzehnten in eine extreme Exportabhängigkeit begeben hat (Abb.: Studie „Wege aus der Wachstumskrise"; Datenbasis: IWF 2009b und Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose 2009b).

Die Studie entwirft eine Strategie der nachhaltigen Entwicklung für Deutschland. Sie beruht auf folgenden Elementen:

- Kurzfristig ist eine Stimulierung der Binnennachfrage durch Inkaufnahme höherer Defizite, also staatliches Deficit-Spending sinnvoll. Wie die Clinton-Administration gezeigt hat, kann auch ein großes Budgetdefizit in wenigen Jahren abgebaut werden, indem die strukturellen Staatsausgaben weniger schnell wachsen als die Wirtschaft.
- Internationale Koordination, insbesondere im Rahmen der EU, ist ein absolutes Muss: Die weitere Forcierung deutscher Exportüberschüsse wird den Euro-Raum in Schwierigkeiten führen, ohne dass Deutschland das Regime der Massenarbeitslosigkeit verlassen würde. Dabei geht es nicht um Reduktion der deutschen Exporte, sondern um Steigerung der deutschen Importe mit entsprechenden Wohlstandsgewinnen für die Bevölkerung.
- Die effektive Nachfrage ist insbesondere durch weitere Anreize zur energetischen Gebäudesanierung zu steigern. Derzeit wird pro Jahr nur etwa ein Prozent aller Gebäude energetisch saniert. Stiege diese Quote auf das Dreifache, könnte dies Investitionen in der Bauwirtschaft, Anlagentechnik und der erneuerbaren Wärmeerzeugung auslösen – und damit mehr Beschäftigung.
- Stromnetze, Gas- und Fernwärme sollten ökologisch umgebaut werden, erneuerbare Energien stärker zum Einsatz kommen, raten die Forscher – all das idealerweise im Rahmen einer langfristigen europäischen Energiestrategie. Diese könnte es beispielsweise ermöglichen, in großem Maßstab Solarenergie aus Südeuropa und Nordafrika zu nutzen. Für mehr Gütertransport per Bahn empfehlen die Wissenschaftler, Engpassstellen im Schienennetz zu beseitigen. Vielerorts sind Investitionen in die zum Teil bereits über 100 Jahre alte Kanalisation notwendig.
- Regionale Cluster im Bereich der nachhaltigen Energieproduktion sind einer der wichtigsten Ansatzpunkte für zukunftsfähige Industrien in Deutschland. Davon würden auch Zukunftsentwicklungen in der Automobilindustrie profitieren: Eine Optimierung der bestehenden Antriebe, aber auch die Entwicklung der Elektromobilität.
- An den Finanzmärkten ist ein Finanz-TÜV angezeigt (wie er in Chile erfolgreich praktiziert wird). Finanz-Produkte werden nur zugelassen, wenn sie für den Finanz-TÜV transparent sind und keine systemischen Risiken erwarten lassen. Systemische Finanzrisiken sind zusätzlich durch geringfügige Transaktionssteuern zu reduzieren, die spekulative Transaktionen im Sekundenbereich verteuern.
- Der Finanz-TÜV kann Instrumente für nachhaltige Geldanlagen zertifizieren und es dadurch privaten Investoren leichter machen, ihr Geld entsprechend anzulegen. Zusätzlich sind finanzielle Anreize für nachhaltige Investitionen angezeigt.

Die Forscher skizzieren in ihrer Untersuchung auch einen detaillierten Fahrplan für den angestrebten wirtschaftlichen Kurswechsel. Er benennt die vordringlichen Maßnahmen für den Zeitraum 2009 bis 2011. Zudem spielen sie verschiedene alternative Szenarien für die Entwicklung der globalen Wirtschaft durch. Mit ihrer Hilfe kann das ökologische Investitionsprogramm flexibel an sich verändernde Situationen angepasst werden.

AKDW Die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste hat **Prof. Dr. Dr. med. habil. Hanns Hatt** (62), Inhaber des Lehrstuhls für Zellphysiologie der Ruhr-Universität Bochum, zum Präsidenten der Akademie für die Amtsperiode 2010 bis 2012 gewählt.

Bio-Chem Fluidics Der Spezialist für Fluid-Handling-Miniaturkomponenten Bio-Chem Fluidics hat **Ray Demirjian** zum Vice President Sales ernannt; er wird für den weltweiten Verkauf, Marketing und Kundendienst verantwortlich sein.

BioPheresis Die BioPheresis GmbH, ein Unternehmen, das sich auf biomedizinische Technologien zur Immuntherapie von Krebs konzentriert, hat **Dr. Niels Emmerich** zum CEO (chief executive officer) ernannt.

BioRN Die BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck wird nun von der Biologin **Dr. Julia Schüler** (44) geleitet, die in den vergangenen neun Jahren als Branchen-Expertin für Biotechnologie bei der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Ernst & Young den deutschen Biotechnologie-Report sowie die Datenanalyse zur internationalen Biotechnologie-Industrie verantwortete.

CAESAR Das Forschungszentrum caesar in Bonn wird jetzt von Frau **Gertrud Bilski** als kaufmännische Geschäftsführerin und Vorstandsmitglied der Stiftung caesar geleitet. Vorher war die Wirtschaftswissenschaftlerin Verwaltungsleiterin am Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn.

ECCO **Prof. Dr. med. Dr. h.c. Manfred Wirth**, Direktor der Klinik und Poliklinik für Urologie im Universitätsklinikum der TU Dresden, wurde in das „Board of Directors“ der ECCO (European Cancer Organisation) gewählt. Die im September 2007 gegründete Non-Profit-Organisation ECCO betreut 24 Mitgliedsgesellschaften.

Kändler

Wirth

Demirjian

Bilski

Schmachtenberg

Heitmann

Dunkel

Jorgensen

EMBO **Prof. Dr. Maria Leptin**, Vorstandsmitglied des Instituts für Genetik der Universität in Köln, wird ab 2010 die Leitung der European Molecular Biology Organisation (EMBO) in Heidelberg übernehmen. Die europäische Wissenschaftsvereinigung fördert die Grundlagen auf dem Gebiet der Molekularbiologie mit Graduiertenstipendien, Workshops, Netzwerken und Wissenstransfer.

Hellma Die Hellma GmbH & Co. KG, Weltmarktführer für Küvetten und optischen Komponenten aus Glas und Quarzglas für die moderne Analytik, hat den Maschinenbau-Ingenieur **Holm Kändler** (40) zum Technischen Leiter des Unternehmens gewählt.

IG BCE Die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) hat **Michael Vassiliadis** zum Vorsitzenden gewählt. Vassiliadis ist seit 2006 auch stellvertretender Vorsitzender des TFH-Hochschulrats (Technische Fachhochschule Georg Agricola Bochum).

IMMATICS Die immatics biotechnologies GmbH ernannte den Mediziner **Dr. Carsten Reinhardt** zum Leiter der Klinischen Entwicklung (Chief Medical Officer). Dr. Reinhardt leitete in den vergangenen vier Jahren das klinische Entwicklungsteam von Micromet

Inc. **Micromet** Das deutsch-amerikanische Biotechnologie-Unternehmen Micromet hat den Onkologen **Dr. Jan Faberberg** zum Senior Vice President und Chief Medical Officer ernannt.

PharmaDiagnostics Das Unternehmen, welches screening Technologie entwickelt, hat **Dr. David Ricketts** (47) zum CEO ernannt. Gleichzeitig wurden in einer zweiten Finanzierungsrunde 2.5 Mio Euro aufgenommen.

TU9 Auf der TU9-Mitgliederversammlung in Karlsruhe (die 9 führenden Technischen Universitäten Deutschlands) ist **Prof. Dr. Ernst Schmachtenberg** (57), Rektor der RWTH Aachen, ab 2010 zum neuen Präsident gewählt worden. Herr **Prof. Dr. Erich Barke** (62), Präsident der Leibniz Universität Hannover, wurde in seinem Amt als TU9-Vizepräsident bestätigt.

UMCO Aufgrund ihrer besonderen Leistungen erteilte die Geschäftsleitung der UMCO Umwelt Consult GmbH **Kerstin Heitmann** die allgemeine Handlungsvollmacht. Sie ist nun berechtigt branchentypische Geschäfte, die zum gewöhnlichen Betrieb gehören, allein verantwortlich auszuführen. Die Diplom-Chemikerin ist maßgeblich beim Auf- und Ausbau des REACH-Bereiches beteiligt.

EHRUNGEN

Der Mediziner **Prof. Dr. Charles Dinarello**, 66, University of Colorado in Denver, USA, erhält den mit 100 000 Euro dotierten **Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis 2010** für seine Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Zytokine. Prof. Dinarello gilt als Gründungsvater der Zytokinbiologie. Er reinigte und klonierte unterschiedliche Interleukine, unter anderem als erster Interleukin-1-beta, und etablierte gleichzeitig die Anwendung von Interleukin-1-Hemmstoffen, darunter monoklonale Antikörper, für die Therapie.

Der mit insgesamt 60 000 Euro dotierte **Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Nachwuchspreis 2010** geht an die Frankfurter Biologin **Prof. Dr. Amparo Acker-Palmer**, 41, vom Exzellenzzentrum „Makromolekulare Komplexe“ der Goethe-Universität, für ihre „Beiträge zum Verständnis von Ephrinen und Eph-Rezeptoren und ihrer Bedeutung für die Plastizität des Gehirns und die Blutgefäßentwicklung“. Prof. Acker-Palmer erforscht die Bildung von neuronalen und vaskulären Netzwerken.

Einen von dreien der „**PRRSV-Forschungspreise**“, die mit jeweils 25 000 Euro dotiert sind, erhielt der Gießener Virologe **Prof. Till Rümenapf**. Der von der Firma Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH erstmals ausgeschriebene Forschungspreis in Höhe von 75 000 Euro ist für Forschungsvorhaben gedacht, die sich mit dem „Porzinen Reproduktions- und Respirationssyndrom-Virus“ (PRRSV) beschäftigen. Das für den Menschen ungefährliche PRRSV gilt als eine der weltweit wirtschaftlich bedeutendsten Viruserkrankungen in der Schweinehaltung.

Dr. med. Christian Werner vom Universitätsklinikum des Saarlandes in Homburg/Saar erhielt für seine Studie „Sportliche Aktivität beeinflusst die Telomer-Biologie und reduziert Alterungsvorgänge in zirkulierenden mononukleären Zellen und in der Gefäßwand“ den diesjährigen mit 15 000 Euro dotierten **August Wilhelm und Lieselotte Becht-Forschungspreis** der Deutschen Stiftung für Herzforschung.

Beatriz H. Juarez und **Christian Klinke** von der Universität Hamburg wurden mit dem diesjährigen **Nanowissenschaftspreis** ausgezeichnet. Sie erhielten den mit 5000 Euro dotierten Preis gemeinsam für ihre Arbeit zu einer neuen Methode, Nanopartikel an Kohlenstoff-Nanotubes anzubinden. Der Nanowissenschaftspreis wird von der Arbeitsgemeinschaft der Nanotechnologie-Kompetenzzentren in Deutschland (AGeNT-D) vergeben.

Der aus Dänemark stammende Biogeochemiker **Prof. Dr. Bo Barker Jørgensen**, Direktor am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, ist einer der Preisträger des diesjährigen **Deutschen Umweltpreises**. Er wird damit für seine Forschungsarbeiten zur Rolle der Mikroorganismen im Meer gewürdigt. Die mit 500 000 Euro höchstdotierte Umweltauszeichnung Europas wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) verliehen und zeichnet Leistungen aus, die in vorbildhafter Weise zum Schutz und zur Erhaltung unserer Umwelt beitragen. Jørgensen teilt sich den diesjährigen Umweltpreis mit den Unternehmern Petra Bültmann-Steffin und Dr. Carsten Bührer sowie mit der Ehrenvorsitzenden des Bundes für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND), Dr. Angelika Zahrnt.

Der mit 15 000 Euro dotierte **Professor Erich Krautz-Preis 2008** ging an den mittlerweile am Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics der Universität Oxford forschenden **Dr. Jörn Dunkel** für seine Studien zur relativistischen Brownschen Bewegung, mit denen er am Augsburger Lehrstuhl für Theoretische Physik promoviert hat. Dem Stifterwillen entsprechend wird mit dem Preis alljährlich die beste am Institut für Physik der Universität Augsburg vorgelegte Dissertation des vorangegangenen Jahres ausgezeichnet. 2500 Euro gehen dabei an den Preisträger persönlich, der verbleibende Betrag ist für die Forschungsförderung des Preisträgers vorgesehen.

Den mit 100 000 Euro dotierten Preis in der Kategorie Innovation des **Innovationspreises 2009 des Landes Nordrhein-Westfalen** erhält **Dr. Friedrich-Karl Bruder** (47) für die Entwicklung einer Spezialfolie, mit der sich qualitativ hochwertige Hologramme preisgünstig herstellen lassen. Der junge Kölner Forscher **Dr. Oliver Schumacher** (35) erhält den Preis in der Kategorie Nachwuchs für seine Forschung über die Selbstheilungskräfte der menschlichen Zellen als entscheidende Waffe im Kampf gegen den Krebs im Alter. Ebenfalls in der Kategorie Nachwuchs wird **Dr. Kai Phillip Schmidt** (34) von der TU Dortmund ausgezeichnet. Er forscht an den Grundlagen für den Bau des Supercomputers der Zukunft. Beide Nachwuchswissenschaftler erhalten jeweils ein Preisgeld in Höhe von 50 000 Euro.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat **Dr. Jan Gläscher** den mit 1,25 Millionen Euro dotierten **Bernstein Preis** verliehen. Mit dem international ausgeschriebenen Preis werden jährlich Nachwuchswissenschaftler auf dem Gebiet der Computational Neuroscience ausgezeichnet. Gläscher, derzeit Wissenschaftler am California Institute of Technology (Pasadena, Kalifornien), wird mit der BMBF-Förderung nach Deutschland zurückkehren (UK Hamburg-Eppendorf).

Dr. Martin Bram, **Dr. Hans-Peter Buchkremer** und **Prof. Dr. Detlev Stöver** vom Jülicher Institut für Energieforschung wurden mit dem diesjährigen **Erwin-Schrödinger-Preis** der Helmholtz-Gemeinschaft und des Stifterverbandes ausgezeichnet. Zusammen mit der Schweizer Medizintechnikfirma Synthes wurden sie für die Entwicklung eines innovativen Werkstoffs für Wirbelsäulenimplantate geehrt. Der Preis ist mit 50 000 Euro dotiert.

Der Tübinger Mineraloge **Dr. Volker Presser** (27) erhielt den diesjährigen **Hanns-Bruno-Geinitz-Preis** der Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen Dresden (SNSD). Der 5000 Euro dotierte Preis wird in unregelmäßigen Abständen an einen Geowissenschaftler vergeben. Volker Presser beschäftigt sich mit Keramiken, insbesondere mit Oxidation und Verschleiß von Siliziumkarbid, einem keramischen Werkstoff.

Für seine Arbeit auf dem Gebiet der Genregulation wird der Heidelberger Forscher **Andreas Ladurner** mit dem **Young Investigator Award** ausgezeichnet. Mit seinen Arbeiten hat er zur Aufklärung molekularer Mechanismen der Signalübertragung im Zellkern beigetragen. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis wird alle zwei Jahre durch die Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie, Frankfurt/Main, verliehen und von der Schering Stiftung, Berlin, gefördert.

Margarine und trans-Fettsäuren

Die Mischung macht's

Annette von Kieckebusch-Gück, Liestal (CH)

Margarine ist eine Emulsion aus pflanzlichen oder tierischen Speisefetten und Wasser. Aus Gesundheitsgründen essen viele Menschen Margarine statt Butter. In der Margarine sind jedoch auch trans-Fettsäuren enthalten, die in ihrer gesundheitlichen Wirkung auf den Organismus umstritten sind. Nahrungsfette versorgen den menschlichen Organismus mit Energie, stabilisieren den Blutdruck und sind in vielen Organen, wie Haut, Darm und Gehirn vorhanden. trans-Fettsäuren finden sich in geringem Maße in tierischen Fetten. Sie weisen gegenüber cis-Fettsäuren andere räumliche Strukturen auf, die ernährungsphysiologisch von Nachteil sind. Größere Mengen entstehen bei der Fettgewinnung und Raffination aus pflanzlichen Fetten durch Isomerisierung der cis-Form. trans-Fettsäuren sind thermodynamisch stabiler und haben einen höheren Schmelzpunkt als die entsprechenden cis-Verbindungen.

Margarine ist eine Emulsion aus pflanzlichen oder tierischen Speisefetten und Wasser. Aus Gesundheitsgründen essen viele Menschen Margarine statt Butter. In der Margarine sind jedoch trans-Fettsäuren enthalten, die gesundheitlich sehr umstritten sind.

Margarine, ein vorwiegend pflanzliches Fett, macht aus kulinarischer Sicht eigentlich gar keinen Sinn. Sie schmeckt nicht wirklich gut und eignet sich eigentlich nur in ihrer Diätvariante für Konsumenten, die sich fettarm ernähren müssen. Die Frage, ob nun Margarine oder Butter gesünder ist, dauert nun schon seit drei Jahrzehnten an. In den 1970er-Jahren verdammten die Ernährungsberater die Butter, weil sie mit ihrem hohen Cholesteringehalt und den gesättigten Fettsäuren eine schädliche Wirkung auf das Herz habe. Daraufhin strichen sich die Gesundheitsbewussten nur noch Margarine aufs Brot. Sie galt als gesünder, weil sie viele mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthält, die angeblich vor Arterienverkalkung schützen.

Heute weiß man, dass Margarine keineswegs immer gesund ist. 1993 rüttelte eine Studie des Ernährungswissenschaftlers Dr. Walter Willet von der Harvard Medical School die Gemeinde der Gesundheitshüter auf. Darin wurde Margarinekonsumenten – im Vergleich zu Butter-Verwendern – ein erhöhtes Risiko für Herzinfarkte attestiert. Denn in vielen Margarinesorten stecken trans-Fettsäuren. Diese „Übeltäter" sind viel schädlicher als die gesättigten Fettsäuren der Butter, weil sie sich noch ungünstiger auf den Cholesterin-Spiegel im Blut auswirken.

Wurden die Konsumenten also als Versuchskaninchen missbraucht, wenn sie sich anstelle von Butter Margarine aufs Brot strichen? Pries man ge-

Abbildung 1: Die Qual der Wahl hat man bei Margarine (Foto: RK).

Die Autorin

Dr. Annette von Kieckebusch-Gück ist seit 2005 Chefredaktorin der Schweizerischen Laboratoriums-Zeitschrift SLZ. Sie studierte in Konstanz und Freiburg Biologie mit Schwerpunkt Biophysik, diplomierte am MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen und promovierte an der ETH Zürich über die Mutagenese von Membranproteinen. Nach einer einjährigen Postdoc-Zeit in Kanada und einer Familienpause wechselte sie in den Wissenschaftsjournalismus.

sundheitsfördernde Eigenschaften der Margarine, ohne sie je untersucht zu haben? In Dänemark und in der Schweiz sind heute bereits Lebensrnittel verboten, die mehr als zwei Prozent künstlich gehärtete Fette enthalten.

Geschichte der Margarine

Die Margarine wurde ursprünglich in Frankreich entwickelt. Anlässlich eines Preisausschreibens von Napoleon III. 1866, der aufgrund Buttermangels in Frankreich einen preiswerten Butterersatz suchte, erfand der Lebensmittelchemiker Hippolyte Mège-Mouriés Alternativen zur Butter. Dieses erste Margarineprodukt bestand aus Rindertalg und Magermilch.

Im Jahr 1901 untersuchte Wilhelm Normann in Freiburg/Breisgau die Wasserstoffanlagerung an Maschinenöle. Es gelang ihm, flüssige Ölsäure durch katalytische Hydrierung an fein verteiltem Nickel in feste Stearinsäure umzuwandeln. Daraus entwickelte er die Fetthärtung zu Margarine aus Rindertalg, Magermilch und gehäckselten Kuheutern. Die Technik erlaubte nun aber auch, pflanzliche Öle oder Walöl zur Margarineherstellung zu verwenden.

Der Margarine haftete wegen der billigen Zutaten lange das Image einer „minderwertigen Butter“ an. Erst seit den 1970er Jahren wurde die Margarine als eigenständiges Lebensmittel mit ernährungsphysiologischer Qualität angesehen. Wer sich gesundheitsbewusst ernähren wollte, verlegte sich auf pflanzliche Margarine.

Die Studie des Amerikaners Walter Willet (1993), nach der der Konsum von Margarine mit einem erhöhten Risiko für Herzinfarkte einhergeht, brachte dann die Ernüchterung. Heute propagiert man einen sparsamen Gebrauch von reiner Pflanzenmargarine.

Herstellung der Margarine

Heute werden weltweit jährlich rund fünf Millionen Tonnen Margarine produziert. Grundlage der Margarineherstellung sind Öle und billige Fette. Tierische Fette wie Rindertalg oder Fischöl kommen bei der Herstellung nur noch in geringem Umfang (10% in normaler Haushaltsmargarine) zum Einsatz (Abbildung 1). Die heute eingesetzten pflanzlichen Fette und Öle sind Kokosfett, Sojaöl, Sonnenblumenöl, Rapsöl, Palmöl, Erdnussöl und Maiskeimöl (Tabelle 1).

Um eine streichfähige Masse aus diesen Ölen herzustellen, müssen diese künstlich gehärtet werden. Leider entstehen bei diesem Prozess die als schädlich eingestuften trans-Fettsäuren und andere kritische Nebenprodukte. Auch die Umwandlung der gesunden ungesättigten Fettsäuren in gesättigte lässt sich nicht ganz vermeiden.

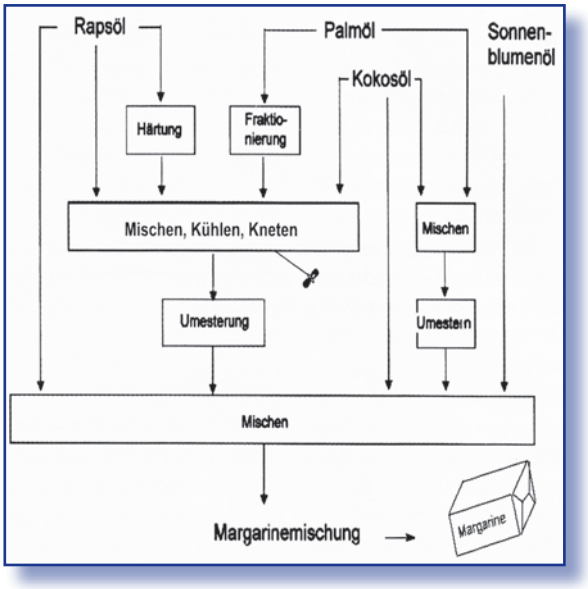


Abbildung 2: Herstellung von Margarine im Prozess von Raffination, Härtung, Umesterung und Mischen der Öle.

Behandlungsverfahren

Die Herstellung von Margarine aus Ölsaaten ist im Vergleich zu Butter sehr aufwendig. Die physikalischen und auch ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Margarine lassen sich durch eine gezielte Folge von Prozessschritten verändern (Abbildung 2):

- Extraktion und Raffination zu Öl
- Winterisierung
- Umesterung
- Fraktionierung
- Konfektionierung
- Härtung

Tabelle 1: Bestandteile von Margarine.

Bestandteile	Menge (%)	Beispiele
Fett / Öl	80	Soja, Raps, Sonnenblumen, Palmöl, Kokosfett, Baumwollsaatöl, z.T. gehärtet
Wasser	Rest zu 100	Trinkwasser
Milchbestandteile	< 6	Sauer-, Dick-, Buttermilch, Sauer-, Süßmolke
Emulgatoren	0,2 - 0,6	Lecithin, Mono-, Diglyceride
Salz	0,1 - 0,3	
Konserv.stoffe	< 0,12	Sorbinsäure (in fettreduzierten Sorten)
Aromen	Spuren	öl- und wasserlöslich; meist natürlich
Speisesäuren	unregelmäßig	Zitronen-, MIlchsäure
Vitamine (I.E)	1500 100 100 - 300	Vitamin A Vitamin D Vitamin E
Gelatine Milchproteine		in fettreduzierten Sorten
Farbstoffe	Spuren	Beta-Carotin

Extraktion und Raffination

Bei der Extraktion werden aus den aufgearbeiteten Kernen mit Lösungsmitteln – wie etwa Hexan – die gewünschten Öle herausgelöst. Das Gemisch aus Lösungsmittel und Öl durchläuft anschließend eine mehrstufige Verdampferanlage, bis das Lösungsmittel vollständig entwichen ist.

Danach werden durch die Raffination unerwünschte Bestandteile entfernt, wie etwa Fettbegleitstoffe aus dem Öl. Dies garantiert eine längere Haltbarkeit. Die gereinigten Öle und Fette dienen als Grundlage für die Fetthärtung und die Herstellung der Margarine. Raffinierte Speiseöle sind im Allgemeinen haltbarer, heller und weniger geschmacksintensiv als nicht raffinierte Öle.

Daneben gibt es native Speiseöle, die durch Pressen ohne Wärmezufuhr oder durch mechanische Verfahren gewonnen werden, z.B. natives Olivenöl. Sie enthalten noch viele Farbstoffe und Geschmacksträger. Andere Öle werden durch Ausschmelzen und Zentrifugieren gewonnen.

Wesentliche Schritte bei der Raffination sind:

- Winterisierung: Spezielle Ölsorten, wie etwa Baumwollsaat und Sonnenblumenöle, werden bei niedriger Temperatur trübe. Obwohl diese Stoffe, z.B. Lecithin, gesundheitlich wertvoll sind, wird die Trübung durch Abkühlung auf fünf bis zehn Grad Celsius und Abtrennung der festen, auskristallisierten Bestandteile geklärt. Die Fettsäurekomposition bleibt dabei im Wesentlichen erhalten. Diese Behandlung erhöht die Kältebeständigkeit des Speiseöls bei Kühlschranktemperaturen.
- Entschleimung: Abtrennung von Pflanzenschleimstoffen, Trübstoffen und Phospholipiden, wie Lecithin, durch Heißwasser, Dampf oder verdünnte Säuren.
- Entsäuerung: Neutralisation und Entfernung der kratzend schmeckenden freien Fettsäuren durch Natronlauge.
- Bleichung: Filtervorgang zur Eliminierung von unerwünschten natürlichen Farbstoffen, etwa Chlorophyll.
- Desodorierung: Entfernung unerwünschter Geruchsund Geschmacksstoffe. Durch die Wasserdampfdestillation bei 300 °C werden Geruchsstoffe, Aldehyde, Ketone, Vitamine und freien Fettsäuren entfernt. Danach wird das Öl im Vakuum auf 50 °C abgekühlt. Nach der Raffination werden die Modifikationen durchgeführt, deren Ziel die Produktion von streichfähiger Margarine ist. Umesterung, Fraktionierung, Konfektionierung und Härtung bewirken chemische Umwandlungen an den Fettsäuren und Triglyceriden.

Umesterung

Bei der Umesterung werden die Fettsäuren von Glycerin abgetrennt und an anderer Stelle wieder zusammengefügt. Die Fettsäuren bleiben in ihrer natürlichen Struktur erhalten, die neuen Triglyceride sind allerdings Kunstprodukte. Ziel der Umesterung von Fettsäuren ist die Veränderung des Schmelzverhaltens des Öls.

Bei diesem Verfahren wird die Fettsäure-Zusammensetzung durch Wärmebehandlung mit einem Katalysator, z.B. Natriummethylat, verändert. Anders als bei der Härtung wird nicht Wasserstoff angelagert, sondern die einzelnen Bestandteile der Fettmoleküle werden voneinander getrennt und anschließend wieder zu einem neuen Triglycerid zusammengefügt. Auch hier kann der Schmelz-

Abbildung 3: Aufbau eines ungesättigten Triglycerids aus Glycerin und ungesättigten Fettsäuren.

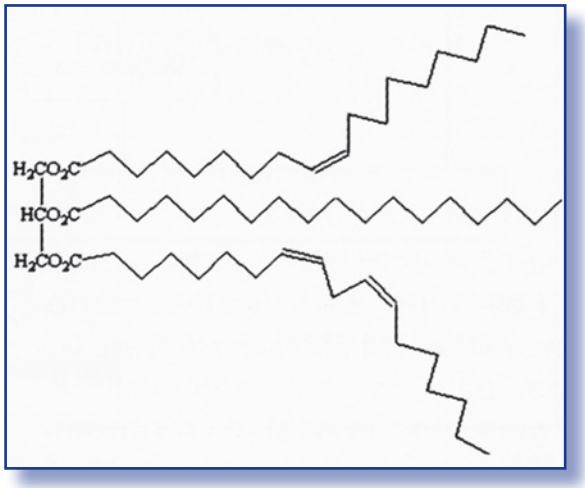
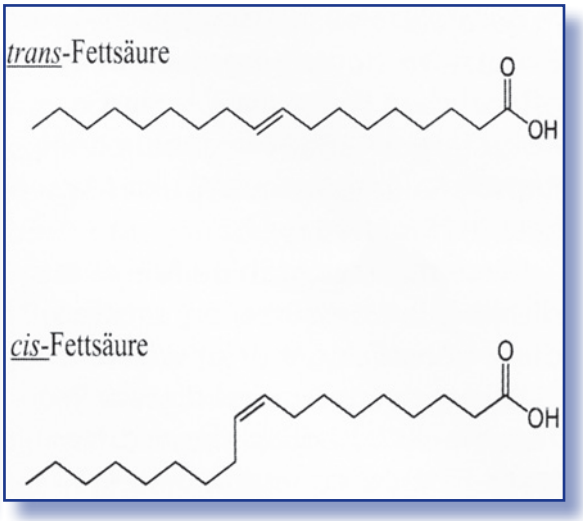


Abbildung 4: Teilhärtung von Fetten. cis-Doppelbindungen wie hier am Beispiel der Oleinsäure werden bei der Härtung von Pflanzenölen neu in trans-Bindung zu Elaidinsäure (oben) verknüpft.



punkt gezielt verändert werden. Die neue Fettzusammensetzung stellt ein reines Kunstproduktdar.

Fraktionierung

Fette und Öle bestehen aus einem Gemisch von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren, die bei unterschiedlichen Temperaturen schmelzen. Möchte man z.B. aus einem Öl ein festes Fett machen, kann man durch Erwärmung und andere physikalische Verfahren die höher schmelzenden Anteile (Stearine) von den niedriger schmelzenden Anteilen (Oleine) abgetrennen. Fraktionierte Speisefette finden in der Süßwarenindustrie, zur Herstellung von Kakaobutter-Austauschfetten, zur Margarineherstellung und als Backfette Verwendung. Die flüssigen Anteile sind Bestandteil von Speiseölen und Fritierfetten.

Konfektionierung

Hydrierung, Umesterung und Fraktionierung dienen gleichfalls zur Erzeugung von sogenannter MCT-Fetten (mittelkettige Triglyceride). Sie werden zu Diätmargarine verarbeitet. Mittelkettige Triglyceride (MCT) werden vom Körper nicht in das Fettgewebe eingelagert und senken den Cholesterinspiegel. Die Triglyceride der mittelkettigen Fette sind kleiner und besser wasserlöslich als die der langkettigen Fette. Sie werden wesentlich rascher resorbiert als langkettige Fettsäuren und können auch bei geringer Produktion von Gallenflüssigkeit vom Körper aufgenommen werden.

Ursprünglich fielen MCT-Fette als Nebenprodukt bei der Herstellung langkettiger Fettsäuren an. Heute werden sie für den diätetischen Lebensmittelbereich ganz gezielt hergestellt.

Fetthärtung

Fette sind Esterverbindungen des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit drei Fettsäure-Molekülen, kurz als Triglyceride bezeichnet. Ungesättigte Fette enthalten Fettsäuren mit Doppelbindungen (siehe Abbildung 3).

Bei der Fetthärtung, auch als Hydrierung bezeichnet, wird Wasserstoff an mehrfach ungesättigte Fettsäuren angelagert. Dabei werden die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren aufgebrochen und gesättigt. Die Hydrierung erfolgt an den Katalysatoren Nickel und Aluminium bei 120-180 °C und einem Wasserstoffdruck von 6-7 bar.

Dabei reagieren die Doppelbindungen im Fettsäuremolekül mit Wasserstoff. Da die gesättigten Fettsäuren einen höheren Schmelzpunkt haben, bildet sich aus den flüssigen Ölen ein festes Fett.

Da zum Verfestigen der Fette eine vollständige Härtung nicht erforderlich ist, wird dieser Eingriff in die Struktur der Fettsäuren unterbrochen, das Fett wird teilgehärtet. Die dabei entstehenden Fettsäuren sind weiterhin ungesättigt. Ihre Doppelbindungen können bei dem Prozess innerhalb des Moleküls auch Wandern. Sie stehen dann in transstatt in cis-Stellung. Als Beispiel dient Elaidinsäure aus Ölsäure (siehe Abbildung 4).

Mischprozesse

Zur Margarineherstellung werden die verfestigten Öle und Fette in einem genau festgelegten Verhältnis zu einer Fettkomposition vermischt. Die festen und halbfesten teilgehärteten Fette werden durch leichtes Erwärmen in einen flüssigen Zustand überführt, bei späterem Abkühlen verfestigt sich das ganze Fettgemisch wieder. Die in Öl löslichen Zutaten, die Vitamine A, D und E und der Emulgator Lecithin und die in Wasser löslichen Zutaten, z.B. entrahmte, gesäuerte Milch, Aromastoffe, Stärkesirup, Milcheiweiss, Laktose, Kochsalz werden getrennt vermischt. Für die appetitliche Gelbfärbung wird der natürliche Farbstoff Carotin hinzugefügt.

Im Fabrikationsprozess werden beide Phasen getrennt zu einem Schnellkühler geleitet, dort gemischt, gerührt, gekühlt und geknetet und gehärtet. Ein Schnellkühler besteht aus mehreren von außen gekühlten Rohren, in der sich eine Welle dreht, die mit einem Schaber ausgestattet ist. Die Öl- und Milch/ Wasser-Anteile mischen sich beim Rühren in den Rohren und erstarren an den kalten Innenwänden. Diese Schicht wird durch die Drehwelle abgeschabt und gleichzeitig geknetet. Dabei verbinden sich die ölige und wässerige Phase, sodass ein geschmeidiges Streichfett entsteht. Auf den Zusatz von Konservierungsstoffen kann verzichtet werden, das Produkt ist bakteriell nicht abbaubar.

Margarine heute

Früher wurden Fette zum großen Teil zu trans-Fettsäuren teilgehärtet. Ein wichtiger Grund für die Teilhärtung war auch die Annahme, dass trans-Fettsäuren den LDL-Cholesterinspiegel weniger erhöhen als gesättigte Fettsäuren. Genau das Gegenteil ist der Fall. Trans-Fettsäuren erhöhen anteilmäßig das „schlechte“ LDL-Cholesterin, das als Risikofaktor für Arterienverkalkung gilt. Gleichzeitig senken sie den Anteil des vorteilhaften HDL-Cholesterins. HDL-Partikel können Ablagerungen in den Adern aufnehmen und zur Leber transportieren, wo sie dann abgebaut werden.

Heute hält man den Gehalt an trans-Fettsäuren niedrig, indem man Öle bis zur Stearinsäure durchhärtet – sie erhöht den Cholesterinspiegel nachweislich nicht. Anschließend werden die gehärteten Fette mit ungehärteten Fetten und Öl-

Bezeichnung	Fette
Standardmargarine	mindestens 80 % Fettgehalt
Halbfettmargarine	39 bis 41 % Fettgehalt
Pflanzenmargarine	mindestens 98 % des Fettgehalts aus pflanzlichem Fett, davon mindestens 50 % nicht gehärtet und mindestens 15 % Linolsäure, bezogen auf den Gesamtfettsäureanteil
Sonnenblumenmargarine	mindestens 97 % des Fettgehalts aus Sonnenblumen
Diätmargarine	nur aus pflanzlichen Ölen/Fetten und mindestens 40 % mehrfach ungesättigte Fettsäuren, max. 40 mg Kochsalz/100 g
Reformmargarine	max. 40 mg Kochsalz/100 g, keine gehärteten Fette
Produkt „linolsäurehaltig“	Anteil an Linolsäure mindestens 30 %

Tabelle 2: Verkehrsbezeichnungen von Margarine.

en vermischt. Auf diese Weise wird der Anteil an trans-Fettsäuren stark reduziert. Wer gerne Margarine auf das Brot schmiert, kann dies ohne Reue tun, wenn er darauf achtet, reine Pflanzenmargarine zu verwenden. Haushaltsmargarine besteht dagegen aus pflanzlichen oder tierischen Fetten oder deren Mischungen. Standardmargarine beinhaltet je zur Hälfte pflanzliche und tierische Öle und Fette (Tabelle 2).

Die Herstellung von Sonnenblumenmargarine ist jedoch problematisch. Da sie zu 97 Prozent Sonnenblumenöl enthalten muss, ist eine Beimischung von anderen Fettarten nicht möglich und damit eine Teilhärtung unvermeidbar. Weil die Mischung aus durchgehärtetem und flüssigem Öl keine optimale Konsistenz ergibt, muss ein stattlicher Anteil des Sonnenblumenöls teilgehärtet werden.

Ernährungsphysiologisch ist die Beobachtung von Willet, nach der Margarinekonsumenten ein erhöhtes Krebs-Risiko aufweisen, damit noch nicht aus der Welt geschafft. Wie weiter unten beschrieben werden wird, stellen nicht nur die trans-Fettsäuren, sondern auch chemische Produkte aus dem Raffinationsprozess ein Gesundheitsrisiko dar. Daher sollte Margarine sparsam verwendet werden. Die Verwendung von Pflanzenmargarine als Brotaufstrich ist zu empfehlen, da sie sich – im Gegensatz zu Butter aus dem Kühlschrank – sehr dünn streichen lässt. Wissenschaftler empfehlen allerdings, nicht mehr als zwei Gramm trans-Fettsäuren pro Tag aufzunehmen. Das Risiko für Herzkreislauferkrankungen steigt bereits bei der Aufnahme von vier bis fünf Gramm trans-Fettsäuren pro Tag um rund 25 Prozent. Insbesondere sollte der Konsument von gehärteten Speisefetten in Backwaren und Nussnougatcremes Abstand nehmen.

Aus Triglyceriden mit oxidationsempfindlichen, mehrfach ungesättigten Fettsäureketten entstehen bei der Härtung gehärtete Speisefette, die in vielen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung Verwendung finden.

Übrigens: Auch beim Braten entstehen zu einem hohen Prozentsatz trans-Fettsäuren!

Lebensmittel	trans-Fettsäuren (%)
Margarine	2 - 25
Butter	3,5
Milchschokolade	0,01
Nuss-Nougat-Creme	11
Butterbiskuit	2
Biskuit	5
Eiscreme	6
Blätterteig	2
Kartoffelchips	22
Pommes frites	26 - 35
Bratfett	16
Bratensauce	6
Sauce Hollandaise	22
Käse	2 - 4
Milch	3 - 4
Huhn	0,75
Rindfleisch	2,75
Müsliriegel	40
Pizza	15 - 20

Tabelle 3: trans-Fettsäuregehalt in Lebensmitteln, prozentual gemessen am Gesamtfettgehalt.

Analytik von trans-Fettsäuren

Trans-Fettsäuren weisen ein erhöhtes Risikopotential auf. Daher werden Lebensmittel routinemäßig auf ihren trans-Fettsäure-Anteil getestet: Häufig findet man in einem Viertel der Testproben einen zu hohen trans-Fettsäure-Gehalt Für die Routineuntersuchung von trans-Fettsäuren stehen drei Methoden, die IR-Analytik, die GC-MS-Analytik und die Argentationschromatographie zur Verfügung. Die IR-Analytik ermittelt den Gesamtgehalt der trans-Fettsäuren, während die GCAnalytik, die Fettsäureverteilung analysiert und in der Argentationschromatographie für die Bestimmung des eisund trans-Gehaltes eine Silbernitrat-Dünnschichtchromatographie mit Gaschromatographie kombiniert wird.

Probenvorbereitung

Die Fette und Öle werden direkt umgeestert. Aus Margarine- und Butterproben wird das Fett durch Schmelzen und Zentrifugieren gewonnen. Süß- und Backwaren werden zerkleinert und mit n-Hexan extrahiert. Bei wasserhaltigen Lebensmitteln wie Fertigmenüs, Fleisch, Wurstwaren, Milch,

Milchprodukten, Eier und Fisch bietet es sich an, das Probenmaterial zuvor zu lyophilisieren und dann ebenfalls zu extrahieren.

Derivatisierung

Fettsäuren werden üblicherweise für die Analyse als Methylester (FAME) chromatographisch aufgetrennt und nachgewiesen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten; die gängigste Methode ist die Umesterung mit methanolischer KOH bzw. mit BF3/MeOH. Da die FAMEs sich nicht dazu eignen, bei der GC-MS-Analytik von ungesättigten Fettsäuren Auskunft über die Position der Doppelbindung zu geben, werden hierfür Pyrrolidin-, Picolin- oder 4,4-Dimethyloxazolin-Derivate (DMOX) eingesetzt.

Infrarot-(IR)-Spektroskopie

Die Bestimmung von trans-Fettsäuren via Infrarot-Spektroskopie (IR) ist die klassische Methode zur Analyse des trans-Fettsäure-Gehalts in Lebensrnitteln. Isolierte trans-Doppelbindungen zeigen eine spezifische Absorption bei 966 cm^{-1} (10,3 μm), welche von der Bande für gesättigte Fettsäuremethylester bei 1121 cm^{-1} begleitet wird (Abbildung 6).

Die Bestimmung mittels InfrarotSpektroskopie beruht auf einer Absorptionsbande der trans-Fettsäuren bei 10,3 μm (970 cm^{-1}), die durch eine Deformationsschwingung der C-H-Bindung der trans-Doppelbindung verursacht wird. Zwecks Analyse wird ein IR-Spektrum (Transmission oder Absorption) im Bereich von 1050 cm^{-1} bis 900 cm^{-1} aufgenommen. Um die tatsächliche Transmission oder Absorption zu bestimmen, muss das Hintergrundspektrum subtrahiert werden.

Die Infrarottechnik hat den Nachteil, dass nur der Gesamtgehalt an trans-Fettsäuren eines Lebensmittels, nicht aber die Verteilung der verschiedenen trans-Fettsäuren bestimmt werden kann. Auch die Kalibrierung ist heikel.

Im Regelfall werden für die IR-Analytik FAMEs benutzt. Sie bringen aber das Problem mit sich, dass sie für Werte im Bereich 1 bis 15 % Ergebnisse produzieren, die um 1,5-3 % niedriger liegen.

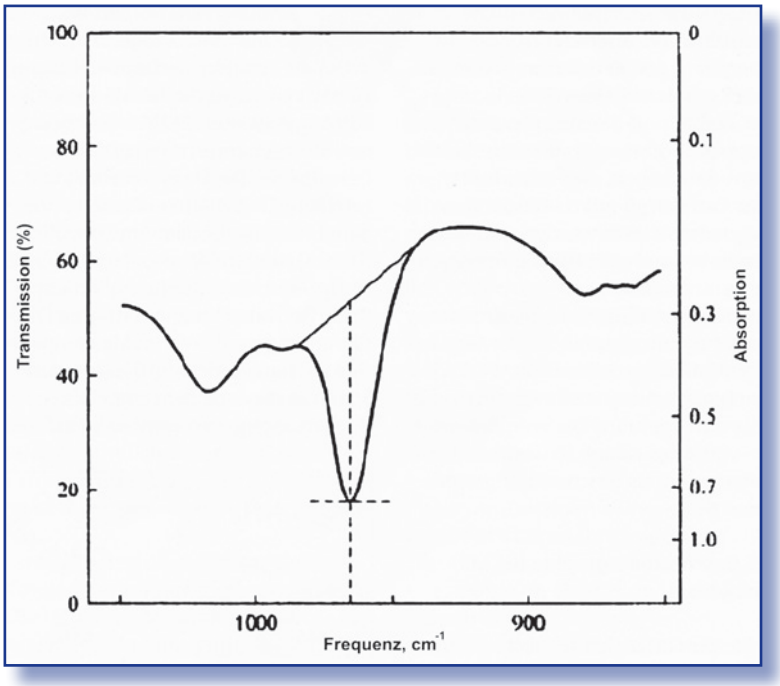
Argentationschromatographie

Die Argentationschromatographie wird oft als Vorbehandlung für die Gaschromatographie eingesetzt. Dabei werden mit Silberionen beladene Silicagele oder Ionenaustauscher eingesetzt. Elektronen der Doppelbindungen in den Fettsäuren gehen einen Komplex mit den Silberionen ein. Dabei sind die Komplexe der cis-Doppelbindungen stabiler als die der trans-Bindungen, was dazu führt, dass Fettsäuren mit cis-Bindungen langsamer eluiert werden und so von den Fettsäuren mit trans-Bindungen getrennt werden.

Normalerweise wird eine Argentationschromatographie für die Fettsäurebestimmung als Silbernitrat-DC kombiniert mit einer Gaschromatographie durchgeführt. Die aufgetrennten cis- und trans-Isomeren werden nachfolgend mittels Gaschromatographie delektiert.

Abbildung 5: In vielen Backwaren sind gehärtete Fette versteckt (Foto: Kickuth).

Abbildung 6: Charakteristische trans-Doppelbindungs-Schwingung im IR.



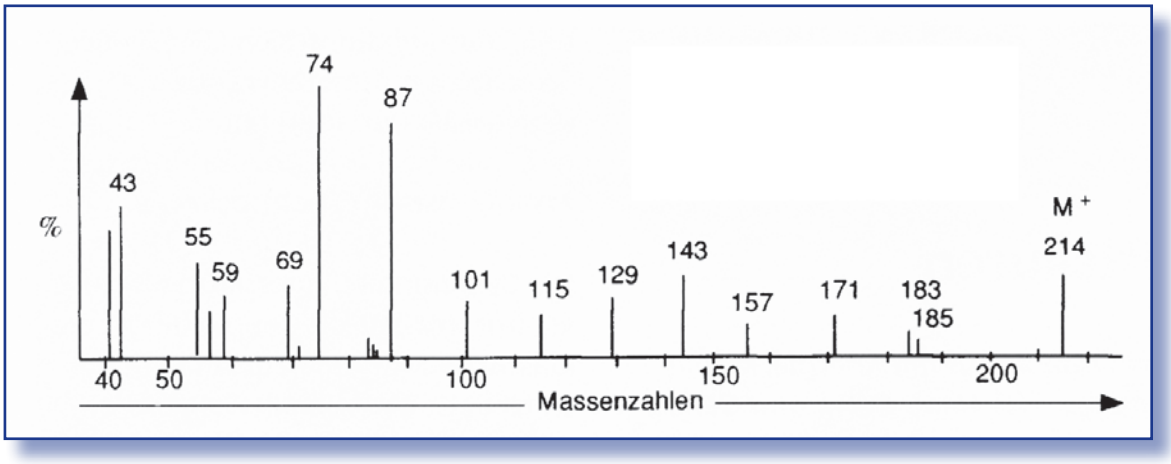


Abbildung 7: EI-Massenspektrum von Laurinsäure-Methylester.

Gaschromatographie (GCMS)Analytik

Bei der Fettanalyse ist heute die Verwendung eines Massenspektrometers als GC-Detektor üblich. Spezielle Techniken der Reaktionsgaschromatographie erlauben z.B. die Unterscheidung zwischen gesättigten und ungesättigten Verbindungen durch online-Hydrierung der Doppelbindungen mit Wasserstoff als Trägergas und Katalysator sowie die Analyse der gebildeten gesättigten Verbindungen. Die Fragmentierung von Fettsäuremethylestern im Massenspektrometer ermöglicht die Bestimmung der verschiedenen Typen der trans-Fettsäuren (Abbildung 7).

Stark polare Kapillarsäulen, die z.B. mit Cyanoalkylisiloxan belegt sind, ermöglichen es die C18:1-cis-Isomere vollständig von den C18:1-trans-Isomeren zu trennen. Die Trennung der ei- sund der trans-lsomeren mit einer Doppelbindung funktioniert an Kapillarsäulen hervorragend.

Um die Position der Doppelbindung zu bestimmen, ist die GC-MS-Analytik von ungesättigten FAMEs nicht geeignet. Stattdessen setzt man DMOXDerivate ein. Die Derivatisierung von Fettsäuren mit 2-Amino-2-methylpropanol führt zu 4,4-Dimethyloxazolinen (DMOX), die sich ebenso mittels GC-MS analysieren lassen (siehe Abbildung 8). Diese Derivate von ungesättigten Fettsäuren fragmentieren im Massenspektrum so charakteristisch, dass aus den Spektren die Lage der Doppelbindungen angegeben werden kann.

Bei Vorhandensein einer Vielzahl der bei der Hydrierung entstehender trans-Isomere ist eine Bestimmung allerdings nicht immer möglich. Die Vielzahl der in hydrierten Ölen vorkommenden Positionsund Stellungs-Isomeren können dann nur durch vollständige Abtrennung der C18:1-trans-Isomeren mit vorangegangener Ag^+-Chromatographie bestimmt werden. Diese Methode ist also eine Hilfstechnik bei der Vorbereitung von komplexen Proben.

Margarinesorten

Es gibt eine Vielzahl von Margarine-Sorten, die je nach Verwendungszweck unterschiedliche Bedingungen erfüllen müssen. Grundsätzlich muss die Verwendung von gehärteten Fetten immer auf der Verpackung vermerkt sein.

Der Gesamtgehalt an trans-Fettsäuren in Diät- und Reformmargarinen liegt heute im Bereich < 1 % (siehe Tabelle 4). Die trans-Fettwerte in Pflanzenmargarinen konnten in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Sie liegen heute im Bereich von Butter. Dies wurde durch eine Beimengung tropischer Fette wie Palmöl, Kokosfett oder Palmkernöl erreicht. Auch bei Back- und Bratfetten wurde in den letzten Jahren der Gehalt an trans-Fettsäuren deutlich gesenkt, oft liegt er aber noch über fünf Prozent.

Problematisch ist die Situation für Sonnenblumenmargarine. Da bei Sonnenblumenmargarine die Vermischung mit anderen Fetten nicht zulässig ist, muss diese gehärtet werden, um nicht vom Brot zu fliessen. Sie weist daher relativ hohe trans-Fettwerte auf. Wenn man die Margarine voll-

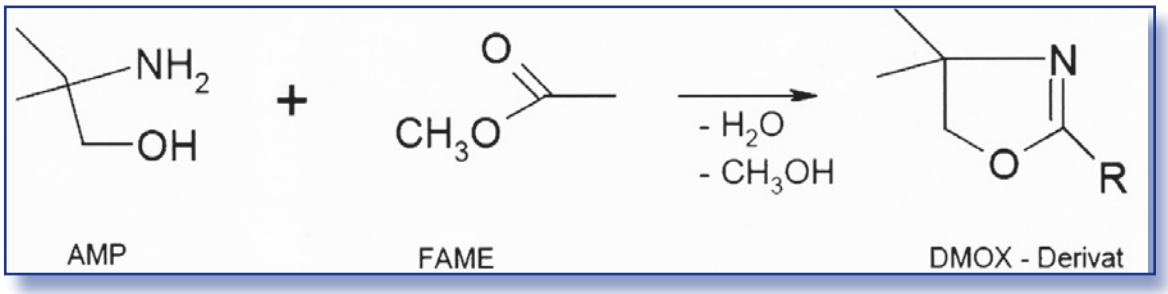


Abbildung 8: Herstellung von DMOX. Kondensation von 2-Amino-2-methylpropanol (AMP) und einem Fettsäure-Methylester (FAME) zum 4,4-Dimethyloxazolin-Derivat (DMOX).

ständig hydriert, enthält sie nur noch gesättigte Fettsäuren.

Ursprünglich wurde das Sonnenblumenöl nur teilweise hydriert, da aus diesem halbfesten Fett eine cremige Margarine hergestellt werden kann, allerdings mit einem hohen Gehalt an trans-Fettsäuren. Daher wird heute flüssiges Sonnenblumenöl mit ganz durchgehärtetem Öl gemischt, um die Margarine trans-Fettsäure-arm zu halten. Moderne Produktionsmethoden (Abbildung 9) können also die Bildung von trans-Fetten, die bei der industriellen Härtung von Pflanzenölen entstehen, auf ein Minimum (ca. 2%) reduzieren.

Gesundheitliche Aspekte

Ursprünglich war die Margarine ein billiges Ersatzprodukt für Butter. Vor allem in Kriegszeiten wurde sie konsumiert. Danach wurde sie einzig wegen ihres Rufs als Herz-schützendes Fett verzehrt, enthält sie doch kein Cholesterin. Im Laufe der Zeit fiel den Fachleuten jedoch auf, dass mit dem steigenden Konsum von Margarine erstaunlicherweise auch die Herzinfarktrate nach oben ging. Wenn Margarine allerdings eine positive Wirkung auf das Herz hätte, müsste die Herzinfarkt-Rate sinken.

Diesem Widerspruch ging man nach und erkannte, dass aufgrund des Herstellungsprozesses in der Margarine trans-Fettsäuren enthalten sind, die das Herzinfarktrisiko erhöhen. Viele dieser trans-Fettsäuren kommen in der Natur kaum vor. Unser Stoffwechsel baut die verzehrten Fette etwa in dem Verhältnis in den Körper und die Zellmembranen ein, wie sie in unserer Nahrung enthalten sind. Für die Gesundheit ist deshalb ein ausgewogenes Verhältnis der Fettsäuren wichtig.

Aufgrund des Herstellungsprozesses für Pflanzenfette, der eine Teilhärtung der Fette beinhaltet, enthalten neben Margarine auch viele andere Lebensrnittel grosse Mengen an trans-Fettsäuren, z. B. Pommes Chips. Fertig frittierte Pommes frites enthalten 13-20% Fett mit einem trans-Fettsäure-Gehalt von mehr als 30%. Eine grosse Portion Pommes bei McDonalds enthält ca. 9-10% trans-Fettsäuren, das sind ca. 2,5 g!

Durch den Einbau von trans-Fettsäuren in Zellmembranen werden die Peptidketten von Membranproteinen räumlich verändert, somit kann die Membran ihre Aufgaben nicht mehr uneingeschränkt ausführen.

trans-Fettsäuren erhöhen die Konzentration des ungesunden LDLCholesterins, das als Risikofaktor für Arterienverkalkung gilt. Gleichzeitig senken sie den Anteil an HDL-Cholesterin, das eine positive Wirkung hat. Dadurch kann sich LDL-Cholesterin in den Arterienwänden ablagern. Makrophagen nehmen es auf und verursachen Endzündungsreaktionen. Diese führen schliesslich zu Arteriosklerose. Das gute HDL-Cholesterin kann Ablagerungen, die bereits in den Adern gespeichert sind, aufnehmen und in die Leber transportieren. Dort werden sie dann abgebaut. Inzwischen ist erwiesen, dass trans-Fettsäuren das Herzinfarkt-Risiko erhöhen. Bei Patienten mit kurzzeitigem Herzstillstand fand man in den Erythrozytenmembranen der Patienten grosse Mengen an trans-Fettsäuren. Bei einer Kontrollgruppe war dies nicht der Fall.

Neuere Studien zeigen, dass Personen, die oft trans-Fettsäuren konsumieren, ein um 86% erhöhtes Risiko für die Entstehung von Darmpolypen aufweisen. Darmpolypen sind eine Vorstufe von Darmkrebs.

Neue Untersuchungen übertrans-Fette in Margarine deuten auf einen negativen Einfluss bezüglich der Lernfähigkeit. In einem Experiment an der Me^ | dical School der University of South Carolina wurden Ratten, die eine normale fettreiche Diät erhielten, mit solchen verglichen, die eine trans-Fettreiche Diät bekamen. Besonders die hochmolekularen Fette und trans-Fettsäuren in der Margarine erwiesen sich dabei als kritisch. Die Ratten lernten deutlich schlechter. Bei der Herstellung von Margarine fallen Zink und Kupfer an, Metallionen, die sich z. B. im Gehirn von Alzheimerpatienten anhäufen. Ausserdem gab es Anzeichen für eine Entzündung in den Gehirnen der mit trans-Fetten gefütterten Ratten.

Die ungünstigen Wirkungen von trans-Fettsäuren umfassen:

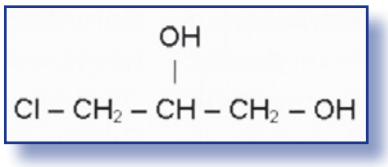
- verminderte Oxidation und ATP-Synthese
- erniedrigter Prostaglandin-Spiegel in Serum und Geweben
- Änderung von Membranfluidität u. a. Membranfunktionen
- erhöhter Cholesterinspiegel
- Arteriosklerose
- Herzinfarkt
- Krebsentstehung

Um wesentliche Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu minimieren, sollten nicht mehr als 3-4 g trans-Fettsäuren am Tag verzehrt werden. Kinder, die einen geringeren Kalorienbedarf haben, sollten nicht mehr als 1,5 g pro Tag zu sich nehmen. Wer sich z. B. morgens 20 g einer Margarine aufs Brot schmiert, die mehr

Lebensmittel	Proben-anzahl	% an trans-Fettsäuren
Brat- und Kochfette	16	10 (0,04 - 32)
Reformmargarine	31	1,3 (0,4 - 2,4)
Diätmargarine	7	0,4 (0,2 - 0,5)
Halbfettmargarine	4	2,3 (0,5 - 3,1)
Pflanzenmargarine	10	4,1 (0,7 - 6,4)
Sonnenblumenmargarine	11	21 (12,9 - 25,9)

Tabelle 4: trans-Fettsäuregehalt in europäischen Margarinen.

Abbildung 9: Struktur von 3-MCPD.



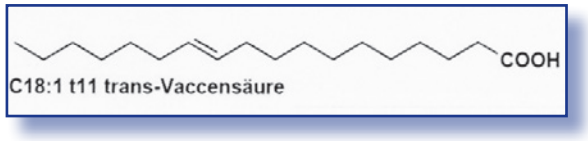
als 20% trans-Fettsäuren enthält, hat schon etwa drei Gramm trans-Fettsäuren zu sich genommen! Durchschnittlich nehmen wir täglich sechs bis sieben Gramm trans-Fettsäuren über die Nahrung auf. Menschen mit speziellen Ernährungsgewohnheiten, wie häufigem Verzehr von Fast-Food, Fertiggerichten, verschiedenen Backwaren und minderwertigen Margarinen, nehmen noch viel mehr trans-Fettsäuren auf. Deshalb wird den Konsumenten empfohlen, auf ihre Ernährungsweise zu achten und diese gegebenenfalls umzustellen.

Ernährungsberater raten heute, tierische Fette (wie z. B. Butter) in Maßen zu genießen und gehärtete Fette sowie ernährungsphysiologisch minderwertige pflanzliche Fette, wie Palmkern- und Kokosfett, zu meiden. Fachleuten bereiten auch versteckte trans-Fette in Schokolade, Nusscreme und Fertiggerichten und der übermäßige Fettkonsum Sorge. Nordeuropäer nehmen durchschnittlich doppelt so viel Fett zu sich (150 g) wie empfohlen. 70 bis 80 Gramm Gesamtfettkonsum pro Tag sind jedoch genug.

Schadstoff 3-MCPD

In vielen Margarinesorten wurde der erst kürzlich entdeckte Schadstoff 3-MCPD (3-Monochlor-1,2-propandiol) nachgewiesen. Der Schadstoff entsteht bei der Raffination von Fetten. Deshalb sind Produkte, die nicht raffiniert sind, etwa native Öle und Butter, mit diesem Schadstoff auch nicht belastet. Der genaue Bildungsmechanismus dieses Chlorpropanols (Abbildung 9) ist bisher jedoch unklar. Es wird vermutet, dass während der sauren Hydrolyse von Pflanzeneiweiß mit Salzsäure die im pflanzlichen Ausgangsmaterial enthaltenen Lipidreste nach Abspaltung von Fettsäuren und anschließender Reaktion des Glycerinrestes mit Chlorid zu 3-MCPD reagieren. Bei Ratten wirkt er in hohen Dosen krebserregend und nierenschädigend. Er kommt normalerweise in Lebensmitteln in einer Konzentration von 20 µg/kg vor. 20 µg pro Tag gelten als unbedenklich. In raffinierten Ölen und Fetten fällt er aber in einer Konzentration von bis zu 20 µg/kg, also dem Tausendfachen, an. Auch beim Backen von Brot und beim Toasten entsteht 3-MCPD in größeren Mengen.

Abbildung 10: Vaccensäure aus tierischen Produkten ist eine trans-Fettsäure.



Butter oder Margarine?

Ist nun Butter oder Margarine gesünder? Diese Frage wird kontrovers diskutiert und lässt sich nicht eindeutig beantworten.

In Butter befinden sich mehr gesättigte Fettsäuren und Cholesterin, was die Entstehung von Arteriosklerose fördert.

In Margarine ist der Gehalt an Arteriosklerose-vorbeugender Ölsäure und Linolsäure höher, außerdem enthält sie kein Cholesterin. Andererseits entstehen bei der künstlichen Fetthärtung trans-Fettsäuren, die nachweislich oben genannte Gesundheitsrisiken bergen.

Tierische Fette, wie Milch, Käse, Butter oder Rindfleisch enthalten von sich aus schon höhere Mengen an trans-Fetten (2 bis 9%), da die Bakterien im Kuhpansen, die für die Verdauung von Fetten verantwortlich sind, diese zu trans-Fetten umwandeln. Das Hauptprodukt, Vaccensäure, wird in Linol(en)säure (siehe Abbildung 10) umgewandelt, die sich im Stoffwechsel nicht negativ auswirkt und auch natürlich in menschlichen Membranen vorkommt. trans-Fette tierischen Ursprungs haben mitunter sogar eine gewisse positive Wirkung, nämlich bei Diabetes und Krebs: Daher ist ein Stück Butter oder Fleisch mit fünf Prozent trans-Fetten im Fettanteil unbedenklich, die gleiche Menge Margarine mit nur einem Prozent trans-Fetten dagegen ungesund.

Viel wichtiger als die Wahl des Streichfetts ist ein maßvoller Fettkonsum. Während gesunde Menschen beim Frühstück ihre Butter genießen können, sollten Patienten mit Fettstoffwechselstörungen besser wenig Pflanzenmargarine oder Diätmargarine konsumieren. ***CLB***

Literatur

Berneis, K.: Trans-Fettsäuren – ein vermeidbares Gesundheitsrisiko? Schweiz. Med. Forum 7:101-104 (2007)

Willett, W.C, Stampfer, M.J, Manson, J.E., et al.: Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. Lancet 341(8845):581-5 (1993).

Willen, W.C: The scientific basisforTFA regulations – is it sufficient? Comments from the USA. Atherosder Suppl.7(2):69-71 (2006).

Colombani, P.C., Albash Shawish, K., Richter, E.K., Scheeder, M.R.L.: trans-Fettsäuren

Granholm, A.-C, Bimonte-Nelson, H. A., Moore A. B., Nelson, M. E., Freeman, L. R., Sambamurti, K.: Effects of a saturated fat and high cholesterol diet on memory and hippocampal morphology in the middle-aged rat. Journal of Alzheimer's disease : JAD 2008; 14(2): 133-145 (2008)

Slattery, M.L., Benson.J., Ma, K.M., Schaffer, D., Potter, -I.D.: Trans-fatty acids and colon cancer, Nutrition and cancer 39, 170-175(2001).

Katz, A.M.: Trans-fatty acids and sudden cardiac death, Circulation 105, 669-671 (2002).

Lemaitre, R.N., King I.B., Raghunathan, T.E.: Cell membrane trans-fatty acids and the risk of primary cardiac arrest, Circulation 105, 697-701 (2002).

Es heißt weder
mens sana in corpore Sanella
und erst recht nicht ...Sahnella,
Fräulein Wonderland.
Köstliche Sahnetorte gefällig, Herr Dr. Obermeier?
...Geist...gesund...
...Körper...
Muss DER Adonis gerade sagen!
ANALYZING
TRANS-FATTY ACIDS...
Rama
Sanella

Herbizide

Heute Teil des integrierten Pflanzenschutzes

Knut Burgdorf, Ried-Brig (CH)

Herbizide (lat.: herba = Kraut, Gras) oder Unkrautbekämpfungsmittel sind Substanzen, die störende Pflanzen abtöten sollen. Unter „Unkräutern" versteht man im Allgemeinen alle Wild- und Kulturpflanzen, die an ihrem jeweiligen Standort unerwünscht sind (Schadpflanzen). Sie konkurrieren mit den Nutzpflanzen um Nährstoffe, Licht und Wasser und reduzieren deshalb den Ertrag und erschweren eine maschinelle Ernte.

Die in der heutigen Hochleistungs-Landwirtschaft üblichen Monokulturen sind besonders anfällig für Verunkrautung. Das traditionelle Jäten von Unkräutern ist in der Landwirtschaft auf ihren weitläufigen Anbauflächen heute nicht mehr praktikabel. Der kontinuierliche steigende Preis- und Konkurrenzdruck zwingt die Landwirte zu Rationalisierungsmaßnahmen. Als wichtiger Faktoren gilt der flächendeckende Einsatz von Herbiziden, z.B. die Vorbereitung der maschinellen Ernte durch Anwendung von Entlaubungs- oder Krautabtötungsmitteln. Herbizide sind deshalb aus der modernen Landwirtschaft nicht mehr wegzudenken. Herbizide wirken über die Blockierung bestimmter Stoffwechselprozesse. Im Idealfall sind diese Stoffwechselvorgänge pflanzen- oder sogar unkrautspezifisch. Weil dies häufig nicht gegeben ist, sind viele Pflanzenschutzmittel auch für andere Lebewesen giftig. Dennoch sind sie heute ein wichtiger Bestandteil des „integrierten Pflanzenschutzes".

Man unterscheidet zwischen selektiven Herbiziden, die gegen bestimmte Pflanzen wirken, und Totalherbiziden, die gegen alle Pflanzen wirken. Die Selektivität von Herbiziden liegt entweder durch Ausnutzung der natürlichen Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzen im applizierten

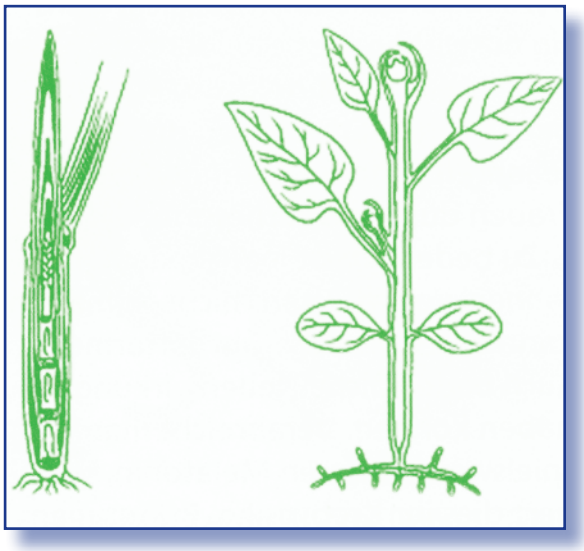


Abbildung 1: Ein- und zweikeimblättrige Pflanzen: Die Unterschiede in der Blattform und -größe ergeben eine unterschiedlich hohe Aufnahme von aufgesprühten Chemikalien. Zweikeimblättrige Unkräuter nehmen mehr Wirkstoff auf und werden, bei richtiger Dosierung, eher vergiftet als die einkeimblättrige Nutzpflanze (z.B. Mais).

Tabelle 1: Herbizid-Klassen.

Kriterium	Herbizid-Klasse
Ausbringungszeitpunkt	• vor der Aussaat • Vorauflauf (d.h. bevor die Keimblätter an die Oberfläche gelangen) • Nach dem Auskeimen (Nachauflauf)
Wirkstoffaufnahme	• Bodenherbizide (Aufnahme über die Wurzeln) • Blattherbizide (Aufnahme über die Blätter) • Kontaktherbizide (Aufnahme bei Berührung)
Verteilung innerhalb der Pflanze	• systemisch (Verteilung in der gesamten Pflanze) • nicht-systemisch
Selektivität	• Totalherbizide (vernichten die gesamte Vegetation) • selektive Herbizide (wirken nur auf die unterwünschten Konkurrenzpflanzen)

Der Autor

Knut Burgdorf ist Biotechnologe und als Projektmanager bei der Lonza AG in Visp, Schweiz tätig. Daneben ist schreibt seit 1993 er in verschiedenen Journalen über angewandte Themen aus der Biologie und Chemie.

Stoff selbst und seiner Anwendungsweise begründet oder wird durch gentechnisch veränderte Pflanzen bewirkt. Während des Vietnamkrieges wurden Herbizide wie „Agent Orange“ auch zu militärischen Zwecken als Entlaubungsmittel verwendet. In den letzten Jahren gelangten Chemie-Unternehmen wie die amerikanische Monsanto in die Schlagzeilen, weil sie den Verkauf neu entwickelter Herbizide wie „Roundup“ vertraglich an die gleichzeitige Abnahme der entsprechenden (ebenfalls von Monsanto entwickelten) resistenten Nutzpflanzen koppelten.

Einteilung

Die Herbizide lassen sich nach bestimmten Kriterien wie die Art der Aufnahme in die Pflanzen oder der Wirkungsweise in verschiedene Gruppen einteilen (Tabelle 1). Dabei kann der gleiche Wirkstoff unter Umständen auch mehreren Gruppen angehören.

Die bedeutendste Gruppe bilden die selektiven Herbizide, die eine hohe Aktivität mit einer hohen Verträglichkeit gegenüber bestimmten Kulturpflanzen verbinden. Da nicht alle Wirkstoffe alle Unkräuter gleich gut bekämpfen, werden in der Praxis oft Kombinationen eingesetzt.

Die Selektivität vieler Herbizide ergibt sich nicht etwa über eine gezielte Vergiftung der unerwünschten Pflanzen, sondern lediglich aus der Tatsache, dass die z.B. alle Getreidearten als „einkeimblättrige“ Pflanzen lange und schmale Blätter haben, während viele Unkräuter „zweikeimblättrig“ mit größeren, rundlichen Blättern sind.

Wirkung

Herbizide greifen auf verschiedene Weise in den Stoffwechsel von Pflanzen ein. Meistens ist dabei eine Funktionsstörung so dominierend, dass sie als die eigentliche Ursache der herbiziden Wirkung anzusehen ist. Die wichtigsten Wirkprinzipien sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Bei vielen Herbiziden, vor allem den anorganischen Vertretern, ist der Wirkungsmechanismus noch weitgehend unbekannt.

Wirkstoffgruppen

Chemisch lassen sich die Herbizide in anorganische und organische Verbindungen unterteilen.

Anorganische Verbindungen

Anorganische Verbindungen wie Eisen(lll)-sulfat, Kupfer(ll)-sulfat, Schwefelsäure oder Natriumchlorat wurden erstmals in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verwendet und standen damit am Anfang der chemischen Unkrautbekämpfung. Später wurden sie in zunehmendem Maß durch organische Verbindungen ersetzt und finden heute nur noch in Spezialfällen und als Totalherbizide Anwendung. Wie schon angesprochen, sind ihre Wirkmechanismen weitgehend unbekannt.

DinitrophenolHerbizide

Das erste selektive organische Herbizid war das DNOC (2-Methyl-4,6-dinitrophenol; Abbildung 2). Es wurde bereits seit 1892 als Insektizid eingesetzt, seine Herbizide Wirkung wurde jedoch erst in den 1930er Jahren erkannt.

Es wurde häufig als Kontaktherbizid gegen einjährige Unkräuter im Getreide und Mais, zur Unkrautabtötung im Kartoffelbau und in Baumwollfeldern eingesetzt.

DNOC ist giftig für Bienen, Fische und andere Wasserorganismen und wird deshalb als „umwelt-

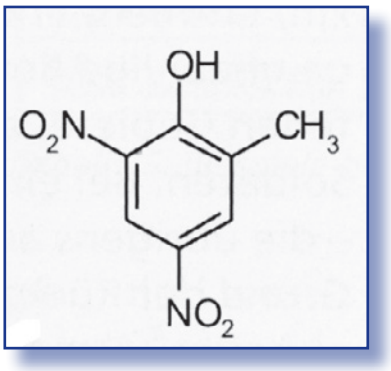
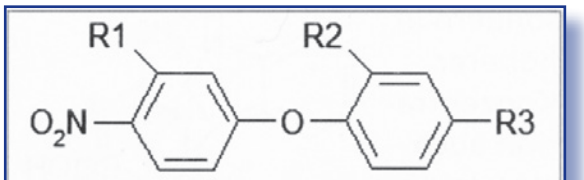


Abbildung 2: DNOC (2-Methyl-4,6-dinitrophenol).

Tabelle 2: Wirkmechanismen von Herbiziden.

Wirkmechanismus	Bemerkung
Photosynthesehemmer	Stören die Umwandlung der von der Sonne aufgenommenen Lichtenergie in chemische Energie.
Atmungshemmer	Blockieren die Umwandlung von in Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten gespeicherter chemischer Energie in eine biochemisch nutzbare Form.
Wuchsstoffherbizide	Entsprechen in ihrer Wirkung dem natürlichen Pflanzenhormon Auxin (1H-Indol-3-ylessigsaure) und führen dazu, dass sich vor allem zweikeimblättrige Schadpflanzen bei entsprechender Dosierung „zu Tode wachsen“.
Keimungshemmstoffe	Verhindern die Zellteilung (Mitose).
Carotin-Synthesehemmer	Blockieren die Bildung von Carotinoiden, die als Schutzpigment das Chlorophyll gegen einen photosensibilisierten oxidativen Abbau schützen.
Hemmung anderer Stoffwechselvorgänge	Eingriff zum Beispiel in die Protein- bzw. Fett-Biosynthese.

Abbildung 3: Phenolether-Herbizide.



Name	R^1	R^2	R^3
Nitrofen	H	Cl	Cl
Bifenox	$COO-CH_3$	Cl	Cl

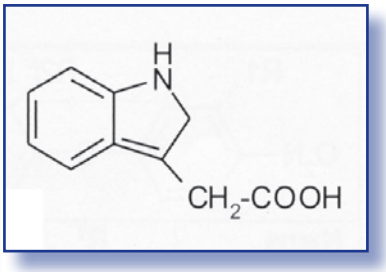


Abbildung 5: Auxin (1H-Indol-3-ylessigsaure).

gefährdende“ Substanz in den meisten europäischen Ländern nicht mehr eingesetzt.

Biochemisch wirkt die Verbindung als Entkoppler der oxidativen Phosphorylierung, was einen wichtigen Schritt bei der Umwandlung von Sonnen- in chemische Energie bei in den Pflanzen darstellt.

Phenolether-Herbizide

Diphenylether-Herbizid haben eine 4-Nitrophenylether-Gruppierung als gemeinsames Strukturmerkmal. Ihre Anwendung richtet sich hauptsächlich gegen Unkräuter in Getreide-, Reis-, Baumwoll- und Sojakulturen. In der EU besteht heute für Nitrofen ein vollständiges Anwendungsverbot. In den meisten Ländern ist dagegen Bifenox noch im Handel (siehe Abbildung 3, Phenolether-Herbizide).

Phenoxycarbonsäure-Herbizide

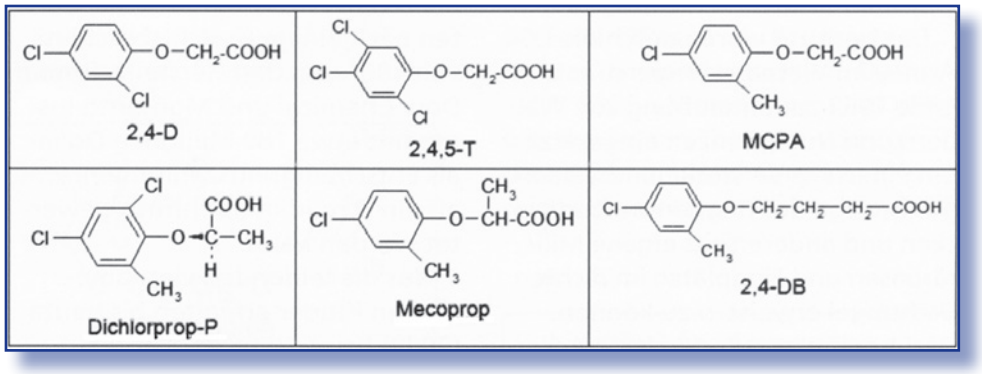
1926 wurde das erste Pflanzenhormon als wachstumsfördernder Stoff isoliert, den man später Auxin nannte (chemisch 1H-Indol-3-ylessigsaure; siehe Abbildung 5). Bei der Suche nach synthetischen Substanzen mit ähnlicher Wirkung auf das Pflanzenwachstum stieß man Anfang der 1940er-Jahre auf die Verbindungen 2,4-D und MCPA. Die Entdeckung, dass diese Stoffe nicht nur als Wachstumsregulatoren, sondern in höherer Konzentration auch als selektive Herbizide gegenüber zweikeimbiättrigen Pflanzen wirkten, war der Beginn der modernen chemischen Unkrautbekämpfung.

Mitte der 1940er-Jahre kam mit 2,4,5-T ein weiteres Phenoxyessigsäure-Derivat zum Einsatz. Durch intensive Forschungstätigkeit in den 1960er-Jahren wurden viele weitere Abkömmlinge der 2-Phenoxypropionsäure eingeführt. Einige Derivate haben später in Form von Pflanzenschutzmitteln bzw. Pflanzenwuchsstoffen große Bedeutung erlangt, z. B. Dichlorprop-P, Mecoprop oder 2,4-DB (Abbildung 4).

Beispiel Agent Orange: Agent Orange ist der militärische Code-Name eines Entlaubungsmittels, das aus einem 1:1-Gemisch der Butylester von 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T) und 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) besteht. Der Name stammt von den orangefarbenen Streifen, mit denen die entsprechenden Fässer gekennzeichnet waren. Weitere, weniger bekannte Gifte sind Agent Blue (wässriges Gemisch des Herbizids Dimethylarsinsäure (5%) und dessen Natriumsalz Natriumdimethylarsinat (26%), eingesetzt zur Vernichtung von Graspflanzen, insbesondere Reis), Agent Purple (besteht aus den Herbiziden 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure-n-Butylester (50 %), 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure-n-Butylester (30 %) und 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure-Isobutylester (20 %)), Agent Green (2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T) bzw. dessen n-Butyl- oder Isobutylester), Agent Yellow (zweifach nitriertes ortho-Kresol), Agent Pink (1:1-Gemisch des n-Butyl- und Isobutylesters des Herbizids 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)) und Agent White (Gemisch aus den Herbiziden 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (80 %) und Picloram (20 %) in Triisopropanolamin).

Agent Orange wurde durch die US-Armee im Vietnamkrieg erstmals Ende 1963 zur Entlaubung von Wäldern und Nutzpflanzen eingesetzt, um einerseits Verstecke und Versorgungswege des Gegners aufzudecken und andererseits eigene Militärbasen und Flug-

Abbildung 4: Phenoxycarbonsäure-Herbizide.



CLB – Memory

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

November 2009

Debatte in Erfurt: Vision Uni – studentische Ideen

Bachelor revolutioniert die Gesellschaft

Vom 23. bis 25. Oktober 2009 fand an der Universität Erfurt der Zukunftsworkshop „Vision Uni – studentische Ideen für die Hochschule von morgen“ statt. Studierende aus ganz Deutschland debattierten ein Wochenende lang über die Zukunft der Hochschullandschaft und brachten ihre persönlichen Visionen ein. Neben neuen Studienmodellen ging es u. a. um die Vereinbarkeit von Leben und Studium. Anlass für den Workshop war das Jubiläum der Universität Erfurt: 15 Jahre Wiedergründung und 10 Jahre Studienbetrieb.

Studentin Isabell Marie Popescu aus Saarbrücken ist froh, dass Raum geschaffen wurde, um über die Entwicklung der Hochschullandschaft in Deutschland zu diskutieren. „Ich glaube, dass man mit solch einer Sache viel verändern kann. Der einzige Weg für Verbesserungen ist, darüber zu reden.“

Die Studierenden entwickelten Visionen zu folgenden Themenschwerpunkten:

- Vereinbarkeit von Leben und Studium
- Wettbewerb und Ökonomisierung der Hochschulen
- Studienmodelle der Zukunft – Spezialist vs. Generalist

Nach angeregten Diskussionen haben sich die Workshopteilnehmer für die Universität als Lebensraum ausgesprochen, der in der Region fest verankert ist. Studierende sollten als mündige Teilnehmer der Hochschule gesehen werden, die mitbestimmen müssen, ihre Rechte auch aktiv wahrnehmen und Forschung aktiv mitgestalten dürfen. Die Universität soll ein aktives Mitglied der Gesellschaft sein, genauso wie der Student ein aktives Mitglied der Universität sein soll.

Ökonomisierung hingegen ist keine Zukunftsvision für die Workshopteilnehmer. Viel eher müsse man den Begriff des Wettbewerbs als Vergleichbarkeit definieren. Diese sollte zur Verbesserung der Qualität der Lehre führen – jedoch nicht aus ökonomischen Gründen. Die Visionen einer Zukunftsuniversität der Studierenden sind unabhängig von Einflüssen der Wirtschaft. Bedürfnisse sollten vielmehr an den Studierenden orientiert sein. Zudem sollte eine Profilbildung von jeder Hochschule angestrebt werden. Wenn für den Studenten klar einsehbar ist, welches Profil eine Hochschule hat, zwingt der Wettbewerb die Hochschulen zur Verbesserung. Es sollte zwar weiterhin Volluniversitäten geben, jedoch müsse nicht jedes Bundesland jedes Fach vorhalten können. Laut den Studierenden soll ein transparenter Wettbewerb im Hinblick auf eine qualitativ hochwertige Wissenschaft und Lehre geschaffen werden, welcher nicht finanziell intendiert ist.

Auch über die Studienmodelle der Zukunft gab es spannende Debatten. Letztendlich sehen die Studierenden Bachelor-Absolventen als Generalisten, mit einer akademischen Basis, und Master-Absolventen als Spezialisten, mit einer akademischen Vertiefung. Generalisten besitzen nach ihrer Ausbildung die notwendige Methodenkompetenz, sowohl fachspezifisch als auch allgemein, auf Basis einer breiten Allgemeinbildung, mit der sie für das Berufsleben beste Voraussetzungen haben. In den Studienordnungen sollte in Zukunft die Methodenkompetenz formell verankert werden, bei einer gleichzeitigen fachlichen Entschlackung des Bachelor-Studiums.

Eine Erweiterung der Perspektiven kann nur durch Interdisziplinarität stattfinden. Der Bachelor bietet mit seiner generalistischen Weitsicht eine Grundlage für die Spezialisierung im Master.

„Visionen umzusetzen bedeutet, aus den Visionen konkrete Ziele zu entwickeln und diese dann Schritt für Schritt anzupassen und zu erreichen. Nun liegt es an den Hochschulen, die Visionen gemeinsam mit ihren Studierenden in die Tat umzusetzen“, so Johannes Bräun, Student der Universität Rostock und Teilnehmer des Zukunftsworkshops.

Den Studierenden aus ganz Deutschland stand beim Zukunftsworkshop eine Jury zur Seite, die neben Alumni der Universität Erfurt, einem Mitarbeiter des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE), auch mit Universitätspräsident Prof. Dr. Kai Brodersen besetzt war.

Biotechnica Studienpreis 2009

Nach Heidelberg, Jena und Potsdam

Prof. Reinhard Paulsen (VBIO), Dr. Angelika Rösler (Roche Applied Science), Ulrike Glaubitz (3. Preis), Andreas Max Ernst (1. Preis), Janine Hofmann (2. Preis) und Alexander Wurst (Deutsche Messe; Foto: Deutsche Messe).

Andreas Max Ernst vom Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg erhielt am 7. Oktober den Biotechnica Studienpreis 2009. Der zweite und dritte Preis gingen an Janine Hofmann von der Universität Jena und Ulrike Glaubitz vom Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam. Der vom Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin (VBIO e. V.) ausgeschriebene Preis ist mit insgesamt 5000 Euro dotiert und wird von Roche gesponsert.

Aus über 70 exzellenten biowissenschaftlichen Abschlussarbeiten hatte die Fachjury des Biotechnica Studienpreises diejenigen Arbeiten ausgewählt, die durch besondere Qualität, wissenschaftlichen Pioniergeist, Interdisziplinarität und hohem Anwendungspotential in der Biotechnologie beeindruckten.

1. Preis (2.500 Euro), Dipl-Biol. Andreas Max Ernst: Biologische Membranen zeichnen sich durch wohl definierte, geordnete Strukturen aus Lipiden (Fetten) und Proteinen (Eiweißen) aus. Die Membranen einer Zelle erhalten durch ihre unterschiedliche Lipidzusammensetzung eine Art „Adresse“ und können daher gezielt von Proteinen angesteuert werden. Bisher war jedoch nicht klar, wie ein Protein innerhalb der Membran mit seiner lokalen Lipid-Umgebung interagieren kann.

In seiner Diplomarbeit „Specific protein-lipid interactions: A molecular mechanism of lipid sorting“ untersuchte Andreas Max Ernst vom Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg die hohe Anreicherung einer bestimmten Lipidspezies in den COP I -Vesikeln. Diese vermitteln den vesikulären Transport innerhalb des frühen sekretorischen Transportwegs. Ein von Ernst entwickeltes neuartiges in-vitro-System ermöglicht es, die spezifischen Lipid-Lipid-Interaktionen in Membranen zu studieren. In den COP I -Vesikeln fand Ernst ein Aminosäuremuster, das für die spezifische Interaktion mit dem Lipid verantwortlich ist. Erstmals konnte nachgewiesen werden, dass dieses nicht nur dazu beiträgt, eine bestimmte Lipid-Klasse, sondern auch individuelle Lipid-Spezies innerhalb des vermeintlichen „Durcheinanders“ an Membranlipiden zu erkennen. .

Es erwies sich, dass das von Ernst identifizierte Aminosäuremuster in einer Vielzahl weiterer Membranrezeptoren zu finden ist.

2. Preis (1.500 Euro), Dipl.-Biol. Janine Hofmann: Pseudomonas syringae pv. syringae ist eng verwandt mit dem Erreger des Sojabrandes P. syringae pv. glycinea, schädigt die Sojabohne selbst aber nicht. Mehr noch: Durch die Produktion des Toxins 3-Methylarginin kann P. syringae pv. syringae seinen Verwandten, den Sojabranderreger, in Schach halten und stellt daher ein potenzielles Pflanzenschutzmittel dar.

In ihrer Diplomarbeit „Charakterisierung des 3-Methylarginin Biosynthese-Clusters von Pseudomonas syringae pv. syringae 22d/93“ konnte Janine Hofmann von der Universität Jena zeigen, dass nur zwei Gene für die Produktion von 3-Methylarginin notwendig sind. Sie brachte die Gene in E. coli ein, welche daraufhin die Enzyme in großer Menge produzierten. Nach Isolation und Aufreinigung studierte Janine Hofmann die Produktionsschritte des Toxins für eines der zwei Schlüsselenzyme, eine Methyltransferase, im Detail. Durch Zugabe einer synthetisierten Vorstufe konnte der erste Schritt auf dem Weg zum 3-Methylarginin, die Bildung der Zwischenstufe 5-Guanidino-3-methyl-2-oxo-pentansäure, nachvollzogen werden. Janine Hofmann ermittelte weiterhin auch Substratspezifität, Temperaturoptimum und das pH-Optimum für die Methyltransferase. Sobald die entsprechenden Charakteristika auch für das zweite Schlüsselenzym erforscht sind, könnte die biotechnologische Produktion des Wirkstoffs 3-Methylarginin in großen Mengen möglich werden, der dann auf seine Eignung als Pflanzenschutzmittel getestet werden könnte.

3. Preis (1.000 Euro), Dipl.-Biol. Ulrike Glaubitz: Langfristaufzeichnungen belegen, dass sich die Nachttemperaturen im Zuge des Klimawandels wesentlich schneller erhöhen als die Tagestemperaturen. Allerdings können bereits geringfügige Erhöhungen

der Nachttemperaturen bei vielen Nutzpflanzen zu starken Ertragseinbußen führen.

In ihrer Arbeit „Der Einfluss hoher Nachttemperaturen auf physiologische und biochemische Prozesse in Oryza sativa (L.)“ untersuchte Ulrike Glaubitz am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam die Effekte von erhöhten Nachttemperaturen an der Modellpflanze Reis. Einige der 13 untersuchten Reissorten zeigten bei einer gleichbleibenden Tag- und Nachtemperatur von 28°C starke Blattschädigungen wie Gelbfärbung (Chlorose) oder Absterben (Nekrose) des Blattgewebes. Mit Hilfe einer Analyse der Inhaltsstoffe (Metabolit Profiling) konnte in den Blättern der sensitiven Reissorten ein erhöhter Eiweißabbau nachgewiesen werden. Darüber hinaus fand sie Hinweise darauf, dass die temperaturtoleranteren Sorten durch eine andere Zusammensetzung der Inhaltsstoffe in den Zellen besser auf die hohen Nachttemperaturen „vorbereitet“ waren. Im späteren Wachstumsverlauf zeigten fast alle Reissorten eine starke Schädigung der Blüten, die mit hohen Ertragsverlusten verbunden war. Im Unterschied zu den bisherigen Annahmen konnte bei hohen Nachttemperaturen keine Steigerung der Atmung und damit auch kein erhöhter Stärkeabbau festgestellt werden. Molekularbiologische Untersuchungen von Nachkommen aus einer Kreuzung zwischen temperatursensitiven mit temperaturtoleranten Eltern ermöglichten die Identifizierung von Teilen der genetischen Information, die für die Ausbildung der beobachteten Blattschädigungen verantwortlich sind.

Auszeichnung für BTA-Auszubildende

Erstmalige Verleihung des Miltenyi Biotec-Preises

In einer Feierstunde nahmen die Auszubildenden zum Biologisch-technischen Assistenten (BTA) den Stifterpreis „Miltenyi Biotec-Preis“ entgegen. Der zum ersten Mal vergebene Preis prämiert herausragende Arbeiten, die die nominierten BTA-Azubis während ihres Berufspraktikums in Deutschland sowie dem europäischen Ausland durchgeführt hatten.

Hartmut Böhm (Arbeitskreis Biologisch-technische Ausbildung des VBIO, 1.v.l.) und Thomas Wittling (vbta, 2.v.l.) sprechen den angehenden BTA (von links) Lisa Antoni, Maren Ullenboom, Anna Koska, Christian Renn, Ruben Schlinkert, Michael Orlich, Nicol Affinass sowie Julia Henke (abwesend) für die hervorragenden Praktikumsarbeiten ihre Anerkennung aus.

Nachdem die angehenden BTAs ihre Ergebnisse in einem Kurzvortrag vorgestellt hatten, nahm Lisa Antoni vom Berufskolleg Hilden des Kreises Mettmann den mit 200 Euro dotierten ersten Preis entgegen. Sie beschäftigte sich mit der biochemischen und chromatografischen Charakterisierung von Proteinkomplexen. Da das Niveau etlicher Arbeiten so hervorragend war, haben wir direkt drei Arbeiten mit dem zweiten Preis honoriert, so Hartmut Böhm vom Arbeitskreis Biologisch-technische Ausbildung im Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin (VBIO). Diese Auszeichnung und je 100 Euro Preisgeld erhielten Maren Ullenboom von der Rheinischen Akademie Köln, Ruben Schlinkert vom Berufskolleg Olsberg und Christian Renn vom Hildener Berufskolleg.

BTA-Ausbildungsstätten aus Nordrhein-Westfalen können maximal drei Arbeiten ihrer Auszubildenden für den Wettbewerb um den Miltenyi Biotec-Preis einreichen. Eine fünfköpfige Fachkommission aus Wissenschaftlern und Pädagogen im Bereich Lebenswissenschaften begutachtet und bewertet alle eingereichten Arbeiten unter den Kriterien: „Innovative Techniken“, „Originalität“ und „Ausland“ und nominiert die Preisträger.

Idee und Ziel des Preises ist es, die Leistungen der mit Engagement in Forschung und Entwicklung der Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin arbeiteten BTA öffentlich zu honorieren. Aus diesem Grund initiierten der Verband Biologisch-technischer Assistenten (VBTA) und der Arbeitskreis Biologisch-technischer Ausbildung im VBIO mit der finanziellen Unterstützung des Biotech-Unternehmens Miltenyi Biotec GmbH in Bergisch-Gladbach diesen Stifterpreis. Diese Auszeichnung soll künftig jährlich vergeben werden. Die prämierten Arbeiten wie auch die heutigen Vorträge spiegeln das hohe Niveau der Ausbildung wider, sagt Thomas Wittling der Vorsitzende des VBTA. Die Gewinner erhoffen sich mit dieser Auszeichnung zudem einen sicheren Trittstein und Start ins Berufsleben.

Hohenheimer Ernährungsgespräch

Beta-Carotin zu Unrecht in Negativ-Schlagzeilen

Die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Vitamin A ist teilweise unzureichend. Beta-Carotin-reiche Lebensmittel alleine genügen nicht, um die wünschenswerte tägliche Vitamin- A-Zufuhr sicher zu stellen. Diesen Schluss zog Ernährungsmediziner Prof. Dr. med. Hans K. Biesalski als Gastgeber des 2. Hohenheimer Ernährungsgespräches aus den Erhebungen der Nationalen Verzehrsstudie.

Einen Tag lang hatten Experten am 23. Oktober die Ursachen und Folgen der unzureichenden Vitamin-A-Versorgung diskutiert. Betroffen seien vor allem Schulkinder und Senioren über 60. Abhilfe schaffe am ehesten eine gemüsebetonte Mischkost, die aber auch Fleisch und tierische Produkte enthalte. Besonders ergiebige Vitamin-A-Quellen seien Leber, fetter Fisch und Butter, Käse, oder Eier. Wertvolles Beta-Carotin lieferten Karotten als Saft oder Kochgemüse, Mangos und jede Art gelbes und tiefgrünes Gemüse. Von Beta-Carotin, so das allgemeine Fazit, geht keine Gefahr aus. Gefährlich ist viel mehr, wenn man zu wenig davon hat.

Den wertvollsten Beitrag zur Gesundheit liefere Vitamin A durch dessen Bedeutung beim Aufbau der Schleimhäute in Mund, Lungen und Nasen-Rachen-Raum sowie bei der Abwehr von infektiösen Krankheiten und in der Embryogenese, erklärte Prof. Dr. Helmut Sies als Referent des Universitätsklinikum Düsseldorf. Folglich ist eine gute Versorgung mit Provitamin A und Vitamin A eine wichtige Grundlage gerade in der kalten Jahreszeit. Vitamin A sichert den Aufbau von Körperbarrieren, die von essentieller Bedeutung für den Schutz gegen Krankheitserreger seien.

Dabei könne der Körper seinen täglichen Bedarf von einem Milligramm Vitamin A auf zwei Wegen decken: Durch Nahrungsmittel mit reinem Vitamin A – dazu gehören rotes Fleisch, vor allem Leber, und auch andere tierische Produkte – oder durch Beta-Carotin – einem Provitamin, das der Körper selbst in Vitamin A umwandeln kann. Zu den Nahrungsmitteln mit hohem Beta-Carotin-Anteil gehörten jede Art von gelbem oder tiefgrünem Gemüse, vor allem aber Karotten, solange sie gekocht oder zu Saft gepresst verzehrt würden.

„Entsprechend den nationalen Ernährungsgewohnheiten wird die tägliche Einnahme von Vitamin A fast zu 50 Prozent durch Beta-Carotin gedeckt“, sagte Dr. Georg Lietz, von der britischen Newcastle University. Vor allem Vegetarier und insbesondere Veganer seien als besondere Risikogruppe auf ausreichend Vitamin A angewiesen. „Der empfohlene Tagesbedarf für Beta-Carotin von zwei bis vier Milligramm ist zu niedrig, um die momentane Lücke in der Vitamin-A-Zufuhr zu schließen“, so das Fazit von Dr. Lietz.

Allerdings gäbe es auch einen nicht unerheblichen Bevölkerungsanteil, dessen Stoffwechsel aufgrund seiner genetischen Veranlagung schlecht in der Lage sei, das Beta-Carotin in körpereigenes Vitamin A umzuwandeln. Diese „Low-Responder“ können bislang nur in wenigen Speziallabors erkannt werden, so dass die sicherste Gesundheitsvorsorge am ehesten durch eine ausgewogene Mischkost erreicht werden kann, die auch tierische Produkte enthält. So wäre eine Scheibe Leber alle 14 Tage schon ausreichend, um den Bedarf an Vitamin A zu decken“, rechnet Prof. Dr. Biesalski.

Zusatzschutz gegen UV-Licht

Auf eine weitere Schutzwirkung – den Schutz der Haut gegen UV-Strahlung mit der Gefahr von Sonnenbrand und Hautkrebs – wies die Hautärztin Dr. Andrea Krautheim vom Informationsverbund Dermatologischer Kliniken hin: „Durch die Einnahme von Beta-Carotin lässt sich erwiesenermaßen eine moderate Schutzwirkung vor einer Sonnenbrandreaktion erreichen.“

Dabei handelt es sich um einen Effekt, der sich durch gezielte Kombinationen mit anderen Antioxidantien eventuell noch weiter steigern lassen könnte. „Neben dem bewussten Umgang mit UV-Strahlung, Sonnencremes und angepasster Kleidung wäre ein zusätzlich unterstützender Sonnenschutz durch geeignete Supplementierung nur wünschenswert“, so Krautheim.

Pro Natur-Beta-Carotin

Einigkeit herrschte unter den Referenten, dass das Beta-Carotin in der jüngeren Vergangenheit zu Unrecht in die Negativ-Schlagzeilen geriet. „In der Krebsforschung galt dieses Pro-Vitamin lange Zeit als Hoffnungsträger – bis Studien zeigten, dass hohe Konzentrationen (mehr als das 10-fache des täglichen Bedarfs) über lange Zeit das Lungenkrebsrisiko bei Rauchern erhöhen “, so Prof. Dr. Biesalski.

Anders jedoch bei natürlichen Beta-Carotin-Quellen in der täglichen Ernährung: „Hier können wir mit Sicherheit davon ausgehen, dass Beta-Carotin aus Lebensmitteln, angereicherten Säften oder niedrig dosierten Supplementen als sicher angesehen werden können“, erklärte der Ernährungsmediziner der Universität Hohenheim. Wir müssen uns also nicht vor zu viel Beta-Carotin schützen, vielmehr vor zu wenig!

BfR-Symposium zu Krebs- und Allergierisiken durch Haarfärbemittel

Haare färben ohne Risiko – geht das?

Am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin kamen rund 100 Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Behörden, Industrie, Verbraucherverbänden und Medien zusammen, um den aktuellen wissenschaftlichen Sachstand zu Krebsgefahr und Sensibilisierung zu ermitteln und Forschungsbedarf zu diskutieren. „Ein Krebsrisiko durch Haarfärbemittel besteht für Verbraucherinnen und Verbraucher nicht", sagt BfR-Präsident Professor Dr. Andreas Hensel. Die problematischen Substanzen seien seit vielen Jahren verboten. „Forschungsbedarf besteht aber zum Problem der Allergien durch Haarfärbemittel."

Haarfärbemittel stehen im Fokus der Aufmerksamkeit, seit die Auswertung epidemiologischer Untersuchungen aus den USA aus dem Jahr 2001 Hinweise auf ein erhöhtes Risiko von Harnblasenkrebs bei Frisören und Verbrauchern, die Haarfärbemittel insbesondere aus der Zeit vor 1985 verwendet hatten, lieferte. In der Folge initiierte die EU-Kommission eine systematische Sicherheitsbewertung aller in Haarfärbemitteln verwendeten Substanzen mit dem Ziel, eine Positivliste gesundheitlich unbedenklicher Stoffe zu erstellen. Manche der kommerziell bedeutenden Substanzen, die in Haarfarben verwendet werden, wirken darüber hinaus sensibilisierend und können in der Folge allergische Reaktionen der Haut auslösen.

Rund ein Drittel aller Frauen in Europa und Nordamerika färbt sich die Haare, ebenso etwa zehn Prozent der Männer über 40 Jahre. Henna, die wohl älteste Haarfarbe der Welt aus den Blättern und Sprossachsen des Hennastrauches, wurde schon im 14. Jahrhundert v. Chr. von Frauen in Ägypten benutzt. Als erstes kommerzielles Farbmittel kam 1907 para-Phenylendiamin – kurz PPD – auf den Markt. PPD hat stark sensibilisierende Eigenschaften und kann Kontaktallergien auslösen. In Haarfärbemitteln wird PPD als Vorstufe des Farbtons eingesetzt, die eigentliche Farbe bildet sich in einer chemischen Reaktion mit so genannten Oxidationskupplern im Haar. In Hautkliniken in Europa sind drei bis fünf Prozent der Patientinnen und Patienten mit Kontaktallergien gegenüber PPD sensibilisiert, allerdings wird geschätzt, dass nur etwa ein Drittel dieser Fälle auf die Verwendung von Haarfärbemitteln zurückzuführen ist. Für die übrigen könnten Farben in Textilien und Leder sowie Henna-Tattoos die Ursache sein. Aber auch klinisch-dermatologische Allergietests sowie die von einigen Haarfärbemittel-Herstellern empfohlene Selbsttestung werden als mögliche Faktoren für die Sensiblisierung diskutiert. Der Einsatz von PPD in Haarfärbemitteln geht in Deutschland insgesamt zurück, die Alternativen sind jedoch zum Teil ebenso problematisch.

Nach den besorgniserregenden epidemiologischen Beobachtungen zu einem möglichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Blasenkrebs und der Nutzung von Haarfärbemitteln in den USA hat die EU ein breit angelegtes Programm initiiert, das einerseits die Förderung epidemiologischer Studien in Europa zum Ziel hat. Zum anderen wurde die Industrie aufgefordert, durch Grundlagenforschung zur Aufklärung der chemischen Vorgänge bei der oxidativen Haarfärbung beizutragen, um Konsequenzen für die Sicherheitsbewertung ableiten zu können. Um eine Positivliste gesundheitlich unbedenklicher Stoffe für Haarfärbemittel erarbeiten zu können, musste die Industrie wissenschaftlich aussagefähige Dossiers zur Sicherheitsbewertung der in Europa vermarkteten Haarfärbemittel erstellen. Sie werden von einem unabhängigen wissenschaftlichen Ausschuss bewertet. Nebenbei wurde in diesem Verfahren die Anzahl der verwendeten Stoffe erheblich reduziert.

Die Bewertung der bislang vorliegenden epidemiologischen Erkenntnisse zu einem möglichen Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen und Haarfärbemittelgebrauch ergibt kein einheitliches Bild. Die meisten Experten halten die Datenlage für nicht ausreichend, um einen eindeutigen statistischen Zusammenhang abzuleiten. Für Verbraucherinnen und Verbraucher besteht kein Krebsrisiko durch Haarfärbemittel, weil die problematischen Substanzen bereits seit langem verboten sind.

Auf dem BfR-Symposium zum Thema Haarfärbemittel wurden weitere aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt, insbesondere zu Unterschieden im Stoffwechsel bei der Aufnahme von Stoffen über die Haut im Vergleich zur Aufnahme über die Nahrung. Diskutiert wurden auch neue methodische Ansätze, ohne Tierversuche Aussagen zur Toxizität von chemischen Substanzen abzuleiten. Die Sensibilisierung mit der Folge allergischer Reaktionen durch Haarfärbemittel, insbesondere auch bei Frisörinnen und Frisören, ist ein nach wie vor ungelöstes Problem, das weiterer Grundlagenforschung bedarf.

Lebensmittelüberwachung im Jahr 2008 in Deutschland

Niveau des Vorjahres gehalten

Die Länder konnten im Jahr 2008 bei der Lebensmittelüberwachung das Niveau des Vorjahres halten. Die amtlichen Lebensmittelkontrolleure haben fast eine Million Inspektionen in rund 540 000 Betrieben durchgeführt. Das ist mehr als die Hälfte aller Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland, die Lebensmittel herstellen, bearbeiten oder verkaufen. Bei knapp 130 000 Betrieben wurden Verstöße festgestellt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet. Die meisten Beanstandungen betrafen die Betriebshygiene, gefolgt von Mängeln im Hygienemanagement der Betriebe sowie bei der Kennzeichnung und Aufmachung der Lebensmittel. Außerdem haben die Überwachungsbehörden im vergangenen Jahr rund 407 000 Proben untersucht (plus 5000 zu 2007). Davon wurden etwa 55 000 Proben (13,6 %) beanstandet.

Diese Zahlen sind Bestandteil des Jahresberichtes der Bundesrepublik Deutschland zum Mehrjährigen Nationalen Kontrollplan (MNKP), den das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) am 19. Oktober in Berlin vorgestellt hat. Der Bericht gibt einen umfassenden Überblick über die Aktivitäten der zuständigen Kontrollbehörden entlang der gesamten Lebensmittelproduktionskette.

Neben Betriebskontrollen werden von den Ländern auch Produktkontrollen geplant und durchgeführt. Ein Teil davon erfolgt durch bundesweit koordinierte Programme. So werden im Bundesweiten Überwachungsplan (BÜp) jene Probleme weiterverfolgt, die in einzelnen Ländern auffällig wurden.

Schwerpunkt Vanille

2008 bildete Vanille einen Untersuchungsschwerpunkt im BÜp. Das Gewürz gehört zu den beliebtesten, aber auch teuersten. Der hohe Preis und die steigende Nachfrage verleiten zur irreführenden Vanilleauslobung bei Lebensmitteln und machen die Verbrauchertäuschung lukrativ. Verfälschungen liegen dann vor, wenn künstliches oder naturidentisches Vanillin anstelle von echter Vanille zur Aromatisierung zugesetzt wird und zugleich die Aufmachung solcher Erzeugnisse die Verwendung echter Vanille suggeriert. So mussten von 290 Proben „Vanilleeis“ 110 Proben (38 %) beanstandet werden, da statt Vanille naturidentisches Vanillin oder die künstlichen Aromastoffe Piperonal und Ethylvanillin verwendet wurden. Bei Vanillepuddingen und -soßen gab es keine Beanstandungen.

Positiv können Frischobst, Frischgemüse und Kartoffeln aus inländischer Bioproduktion erwähnt werden, die auf Pflanzenschutzmittelrückstände und Schwermetalle untersucht wurden. Ähnlich wie im Programm „Pflanzenschutzmittelrückstände und Schwermetalle in ausländischen Bioprodukten“ von 2007 konnten in den 350 untersuchten, in Deutschland hergestellten Proben kaum Pflanzenschutzmittelrückstände gefunden werden bzw. waren keine bedenklichen Schwermetallgehalte festzustellen.

Weniger befriedigend waren die Ergebnisse, zu denen die Kontrolleure bei der Überprüfung der Hygienemaßnahmen kamen: Die Hygiene bei der Herstellung von Geflügelfleischzubereitungen, insbesondere die Reinigung und Desinfektion, ließ bei 22 % der 331 kontrollierten Klein- und Großmetzgereien zu wünschen übrig. In der Geflügelfleisch-Dönerspießproduktion war diesbezüglich sogar jeder zweite Betrieb zu beanstanden. Bei der Überprüfung von 875 Imbissbetrieben, die Geflügelfleischdöner anbieten, wurden in 30 % der Betriebe Mängel festgestellt. Sie betrafen die allgemeinen Grundsätze der guten Hygienepraxis, unzureichende Reinigung und Desinfektion sowie mangelnde Schulung des Personals. Ebenso musste bei 17 % der etwa 1000 überprüften Betriebe, welche Speiseeis herstellen beziehungsweise in den Verkehr bringen, die Hygiene bemängelt werden. In 21 % dieser Betriebe wurden Speiseeisproben mikrobiologisch beanstandet oder bemängelt.

Weitere Schwerpunkte des Bundesweiten Überwachungsplans 2008 betrafen zum Beispiel die Kennzeichnung von Oberflächenbehandlungsmitteln von Zitrusfrüchten, die Verwendung der Auslobungen „Zuckerarm“, „Zuckerfrei“ und „Ohne Zuckerzusatz“ sowie die mikrobiologische und sensorische Be-schaffenheit von Brühwurstwaren in Fertigpackungen.

Meist ohne Pflanzenschutzmittelrückstände

Im Lebensmittel-Monitoring (LMM) wird jährlich eine Auswahl an Lebensmitteln repräsentativ auf unerwünschte Stoffe, zum Beispiel Kontaminanten und Rückstände von Pflanzenschutzmitteln sowie Tierarzneimitteln, untersucht,

Plantagenanbau von Vanillepflanzen auf La Réunion (Foto: Bouba).

um die Exposition der Bevölkerung mit den Schadstoffen zu bestimmen.

In mehr als 73 % der Proben von Kartoffeln, Spinat, Zwiebeln, Apfelsaft, Distelöl, Olivenöl (natives extra) und Schokolade wurden keine Pflanzenschutzmittelrückstände festgestellt. In Reis, Gurken, grünen Bohnen, Karotten und Pfefferminzblättertee fanden sich häufiger Rückstände. Ohne bestimmbare Rückstände waren 30 bis 41 % der Proben. Drei Viertel der untersuchten Rooibostee-Proben enthielten quantifizierbare Gehalte. Wie bei vorangegangenen Monitoringuntersuchungen wies wieder Obst die meisten positiven Befunde auf: 76 bis 90 % aller Proben von Birnen, Johannisbeeren, Sta-chelbeeren und Mandarinen/Clementinen/Satsumas hatten messbare Rückstände. Mit Ausnahme einiger Befunde zum Wirkstoff Amitraz in Birnen gab es bei allen anderen untersuchten Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft keine Anhaltspunkte für ein akutes gesundheitliches Risiko der Verbraucher durch Pflanzenschutzmittelrückstände. Die Birnen mit den hohen Amitraz-Gehalten wurden vom Markt genommen und vernichtet.

Gifte aus Schimmelpilzen (Mykotoxine) waren auch 2008 ein Untersuchungsschwerpunkt: Aufgrund seiner hohen Toxizität und krebserzeugenden Wirkung ist das Auftreten von Aflatoxin B1 in 7 % der Reisproben als problematisch anzusehen. Von den anderen Mykotoxinen wurden Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) erfreulicherweise nur in einigen Proben quantifiziert. Als positiv ist zu werten, dass in keinem der beprobten Joghurts Aflatoxin M1 nachweisbar war und die Kontamination von Apfelsaft mit Patulin als gering eingestuft werden kann. Dagegen wurde Ochratoxin A bei Lakrit-ze in 45 % und bei Schokolade mit Qualitätshinweis in 60 % der Proben mit teilweise hohen Gehalten gefunden. Da auch Kinder gern Lakritze essen und Schokolade mit hohem Kakaoanteil immer mehr Liebhaber findet, sind in diesen Bereichen verstärkte Eigenkontrollen der Unternehmen zu fordern.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse aus dem Jahr 2008 erneut die Empfehlung, die Ernährung ausgewogen und abwechslungsreich zu gestalten, weil sich dadurch die teilweise unvermeidliche nahrungsbedingte Aufnahme unerwünschter Stoffe am ehesten auf ein Minimum reduzieren lässt.

Aus der Bildungslandschaft

• Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) hat jetzt die „Dreizehnte Fortschreibung des Datenmaterials (2007/2008) zu **Frauen in Hochschulen und außerhochschulischen Forschungseinrichtungen**" verabschiedet. Der GWK-Bericht zeigt, dass der Anteil von Frauen an den verschiedenen Qualifikationsstufen und beruflichen Positionen in Wissenschaft und Forschung langsam weiter ansteigt. U.a. gab es im Berichtszeitraum in Deutschland 6173 Professorinnen; dies entspricht einem Frauenanteil von 16,2 Prozent.

• Eigene Räume erhält das Chemikum-Marburg. Bis Ende 2010 soll das durch die Naturwissenschaften Physik, Biologie und Pharmazie verstärkte Chemikum-Marburg ganzjährig zugänglich sein. Das Chemikum lädt die Öffentlichkeit zu interessanten Mitmachexperimenten ein und will vor allem die Jugend für die Naturwissenschaften begeistern.

• An der Hochschule Regensburg wurden jetzt **vier weitere Studiengänge akkreditiert**: die drei Bachelorstudiengänge Elektro- und Informationstechnik, Mechatronik und Regenerative Energien und Energieeffizienz sowie der weiterbildende Masterstudiengang Automotive Electronics.

• Die Befragten des **aktuellen Bildungsbarometers** sehen die Finanz- und Wirtschaftskrise eher als Gefahr (58%) denn als Chance (42%). Und sie erwarten, dass sie auch Auswirkungen auf die Finanzierung von Einrichtungen aus Bildung und Kultur haben wird. Ihre Einschätzung ist: Forschungsinstitute, Hochschulen, Schulen sowie Kindergärten werden in gleicher Weise wie bislang finanziert werden, Volkshochschulen, Bibliotheken, Museen Theater und Opern werden weniger Geld zur Verfügung haben.

• Um die **Organisation des internationalen Austausches** und die Koordinierung von Kooperationsstudiengängen zu optimieren, arbeitet die HIS Hochschul-Informations-System GmbH nun mit der Firma DAASI International GmbH zusammen. Ziel der Zusammenarbeit ist die Implementierung von Lösungen und Standards zur Unterstützung der Studierenden-Mobilität und der Organisation hochschulübergreifender Kooperationsstudiengänge.

• Auf seiner 60. Sitzung in Berlin hat der Akkreditierungsrat die **Evaluationsagentur Baden-Württemberg (evalag) akkreditiert** und ihr damit die Zulassung für die Durchführung von Verfahren der Programm- und der Systemakkreditierung erteilt. Mit der Akkreditierung der Evaluationsagentur Baden Württemberg haben die Hochschulen nun die Wahl zwischen mittlerweile zehn vom Akkreditierungsrat zertifizierten Agenturen.

• Ein Studiengang, der die Ausbildung zum Facharbeiter Industriemechanik mit einem Bachelor- Abschluss in Ingenieurswissenschaften verbindet, startet im Wintersemester an der Universität Duisburg-Essen: **„Steel Technology and Metal Forming".**

Der Werkstoff Glas

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

1 Was ist ein natürlich vorkommendes Glas?
A Obelisk.
B Obsidian.
C Ocker.
D Olfaktorium.
E Osmium.

2 Welches Oxid hat ein so langsames Kristallwachstum, das aus der Schmelze ein Glas entsteht?
A K_2O
B SiO_2
C P_2O_5
D B_2O_3
E BaO

3 Gläser im engeren Sinn sind erstarrte Schmelzmischprodukte von SiO_2 mit ...
A … Na_2O
B … MgO
C … CaO
D ... Pb_2O_3
E ... ZnO

4 Welches Glas lässt sich einer Temperatur von 700 °C aussetzen ohne zu erweichen?
A Natron-Kalk-Glas.
B Bleikristallglas.
C Duranglas.
D Jenaer Glas.
E Supremaxglas.

5 Wie ist die ungefähre Zusammensetzung von Fensterglas (Angaben in Gewichtsprozent)?
A 75% SiO_2, 13% Na_2O, 12% CaO.
B 74% SiO_2, 9% Al_2O_3, 4% B_2O_3, 8% Na_2O, 4% BaO, 0,9% CaO, 0,1% MgO.
C 56% SiO_2, 20% Al_2O_3, 9% B_2O_3, 1% Na_2O, 1% K_2O, 5% CaO, 8% MgO.
D 100% SiO_2.
E 75% SiO_2, 13% Na_2O, 11% CaO 1% Fe0.

6 Welches der hier genannten ist das bleihaltigste Glas?
A Bleikristallglas.
B Spiegelglas.
C Böhmisches Kristallglas.
D Strass.
E Pyrex.

7 Die Zusammensetzung 54% SiO_2, 14% Al_2O_3, 4,5 % MgO, 17,5% CaO, 10% B_2O_3 findet sich in ...
A Email.
B Glasfasern.
C Borosilkatglas.
D Bleikristallglas.
E Kalk-Natron-Glas

8 Welcher Glaszuschlagstoff dient als Trübungsmittel?
A Aluminiumoxid.
B Zinndioxid.
C Zinkoxid.
D Calciumphosphat.
E Zirkoniumdioxid.

9 Bariumoxid als Glaszuschlagstoff …
A ... erniedrigt den Schmelzpunkt.
B ... absorbiert Strahlung.
C ... verändert die Brechzahl.
D … verändert die thermischen Eigenschaften.
E … verändert die elektrischen Eigenschaften.

10 Welche Funktion hat Glasmacherseife?
A Damit reinigt sich der Glasbläser vor der Arbeit.
B Damit wird Glas blau gefärbt.
C Damit wird Glas grün gefärbt.
D Damit wird Glas entfärbt-
E Damit reinigt der Glasbläser das Glas nach dem Abkühlen.

11 Mit welchem Zusatz lässt sich gelbes Glas erzeugen?
A Eisenoxid.
B Kupferoxid.
C Uranoxid.
D Cobaltoxid.
E Indiumoxid.

12 Welches Material ist ein Rohstoff für Kalk-Natron-Glas?
A Quarzsand.
B Natrit.
C Pottasche.
D Feldspat.
E Kalk.
F Dolomit.

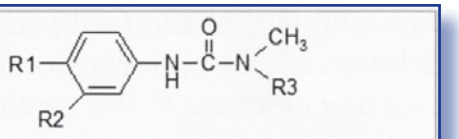
13 Wie hoch kann der Altglasanteil aus Glasrecycling in Behälterglas sein?
A 10 Prozent.
B 30 Prozent.
C 50 Prozent.
D 70 Prozent.
E 90 Prozent.

14 Welche Aussage stimmt für Lichtwellenleiter aus Glas?
A John Tyndall leitete im Jahr 1870 als erster Licht durch Glas.
B Theodore Harold Maiman leitete im Jahr 1960 als erster Licht durch Glas.
C Charles Kuen Kao leistete in den 1960er Jahren später mit dem Nobelpreis geehrte Pionierarbeit zur Glasfaseroptik.
D Die amerikanische Firma Corning produzierte 1970 den ersten verlustarmen Lichtwellenleiter.
E Die Deutsche Bundespost verband erstmals im Jahr 1985 zwei Vermittlungsstellen in Berlin über eine etwa 4 Kilometer lange Strecke mit Glasfasern.
F AT&T, NEC und Corning übertrugen im Jahr 2009 durch eine einzelne Glasfaser über eine Strecke von 5 Kilometern 320 Kanäle mit einer Datenrate von jeweils 114 Gigabit pro Sekunde.

Lösungen zu Seite M64 (CLB 10/2009):

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

(Lösungen zu den Fragen hier finden Sie in CLB 12/2009 sowie auf www.clb.de)



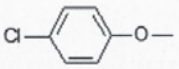
Name	R^1	R^2	R^3
Monuron	Cl	H	CH_3
Monolinuron	Cl	H	O-CH_3
Metobromuron	Br	H	O-CH_3
Diuron	Cl	Cl	CH_3
Linuron	Cl	Cl	O-CH_3
Isoproturon	$CH(CH_3)_2$	H	CH_3
Chlortoluron	CH_3	Cl	CH_3
Chloroxuron		H	CH_3

Abbildung 7: Beispiele bedeutender Phenylharnstoff-Herbizide.

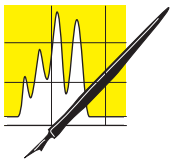
plätze im dichten Dschungel erweitern zu können. Darüber hinaus wurden auch Ackerflächen bespritzt, um dem Feind die Nahrungsgrundlage zu entziehen.

Das Herbizid ist flüssig und wurde großflächig als Aerosol aus Flugzeugen oder Helikoptern versprüht (Abbildung 6). Der Einsatz von Agent Orange erreichte seinen Höhepunkt in der intensivsten Phase des Krieges zwischen 1967 und 1968 und wurde 1971 eingestellt. Insgesamt wurden schätzungsweise rund 72 Millionen Liter Herbizide über Vietnam, Kambodscha und Laos versprüht, davon 55 Prozent oder 40 Millionen Liter Agent Orange.

Da das Herbizid aufgrund von Verunreinigungen TCDD (das Dioxin-Derivat Tetrachlor-Dibenzodioxin) enthielt, erkrankten in der Folge unzählige Bewohner der betroffenen Gebiete, aber auch viele US-Soldaten. Bei einer Kontamination die übrigens auch heute noch auf Grund der Rückstände im Boden auftritt wird das Erbgut der betreffenden Personen geschädigt, was zu erheblichen Behinderungen ihrer Kinder führen kann. Viele vietnamesische Neugeborene kommen deshalb auch drei Generationen nach dem Einsatz von Agent Orange noch mit schweren Missbildungen (insbesondere Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten), Immunschwachen und Erbgutveränderungen zur Welt. Auch Krebs zählt zu den Spätfolgen. Es gibt zwar bis heute keine Untersuchungen, die einen direkten Zusammenhang zwischen der Exposition mit Agent Orange und derTumorentstehung bestätigen, jedoch ist Dioxin als krebserregend bekannt.

Als der Zusammenhang zwischen den Gesundheitsschädigungen und dem Dioxin anerkannt wurde, erhielten die betroffenen US-Soldaten nach einem Gerichtsbeschluss von 1984 von den Herstellerfirmen Dow Chemical und Monsanto insgesamt etwa 180 Millionen Dollar als Entschädigungszahlungen, was als ein Schuldanerkenntnis gewertet werden kann.

Nur die leidenden vietnamesischen Kinder erhielten bis heute (2009) keine Unterstützung aus den USA...



AUFSÄTZE

Phenylharnstoff-Herbizide

Phenylharnstoff-Derivate fanden sowohl als Totalherbizide als auch zur selektiven Unkrautbekämpfung breite Anwendung und haben teilweise große wirtschaftliche Bedeutung erlangt (Abbildung 7).

DCMU (3-(3,4-Dichlor-phenyl)-1,1-dimethylharnstoff) wurde 1954 von der Firma Bayer unter dem Handelsnamen Diuron als Unkrautbekämpfungsmittel eingeführt und wird als Totalherbizid zur völligen Beseitigung von Pflanzen verwendet. Außerdem wird es im Bereich Materialschutz genutzt. Aus DCMU-haltigen Anstrichmitteln hergestellte Anstriche, z.B. Fassadenanstriche oder Schiffsbodenanstriche (Antifouling-Anstriche), bleiben frei von Algenbewuchs.

Große Mengen Diuron wurden auch ausgebracht, um Gleisanlagen pflanzenfrei zu halten. Diese Anwendung wurde z.B. in Deutschland 1997 wegen möglicher Grundwassergefährdung verboten.

DCMU ist ein selektives Herbizid, das systemische Eigenschaften besitzt. Es wird vor allem über die Wurzeln der behandelten Unkraut pflanzen aufgenommen und in diesen weiter transportiert, sodass es zu einer Anreicherung in den oberen Teilen der Pflanzen kommt. Dort hemmt der Wirkstoff die Photosynthese der Pflanzen.

Abbildung 6: Versprühung von Entlaubungsmittel im Mekong-Delta am 26. Juli 1969 (Foto: US-Army).

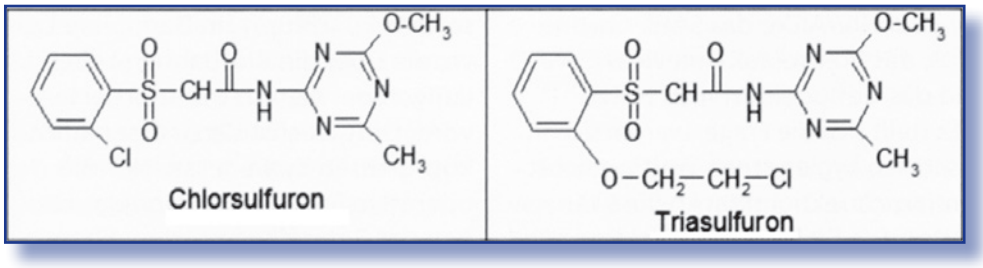


Abbildung 8: Sulfonylharnstoff-Herbizide.

Sulfonylharnstoff-Herbizide

Sulfonylharnstoffe wie Tolbutamid haben als orale Antidiabetika eine große Bedeutung erlangt. Die Herbizide aus der Stoffgruppe der Sulfonylharnstoffe wurden bei Forschungsarbeiten mit den Arzneiwirkstoffen zufällig entdeckt (Abbildung 8). Ab 1975 begann eine intensive Entwicklung dieser neuen Herbizide, wobei vor allem orthosubstituierte Benzolsulfonylharnstoff-Derivate, die am Stickstoff einen N-Heterocyclus (Pyrimidin oder Triazin) tragen, Bedeutung erlangten.

Chlorsulfuron ist ein von DuPont de Nemours entwickeltes und 1982 in den Markt eingeführtes selektives systemisches Sulfonylharnstoff-Herbizid. Es wird über die Wurzeln und Blätter der behandelten Unkrautpflanzen aufgenommen und in diesen weitertransportiert. Wie alle Sulfonylharnstoffe hemmt es in den Pflanzen die Acetolactat-Synthase, ein Schlüsselenzym bei der Biosynthese von Aminosäuren mit verzweigter Seitenkette (Leucin, Isoleucin und Valin). Damit wird indirekt die Zellteilung gehemmt und es kommt zum Wachstumsstillstand. Die Pflanzen verblassen, es bilden sich Nekrosen und schließlich sterben die Unkräuter ab. Die „Selektivität" gegenüber den Getreide-Kulturpflanzen beruht lediglich auf dem Umstand, dass in diesen der Abbau des Herbizids deutlich schneller verläuft.

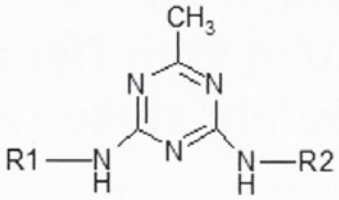
Ein besonderes Merkmal der Sulfonylharnstoff-Herbizide ist ihre außergewöhnlich hohe biologische Aktivität. Diese erlaubt, mit sehr niedrigen Aufwandsmengen von nur etwa 250 g/ha auszukommen! Aus toxikologischer Sicht werden die Sulfonylharnstoffe heute als günstig bewertet. Bei einem hohen LDSO-Wert (Ratte akut-oral > 4000 mg/kg) sind weder mutagene noch teratogene Effekte bekannt. Ebenso ist die Toxizität gegenüber Bienen, Vögeln, Fischen und Insekten gering. Der Abbau im Boden erfolgt relativ langsam: innerhalb von 4-6 Wochen wird die vollständige Hydrolyse der Sulfonylharnstoff-Gruppe durch mikrobiellen Abbau beobachtet.

Triazin-Herbizide

Unter den Triazin-Herbiziden fasst man Verbindungen mit 1,3,5oder 1,2,4-Triazin-Gerüsten zusammen. Die 1,3,5-Triazin-Derivate lassen sich strukturell in drei Gruppen einteilen: Triazine (X = Cl) als Triazin-Herbizide der 1. Generation sowie Triatone (X = OCH_3) und Triatryne (X = SCH_3) als Vertreter der 2. Generation (siehe Abbildung 9).

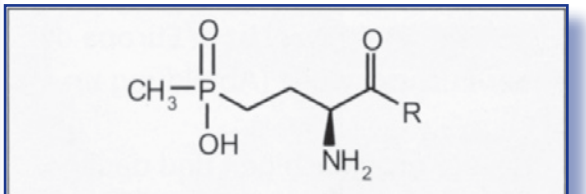
Triazin-Herbizide sind wie die Phenylharnstoff-Herbizide in erster Linie Photosynthese-Hemmer. Daneben sind einige andere Effekte auf biochemische Prozesse in Pflanzen beobachtet worden. Bezüglich Wirkungsspektrum, Wirkungsdauer, Selektivität und Abbaubarkeit im Boden verhalten sich die Triazin-Herbizide zum Teil recht unterschiedlich. Die Ursachen dafür sind physikalisch-chemischer sowie biochemischer Natur, z.B. Wasserlöslichkeit bzw. Absorption an Böden (Tiefenwirkung) oder metabolische Inaktivierung (hohe Toleranz von Mais gegenüber Triazinen).

Abbildung 9: Beispiele bedeutender Triazin-Herbizide.



Name	X	R^1	R^2
Simazin	Cl	C_2H_5	C_2H_5
Atrazin	Cl	C_2H_5	$CH(CH_3)_2$
Propazin	Cl	$CH(CH_3)_2$	$CH(CH_3)_2$
Cyanazin	Cl	C_2H_5	$C(CH_3)_2$ –CN
Terbuthylazin	Cl	C_2H_5	$C(CH_3)_3$
Atraton	OCH_3	C_2H_5	$CH(CH_3)_3$
Terbumeton	OCH_3	C_2H_5	$C(CH_3)_3$
Terbutryn	SCH_3	C_2H_5	$C(CH_3)_3$
Methoprotryn	SCH_3	$CH(CH_3)_2$	$(CH_2)_3$ –OCH_3

Abbildung 10: Struktur von Phosphinothricin und Bialaphos.
Phosphinothricin: R = –OH
Bialaphos: R = –L-Ala – L-Ala – OH



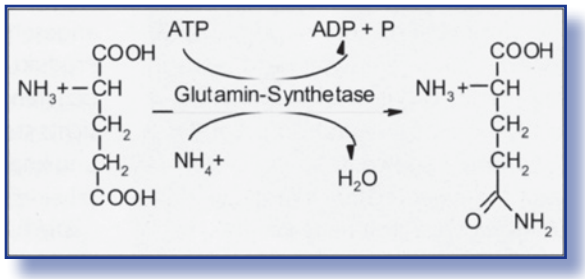


Abbildung 11: Phosphinothricin beeinflusst den Stoffwechsel der Pflanzenzelle, indem das Enzym Glutaminsynthetase gehemmt wird, ein Schlüsselenzym der Stickstoffassimilation in Pflanzen und vielen Mikroorganismen. Durch diese Hemmung kann in den Zellen die Synthese der Aminosäure Glutamin nicht mehr ablaufen – dieser Syntheseschritt benötigt Ammoniak. Eine Hemmung führt unmittelbar zu einem Konzentrationsanstieg des in hohen Konzentrationen toxischen NH3 in den Zellen. Um sich selbst vor diesem Gift zu schützen, besitzt der Phosphinothricin-Produzent Streptomyces viridochromogenes das Enzym Phosphinothricin-Acetyltransferase (PAT-Enzym), mit dem er das Phosphinothricin durch Acetylierung inaktiviert und damit entgiftet.

Mit Rücksicht auf diese Eigenschaften werden Triazin-Herbizide als Total-, Semitotal- und selektive Herbizide eingesetzt, in Europa hauptsächlich im Getreideanbau. Für Atrazin besteht allerdings in vielen Ländern ein vollständiges Anwendungsverbot; Simazin, Propazin, Cyanazin und Terbumeton dürfen in Wasserschutzgebieten nicht angewendet werden. Das 1,2,4-Triazin Metamitron wird wegen der hohen Toleranz von Zuckerrüben in dieser Kultur erfolgreich eingesetzt.

Herbizide auf Aminosäure-Basis

Phosphinothricin (Glufosinat, „Basta“)

Die Aminosäure Phosphinothricin (PPT, L-2-Amino-4-[hydroxy-(methyl)-phosphinyl]-butansäure) wurde 1971 als Bestandteil des Tripeptids Bialaphos in Streptomyceten entdeckt (Abbildung 10). Die Verbindung ist die erste in der Literatur beschriebene natürlich vorkommende Aminosäure mit einer Phosphinsäure-Gruppe. Eine Besonderheit liegt in der Seltenheit der Kohlenstoff-Phosphor-Kohlenstoff-Bindung und der bis heute noch nicht vollständig geklärten Biosynthese dieser chemisch stabilen Gruppierung.

Phosphinothricin erwies sich als außerordentlich wirksames Herbizid zur Unkrautkontrolle. Die Substanz kann heute auch synthetisch hergestellt werden, das Ammoniumsalz des racemischen Wirkstoffs trägt die Bezeichnung Glufosinat-Ammonium.

Phosphinothricin kann chemisch hergestellt werden (Handelsname „Basta“) und wird seit vielen Jahren als natürliches Breitbandherbizid zur Unkrautbekämpfung angewendet. Es wird unspezifisch über die Blätter aufgenommen (Abbildung 11). Als nicht-selektives Totalherbizid wird es auch zur Unkrautbeseitigung auf Gleisanlagen verwendet.

„Basta“ hat eine hohe Umweltverträglichkeit, weil es als Aminosäure-Derivat rasch und vollständig abgebaut und damit eine Anreicherung im Grundwasser und in Nahrungsketten vermieden wird. Unter standardisierten Testbedingungen dauert der vollständige Abbau im Boden zwischen 20 bis 50 Tagen. Ökotoxikologische Untersuchungen an verschiedensten Lebewesen wie Algen, Kleinkrebsen, Fischen, Bakterien, Regenwürmern, Insekten, Vögeln und Säugetieren ergaben, dass auch im ungünstigsten Fall die zu erwartenden Konzentrationen von „Basta“ und seiner Abbauprodukte in der Umwelt weit unterhalb der Schadensschwelle für die Testorganismen lagen.

Das Streptomyceten-Gen für das PAT-Enzym konnte isoliert und auf Nutzpflanzen wie Mais, Raps, Salat, Luzerne, Gerste, Sojabohne, Tomate und Reis übertragen werden. Damit können diese transgenen Pflanzen ebenfalls das PAT-Enzym synthetisieren und Phosphinothricin außer Funktion setzen. Diese Pflanzen können somit auf mit „Basta“ gespritzten Feldern als einzige Pflanzen ohne Schaden überleben. „Basta“-resistente Pflanzen werden bereits auf großen Flächen angebaut, insbesondere in den USA und Kanada. In der kommenden Ausgabe CLB 12-2009 erläutert Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch den aktuellen Stand der Debatte über den Einsatz des Herbizids Glufosinat.

Glyphosat

Das Aminosäurederivat Glyphosat wurde 1971 vom amerikanischen Chemie-Unternehmen Monsanto eingeführt. Es ist ein nicht-selektives systemisches Blatt-Herbizid, dass vom amerikanischen Chemie-Riesen Monsanto unter dem Namen „Roundup“ vertrieben wird.

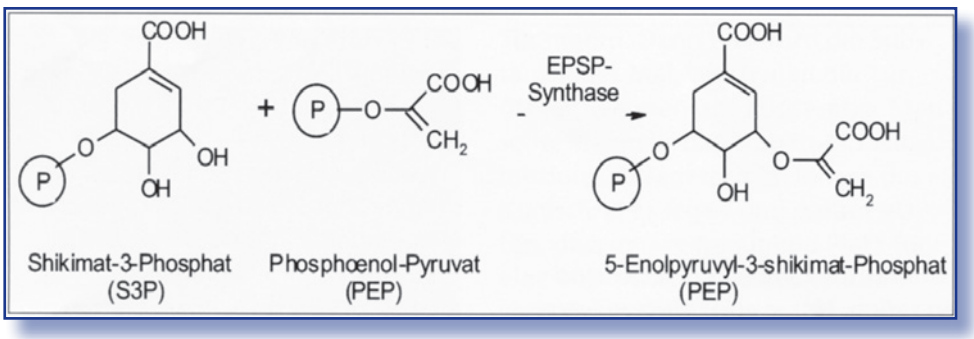


Abbildung 12: Wirkmechanismus von Glyphosat.

Glyphosat ist seit einigen Jahren das am besten verkaufte Pflanzenschutzmittel weltweit und stellt alleine beinahe ein Drittel des gesamten Herbizidumsatzes. Es wird vor allem in den USA, der EU, China und einigen Ländern Südamerikas vertrieben.

Glyphosat ist ein Strukturanalogon der zentralen Stoffwechsel-Verbindung Phosphoenolpyruvats (PEP) und hemmt das Enzym 5-0-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-Synthase (EPSP-Synthase). Mit der EPSP-Synthase wird der Shikimisäure-Weg blockiert, über den die aromatischen Aminosäuren, Tryptophan, Phenylalanin und Tyrosin gebildet werden (Abbildung 12).

Schon der Fortfall dieser Aminosäuren würde die Pflanzen absterben lassen. Ein weiterer Letalitätsfaktor ist, dass Tryptophan eine Vorstufe zum Phytohormon 1 H-lndol-3-ylessigsäure darstellt. Glyphosat wirkt also in mehrfacher Hinsicht tödlich.

Der Wirkstoff wird über die grünen Pflanzenteile aufgenommen und dann in der ganzen Pflanze weiterverteilt. Dadurch werden auch die Wurzeln mehrjähriger Unkräuter und Ungräser abgetötet, die mit anderen Wirkstoffen nur schwer zu erreichen wären. Eine Aufnahme über Wurzeln findet nicht statt. Die Halbwertszeit beim mikrobiellen Abbau im Boden beträgt ein bis zwei Monate. Auf einer behandelten Fläche kann daher bald nach dem Absterben der Unkräuter weiter angebaut werden.

Glyphosat wird in Form seines Isopropylamin-Salzes zur totalen und semitotalen Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern in allen Ackerbaukulturen, im Obstund Weinbau, bei Zierpflanzen, im Forst und auf Rasen verwendet. Die Verbindung ist nicht bienengiftig. Weil sie nicht von allen Wasserorganismen vertragen wird, wurde Roundup trotzdem als „umweltgefährdend“ eingestuft.

Mit gentechnischen Methoden wurden in den USA zunächst von Soja und später von allen anderen wichtigen Kulturpflanzen Glyphosattolerante Varianten erzeugt. Sie zeichnen sich durch eine Überproduktion der EPSP-Synthase aus und können damit trotz einer bestimmten Glyphosat Menge in der Umgebung überleben Dagegen werden Unkräuter und Ungräser durch Glyphosat abgetötet.

Abbildung 13: Acker-Fuchsschwanzgras zeichnet sich durch schnelle Resistenzbildung gegen Herbizide aus (Foto: Stueber).

Mit den gentechnisch modifizierten Pflanzen wird eine neue Produktionsweise ermöglicht, die ein Aufwachsen der Unkräuter bis zu einem relativ späten Stadium toleriert. Erst wenn die Unkräuter beginnen, die Kultur ertragswirksam zu unterdrücken, werden sie durch die Herbizidbehandlung abgetötet. Dies bietet große Vorteile zur Bekämpfung der Bodenerosion. Außerdem ist der Zeitrahmen für den Einsatz von Glyphosat deutlich größer, und das Herbizid ist billiger als selektive Herbizide beispielsweise im Soja-Anbau.

Neben der verbreiteten Diskussion um die Verwendung gentechnisch veränderter Pflanzen wird das Glyphosat-Beispiel aus einem anderen Grund als problematisch gesehen: Das Saatgut kann nur im Rahmen eines Technologievertrages erworben werden, der den Landwirt zu einer Lizenz-Abgabe an Monsanto verpflichtet. Dennoch werden Glyphosat-tolerante Sojabohnen inzwischen weltweit angebaut. In manchen Ländern dominieren sie die Produktion, so in Argentinien, wo sie über 98 Prozent des Sojabohnenanbaus ausmachen und die landwirtschaftliche Produktion, aber auch die Wirtschaft des Landes stark beeinflusst haben.

Ökologische Betrachtungen

Düngung, Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung werden für die moderne Landwirtschaft als notwendig angesehen, um die notwendige Produktivität pro Flächeneinheit zu erzielen. Das Thema bekommt angesichts steigender Bevölkerungszahlen und knapper werdenden Nahrungsmittel eine besondere Brisanz.

Die hier vorgestellten Methoden des Herbizideinsatzes sind zwar sehr effektiv, zeigen aber alle dasselbe Problem: Der Mensch greift in die Natur ein und beeinflusst Ökosysteme mit – teilweise nur wenig charakterisierten – Industriechemikalien. Es befinden sich damit Substanzen in der Umwelt, die die Natur nicht kennt. Viele Chemikalien greifen in das natürliche Gleichgewicht ein, manche sind nur schwer abbaubar, andere haben dosisabhängige, unerwünschte Wirkungen im Wasser und auf die Lebewesen, die sie mit der Nahrung aufnehmen. Über das Grundwasser gelangen die Chemikalien in die Nahrungskette. Das inzwischen nicht mehr zugelassene Insektizid DDT ist ein Beispiel hierfür.

Durch den mehrfachen Einsatz einer einzigen Wirkstoffgruppe über mehrere Jahre hinweg werden besonders in Monokulturen resistente

Unkräuter selektioniert. Das Phänomen der Resistenzbildung wurde bei fast allen Wirkstoffgruppen beobachtet. Besonders häufig werden dabei Pflanzen mit einer hohen Vermehrungsrate resistent. Ein wichtiges Beispiel ist in Europa der Acker-Fuchsschwanzgras (Abbildung 13).

Bei der großflächigen und dauerhaften Anwendung von Herbiziden kann sich das Pflanzenartenspektrum in der Agrarlandschaft stark verringern. Da von jeder Pflanzenart mehr oder weniger viele Insektenarten abhängig sind und von diesen wiederum andere Tiere (Nahrungsketten), besteht die Gefahr der generellen Artenverarmung in der Feldlandschaft. Der massive Artenrückgang in den Agrarlandschaften Europas ist eine direkte Folge dieser einfachen ökologischen Zusammenhänge. Allerdings ist der Anteil des Herbizid- und Insektizideinsatzes in der Landwirtschaft an den Ursachen des Artenrückgangs nicht klar bestimmbar. ***CLB***

Literatur

Seta, T. et al.: Herbizide für die Landwirtschaft: Chemische Unkrautbekämpfung; Chemie in unserer Zeit, 37, 112-126, 2003

Hock B. et al.: Herbizide: Entwicklung, Anwendung, Wirkungen, Nebenwirkungen; Thieme, Stuttgart, 1995.

„Monsantos einseitige Freude“, Financial Times Deutschland 25. März 2009.

EU-Pflichtkontrolle für Pflanzenschutzgeräte kommt

Eine neue Direktive verpflichtet Mitgliedstaaten, Pflanzenschutzgeräte turnusmäßig zu überprüfen. Autofahrer wissen, dass sie ihre fahrbaren Untersätze regelmäßig überprüfen lassen müssen. So eine Art „TÜV“ gibt es in Deutschland auch für Geräte, mit denen Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Besitzer von Feldspritzgeräten sind seit 1993 verpflichtet, ihre Geräte im zweijährigen Rhythmus von anerkannten Kontrollbetrieben überprüfen und instand setzen zu lassen. Für Geräte in Raumkulturen wie Obst, Wein und Hopfen besteht seit 2002 Kontrollpflicht. Nun hat die EU durch eine neue Richtlinie festgelegt, dass alle Mitgliedstaaten künftig regelmäßige Kontrollen durchführen müssen. Bis 2016 müssen alle im Gebrauch befindlichen Geräte in den einzelnen Staaten eine erste Kontrolle durchlaufen haben. Eine Umfrage des Julius Kühn-Instituts (JKI) in Braunschweig ergab, dass viele Mitgliedstaaten diese Pflichtkontrolle nun erstmals landesweit einheitlich organisieren müssen. Um eine technisch einwandfreie und vergleichbare Kontrolle zwischen den Mitgliedstaaten sicherzustellen und vorliegende Erfahrungen zu nutzen, fand unter der Federführung des JKI Ende September 2009 ein Workshop im tschechischen Brno statt. „Da wir in Deutschland die Pflichtkontrolle bereits haben, ist die neue EU-Regelung für Deutschland kein Problem“, sagt Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier vom Julius Kühn-Institut in Braunschweig. Zusammen mit Belgien und den Niederlanden haben die Deutschen seit mehr als einem Jahrzehnt Erfahrungen mit der Pflichtkontrolle und ein dichtes Netz von Prüfstellen aufgebaut. Andere Mitglieder wie z.B. Frankreich, Spanien, Italien, Ungarn oder Griechenland müssen hingegen nun in vergleichsweise kurzer Zeit die Kontrolle von hunderttausenden von Pflanzenschutzgeräten organisieren. Das Foto entstand bei einer Exkursion zu einer tschechischen Prüfstelle. Es zeigt eine Querverteilungsmessung an einer Selbstfahrer-Feldspritze (Foto: Wehmann/JKI).

10. internationaler Grand Prix Chimique

Doppelsieg für „Team Austria“

V. l. n. r.: Prof. Dr. Wolfram Koch (Geschäftsführer der GDCh), Maureen Moos (Bronzemedaille), Katja Schuler (Goldmedaille), Florian Hämmerle (Silbermedaille) und Prof. Dr. Alfred Mathis (Vorsitzender des internationalen Komitees des Grand Prix Chimique).

Bereits im Juli fand die deutsche Ausscheidung des Grand Prix Chimique statt. Maureen Moos (rechts) und Tatjana Ilchner waren die beiden Siegerinnen der nationalen Runde.

Bei der internationalen Runde des Grand Prix Chimique vom 4. bis zum 9. Oktober am Kreisberufsschulzentrum in Ellwangen haben die beiden österreichischen Teilnehmer Katja Schuler und Florian Hämmerle die Gold- und Silbermedaille gewonnen. Die Bronzemedaille ging an Maureen Moos aus Frankfurt.

Der Wettbewerb, 1991 vom Institut Dr. Flad in Stuttgart initiiert und erstmals ausgetragen, findet seitdem alle zwei Jahre in einem anderen europäischen Land statt.

Zum 10. Jubiläum kehrte der Grand Prix Chimique nun wieder nach Deutschland zurück.

Der Vorsitzende des internationalen Komitees Prof. Alfred Mathis aus Straßburg würdigte bei der Siegerehrung das gute Leistungsniveau der Teilnehmer.

Wolfgang Flad von der deutschen Geschäftsstelle betonte, dass die Teilnehmer im direkten Vergleich viel voneinander lernen konnten.

Für die Gesellschaft Deutscher Chemiker, die auch Schirmherr für den Wettbewerb ist, hob Prof. Wolfram Koch unter anderem die Bedeutung des Grand Prix Chimique für die Förderung des Nachwuchses im breiten Spektrum der Chemieberufe hervor.

Allseits gelobt wurde die perfekte Organisation durch das Kreisberufsschulzentrum Ellwangen, die gute Laborausstattung und das anspruchsvolle Niveau der analytischen und der präparativen Wettbewerbsaufgabe.

Die nationalen Runde des Grand Prix Chimique 2009 fand vom 22. bis zum 24. Juli 2009 in Singen an der Hohentwiel-Gewerbeschule statt. Siegerinnen waren Maureen Moos und Tatjana Ilchner. Maureen Moos konnte sich auch bei der internationalen Ausscheidung eine Medaille sichern.

Der nächste internationale Grand Prix Chimique findet 2011 an der HTL Dornbirn in Österreich statt.

10. internationaler Grand Prix Chimique: Die Aufgaben

Chlorcyclohexan & Paracetamol

Beim 10. internationalen Grand Prix Chimique waren zwei Aufgaben zu bewältigen. Zum einen ging es um die Darstellung von Chlorcyclohexan mit anschließender Produktkontrolle. Die zweite Aufgabe bestand in Bestimmung von Paracetamol und Calciumcarbonat durch UV-Spektroskopie und komplexometrische Titration.

Die erste Aufgabenstellung: Durch Chlorierung von Cyclohexan wird Chlorcyclohexan dargestellt. Die radikalische Substitution wird mit Sulfurylchlorid durchgeführt.

In einem Protokoll werden Abweichungen von der Versuchsvorschrift und Beobachtungen festgehalten.

Die erreichte Ausbeute in Prozent der theoretischen ist anzugeben.

Zur Identifizierung des Produkts sind die Siedetemperatur beim bei der Vakuumfraktionierung erreichten Restdruck sowie der Brechungsindex anzugeben.

Die Reaktion ist in Abbildung 1 dargestellt. Der radikalische Kettenmechanismus wird durch Azobisisobutyronitril (AIBN) gestartet; dies ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

Vorbemerkung: Zur Vorbereitung (also vor der praktischen Arbeit) ist ein Operationsschema für die Arbeit an diesem Präparat zu erstellen. Das Operationsschema kann, muss sich aber nicht an dem Beispiel von Abbildung 3 orientieren.

Chemikalien: Sulfurylchlorid, Cyclohexan, Azobisisobutyronitril, Diethylether, MgSO4, NaOH [c= ca. 5 mol/L].

Apparatur: 250 ml Zweihalskolben, Rückflusskühler [a)], Magnetrührer, Heizbad; Scheidetrichter; Apparatur zur Vakuumfraktionierung; Destillationsapparatur; Refraktometer, Kunststoffeinwegpipetten.

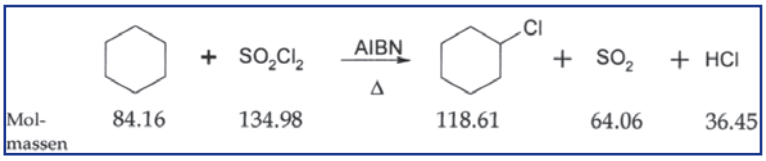


Abbildung 1 (oben): Reaktion zur Darstellung von Chlorcyclohexan.

Abbildung 2 (unten): Der radikalische Kettenmechanismus wird durch Azobisisobutyronitril (AIBN) gestartet. Hierbei stellen R Cyclohexyl und R' 2-Cyano-2-propyl dar.

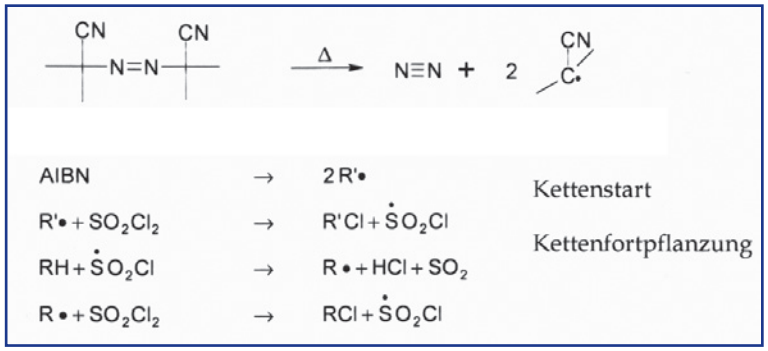
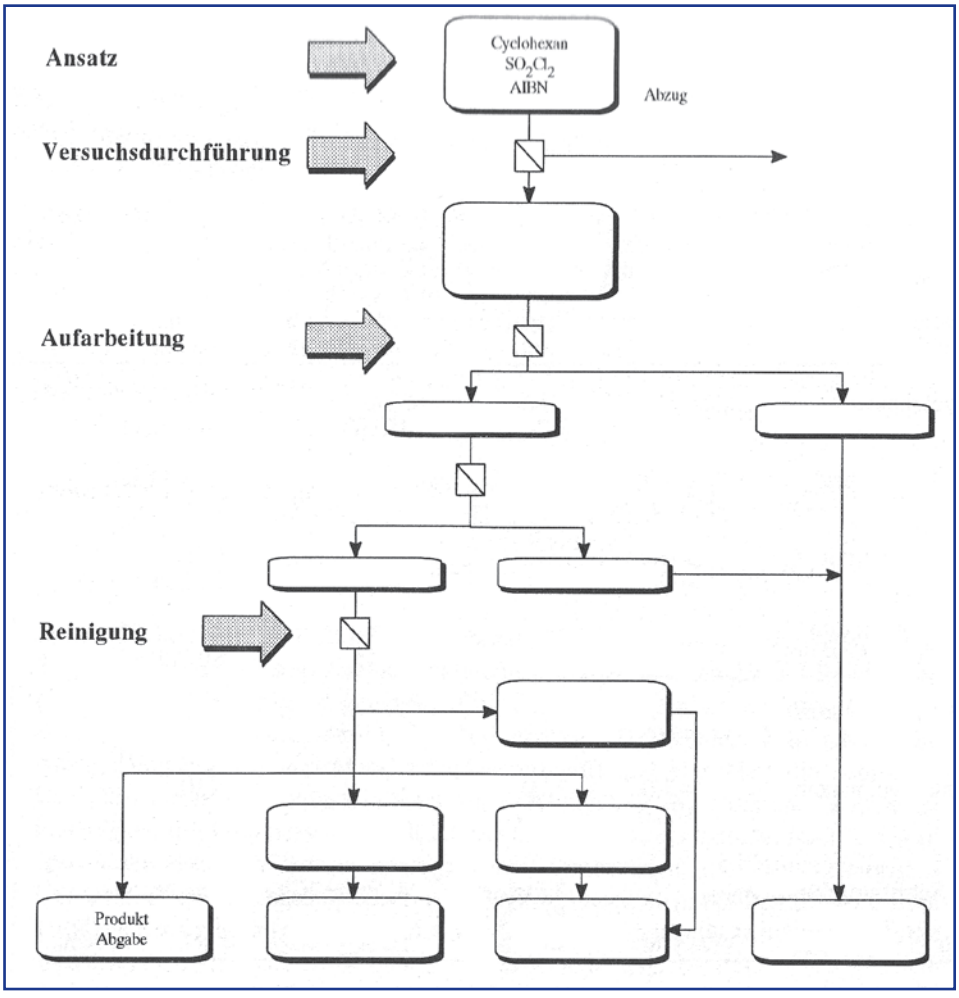


Abbildung 3 (unten): Beispiel für ein Operationsschema für Aufgabe 1.



Operationen: Lösen, Zutropfen, Rückflusserhitzen, Kühlen, Extrahieren, Trocknen, Filtrieren, Einengen, einfache Destillation, fraktionierte Destillation im Vakuum, Bestimmung des Brechungsindex.

Vorschrift: (Abzug)[b] 16 ml (26.9 g; 0.2 mol) Sulfurylchlorid (Sdp. 68-70°C) (im Abzug arbeiten!) löst man in 26 ml (20 g; 0.24 mol) Cyclohexan (80-81°C) und fügt bei Raumtemperatur ca.[c] 0.1 g (0.6 mmol) Azobisisobutyronitril (AIBN) zu. Das Reaktionsgemisch wird bis zum theoretischen Gewichtsverlust unter Rückfluss erhitzt (Heizbadtemperatur ca. 120°C); dabei werden ungefähr alle 30 min ca. 0.1 g (0.6 mmol) AIBN[d] zugegeben. Die Lösung lässt man auf Raumtemperatur abkühlen, fügt 20 ml Ether zu und extrahiert mit 100 ml Wasser[e]. Die Phasen werden getrennt und die organische Phase wird mit $MgSO_4$ getrocknet. Das Trockenmittel wird abfiltriert [f], das Filtrat konzentriert[g] und der flüssige Rückstand im Vakuum fraktioniert. Man erhält farbloses Chlorcyclohexan (Sdp. 62-66°C/71 hPa).

Anmerkungen:

a) Sulfurylchlorid reagiert mit Wasser exotherm; die verwendeten Geräte müssen trocken sein.

b) Die Umsetzung muss im Abzug durchgeführt werden, da SO_2 und HCI freigesetzt werden; aus sicherheitstechnischen Gründen wird eine Absorptionswaschflasche mit NaOH c= ca. 5 mol/L (Schliff fetten bei Verwendung von Alkalien!) nachgeschaltet. Überlegen Sie, ob dabei der Waschflascheneinsatz besser in die Flüssigkeit eintaucht oder nicht! Der pH-Wert kann mit einem Indikator kontrolliert werden.

c) Die Gesamtmenge an AIBN wird abgewogen (0.5 g) und in fünf ungefähr gleich große Portionen geteilt.

d) Bei der Zugabe von AIBN wird das Heizbad entfernt und abgewartet, bis die Reaktionsmischung nicht mehr siedet; nach der Zugabe wird weiter erhitzt. Nachdem die letzte Portion AIBN zugesetzt wurde, erhitzt man noch 30 min unter Rückfluss.

e) Zum Extrahieren überführt man das Reaktionsgemisch in einen Scheidetrichter.

f) Das Trockenmittel sollte mit 5-10 ml Ether nachgewaschen werden.

g) Das Lösungsmittel wird in einer Destillationsapparatur abdestilliert.

Die zweite Aufgabenstellung: Bestimmung von Paracetamol und Calciumcarbonat durch UV-Spektroskopie und komplexometrische Titration (Abbildung 4). Der Inhalt im Probefläschchen ist eine noch nicht gepresste Tablette, deren Zusammensetzung wie folgt angegeben ist: ca. 100 mg Paracetamol; ca. 350 mg Calciumcarbonat; ca. 150mg Kaliumchlorid.

Das Medikament soll Kopfschmerzzustände dämpfen, die Magensäure regulieren, und bei hohen Wasserausscheidungen wichtige verlorengegangene Mineralsalze ersetzen.

Eine direkte Titration der Calciumionen, bei der das Paracetamol neben dem Calciumcarbonat vorliegt, ist nicht möglich. Daher müssen beide Substanzen durch eine analytische Extraktion mit Methanol voneinander getrennt werden.

Die Bestimmung des Paracetamols erfolgt nach der Extraktion aus der Probe und anschließender UV-Spektroskopie gegen einen bei der Probenvorbereitung gleichbehandelten Standard, der durch Aufstockung mit Paracetamol in ein paracetamolfreies Mineralstoffgemisch erfolgt.

Die Quantifizierung von Calciumcarbonat aus dem Extraktionsrückstand erfolgt durch Titration mit einer eingestellten EDTA-(III)-Lösung und Calcon als Indikator.

Chemikalien und Lösungen: 1. Methanol; 2. Natronlauge, w(NaOH) = 15 %; 3. Salzsäure, w(HCl) = 10 %; 4. Ammoniaklösung, w(NH4OH) = 25%; 5. Zinksulfat-heptahydrat; 6. Weitere Chemikalien: Indikator-Puffertabletten, Mineralstoffmischung, Paracetamol, Indikatorpapier, Ammoniumchlorid, Calcon-Anreibung; 7. EDTA-(III)-Lösung: Die EDTA-(III)-Lösung wird gestellt. Von der Maßlösung ist mit Zinksulfat-heptahydrat als Urtitersubstanz der Titer t zu bestimmen.

Geräte: Spektralfotometer im UV-Bereich, Quarzküvetten, Zentrifuge, Zentrifugengläser, 25-mL-Messzylinder, Mikrospatel, 100-mL-Messkolben, 1000-mL-Messkolben, 10-mL-Messpipette, 10-mL-, 20-mL- Vollpipette, 50-mL-Bürette, 300-mL-Erlenmeyerkolben, Bürettentrichter, Wägegläschen, Trockenschrank, Spritzflasche, Bechergläser.

Arbeitsvorschrift:

1. Extraktion

Der Inhalt der vorgegebenen Probeflasche wird möglichst vollständig in ein Zentrifugenglas gegeben. Danach wird die Probeflasche mehrmals mit sehr kleinen Mengen Methanol ausgespült und das Methanol ebenfalls in das Zentrifugenglas gegeben.

In ein weiteres Zentrifugenglas werden ca. 350mg Calciumcarbonat ca. 150 mg Kaliumchlorid und 90 –110 mg Paracetamol - auf 0,0005 g genau – eingewogen (Vergleichszentrifugenglas).

Die Feststoffe in beiden Zentrifugengläsern werden mit je 7mL Methanol intensiv digeriert, die Suspensionen fünf Minuten bei ca. 4000 min^{-1} zentrifugiert und die klaren, überstehenden Extrakte vorsichtig in zwei separate 100-mL-Messkolben dekantiert. Die Extrakte sind so vorsichtig abzugießen, dass kein Feststoff in den Messkolben gelangt. Der Vorgang wird viermal wiederholt. Besonders beim ersten Extraktionsschritt ist darauf zu achten, dass kein Extrakt verloren geht.

Der im Probenzentrifugenglas verbliebene Mineralsalzrückstand wird bei maximal 45 °C im Trockenschrank unter gelegentlichem Umverteilen des Feststoffs soweit

angetrocknet, bis die Mischung nicht mehr teigig ist (ca. 30 Minuten Trockenzeit).

2. Bestimmung von Paracetamol

Beide 100-mL-Messkolben, in denen sich die methanolischen Extrakte befinden, werden mit entionisiertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Je 10 mL der dabei entstandenen Lösungen werden in zwei separate 1000-mL- Messkolben pipettiert, die mit entionisiertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt werden.

Von beiden Lösungen (Probe- und Vergleichslösung) wird mit Hilfe einer 1-cm-Quarzküvette in einem Zweistrahlfotometer bei 247 nm die Extinktion bestimmt. Als Blindlösung wird entionisiertes Wasser verwendet.

Mit Hilfe der beiden Extinktionen und der Einwaage an Paracetamol in die Vergleichstandardmischung wird die Stoffportion an Paracetamol in der Probe berechnet.

3. Bestimmung von Calciumcarbonat

Zuerst erfolgt die Titerbestimmung der EDTA-(III)-Lösung, c(EDTA) = 0,05 mol/L.

Zwischen 220 und 260 mg Zinksulfat-heptahydrat werden in einen 300-mL-Erlenmeyerkolben – auf 0,0005 g genau – eingewogen und mit 100 mL entionisiertem Wasser versetzt. Nach Zugabe einer Spatelspitze Ammoniumchlorid wird mit Hilfe einer Messpipette 1,0 mL Ammoniaklösung, w(NH_4OH) = 25%, hinzu pipettiert. Die Lösung sollte klar werden. Nach Zugabe einen Indikator-Puffertablette wird mit der EDTA-(III)-Lösung von rot nach grün titriert. Kurz vor dem Umschlagpunkt sollte langsam titriert werden. Die molare Masse von Zinksulfat-heptahydrat beträgt 287,55 g/mol.

Danach erfolgt die Titration der Calciumionen.

Der im Probenzentrifugenröhrchen bzw. im Vergleichszentrifugenröhrchen verbliebene, getrocknete Rückstand wird im Zentrifugenröhrchen vorsichtig und tropfenweise mit 5 mL Salzsäure, w(HCl) = 10% versetzt und gelöst. Nach der Beendigung der sehr starken Kohlenstoffdioxid-Entwicklung wird die entstandene, klare Lösung quantitativ in einen 100-mL-Messkolben gespült und mit entionisiertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt.

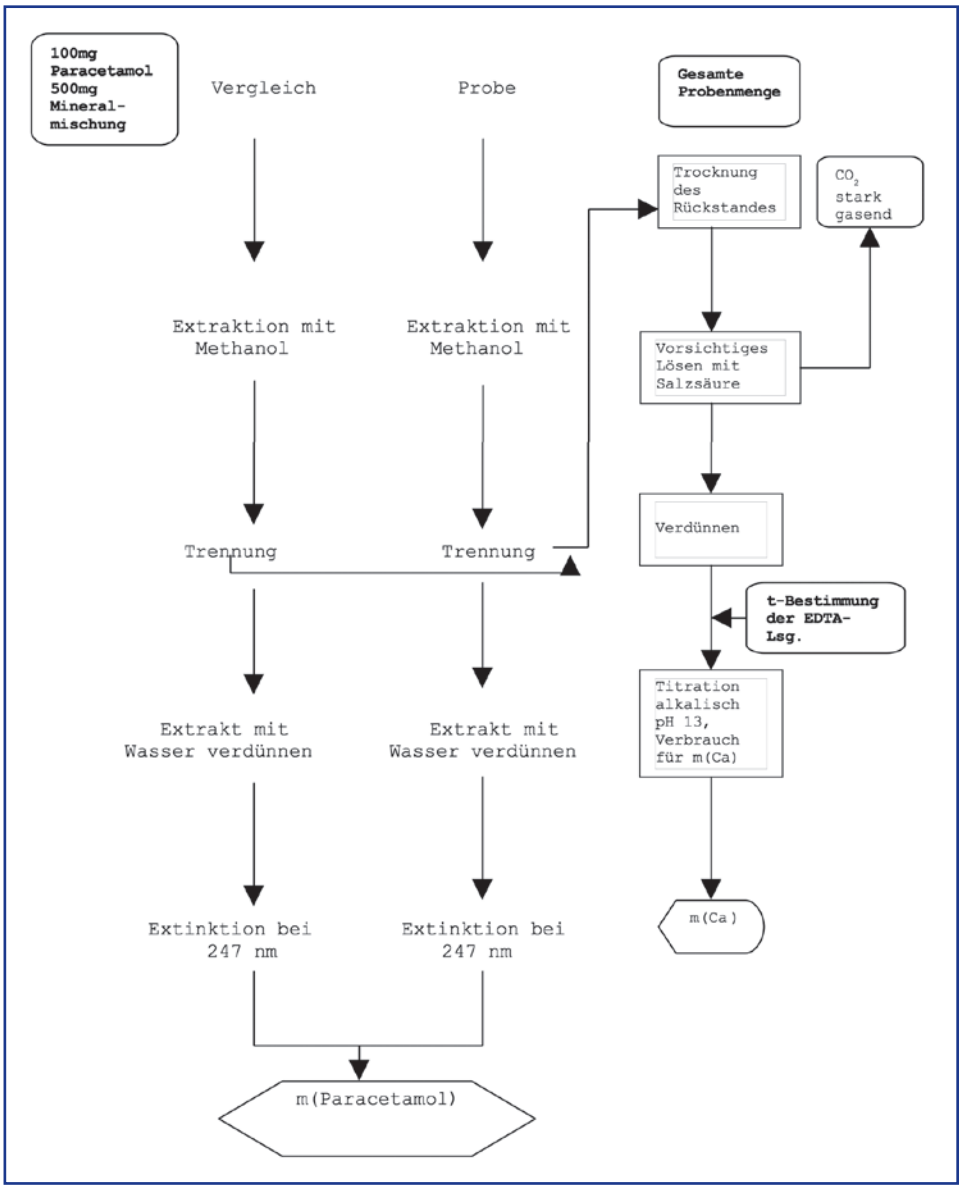


Abbildung 4: Schema für die Bestimmung von Paracetamol und Calciumcarbonat.

20 mL dieser Lösung werden in einen 300-mL-Erlenmeyerkolben pipettiert und mit ca. 100 mL entionisiertem Wasser verdünnt. Nach Zugabe von 10 mL frisch hergestellter Natronlauge, w(NaOH) = 15% und einer kleinen Spatelspitze Calcon-Natriumchlorid-Anreibung, w(Calcon) = 1 %, wird die Lösung mit der eingestellten EDTA-(III)-Lösung, c(EDTA) = 0,05 mol/L, bis zum Umschlag von rosa nach blauviolett titriert. Kurz vor dem Umschlag sollte langsam titriert werden. Die blauviolette Färbung sollte mindestens 15 Sekunden anhalten.

Die molare Masse von Calciumcarbonat beträgt 100,1 g/mol.

Ergebnis:

Tragen Sie alle Daten, Messwerte, Rechnungen und unvorhergesehene Ereignisse in die Protokollblätter ein und zeichnen Sie die Protokollblätter mit ihrem Namen ab.

Weiterhin sollten Sie folgende Werte in den Ergebnisbogen eintragen: 1. gefundene Stoffportion Paracetamol (mg); 2. gefundene Stoffportion Calciumcarbonat (mg).

Proteinforschung 1: Nachweis mit „Reaktom-Array“

Welche Proteine arbeiten in der Zelle?

Unzählige bekannte und unbekannte Proteine arbeiten eng vernetzt in komplexen Stoffwechselprozessen zusammen. Die Funktion vieler Proteine ist noch unbekannt – ebenso, auf welchen Genen sie kodiert sind. Mit einer neuen Technik ist es nun möglich, neue Proteine zu entdecken, ihre Rolle bei Stoffwechselprozessen zu entschlüsseln und auch den entsprechenden Genen im Erbgut zuzuordnen.

Proteine bilden sämtliche Strukturen und steuern die Abläufe in der Zelle. Der Code für den Bau der Proteine sind unsere Gene. Vom Code auf das Protein und dann sogar noch auf dessen Aufgabe zu schließen, ist eine der größten Herausforderungen für Genom- und Proteinforscher.

Der Name der neuen Technik, die die Forscher nun ihren Zielen näher bringt, ist „Reaktom-Array“. Sie entstand in einer Zusammenarbeit der Bangor University in Großbritannien, dem Braunschweiger Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI) und dem Institut für Biokatalyse im spanischen Madrid. Das Wissenschaftsmagazin „Science“ stellt die neue Methode in seiner aktuellen Ausgabe vor.

Mit dem Reaktom-Array haben Wissenschaftler nun erstmals die Möglichkeit, die Lücke zu überbrücken, die zwischen den stetig wachsenden Genom-Datenmengen und den dahinter verschlüsselten tatsächlichen Aktivitäten in der Zelle besteht.

Um die Funktion von Genen zu klären, mussten Wissenschaftler sie aber in der Vergangenheit mit bestehenden Datenbanken vergleichen, bei denen die Funktion des Gens bereits bekannt war. In gewissem Sinne verglichen sie damit immer nur bekannte Gene und Proteine mit bereits bekannten Funktionen.

Mit dem Reaktom-Array suchen die Wissenschaftler nicht länger über die Gene nach neuen Proteinen, sondern sind nun in der Lage, mit einem Chip auf einen Streich sämtliche Proteine in einer Zellart oder Zellengemeinschaft zu erkennen. Und damit suchen sie nicht länger nur nach bereits bekannten Mustern, sondern können auch bisher unbekannte Proteine finden.

Für ihre Versuche stellen die Wissenschaftler zuerst aus ihrer Zellprobe einen Extrakt der Proteine her. Anschließend bringen sie dieses Gemisch auf den von ihnen entwickelten Chip: Auf einer Glasplatte sind tausende von Molekülen aufgedruckt, eine Sammlung von etwa 1700 Stoffwechselprodukten aus allen Lebensformen. Der Chip leistet zweierlei: Erstens ist ein Satz dieser Moleküle mit Farbstoffen verbunden. Wenn ein Protein aus dem Probenextrakt mit einem dieser markierten Stoffe reagiert, verfärbt sich der Punkt. Im Gegensatz zu vielen bisher verwendeten Methoden zeigt dieser neuartige Chip, welche Stoffwechselreaktionen mikrobielle Gemeinschaften in ihrer Umgebung tatsächlich durchführen und wie sie diese letztlich beeinflussen.

Zweitens sind dieselben 1700 Moleküle noch einmal an winzige Nanopartikel gekoppelt. Auf diese Weise dienen sie als Köder für neue Proteine, die die Wissenschaftler dann aufreinigen und untersuchen. Damit konnten die Wissenschaftler hunderte Proteine einordnen, deren Aufgabe im Zellstoffwechsel sie bisher nicht kannten und vor allem Genen zuordnen.

„Der Reaktom-Array ist ein bahnbrechendes Forschungswerkzeug und für alle Zelltypen anwendbar“, sagt Kenneth N. Timmis, Leiter der Arbeitsgruppe Umweltmikrobiologie am HZI. „Und da er den Stoffwechsel von Zellen, Gewebe oder Organen zum Zeitpunkt der Probenahme darstellt und auch genaue Vergleiche möglich macht, können wir damit den Gesundheitszustand solcher Zellen beurteilen.“ Die Reaktom-Array-Technologie können Wissenschaftler in der Grundlagenforschung bis hin zur Wirkstoffentwicklung für die Medizin nutzen. Ebenso können sie es in den Agrarwissenschaften, der Lebensmittelherstellung, der Landwirtschaft, der Materialwissenschaft und sogar im Biobergbau einsetzen.

Originalartikel: Reactome Array: Forging a Link Between Metabolome and Genome. A Beloqui, ME Guazzaroni, F Pazos, JM Vieites, M Godoy, OV Golyshina, TN Chernikova, A Waliczek, R Silva-Rocha, Y Al-ramahi, V La Cono, C Mendez, JA Salas, R Solano, MM Yakimov, KN Timmis, PN Golyshin, and M Ferrer. Science 9 October 2009: 252-257.

Proteinforschung 2: Kampf gegen Krankheitserreger von Kulturpflanzen

Wie Proteine an DNA binden

Xanthomonas heißt der bakterielle Krankheitserreger, der in Asien, Amerika und vielen anderen warmfeuchten Klimagebieten jedes Jahr zu hohen Ernteverlusten führt. Er befällt wichtige Kulturpflanzen wie Reis, Paprika, Tomaten und Zitrusfrüchte, indem er die Gene dieser Pflanzen manipuliert. Wie der Erreger das macht, haben Biologen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) jetzt herausgefunden. Die Kenntnis des entsprechenden genetischen Codes ist für die Züchtung resistenter Pflanzen von entscheidender Bedeutung.

Mithilfe der Studie können erstmals Faktoren entwickelt werden, um beliebige Pflanzengene spezifisch zu regulieren. Hauptautor des jetzt veröffentlichten Science-Artikels über diese Arbeit, Dr. Jens Boch, sagt, man wolle noch zeigen, ob das entdeckte Prinzip nur in Pflanzen funktioniere oder auch auf Tiere und Menschen übertragen werden könne.

Die Wissenschaftler entdeckten ein neues, einzigartiges Muster, nach dem sich Proteine des Erregers an die Erbsubstanz (DNA) einer Pflanze binden. Mithilfe des bislang unbekannten Musters können erstmals Proteine hergestellt werden, die bestimmte Bereiche der DNA ansteuern. Bislang war es unmöglich, ein Protein zu bauen, das genau an eine bestimmte Sequenz der DNA bindet.

Mit Xanthomonas infiziertes Tomatenblatt (li.) gegenüber einem gesunden Tomatenblatt (re.), dahinter eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Xanthomonasbakterien im Inneren eines Pflanzenblattes (Abb.: Schornack/Hause/Boch).

Xanthomonas nutzt eine ausgeklügelte Strategie, um seine Wirtspflanze zu besiedeln. Direkt in die Pflanzenzelle injiziert der Erreger Proteine, die bis in den Zellkern vordringen, um dort die Aktivität pflanzlicher Gene zu manipulieren. Eine große und bedeutende Gruppe dieser Proteine sind die TAL-Effektoren. Wie TAL-Effektoren exakt jene Zielgene der Pflanze erkennen, auf die sie anschließend einwirken, war bisher ein Rätsel. Zu ihrem Erstaunen fanden die Wissenschaftler eine direkte Korrelation zwischen einzelnen Modulen in den Effektoren und den DNA-Bausteinen vor. Eine Serie von Modulen in TAL-Proteinen passe genau zu einer entsprechenden DNA-Bausteinabfolge. Die Kenntnis des Codes erlaubt nun Vorhersagen darüber, wie Xanthomonas Pflanzenkrankheiten auslöst und ermöglicht dadurch die Züchtung resistenter Pflanzen. Die einzigartige modulare Bauweise ermöglicht es weiterhin, Proteine mit beliebiger DNA-Bindung im Labor herzustellen.

Seit 20 Jahren forscht die Abteilung Pflanzengenetik am Institut für Biologie der MLU unter Leitung von Prof. Dr. Ulla Bonas über die Wechselwirkungen zwischen Xanthomonas und seinen Wirtspflanzen Paprika und Tomate. Sie initiierte die Untersuchungen über den Erreger, die nun zur Entschlüsselung des Codes führten. Bereits 2007 konnten Bonas und ihre Mitarbeiter in zwei Science-Publikationen zeigen, dass das entsprechende Protein mit dem Namen AvrBs3 an DNA bindet. Finanziell wurden die Wissenschaftler der MLU von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms SPP 1212 und des Sonderforschungsbereichs 648 unterstützt.

Proteinforschung 3: Wie der Membrantransport von Proteinen geschieht

Tunnel 1: Eiweiß reagiert mit Innenwand

Zellmembranen bestehen aus einer Lipid-Doppelschicht und sind von geladenen Molekülen wie Proteinen kaum zu durchdringen. Dennoch müssen sekretorische Proteine die Zelle durch die Membran verlassen, während Membranproteine sogar in die Lipid-Doppelschicht eingebaut werden. Eine Lösung bieten hier molekulare Kanäle, die sich nach Bedarf öffnen, um Proteinen die Passage durch die Membran zu erlauben oder sie seitlich in die Lipid-Doppelschicht zu entlassen. Ein internationales Team um Professor Roland Beckmann vom Genzentrum und Department für Chemie und Biochemie der LMU präsentiert nun in zwei Arbeiten im Fachmagazin Science neue Details zum Aufbau der Kanäle und zur Rolle der Ribosomen, den Proteinfabriken der Zelle, als Transportvehikel.

Das Endoplasmatische Retikulum (ER) in den Zellen höherer Organismen bildet ein Netzwerk aus Hohlräumen, in denen die Modifikation und der Transport von neu synthetisierten Proteinen stattfindet. Eine Art molekulares Erkennungszeichen sorgt dafür, dass auch Membranproteine und sekretorische Proteine schon zu Beginn ihrer Produktion mitsamt Ribosom zur ER-Membran gebracht werden. Dort fädeln sie in Membranporen ein – und zwar ohne die laufende Synthese zu unterbrechen. Dieser cotranslationalen Translokation ist zu verdanken, dass das beständig anwachsende Protein den Membrankanal durchläuft und direkt im Inneren des ER landet.

Einzelne Poren bestehen aus drei verschiedenen Proteinen. Dabei teilt eine Einschnürung in der Mitte den Kanal in zwei trichterförmige Bereiche, deren Spitzen im Inneren der Membran aufeinandertreffen. Der äußere „Trichter“ ist durch eine Art molekularen „Stöpsel“ verschlossen. Erst wenn die Erkennungssequenz eines neuen Proteins bindet, öffnen sich die Einschnürung und der Ausgang des Kanals: Der Weg für sekretorische Proteine durch die Pore ist damit frei. Der Kanal kann sich aber auch seitlich öffnen, so dass Membranproteine in die Lipid-Doppelschicht gelangen.

Beckmanns Gruppe analysierte einen Porenkomplex aus Hefe während der cotranslationalen Translokation. Das Projekt gelang, weil die Forscher komplette Membrankanäle auf eine Art schockgefrieren konnten, die eine nachfolgende Untersuchung per Elektronenmikroskop erlaubte. Diese Bilder zeigen Muster von Elektronendichten, die auf die Verteilung von Proteinen rückschließen lässt. Auf diese Weise entstand aus der Analyse verschiedener Einzelteile das dreidimensionale Modell eines „durchschnittlichen“ Porenkomplexes in hoher Auflösung, inklusive anhängendem Ribosom, das noch an das anwachsende Proteinmolekül gebunden ist.

So ließ sich die Vermutung bestätigen, dass der Membrankanal an jene Stelle des Ribosoms bindet, aus der das neu synthetisierte Protein austritt. Das Modell zeigte aber auch, wie sich das Vorderende dieses Moleküls durch den Tunnel schiebt. Die Analyse des entsprechenden Komplexes in Säugerzellen machte zudem deutlich, dass die Signalsequenz eines neuen Proteins im Kanal sicherstellt, dass dessen seitliche Öffnung für Membranproteine verschlossen bleibt.

Trotz dieser ausgeklügelten Mechanismen erweist sich der Membrankanal für Proteine oftmals als etwas holpriger Weg. Das gilt in vielen Fällen auch für die Austrittsstelle am Ribosom, was sich manche Bakterien zunutze machen, wie man nun in einer zweiten Studie im Detail zeigen konnte. In Bakterien findet die Transkription gleichzeitig mit der Translation statt. Die Transkription ist die Übertragung der genetischen Information – und damit die Bauanleitung für ein Protein – in ein mRNA-Molekül. Erst in der Translation wird dann tatsächlich ein Protein anhand der mRNA Baustein für Baustein synthetisiert.

Die Forscher nutzten das Modell eines bakteriellen Ribosoms, um verschiedene Anordnungen von TnaC zu testen. Die Bauanleitung für dieses Peptid liegt auf dem Erbmolekül nur ein kurzes Stück vor tnaA, dem Gen für die Tryptophanase. Das ist ein Enzym, das Tryptophan abbaut und damit Energie für die Zelle gewinnt. Ist nur wenig Tryptophan vorhanden, wird die Tryptophanase nicht benötigt, und ihre Produktion wäre eine Verschwendung. In diesem Fall löst sich das Ribosom von der mRNA, sobald TnaC in voller Länge synthetisiert ist. Dies legt ein molekulares Signal frei, das die Abschrift des Tryptophanase-Gens – und damit die Produktion des Enzyms – verhindert.

Das Forascherteam konnte nun bis in molekulare Details zeigen, wie sich die Anordnung von TnaC bei einem hohen Tryptophan-Level ändert: Das Peptid interagiert dann mit der Innenwand des Tunnels und löst so eine Kettenreaktion aus: Der Ausgang ist blockiert, was die Translation stocken lässt. Damit aber wird TnaC nicht freigesetzt und das inhibierende Signal bleibt verborgen. Der Weg ist frei für die Abschrift des Tryptophanase-Gens und damit für die Synthese des Enzyms.

An der Studie waren neben Roland Beckmann auch Professor Thomas Steitz, Yale University und diesjähriger Nobelpreisträger für Chemie, sowie Daniel Wilson, Leiter einer unabhängigen Nachwuchsgruppe am Genzentrum der LMU beteiligt.

Proteinforschung 4: Bessere Enzyme mit Informatik

Tunnel 2: Schnell zum Zentrum

Ein internationales Forscherteam aus Tschechien, Deutschland und Japan hat eine neue Methode entwickelt, um die Eigenschaften von Enzymen zu verbessern. Die neue Methode ermöglicht es, Enzymeigenschaften zu verändern, in dem man die Tunnel verändert, die das katalytische Zentrum eines Enzyms mit der Enzymoberfläche verbinden. Die Zentren für die Modifizierung werden mit Hilfe von rechnergestützten Methoden ausgewählt. Dabei werden spezielle Softwarewerkzeuge verwendet, die die Projektteilnehmer entwickelt haben. Die Methode kann dazu dienen, um die Eigenschaften von Enzymen in der Biomedizin, dem Umweltschutz und der chemischen und der Nahrungsmittelindustrie zu verbessern.

Die veränderten Enzyme können zum Beispiel dafür verwendet werden, um gefährliche chemische Substanzen zu entsorgen, die durch den Menschen in die Umwelt gelangt sind und für Mensch und Tier äußerst gefährlich sind. Die Natur kann im Prinzip viele dieser Chemikalien abbauen, die Forscher haben jedoch einen Ansatz entwickelt, mit dem die gefährlichen Substanzen rasch und effizient entfernt werden können.

Das Prinzip der Entdeckung gründet sich auf der genetischen Manipulation eines Enzyms, das die chemische Reaktion startet und beschleunigt. Bislang hatten sich die Wissenschaftler bei der Veränderung von Enzymeigenschaften auf die Stelle im Enzym konzentriert, an der die chemische Reaktion abläuft: auf das aktive Zentrum. Die neue Methode hingegen basiert auf der Veränderung von „Zugangstunneln“ (access tunnels), die das aktive Zentrum mit der Oberfläche des Enzyms verbinden. Mit speziellen informatischen Techniken haben die Wissenschaftler die experimentelle Arbeit unterstützt, diese Tunnel zu manipulieren, um ihre Zugänglichkeit zu den abgebauten Substanzen zu verändern.

Die Wissenschaftler wandten diesen Ansatz der Enzymmanipulation an, um eine hochgiftige Substanz abzubauen: Trichloropropan (TCP). Diese farblose Flüssigkeit fällt in der chemischen Industrie als Nebenprodukt an. Sie bleibt im Boden und Grundwasser über hundert Jahre vorhanden, verunreinigt das Trinkwasser und ist krebserregend. Mit dem neuen Ansatz entwickelten die Proteinforscher ein verändertes Enzym, das TCP 32-mal schneller abbauen kann als das ursprüngliche Enzym.

Das Projekt startete 2003 und nahm sechs Jahre in Anspruch. Zehn Mitglieder aus vier Wissenschaftlerteams nahmen teil: Biochemiker aus dem Institute of Experimental Biology, Masaryk University, Brno (Tschechien); Physikalische Chemiker von der Palacky University, Olomouc (Tschechien), Biophysiker vom EML Research (Deutschland), und Molekularbiologen von der Sendai University (Japan). Drei Promotionsstudierende arbeiteten ebenfalls mit. Das Forschungsprojekt wurde durch das tschechische Bildungsministerium und die tschechische Science Foundation, durch die Klaus Tschira Stiftung (Heidelberg), durch das japanische Forschungs- und Bildungsministerium und durch die NATO finanziert.

Die Forschungsergebnisse wurden jetzt in Nature Chemical Biology veröffentlicht (Martina Pavlova Martin Klvana, Zbynek Prokop, Radka Chaloupkova, Pavel Banas, Michal Otyepka, Rebecca C Wade, Masataka Tsuda, Yuji Nagata & Jiri Damborsky: Redesigning dehalogenase access tunnels as a strategy for degrading an anthropogenic substrate. Nature Chemical Biology 2009;5(10):727-33).

Proteine, Gene und Hormone

Das Schlank-Gen reguliert das Körperfett – zumindest bei Fruchtfliegen. Wissenschaftler der Universität Bonn haben ein bislang unbekanntes Fruchtfliegen-Gen entdeckt, das dort den Fettstoffwechsel steuert. Larven, bei denen die Erbanlage defekt ist, verlieren ihr komplettes Speicherfett. Die Forscher haben das Gen daher auf den Namen „schlank“ getauft. Säugetiere verfügen über eine Gruppe von Erbanlagen, die „schlank“ strukturell sehr ähneln. Möglicherweise erfüllen sie eine ähnliche Funktion im Energiestoffwechsel. Die Forscher hoffen daher auf neue Präparate, mit denen sich Fettleibigkeit bekämpfen lässt. Ihre Studie ist in der Zeitschrift „The EMBO Journal“ erschienen (doi: 10.1038/emboj.2009.305).

Die Kristallstruktur eines neuronalen Proteins bietet den Ansatz für die Therapie von Tremor. Das erst vor kurzem beschriebene Fragile X Tremor/Ataxie Syndrom (FXTAS) ist eine der häufigsten erblichen neurodegenerativen Krankheiten. Man geht davon aus, dass die Krankheit durch einen Mangel an dem Protein Pur-alpha ausgelöst wird, welches für die normale Nervenfunktion unerlässlich ist. Nun ist es am Helmholtz Zentrum München und der LMU München gelungen, die Röntgenkristallstruktur von Pur-alpha zu entschlüsseln und somit Einblicke in die molekulare Funktionsweise dieses Proteins zu gewinnen und damit Ansatzpunkte für Therapien zu bieten.

Das gesamte Genom der Rapssorte Canola (Brassica napus) sowie die darin enthaltenden Genome der Pflanzen Rübsen (Brassica rapa) and Kohl (Brassica oleracea) hat erstmals jetzt Bayer CropScience entschlüsselt. Dadurch erhält man einen einzigartigen Einblick in den bisher unbekannten genetischen Code der Rapspflanze. Raps ist mit einem Anteil von rund 15 Prozent an der Weltproduktion die zweitwichtigste Ölsaat nach Soja.

Das Wachstum von Goldnuggets kann das Ergebnis eines aktiven biochemischen Prozesses sein. Wissenschaftler der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) haben die Gene identifiziert, die möglicherweise an der Bio-Mineralisation von Gold beteiligt sind. Australische Forscherkollegen hatten das metallresistente Bakterium „Cupriavidus metallidurans“ auf Goldnuggets gefunden – an zwei Standorten, die 3500 Kilometer voneinander entfernt liegen. Man spekuliert, dass die Erkenntnisse es einmal erlauben, auch aus goldarmen Lösungen Gold zu gewinnen.

Gene beeinflussen auch, auch wie wir Schmerzen wahrnehmen. So fanden Forscher unter anderem eine bestimmte Genvariante, die paradoxe Hitzewahrnehmungen bedingt, so dass die Patienten kalte Reize als heiß wahrnehmen. Mehrere Risikogene für Nervenschmerzen sind ebenfalls identifiziert und werden weiter untersucht.

Proteinforschung 5: Fundamentaler biologischer Schaltmechanismus

Tausende Rezeptoren, ein Schalter

Unzählige molekulare Schalter steuern die Stoffwechselvorgänge in biologischen Zellen, indem sie unterschiedlichste Reize weiterleiten. Verblüffenderweise besitzen die Schalter eine sehr einheitliche Molekülstruktur, obwohl jeder einzelne von ihnen nur auf ein einziges chemisches Signal reagiert. Eine Erklärung dafür liefern jetzt Wissenschaftler des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf (FZD). Sie entdeckten einen fundamentalen Schaltmechanismus, der im Laufe der Evolution trotz der hohen Spezialisierung in allen Schaltern erhalten geblieben ist.

Biologische Schalter (Rezeptoren) sind komplexe Moleküle, die insbesondere in den Zellwänden sitzen. Sie ermöglichen die Reaktion einer Zelle auf äußere Reize, indem sie immer dann Stoffwechselvorgänge an- und abschalten, wenn eine entsprechende chemische Substanz an die Außenseite der Zelle bindet. Obwohl jeder Rezeptor nur auf eine ganz bestimmte Substanz anspricht, besitzen viele von ihnen einen sehr ähnlichen molekularen Aufbau. Das führte die FZD-Wissenschaftler zu der Annahme, dass den Rezeptoren ein einheitlicher Schaltmechanismus zugrunde liegen könnte. Um dies zu untersuchen, beschäftigten sie sich mit einem Rezeptortyp, der aus sieben Molekülbereichen besteht. Im Menschen sind etwa 1000 solcher siebenteiligen Rezeptoren bekannt, wo sie als Schalter für Hormone, Neurotransmitter, Geruchsstoffe oder auch Licht arbeiten. Mehr als die Hälfte aller verschreibungspflichtigen Medikamente wirken auf Rezeptoren dieses Typs.

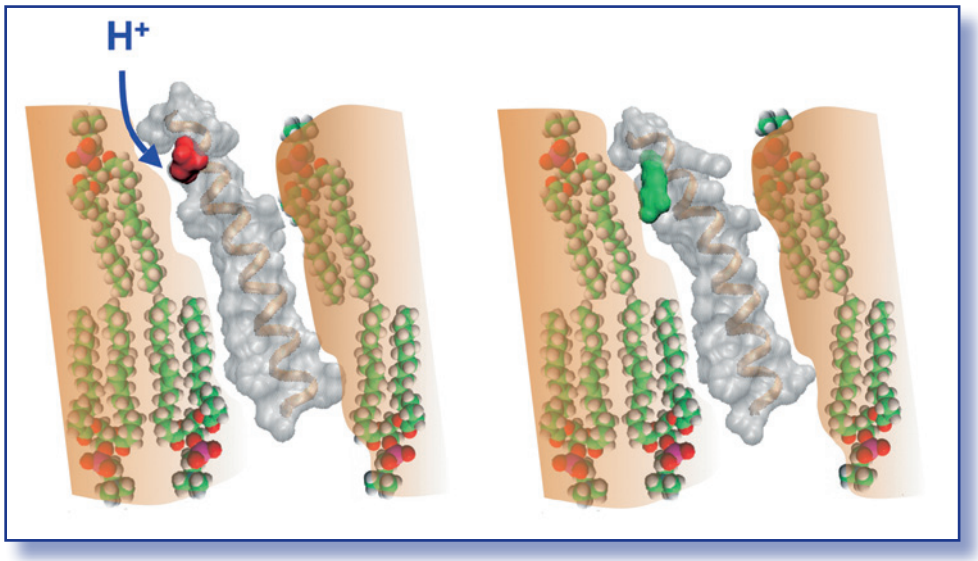
Die Forscher haben jetzt nachgewiesen, dass ein wichtiger Teil des Schaltvorgangs nicht direkt durch die chemische Struktur von Hormonen oder anderen reizauslösenden Substanzen bewirkt wird. Vielmehr spielt sich ein entscheidender Vorgang in einem Bereich des Rezeptors ab, den die Wissenschaftler „Protonen-Schalter“ nennen, weil dafür Protonen, also positiv geladene Wasserstoffatome, eine zentrale Rolle spielen. Der Schaltvorgang findet in einem Molekülteil statt, der an das Zellinnere grenzt, während die Erkennung chemischer Reize an der Außenseite des Rezeptors erfolgt. Die Forscher fanden heraus, dass der „Protonen-Schalter“ wie in einem arbeitsteiligen Aufbau als eigenständiges Modul funktioniert.

Im Laufe der Evolution musste dieser Schaltmechanismus also nicht für jeden neuen Botenstoff neu erfunden werden. Stattdessen blieb das erfolgreiche Modul im siebenteiligen Gesamtaufbau der Rezeptormoleküle erhalten, während sich die chemischen Erkennungsregionen an die verschiedensten Signale angepasst haben. Die äußeren chemischen Signale haben lediglich die Aufgabe, die Stelle des Rezeptors freizulegen, mit der die Protonen reagieren können.

Neben der grundlegenden medizinischen Bedeutung der Ergebnisse sehen die FZD-Forscher in dem von ihnen künstlich hergestellten, einfachen Protonen-Schalter ein großes Potenzial für Anwendungen im Bereich der Sensorik. So könnten Minilabore in Form künstlicher Zellen hergestellt werden, die über solche Schaltmechanismen mit ihrer Außenwelt kommunizieren – ein Vorgang, der u.a. in der Umweltanalytik zum Nachweis und der Entfernung von toxischen Substanzen eingesetzt werden könnte.

Veröffentlichung: Madathil, S., Fahmy, K.: „Lipid protein interactions couple protonation to conformation in a conserved cytosolic domain of G-protein-coupled receptors“, in: Journal of Biological Chemistry 2009, 284: 28801-28809. (DOI: 10.1074/jbc.M109.002030).

Zahlreiche Rezeptoren sind aus sieben Proteinsegmenten – ein solches Segment ist in den Bildern dargestellt – aufgebaut. Gezeigt ist die Struktur des Protonen-Schalters des Sehfarbstoffes Rhodopsin. Dessen schraubenförmige Grundstruktur liegt auch in dem synthetisch erzeugten Proteinsegment vor, das sich in eine Membran einbetten lässt (orange, mit einzelnen Lipidmolekülen). Am oberen Ende des Segments befindet sich eine negativ geladene Atomgruppe (rot; Bild links), die durch Aufnahme eines Protons (H+) neutralisiert wird. Dies ermöglicht das Eintauchen der gesamten chemischen Gruppe (grün) in die elektrisch neutrale Membran (Bild rechts). Diese Strukturänderung stellt einen autonomen Protonen-Schalter dar und trägt im Gesamtmolekül entscheidend zur Rezeptoraktivierung bei.



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.

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, Bammentaler 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 Widerrufrechts 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 Repetitio – oder was???

NEWS ANALYTIK

Das Online-Labormagazin

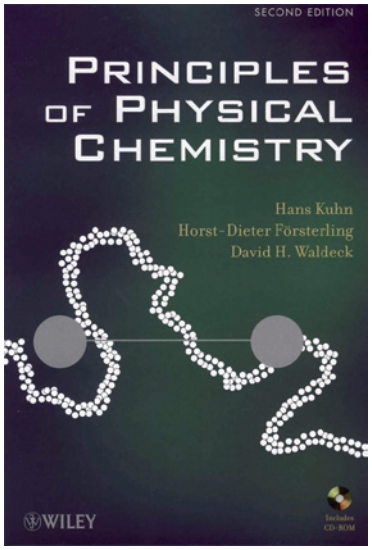
Was Sie bei uns finden

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

www.analytik-news.de

Physikalische Chemie – in einem umfassenden, anspruchsvollen Lehrbuch

Hans Kuhn. Horst-Dieter Försterling, David H. Waldeck: Principles of Physical Chemistry – mit CD-ROM, 1032 Seiten; Verlag John Wiley & Sons, 2. Aufl. 2009; ISBN 978-0-470-08964-4; 109,00 Euro.



Mit einer neuartigen Anordnung der Lehrinhalte zunehmender Komplexität und der Gestaltung der beigefügten CD hebt die zweite Auflage dieses Lehrbuchs die grundlegende Bedeutung der Physikalischen Chemie in der Physik, Chemie, chemischen Verfahrenstechnik und Biologie, wie auch in den Materialwissenschaften, hervor.

Ausgehend von dem Welle-Teilchen-Dualismus (Kap.1) und dem Modell Elektron-im-Kasten (Kap.2) werden die quantenmechanischen Grundlagen der chemischen Bindung ausführlich erklärt (Kap. 3-7; ferner Kap.13: Festkörper und zwischenmolekulare Kräfte). An Kapitel 8 „Moleküle mit pi-Elektronensystemen“ schließen sich Kapitel über die Absorption und Emission von Licht sowie über Atomkerne und Kernspin an.

Breiten Raum nehmen die Kapitel 16 bis 19 über thermodynamische Systeme und Zustandsfunktionen ein. Reaktionsgleichgewichte in wässrigen Lösungen und in Biosystemen, Säure-Base-Reaktionen, Redox-Reaktionen und Bioenergetik werden in Kap.22 beschrieben. Dem Kap.23 über elektrochemische Zellen folgt eine ausführliche Beschreibung der Chemischen Kinetik. Kapitel 26 erläutert das Verhalten von Makromolekülen, die Random Coils bilden. Unter der Bezeichnung „Organized Molecular Assemblies“ beschreibt Kap. 27 supramolekulare Systeme wie Mizellen, Liposomen, Biomembranen und Flüssigkristalle. Von hochaktuellem Interesse ist das umfangreichste Kapitel 28 „Supramolecular Machines“ über das in rascher Entwicklung begriffene Gebiet der Konstruktion organisierter Systeme von kooperierenden Molekülen, die ein großes Potential in Sensoren, informationsverarbeitenden Geräten, Datenspeichern mit hoher Kapazität und Energieumwandlungs-Systemen haben.Von besonderem Interesse ist auch das abschließende Kapitel 29 mit Erkenntnissen über die Entstehung des Lebens.

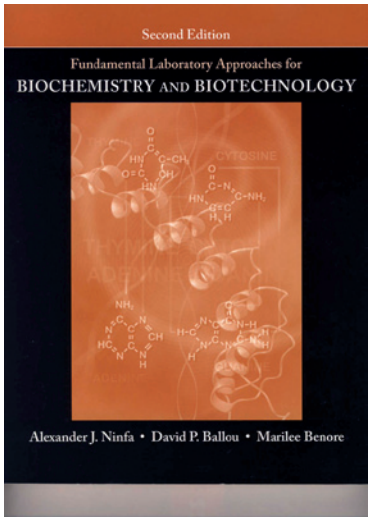
Die CD ergänzt das Lehrbuch durch eine große Zahl an Übungen und Aufgabenstellungen (250 Seiten) sowie zusätzliche Literatur-Hinweise. Darüber hinaus enthält die CD Tabellen (37 Seiten) mit Daten zu chemischen Verbindungen, Redox-Reaktionen und biochemischen Reaktionen sowie mathematische Tabellen. Hinzu kommen weitere 480 Seiten mit fundamentalen Ableitungen und Beweisen (Foundations) und mit ausführlichen Berechnungen.

Diese „Principles of Physical Chemistry“ sind fortgeschrittenen Studierenden ebenso zu empfehlen wie allen Interessierten aus den eingangs genannten Fachgebieten.

Dr. Dieter Holzner

Biochemisches und Molekularbiologisches Praktikum – Eine Einführung

Alexander J. Ninfa, David P. Ballou, Marilee Benore: Fundamental Laboratory Approaches for Biochemistry and Biotechnology; 458 Seiten; Verlag John Wiley & Sons, 2. Auflage 2009; ISBN 978-0-470-08766- ; 69,90 Euro.



Dieses Lehr- und Praktikumsbuch will Studenten in den ersten Semestern den Zugang zum wissenschaftlichen Arbeiten (Kap. 1) erschließen und mit den grundlegenden Verfahren im biochemischen Praktikum (Kap.2) vertraut machen, einschließlich der spektroskopischen (Kap.3) und der chromatographischen Methoden (Kap.5). Breiten Raum nehmen die Praktikumsversuche auf dem Gebiet der Protein-Chemie ein, wie Bestimmungen des Protein-Gehalts (Kap.4), Gel-Elektrophorese (Kap.6) und Aufreinigung von Proteinen (Kap.7).

Die Isolierung und Charakterisierung von Enzymen wird am Beispiel der Alkalischen Phophatase aus E. coli beschrieben (Kap.9). Eingehend theoretisch fundiert sind die Kapitel zur Enzym-Kinetik (Kap.10), Liganden-Bindung (Kap.11) und zu enzymatischen Bestimmungsmethoden (Kap. 12).

Das Kapitel 8 „Subzelluläre Fraktionierung“ leitet zu den Praktikumsversuchen auf dem Gebiet der Molekularbiologie über (im Titel des Buches als „Biotechnology“ bezeichnet). Ausführliche Kapitel erläutern Verfahren der rekombinanten DNA-Technologie (Kap.13), ebenso wie Ausführungsformen der Polymerase-Kettenreaktion (Kap.14). Ergänzend zu den den einzelnen Kapiteln zugordneten 120 Literatur-Hinweisen zeigt das abschließende Kapitel das Vorgehen bei Literatur-Recherchen über das Internet und den Nutzen von Datenbanken, insbesondere auf den Gebieten Proteine und Nucleinsäuren. Am Schluß der Kapitel findet man nützliche Zusammenstellungen über die zur Durchführung der jeweiligen Praktikumsversuche eingesetzten Materialien (Reagenzien, Lösungen, Geräte).

Bei allen Vorzügen dieses Buches dürften seiner Verbreitung die stellenweise fehlende Übersichtlichkeit (wie bei der Kenntlichmachung elektrischer Ladungen in Strukturformeln) und vor allem die mangelhafte Qualität einer Reihe von Abbildungen (grau/schwarz) sowie sein Preis entgegenstehen – insgesamt Merkmale, die sich bei einer weiteren Auflage zweifellos verbessern ließen..

Dr. Dieter Holzner

dotSlide 2.1: Digitale Lösungen für reale Anforderungen

Olympus hat sein virtuelles Mikroskopiesystem dotSlide weiter ausgebaut. Die hochentwickelte, in drei Ausführungen erhältliche Version 2.1 bietet bei herausragender Bildqualität eine noch bessere Funktionalität. Das flexible, effiziente System scannt komplette Objektträger und erstellt daraus detailgenaue, qualitativ hochwertige digitale Bilder, die sich anschließend bequem auf einem Monitor betrachten lassen. Die Aufnahmen werden automatisch in einer Online-Datenbank gespeichert. Hier stehen sie für dann für die weitere Betrachtung und/oder Bearbeitung zur Verfügung – schnell, einfach, sicher. Mit seinem für umfangreiche Bildakquise exzellenten Datendurchsatz sowie seiner erstklassigen Dokumentation von histologischen Schnitten und Gewebemikroarrays ist dotSlide 2.1 eine optimale Wahl für alle Anwendungen in Pathologie und Forschung.

Herzstück von dotSlide 2.1 ist das aufrechte Olympus Mikroskop BX51, das sich durch seine optische Leistungsstärke auszeichnet. Die zum System gehörende Peltier-gekühlte dotSlide-Kamera bietet Anwendern eine hohe Auflösung, schnelle Bildwiederholraten und eine sehr hohe Empfindlichkeit. In Kombination mit einer PC-basierten Workstation lassen sich Objektträger ganz einfach scannen und anschließend für den weltweiten Zugriff hochladen. Neben seiner Funktionalität und Leistungsstärke zeichnet sich dotSlide auch durch eine leichte Handhabung aus. Dafür sorgt nicht zuletzt der integrierte, intuitiv zu bedienende Scan Wizard. Mit großen, deutlich erkennbaren Kontrollsymbolen auf der grafischen Benutzeroberfläche führt er Schritt für Schritt durch den virtuellen Bildaufnahmeprozess. Auch weniger erfahrene Anwender sind so in der Lage, jederzeit perfekte Aufnahmen zu generieren.

Das Standardsystem dotSlide 2.1 MD (manuelle Version) eignet sich für Fluoreszenzproben. Objektträger und Metadaten werden manuell geladen. Die vollautomatische Ausführung dotSlide SL dagegen ist mit einem Slide-Loader für bis zu 50 Objektträger ausgestattet. Der integrierte Barcode-Scanner sorgt für komplette Rückverfolgbarkeit sowie berührungsloses Scannen und ermöglicht so ein einfaches, schnelles Archivieren der Objektträger. dotSlide TMA schließlich ist ab sofort ein Komplettsystem mit Tissue-Microarray-Modul und der neuen Client/Server-Datenbank Net Image Server (NSI) SQL. Diese Kombination erlaubt es dem Anwender, einzelne Bilder von kleinen Gewebezylindern zu erfassen und zusammen mit den relevanten Metadaten sowie der Übersicht des TMA-Objektträgers in die NIS-SQL-Datenbank hochzuladen. So können TMAs und Metadaten einfach untersucht werden, um einzelne Zylinder für eine tiefergehende Analyse zu selektieren.

Mehrere große Proben lassen sich in bis zu 15 horizontalen oder z-Ebenen vollständig einscannen. Die Möglichkeit, relevante Probenbereiche in verschiedenen Dimensionen untersuchen zu können, verbessert die Beobachtungen bei Konferenzen per Remote-Zugriff sowie einheitliche Schulungen. Die Autofokus-Funktion von dotSlide bietet bemerkenswerte Möglichkeiten für die automatische Scharfeinstellung, selbst bei großem z-Abstand von der Fokusebene der Probe, wie zum Beispiel bei Objekten mit ausgeprägter Topografie. Ferner kann der Anwender Fokuspunkte manuell festlegen, um auch bei schwierigen Proben bessere Ergebnisse zu erzielen. Gleichzeitig erhöht sich damit die Zuverlässigkeit des gesamten Akquisitionsprozesses. Darüber hinaus sorgt die Funktion Extended Focal Imaging (EFI) für die automatische Aufnahme extrem scharfer Bilder.

NIS SQL ist eine flexible, leistungsstarke Client/Server-Datenbank für das sichere Management von Aufnahmen und Daten. Sie wurde speziell für die Zusammenarbeit über mehrere Standorte hinweg entwickelt und erlaubt den weltweiten Zugriff auf die Bilddaten. Desgleichen können Anwender von verschiedenen Orten aus über das sichere Netzwerk ihre Ergebnisse in einer einzigen Datenbank zusammenfassen.

OLYMPUS DEUTSCHLAND GMBH
Geschäftsbereich Mikroskopie
Andrea Rackow
Marketing Communication
Tel: 040 / 2 37 73 - 4612
Fax: 040 / 23 08 17
E-Mail: mikroskopie@olympus.de
www.olympus.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

LOT ☎ 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

LOT ☎ 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

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

Kühl- und Tiefkühlgeräte

Hettich ZENTRIFUGEN

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

Hettich ZENTRIFUGEN

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

sigma Laborzentrifugen

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

Leitfähigkeits-Messgeräte

HANNA instruments Deutschland GmbH

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

Mikroskope

hund WETZLAR

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!

Bezugsquellenverzeichnis

Optische Tauchsonden

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

Partikelanalyse

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

pH-Messgeräte

HANNA instruments Deutschland GmbH

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

Reiniugungsmittel für Laborglas

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

Sauerstoff-Messgeräte

HANNA instruments Deutschland GmbH

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

Sterilisatoren

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

Temperatur-Messgeräte

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

Temperatur-Messgeräte

HANNA instruments Deutschland GmbH

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

Thermometer

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

Vakuumkonzentratoren

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

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

Fortsetzung von Umschlagseite 2

Eine sehr bedeutsame neue Erkenntnis über die Wirkungsweise der Wuchsstoffe ist in jüngster Zeit dem Engländer *Wain* gelungen. Er stellte bei seinen Untersuchungen über die herbizide Wirkung homologer Reihen von 2,4-D- und MCPA-Abkömmlingen mit steigenden CH_2-Gruppen in den Seitenketten fest, daß die Verbindungen mit einer ungeraden Zahl von Methyl-Gruppen herbizid wirksam waren, dagegen die mit gerader Methylgruppen-Zahl nicht. Dieser Wechsel zwischen „wirksam" und „unwirksam" innerhalb der homologen Reihen stimmt völlig mit dem Abbau der Seitenketten durch einen β-Oxydationsmechanismus in den Pflanzen überein, wie er in ähnlicher Weise auch vom tierischen Stoffwechsel her bekannt ist. Danach werden alle Säuren der Seitenketten mit einer geraden Zahl von Methylgruppen durch die β-Oxydation zur aktiven Essigsäure abgebaut, während sich die anderen Homologe in Phenol umwandeln, das nicht als Wuchsstoff wirksam ist.

Abb. 2. links: durch 2,4-D-Behandlung stark geschädigte, absterbende Knöterichpflanzen. — Rechts: normaler Trieb.

Die einzelnen Wuchsstoffgruppen 2,4-D, MCPA und 2,4,5-T besitzen eine unterschiedliche Wirksamkeit sowohl in bezug auf die Unkräuter als auch auf das Getreide. Heute werden im Getreide in erster Linie die MCPA-Mittel als die mildesten und trotzdem gegen die Unkräuter sehr wirkungsvollen Mittel angewandt. Auch die Kombination MCPA+2,4-D mit einer etwas größeren Wirkungsbreite gegen gewisse Unkräuter ist viel im Gebrauch. Gegen ein bestimmtes, vor allem in Nordwestdeutschland weit verbreitetes Getreideunkraut, den Ackerhohlzahn, hat sich besonders die Kombination

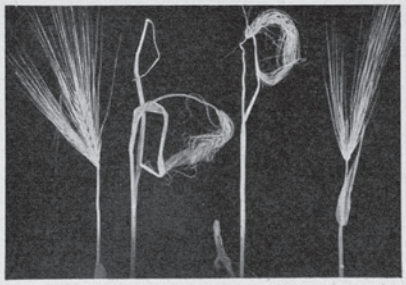
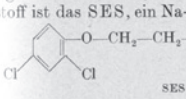


Abb. 3: Durch zeitlich falsche Wuchsstoffanwendung geschädigte Gerstenähren, links und rechts Doppelähren, in der Mitte 2 Steckähren.

2,4,5-T+MCPA bewährt. Die 2,4,5-T-Mittel allein dienen in erster Linie zur Bekämpfung holziger Gewächse. Auf dem Grünland kann man mit Hilfe der Wuchsstoffe in weit kürzerer Zeit zu einer Verbesserung der Grasnarbe gelangen als mit den gewöhnlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen. So lassen sich Unkräuter, wie Binsen, Herbstzeitlose, Pestwurz, Hahnenfuß u. a., ja selbst der Duwock, in kürzester Zeit beseitigen, wozu auf anderem Wege viele Jahre notwendig sind.

Neue Wuchsstoffherbizide:

Die Entwicklung war natürlich mit den drei vorgenannten Gruppen nicht abgeschlossen. Vor allem interessierten solche Wuchsstoffe, die in Kulturen, wie Gemüse, Baumschulen, Obstkulturen usw., Verwendung finden können, da alle bisherigen Mittel das Unkraut nur aus grasartigen Kulturen (Getreide, Grünland) aber nicht aus Kulturen mit breitblättrigen Pflanzen selektierten. So sollen sich nach ausländischen Mitteilungen Wuchsstoffe, wie z. B. das MCPB [4-(4-Chlor-2-methylphenoxy-) buttersäure] und das 2,4-DB[4-(2,4-Dichlorphenoxy-) buttersäure], zur Unkrautbekämpfung in Sellerie, Möhren, Erbsen eignen. Ein weiterer, sicher auch bei uns bald Bedeutung gewinnender Wuchsstoff ist das SES, ein Na-2,4-Dichlorphenoxyäthylsulfat, auch Crag 1 genannt.

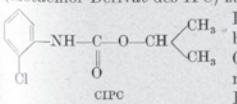


SES

Dieser Stoff wird erst im Boden unter Einwirkung von Bakterien zum Wuchsstoff umgebaut. Er besitzt nur gegen keimende und ganz junge Pflanzen abtötende Wirkung, nicht dagegen gegen erwachsene Pflanzen. SES soll sich nach ausländischen Angaben besonders zur Unkrautbekämpfung in Tomaten, Erbsen, Buschbohnen, Kohl, Möhren, Zwiebeln, Spargel, ferner in Baumschulen und Obstanlagen eignen.

Wuchsstoff-ähnliche Herbizide:

Diese Stoffe sind zwar keine eigentlichen Wuchsstoffe; sie besitzen aber in ihrer Wirkung wuchsstoffähnlichen Charakter. An erster Stelle sind hier das IPC (Isopropyl-N-Phenylcarbamat) und das aus ihm entwickelte CIPC (Metachlor-Derivat des IPC) zu nennen.

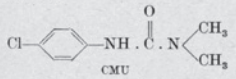


CIPC

IPC und CIPC sind für die Landwirtschaft von besonderem Interesse, weil man mit ihnen im Gegensatz zu allen übrigen Wuchsstoffen vornehmlich grasartige Unkräuter vernichten kann. Die Mittel werden vor der Aussaat bzw. vor dem Auflaufen angewandt. Ein bei uns in Deutschland bereits amtlich anerkanntes Präparat dieser Art ist das Prevenol 56 von *Schering*, ein CIPC-Präparat. Es dient in erster Linie zur Unkrautbekämpfung in Möhren, Zwiebeln, Porree.

Ein weiteres Mittel, von dem nur zu hoffen ist, daß es auch bald bei uns Eingang findet, ist das Triherbide, ein Kombinationsprodukt aus IPC+NIX (IPC als grasvernichtende Komponente und NIX = Na-Isopropylxanthat als

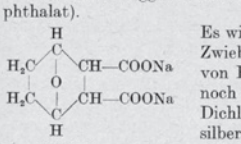
krautvernichtende Komponente). Es ist in Holland das Mittel zur Unkrautbekämpfung in Erdbeeren. Als weiteres Mittel mit wuchsstoffähnlichem Charakter sei hier das Alanap (N-1-Naphthylphthalamidsäure) erwähnt. Es ist in der Hauptsache als Vorauflaufmittel in Spargel- und Gurkenkulturen gedacht. Mit ihm werden nur keimende, nicht dagegen bereits aufgelaufene Unkräuter abgetötet. Weiter ist hier das CMU [3-(4-Chlorphenyl)-1,1-Dimethylharnstoff)] zu nennen.



CMU

Das Mittel ist außerordentlich phytotoxisch; lediglich der Spargel wird nicht angegriffen. CMU wird in den USA und in Holland bereits im großen Stil zur Unkrautbekämpfung im Spargel verwendet. Es darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß CMU im Boden sehr beständig ist, ja über Jahre hinaus stabil bleibt, wodurch nachfolgende Kulturen evtl. geschädigt werden können.

Ebenfalls sehr aggressiv ist das Endothal (Dinatrium-3,6-endoxo-hexahydrophthalat).



Endothal

Es wird in den USA als Vorauflaufmittel bei Rüben, Zwiebeln und Gladiolen, aber auch als Totspritzmittel von Kartoffelkraut verwendet. Bei uns ist das Mittel noch unbekannt; ebenso das Dalapon (Na-Salz der Dichlorpropionsäure) und das TMAS (Phenylqueck-silberacetat). Das Dalapon wird im Ausland zur Unkrautbekämpfung in Raps, zur Bekämpfung von Schilf an Grabenrändern und zur Queckenbekämpfung verwendet. TMAS nimmt man in den USA hauptsächlich zur Unkrautbekämpfung auf Rasenflächen.

Toxizität der Wuchsstoffe und der wuchsstoffähnlichen Verbindungen

Die in der Landwirtschaft zur Unkrautbekämpfung verwendeten Wuchsstoffe und wuchsstoffähnlichen Verbindungen besitzen keine hormonalen Wirkungen, weder auf den Menschen noch auf Haustiere. Daher sollte man die Bezeichnung „Hormone" für diese pflanzlichen Wuchsstoffe auch nicht verwenden. Für Mensch und Haustier sind sie fast völlig ungefährlich. Ihre akute orale LD 50 für Ratten beträgt z. B. bei

2,4-D	375	mg/kg	Körpergewicht
MCPA	700	„	„
MCPB	700	„	„
IPC	1000	„	„
Dalapon	6590—8120	„	„
SES	1400	„	„
CMU	3700	„	„

Das Endothal ist mit einer akuten oralen LD 50 von 35 mg/kg Körpergewicht das giftigste Mittel dieser Art. Im Vergleich dazu sei wieder die akute orale LD 50 des bekannten Insektizids E 605 erwähnt: 6,4 mg/kg.

Extraktion und Extraktoren in der analytischen Praxis

Die Methode, aus wäßrigen Lösungen einzelne Stoffe durch Extraktion mit einem Lösungsmittel zu entfernen, das selbst mit Wasser nicht mischbar ist, wird schon seit langem in der organischen Arbeitstechnik angewandt[1]). In der primitivsten Form des „Ausätherns" wie in komplizierten *Craig*-Verteilungsapparaturen bildet es die Grundlage zur Reindarstellung der verschiedensten Substanzen.

Weniger bekannt ist, daß auch die anorganische Chemie, speziell die Analytik, seit langen solche Verteilungsmethoden verwendet. Zum erstenmal vorgeschlagen wurden sie von *J. Rothe*, der die Löslichkeit des Eisen(III)-chlorids in Äther benutzte, um Eisen aus wäßrigen Lösungen durch Ausschütteln mit Äther zu entfernen. Der Extrakt ließ sich zur Eisenbestimmung verwenden; in der wäßrigen, jetzt eisenfreien Lösung konnte, da das störende Hauptelement entfernt war, leicht nach Spuren von Begleitern gesucht werden.

Dieses Verfahren kennzeichnet allgemein die Anwendung der Extraktionsmethoden in der analytischen Chemie: sie dienen einmal dazu, störende Elemente, besonders wenn diese in großem Überschuß vorhanden sind, zu entfernen, und zweitens werden durch Extraktion Spuren sonst nicht erfaßbarer Verunreinigungen angereichert. Dieses wird sogar großtechnisch benutzt, um die in armen Erzen vorkommenden Spuren, z. B. von Uran, zu gewinnen.

Natürlich muß man, wenn derart hohe Anforderungen an die Selektivität der Extraktion gestellt werden, eine ganze Reihe von Extraktionsmitteln zur Hand haben. Aber selbst eine solche Auswahl genügte für die moderne Analytik nicht. Durch Überführung der in Frage stehenden Ionen in spezielle Komplexe wurde deren Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln variiert, so daß man bestimmte Ionen „ausschütteln" kann, während andere in der wäßrigen Phase bleiben. Bekannt sind die Dithizonmethoden, bei denen das Reagens Dithizon (= Diphenylthiocarbazon) mit Metallionen tief gefärbte Verbindungen liefert, die in Chloroform oder Tetrachlorkohlenstoff löslich sind und die analytische Bestimmung auch von Spuren bestimmter Metalle ermöglichen. So z. B. lassen sich geringe Spuren von Aluminium durch Fällung als Oxinat und nachfolgende Extraktion mit Chloroform anreichern. Neuerdings gewinnen auch die Dithiocarbaminate als Hilfsmittel für die Extraktion von Metallionen an Bedeutung.

Es liegt in der Natur der Sache, daß man in der anorganischen Analyse mit dem einfachen Ausschütteln im Scheidetrichter nur wenig Erfolg erzielen kann. Relativ selten ist die Löslichkeit der zu bestimmenden Verbindungen in Wasser und in der organischen Phase so stark verschieden, daß man mit einem einmaligen Ausschütteln auskommt. Es empfiehlt sich also hier, kontinuierlich arbeitende Flüssig-Extraktoren zu verwenden, wie sie schon vor längerer Zeit, besonders

[1]) Vgl. *H. Malissa* u. *H. Brockmann:* Beiträge zur Extraktionstrennung in der anorganischen Analyse. Chemie-Ing.-Techn. *28*, 290 [1956]. Die Abbildungen haben wir mit freundlicher Erlaubnis des Verlages Chemie, Weinheim/Bergstraße, dieser Arbeit entnommen.

Unser *Rubikon*-Verlag feiert

das 100. CLB -Titelbild.

Feiern Sie mit – gewinnen Sie!

Nennen Sie uns Ihren Lieblings-Titel.

Details Seite 409 (unter dem Editorial).