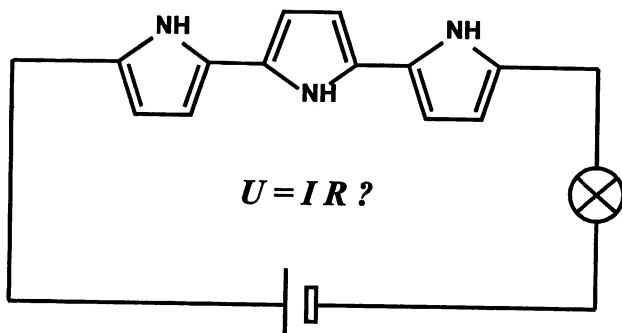


Faszination Chemie

Ausgabe 2/96 (2. Jahrgang)

Versuch für's Schullabor:

Widerstände aus leitfähigem Polypyrrol



Fachartikel

**Enzyme in
der organischen
Synthese**

Fullerene

**Lichtschutzfilter
aus C₆₀?**

Chemie-Olympiade

**Dreiländerseminar
Berlin
Brandenburg
Sachsen**

Schullabor

**Leitfähige
Kunststoffe**



Gemeinsame Zeitschrift für die Chemie-Olympiade
in Deutschland und in der Schweiz



Aus der Redaktion	31
Aktuelles	32
Chemie-Olympiade	33
Enzyme in der organischen Synthese	38
Versuch für's Schullabor: Leitfähige Kunststoffe	42
Fullerene	43
Uni-Report: Freiburg i. Uechtland, Schweiz	44
Fördermitglieder	47
4. Workshop des Fördervereins Chemie-Olympiade	47
Dreiländerwettbewerb Berlin/Brandenburg/Sachsen	48
Wer macht was?	51
Knobelseite	52

Impressum

Herausgeber: Förderverein Chemie-Olympiade e.V., Brüggerfelde 7, D-24113 Kiel
und
Kommission „Chemieolympiade“ der Neuen Schweizerischen Chemischen
Gesellschaft

Redaktion Kai Exner (V.i.S.d.P), Sundgaullee 110, D-79110 Freiburg i. Br.
Email: exner@oce.chemie.uni-freiburg.de
Tel.: 0761 / 203-6047, Tel./Fax.: 0761 / 89 34 13 (priv.)

Jörg Berghausen, Kappler Str. 33, D-79117 Freiburg i. Br.
Email: berghaus@ruf.uni-freiburg.de

Oliver Cullmann, Im Höfle 13, D-79194 Gundelfingen
Email: cullmann@oca.chemie.uni-freiburg.de

Dr. Maurice Cosandey, Noyers 2C, CH-1131 Tolochenaz

Jan-Dierk Grunwaldt, Oerlikoner Str. 39, CH-8057 Zürich
Email: grunwaldt@tech.chem.ethz.ch

Christoph Kiener, Marbachstr. 3, D-81369 München
Email: christoph.kiener@lrz.tu-muenchen.de

Marco Ziegler, Postfach 854, CH-1701 Fribourg
Email: Marco.Ziegler@unifr.ch

Johannes Zipfel, Herchersgarten 24, D-79249 Merzhausen
Email: zipfel@ruf.uni-freiburg.de

World Wide Web Home Page: http://ezinfo.ethz.ch/ETH/D-CHEM/TECH_CHEM/olympiad.html
<http://sgich1.unifr.ch/stud/scos/chemolym.html>

Druckauflage 4000

Lieber Leserinnen, liebe Leser

In nahezu allen Zeitungen liest man derzeit von Einschränkungen und Sparmaßnahmen. Statt Expansion stehen Kürzungen auf der Tagesordnung. Bei uns ist das glücklicherweise anders: Das Förderprogramm des *Fördervereins Chemie-Olympiade* für Schüler erfreut sich wachsender Beliebtheit, und die Zeichen für Angebot und Nachfrage stehen auf Wachstum. Gunnar Jeschke (ETH Zürich) berichtet hierzu vom ersten *Dreiländerwettkampf Berlin/Brandenburg/Sachsen*, den wir in Zusammenarbeit mit der *BASF Schwarzheide* durchgeführt haben. Diese Veranstaltung steht dabei nur stellvertretend für die Aktivitäten, die mittlerweile in fast jedem Bundesland stattfinden.

Auch fachlich bietet diese Ausgabe der *Faszination Chemie* wieder einiges: Silke Erbeck (Universität Freiburg i.Br.) berichtet über den Einsatz von Enzymen in der organischen Synthese. Diese unverzichtbaren Helfer der Zellen haben längst den Sprung von der Biochemie *in vivo* hinein ins Reagenzglas und den großtechnischen Reaktor geschafft. Das Schlagwort *Bioorganische Chemie* trägt dieser Entwicklung Rechnung.

Mit dem Thema *neue Materialien*, die manchmal gar nicht so neu sein müssen, beschäftigt sich das *Experiment für's Schullabor* von Thomas Bark. Mit einfachen Chemikalien lassen sich leitfähige

Kunststoffe herstellen, die den Brückenschlag zwischen Chemie und Physik ermöglichen. Wie wäre es, im Chemieunterricht einmal selbst leitfähiges Polypyrrol herzustellen und seine elektrischen Eigenschaften im Physikunterricht zu untersuchen? Eine reizvolle Aufgabe, die sicherlich spannender ist als das übliche Vermessen von Kohlefilmwiderständen und zudem noch eine Vorstellung davon vermittelt, wie der Alltag eines Materialwissenschaftlers aussehen könnte. Wer mehr über *neue Materialien* erfahren will, kann sich auch im Sonderheft *Moderne Werkstoffe* (Spektrum der Wissenschaft, Digest 3) informieren.

Für all diejenigen, die noch nach einem geeigneten Studienort suchen, schreibt Marco Ziegler über seine Erfahrungen an der Universität Freiburg i. Uechtland, Schweiz.

Die Knobelseite ist diesmal etwas leichter ausgefallen, ein kleiner Ausgleich für das Bullvalen, das auch seinen (geistigen) Vätern Kopfzerbrechen bereitet hat. Die in der Lösung angegebene Literatur sei diesmal auch den erfolgreichen Knoblern empfohlen, enthält sie doch eine ganze Menge Chemiegeschichte. Doch nun viel Spaß mit der *Faszination Chemie*!

Kai Exner

Änderungen * Änderungen * Änderungen * Änderungen

- Der Verein der *Freunde und Förderer der Chemieolympiade in der Bundesrepublik Deutschland e.V.* trägt nach Beschluß der Mitgliederversammlung fortan den Namen *Förderverein Chemie-Olympiade e.V.*, der dem internationalen Charakter des Vereins Rechnung trägt. Die Änderung wurde vom Amtsgericht Kiel genehmigt und im Vereinsregister eingetragen.
- Das *Schweizerische Chemieolympiadekomitee* trägt fortan den Namen *Kommission „Chemieolympiade“ der Neuen Schweizerischen Chemischen Gesellschaft*. Sie wird präsi- diert von M. Cosandey.

Gold for Switzerland

Der 18-jährige Thomas Braschler aus Uettiligen (BE) gewann an der IChO in Moskau eine Goldmedaille. Damit bewies der begeisterte Hobbychemiker auch auf internationaler Ebene sein aussergewöhnliches Talent. Nach Angaben von Thomas war sein Grossvater, Chemiker in Pension, Stein des Anstosses für die Teilnahme an der IChO. Die beiden haben zu Hause in der Waschküche ein eigenes Labor eingerichtet, wo am Wochenende intensiv getüftelt und geforscht wird. Die anderen Teilnehmer des Schweizer Teams (Beat Amstutz, Kantonsschule am Burggraben, aus Berg (SG); Daniel Püntener, Kantonsschule Zug, aus Neuheim (ZG) und Christoph Schlicht, Lycée des Creusets, aus Pont-de-la-Morges (VS)) verpassten die Medaillenränge knapp. Trotzdem war der Aufenthalt in Moskau für alle ein einmaliges Erlebnis.

Das Team wurde vom Bundesamt für Bildung und Wissenschaft sowie von der Neuen Schweizerischen Chemischen Gesellschaft finanziell unterstützt.

**Jochen Müller, Blenda Weibel, Marco Ziegler,
Betreuer der Schweizer Mannschaft**

Erfolgreiche Olympioniken

Bei der XXVIII Internationalen Chemie-Olympiade in Moskau war die deutsche Mannschaft wieder überaus erfolgreich. Durch die herausragenden Leistungen von Christoph Germann (Gold), Alexej Michailowskij (Gold), Jörg Wagler (Silber) und Erich Goll (Bronze) belegte die Mannschaft einen hervorragenden fünften Platz hinter China, Iran, Rußland und Österreich. Über ihre Erfahrungen in Moskau werden die Olympioniken in der nächsten Ausgabe der *Faszination Chemie* berichten.

**Jan-Dierk Grunwaldt, Wolfgang Hampe,
Betreuer der deutschen Mannschaft**

Aufruf an interessierte Jugendliche in der Schweiz:

CHEMIEOLYMPIADE IN MONTREAL, CANADA, Juli 1997

Wenn Du nach dem 01.07.77 geboren bist und Interesse für naturwissenschaftliche Fragestellungen und „chemische Knobeleyen“ hast, bist Du zu den periodisch stattfindenden Vorbereitungstreffen zur Chemie-Olympiade an der Universität Freiburg eingeladen. Melde Dich am besten bei Marco Ziegler, Institut für Anorganische Chemie, Universität Freiburg, CH-1700 Fribourg, Tel. 026 300 87 57 (zu Bürozeiten)

Workshop-Programm für die Schweiz 1996 / 1997

Für interessierte MittelschülerInnen aller Schweizer Gymnasien führen wir dieses Jahr wiederum an der Universität Freiburg Chemieworkshop-Wochenenden durch (in französisch und deutsch). Nach dem letztjährigen Erfolg (insgesamt über 100 Teilnehmer an 5 Wochenenden) versuchen wir, das Programm für dieses Jahr noch attraktiver zu gestalten. Dabei bietet sich den Teilnehmern die einmalige Gelegenheit, die Universität und ihre Forschung kennenzulernen, sich mit Professoren und Studenten zu unterhalten, welche sich am Wochenende freiwillig zur Verfügung stellen, und gleichaltrige interessierte Jugendliche zu treffen. Die Kosten für Organisation, Anreise, Übernachtung und Essen werden grosszügigerweise von der *Neuen Schweizerischen Chemischen Gesellschaft* und der Universität Fribourg übernommen. Hier die Termine für die nächsten Workshops:

- 14.-15.12.96 NMR (Nuclear Magnetic Resonance)/RMN (Résonance Magnétique Nucléaire)
- 25.1.-26.1.97 Chemie am Computer, Molecular Modelling
- 1.3.-2.3.97 Synthese von supraleitendem $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$
- 26.-27.4.97 Laser- und Tieftemperaturspektroskopie
- 24.-27.3.97 Vorbereitungswoche in Lausanne, semaine de préparation à Lausanne, Auswahlprüfung der vier Teilnehmer für Montréal, examen pour déterminer les 4 candidats pour Montréal

Anmeldeformulare können bei Marco Ziegler (Impressum) bezogen werden. Genauere Infos sind unter <http://sgich1.unifr.ch/stud/scos/workshop.html> auf dem Internet abrufbar. Die Anmeldungen sind auf max. 20 Personen pro Workshop limitiert.

Chemie-Olympiade - mehr als ein Wettbewerb

Diskutierst Du gerne über Chemie?

Hast Du Lust auf Schnupperpraktika?

Kennst Du die Nobelpreisträgertagung?

Möchtest Du andere Schülerinnen und Schüler oder Studenten kennenlernen?

Interesse an Uni-Führungen und Landesseminaren?

Hat Dich eine der Fragen neugierig gemacht, dann lies weiter!

Workshops

Wenn Du Interesse an hochaktuellen chemischen Themen hast und mit anderen Schülerinnen und Schülern darüber diskutieren willst, dann komm doch mal zu einem unserer Workshops! Im nächsten Jahr gibt es sogar noch einen Experimentalvortrag von Prof. Roesky mit seinen bekannten "chemischen Kabinettstückchen" (vergl. gesonderter Artikel in diesem Heft!).

Ach so: Natürlich sind alle eingeladen - egal, ob sie in Deutschland, Österreich oder der Schweiz wohnen - deshalb heißen wir nun auch "nur" noch *Förderverein Chemie-Olympiade*.

Landesseminare

Erkunde Dich mal bei Deinem Landesbeauftragten über das Landesseminar in Deinem Bundesland. Es gibt solche schon in Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Saarland, Berlin, Brandenburg und Sachsen. Nimmst Du dann an der 1. oder 2. Runde der *Internationalen Chemie-Olympiade* teil und strengst Dich ein bißchen an, was gar nicht so schwer ist, dann nimmst Du automatisch teil!

Schnupperpraktika

Du willst einmal die Forschung in der Uni, der Industrie oder in Forschungsinstituten näher kennenlernen und dort auch richtig mitarbeiten? Ja, dann los! In der Schweiz kann man sich bei der Stiftung *Schweizer Jugend forscht* bewerben, in Deutschland mußt Du die dritte Runde des Auswahlverfahrens erreichen. Dann erhältst Du automatisch vom *Förderverein Chemie-Olympiade* eine Einladung zur Teilnahme an einem Praktikum.

Nobelpreisträgertagung

Erreichst Du die 4. Runde des Auswahlverfahrens zur *Internationalen Chemie-Olympiade* in Deutschland, kannst Du sogar zur jährlich stattfindenden Nobelpreisträgertagung fahren,

Mitmachen: Zukunft gestalten!

*«Die Welt, die wir
geschaffen haben, ist
das Resultat einer
überholten Denkweise.
Die Probleme, die sich
daraus ergeben, können
nicht mit der gleichen
Denkweise gelöst
werden, durch die sie
entstanden sind.»*

Albert Einstein

Sie, die Gymnasiasten von heute, sind die Entscheider von morgen. Deshalb interessiert uns Ihre Meinung, denn die soll zukünftig verstärkt in unsere Arbeit einfließen. Dabei geht es uns vor allem um aktuelle Fragen, die uns alle angehen und auf die wir morgen die richtigen Antworten geben wollen.

Wir suchen auf diesem Wege Schülergruppen, AG's oder Leistungskurse, die mit uns zusammen Lösungsansätze zu Fragen unserer gemeinsamen Zukunft finden wollen. Aus dem Themenkreis "Chemie, Mensch und Umwelt" könnten wir z.B. über Gentechnologie oder Kunststoffrecycling sprechen. Oder Sie nennen uns ein Thema, das Sie schon immer einmal in einer sach- und fachkundigen Runde diskutieren wollten.

Also, wenn Ihre Gruppe etwa 20 Köpfe zählt, die alle über den Tellerrand ihres Schulalltags hinaussehen, dann laden wir Sie zu einem eintägigen Workshop bei uns ein.

Interessiert? Dann rufen Sie Carsten Härtl an: (0621) 60-4 86 09 oder schreiben Sie ihm.

BASF Aktiengesellschaft
ZOA/MU
67056 Ludwigshafen

BASF

wo Nobelpreisträger Vorträge - vor allem für Studenten - halten und an zwei Nachmittagen in kleinen Gruppen Rede und Antwort stehen...

Uni-Führungen und Kontakte

Du willst einmal alleine oder mit Freunden eine Uni-Führung machen? Viele unserer Vereinsmitglieder sind noch an der Universität und zeigen Euch gerne alles, was Euch an Forschung und Studium interessiert.

Bitte nicht vergessen

Wir sind alle unkompliziert und nehmen gerne weitere Ideen auf, die an uns herangetragen werden!

Jan-Dierk Grunwaldt

Förderung von Jugendlichen in der Chemie

Unter diesem Titel fand vom 03. - 06.10.1996 eine bundesweite, vom Förderverein MNU veranstaltete Fachtagung in Bornheim bei Köln statt. In ihrem Verlauf wurde viel über die Rolle und Situation der *Internationalen Chemie-Olympiade* in Deutschland diskutiert. Zwei Kernpunkte der Diskussion sollen hier hervorgehoben werden:

- Der Wettbewerb in Deutschland leidet an einem Mangel an Transparenz. Dies bezieht sich sowohl auf seine Strukturen als auch auf die Intentionen der einzelnen Runden und Aufgaben.
- Es sind keine Strukturen gegeben, die einen Großteil der Schüler zu einer frühzeitigen Teilnahme ermutigen. Wünschenswert wäre die Motivation der Schüler ab Klasse 10, spätestens ab Klasse 11.

Aus diesem Grund möchten wir vom *Förderverein Chemie-Olympiade* alle am Wettbewerb interessierten Schüler und Lehrer aufrufen, mit uns oder den Landesbeauftragten der *Internationalen Chemie-Olympiade* ins Gespräch zu kommen. Möchten Sie mehr erfahren über Lösungsstrategien für die Knobelaufgaben, Literaturhinweise bekommen, erfahren, was die Teilnehmer in den einzelnen Runden der Olympiade erwartet? Dann schreiben Sie uns oder rufen Sie uns einfach an. Wir nehmen uns gerne für Sie Zeit. Die Adressen finden Sie im Impressum dieser Zeitschrift.

P.W. Atkins/J.A. Beran

Chemie – einfach alles

1996. XXV, 994 Seiten mit
ca. 2000 Abbildungen und ca. 200 Tabellen.
Gebunden. DM 98,-/öS 715,-/sFr 89,-.
ISBN 3-527-29259-4

So macht Lernen und Lehren Spaß! Schüler, Lehrer, Studenten, Professoren, Naturwissenschaftler aller Fächer und interessierte Laien können sich mit diesem Buch ein fundiertes Chemiewissen erwerben oder es auffrischen. Klar und einleuchtend werden die chemischen Grundprinzipien und Prozesse erklärt, so daß das Verstehen fast zum Kinderspiel wird. Der Lernstoff ist didaktisch geschickt mit vielen exzellenten Farbbildern illustriert. Mit Recht kann man dieses Werk als drei Lehrbücher in einem bezeichnen, das die Allgemeine und Anorganische, Organische und Physikalische Chemie abdeckt. Wichtige Themen werden in kurzen Textabschnitten von berühmten Wissenschaftlern kommentiert und vertieft, und es werden Bezüge zwischen der Chemie und dem Alltagsleben, der Umwelt und industriellen Anwendungen hergestellt. Sorgfältig formulierte Aufgaben mit Lösungswegen helfen beim Selbststudium.

Das neue
Lehrbuch
für
Einsteiger



Bitte bestellen Sie bei Ihrer Buchhandlung oder bei:

VCH, Postfach 10 11 61, D-69451 Weinheim,
Telefax 0 62 01 - 60 61 84

VCH, Hardstrasse 10, Postfach, CH-4020 Basel

75
Jahre



Wissen der Zukunft

Enzyme in der organischen Synthese

Nahezu alle chemischen Reaktionen in der belebten Natur werden von Enzymen katalysiert. Die meisten Umsetzungen würden unter physiologischen Bedingungen ($\text{pH} \approx 7$, $20\text{--}40^\circ\text{C}$, wässriges Medium) ohne enzymatische Beteiligung kaum in wahrnehmbaren Umfang ablaufen.

Eines der schnellsten Enzyme, die Carbohydrase (sie katalysiert die Hydratisierung von Kohlendioxid), kann pro Sekunde 10^5 Moleküle CO_2 umsetzen. Damit verläuft die katalysierte Reaktion 10^7 mal schneller als die unkatalysierte.

Enzyme wirken analog zu chemischen Katalysatoren. Sie haben, wie alle Katalysatoren, Einfluß auf die Kinetik und nicht auf die Thermodynamik einer Reaktion, d. h. sie verändern *nur* die Reaktionsgeschwindigkeit eines Prozesses, *nicht* aber dessen Gleichgewichtslage (Abb. 1).

Die Aktivierungsenergie (freie Aktivierungsenthalpie $\Delta G^\ddagger$) der Reaktion wird unter dem katalytischen Einfluß des Enzyms herabgesetzt. Es wird ein neuer Reaktionsweg zugänglich, dessen Übergangszustand eine niedrigere Energie aufweist als der Übergangszustand der unkatalysierten Reaktion.

Unwissend wurden enzymatische Prozesse schon in prähistorischer Zeit von Menschen genutzt. So enthält das bereits vor 7000 Jahren zur Käseherstellung verwendete Kälberlab die Endopeptidase Chymosin. Dieses Enzym ist für die Kaseinfällung aus der Milch verantwortlich. Seit Buchner 1897 zeigte, daß Enzyme auch außerhalb der Zelle ihre biologische Aktivität nicht verlieren, also auch *in vitro* wirken, wurden Enzyme mehr und mehr zu Katalysatoren der Wahl. Heute finden Enzyme nicht nur in chemischen Laboratorien, sondern auch in der Industrie breite Anwendung.

Eine der in der organischen Synthese etabliertesten Enzymklassen ist die der Hydrolasen. Sie bietet viele wichtige Vorteile: Stabilität, leichte Handhabung, Aktivität in organischen Lösungsmitteln, keine Cofaktoren, kommerziell billig erhältlich, breite Substratakzeptanz und hohe Stereospezifität. Hydrolasen katalysieren - wie der Name schon sagt - die Hydrolyse bzw. die Bildung (mikroskopische Reversibilität!) von Estern, Amiden, Anhydriden, Nitrilen, Epoxiden oder von Glykosiden.

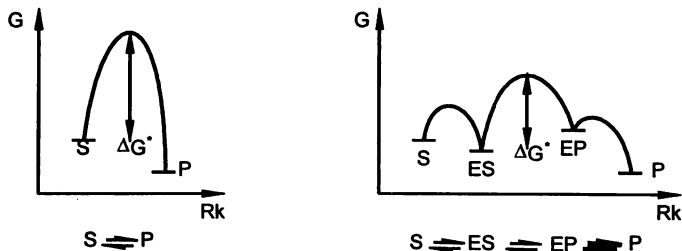


Abb. 1. Einfluß von Enzymen auf die Reaktionskinetik.

Die breiteste Anwendung im Bereich der Hydrolasen finden zur Zeit die Lipasen (spalten *in vivo* Triacylglycerine in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren), gefolgt von den Carboxylesterhydrolasen und den Proteasen.

Ein Beispiel, das sowohl das synthetische Potential der Lipasen, als auch das in der Enzymchemie vorherrschende *trial and error* Verfahren illustriert, ist die selektive Hydrolyse nur *einer* Estergruppe prochiraler Fluor-Alkyl-Malonester (Abb. 2). Ähnliche Verhältnisse liegen bei der enzymatischen Racemattrennung vor, auch hier können geringfügige Modifikationen des Substrats zu großen Unterschieden in den resultierenden ee-Werten führen (Abb. 3).

Lipasen können jedoch nicht nur Esterfunktionen spalten, sondern - da sie in organischen Solventien ihre Aktivität nicht verlieren - auch knüpfen. Die Reaktionen werden in organischen Lösungsmitteln unter Zuhilfenahme von

Acylierungsmitteln wie Vinylacetat oder Isopropenylacetat durchgeführt.

Diese Reaktionsbedingungen erlauben eine Verschiebung des primären Gleichgewichts durch die Tautomerisierung des bei der Umsetzung entstehenden Vinyl- oder Isopropenylalkohols zu Acetaldehyd bzw. Aceton (Abb. 4).

Der Nutzen solcher Acylierungsreaktionen kann an Hand prochiraler Diole demonstriert werden (Abb. 5). Da die Lipasen in der Regel sowohl bei der Veresterung der Diole als auch bei der Hydrolyse der zugehörigen Diester „an der selben Stelle“ angreifen, können die Hydroxyester mit *einem* Enzym in *beiden* enantiomeren Formen erhalten werden, wenn man einerseits vom prochiralen Diol (enantioselektive Veresterung), andererseits vom prochiralen Diester (enantioselektive Hydrolyse) ausgeht. Dieser Trick ist auch auf Mono-Alkohole/Ester anwendbar (vgl. oben).

Auch in der industriellen Synthese finden

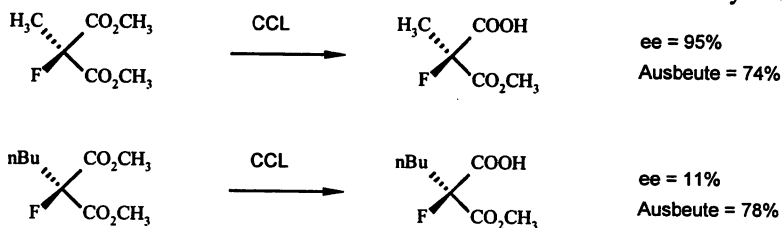


Abb. 2. Enantioselektive Hydrolyse. CCL: Lipase aus *Candida cylindracea*.

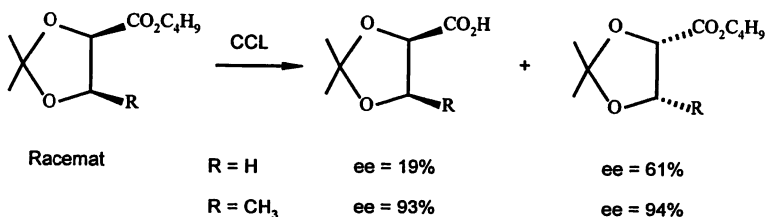


Abb. 3. Racematspaltung durch Hydrolyse. CCL: Lipase aus *Candida cylindracea*.

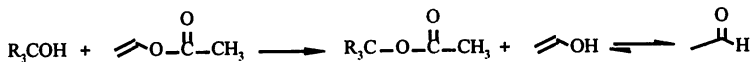


Abb. 4. Veresterung von Alkoholen mit Vinylacetat.

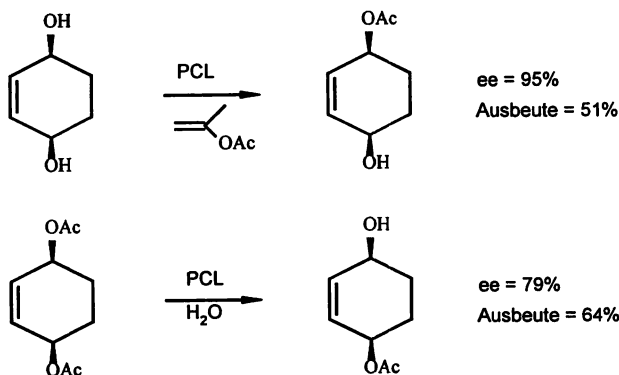


Abb. 5. Enantioselektive Veresterung/Hydrolyse. PCL: Lipase aus *Pseudomonas cepacia*.

Lipasen Anwendung, so zum Beispiel bei der Trennung der racemischen Aminosäure Methionin (Abb. 6): Nach der chemischen Acetylierung wird das Natriumsalz des racemischen N-Acetyl-D,L-Methionins bei pH = 7 und 37 °C mit dem Enzym L-Aminoacylase behandelt. Diese Acylase hydrolysiert stereoselektiv die Amidbindung des N-Acetyl-L-Methionins, während das N-Acetyl-D-Methionin nicht umgesetzt wird. Da für D-Aminosäuren außer bei der Herstellung einiger Pharmaka keine Anwendung besteht,

werden diese racemisiert und der enzymatischen Trennung erneut zugeführt. Analog zu L-Methionin werden so auch L-Valin, L-Alanin, L-Phenylalanin und L-Tryptophan aus den jeweiligen Racematen hergestellt.

Enzyme können in vielen, aber nicht in allen Bereichen der Organischen Chemie erfolgreich eingesetzt werden. Ihr Anwendungspotential ist bei weitem noch nicht erschöpft, sondern wird mit zunehmender Verfügbarkeit auch der *in vivo* nur in geringeren Mengen synthetisierten Enzyme (Gentechnik) noch

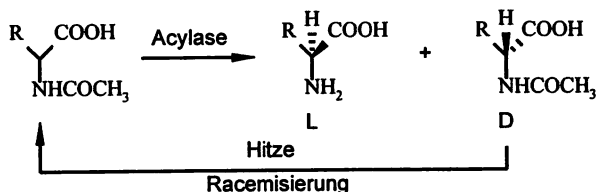


Abb. 6. Racematspaltung vom Acetylaminosäuren.

weiter steigen. Sie stellen somit eine sinnvolle Ergänzung zur klassischen Organischen Chemie dar. In Tabelle 1 sind abschließend

einige Vor- und Nachteile der Verwendung von Enzymen in der organischen Synthese aufgelistet.

Tabelle 1. Vor- und Nachteile des Einsatzes von Enzymen

 	Spezifität	Enzyme arbeiten sehr spezifisch. Die sonst üblichen Schutzgruppentechniken bei der Synthese polyfunktioneller Verbindungen können so umgangen werden. Sind die Enzyme zu „wählerisch“ (geringe Substratbreite), kann die gewünschte Reaktion ausbleiben.
	Stereospezifität	Enzyme sind chirale Werkzeuge, die es gestatten, Enantiomere und Diastereomere selektiv herzustellen.
	Homochiralität	Enzyme sind selbst chiral und nur in einer enantiomeren Form erhältlich. Mit einem Enzym ist somit in der Regel nur ein Enantiomer, bzw. Diastereomer zugänglich.
	<i>trial and error</i>	Die Stereochemie enzymatisch geführter Reaktionen mit nichtnatürlichen Substraten ist nicht vorhersagbar. Auch bei kleinen Änderungen am Substrat bedeutet die Ausarbeitung eines enzymatischen Prozesses daher häufig: ausprobieren.
	Reaktionsbedingungen	Enzyme arbeiten meist unter milden Bedingungen, so daß auch empfindliche Produkte synthetisiert werden können. Als Lösungsmittel können vielfach auch organische Lösungsmittel verwendet werden.
 	Handhabbarkeit	Eine beachtliche Zahl von Enzymen ist kommerziell und billig erhältlich. Probleme entstehen, wenn das Enzym schlecht erhältlich ist oder teure Cofaktoren benötigt.

Silke Erbeck

Literatur:

C.-S.Chen, C.J.Sih, *Angewandte Chemie* **1989**, 101, 711.

B. Hoppe, J. Martens, *Chemie in unserer Zeit*, **1984**, 18, 73.

C.H. Wong, G.M. Whitesides, *Enzymes in Organic Chemistry*, Tetrahedron Organic Chemistry Series Volumen 12, Pergamon press, Elsevier Science, **1994**.

W. Gerhartz, *Enzymes in Industry*, VCH, **1990**.

K. Drauz, H. Waldmann, *Enzyme Catalysis in Organic Synthesis*, VCH, **1995**.

Versuch für's Schullabor: Leitfähige Kunststoffe

Leitende Kunststoffe kennt man schon lange, jedoch handelte es sich dabei um Gemische aus "gewöhnlichen", isolierenden Polymeren und leitenden Partikeln wie Metallstäuben oder Ruß. Die Wende kam 1976, als im Labor von Hideki Shirakawa durch versehentliches Abweichen von der Synthesevorschrift eine neue Form des Polyacetylen (PA), $(CH=CH)_n$, entdeckt wurde. Statt des üblichen schwarzen Pulvers erhielt man eine silberglänzende, elastische Folie. Dieses neue PA war noch ein Isolator, jedoch entdeckte man, daß sich durch "Dotierung" mit Jod seine Leitfähigkeit immens steigern läßt. So hat z.B. die BASF AG vor einiger Zeit PA-Folien entwickelt, deren Leitfähigkeit an die des Kupfers heranreicht und sie, bezogen auf die Masse, schon übertrifft.

Am Beispiel des PA lassen sich leicht die Bedingungen aufzeigen, die für leitende Kunststoffe erfüllt sein müssen: Die Polymerketten sind vollkommen durchkonjugiert, d.h. es wechseln sich Einfach- und Doppelbindungen ab. Damit es aber zum Stromfluß kommen

kann, muß die Elektronenstruktur etwas gestört werden. So kann man entweder einzelne Elektronen zusätzlich in die Kette einfügen (n-Dotierung) oder entfernen (p-Dotierung). Um die Gesamtneutralität zu wahren, müssen dafür zum Ausgleich Gegenionen in die Polymermatrix eingebaut werden. Über die tatsächlichen (und komplizierten) Mechanismen der Stromleitung gibt die angegebene Literatur Aufschluß.

Besonders einfach gelingt die Herstellung von leitfähigem Polypyrrol, denn Pyrrol läßt sich elektrolytisch zu einem leitenden Polymer oxydieren und muß nicht extra dotiert werden. Als Elektrolyt dient eine Lösung von Pyrrol und einer organischen Sulfonsäure in 2-Propanol. Die Sulfonsäure ermöglicht den Stromfluß und liefert die Gegenionen. Der im folgenden beschriebene Versuch ist einfach und sollte in jedem Schullabor durchführbar sein. **Aus Sicherheitsgründen ist er nur unter Aufsicht eines Chemielehrers durchzuführen.**

Materialien	1 Becherglas oder große Küvette als Elektrolysisgefäß; 2 Elektroden (Au- bzw. Pt- Bleche oder rostfreier Edelstahl (Rasierklingen!)); 1 Strommeßgerät; 1 einstellbare Gleichspannungsquelle 0-10 V; verschiedene Kabel und Klemmen.
Chemikalien	2-Propanol, Pyrrol, Benzolsulfonsäure, Toluolsulfonsäure oder eine andere organische Sulfonsäure.
Durchführung	Die Menge der Elektrolytlösung hängt von der Größe des Elektrolysisgefäßes ab. Man legt 2-Propanol vor und löst darin soviel Sulfonsäure, daß ihre Konzentration 0.1 mol/l entspricht. Danach gibt man bis zu einer Konzentration von 0.05 mol/l Pyrrol hinzu. Die Elektroden sollen blank sein und beide die gleiche Form haben. Sie werden zueinander parallel im Abstand von ca. 1- 2 cm befestigt. Man elektrolysiert nun für ca. zwei Stunden bei

	einer Stromdichte von 1.5 mA/cm^2 (Dabei gilt als Anodenfläche nur die der Kathode gegenüberliegende Fläche und nicht die Rückseite). Der Strom wird kontrolliert und ggf. nachregelt. Während der ganzen Elektrolyse dürfen an der Anode, wo sich auch der Polypyrrolfilm bildet, keine Sauerstoffblasen aufsteigen. Ist dies der Fall, so muß man die Elektroden reinigen und länger bei einer kleineren Stromstärke elektrolysieren. Nach beendeter Elektrolyse sollte die Anode von einer schwarzen, rauhen und vor allem blasenfreien Schicht bedeckt sein. Man spült mit 2-Propanol ab, läßt trocknen und trennt dann mit einem dünnen Messer oder einem Skalpell die PPY-Folie von der Elektrode. Die Folie ist biegsam wie Papier, verträgt aber kein scharfes Knicken. Mit einem Ohmmeter läßt sich die Leitfähigkeit der Folie nachweisen. Durch Einsetzen der Folie in einen elektrischen Stromkreis lassen sich ihre Eigenschaften ausführlicher untersuchen.
Gefahrenhinweise	2-Propanol und Pyrrol sind leicht entzündlich. Die Sulfonsäuren sind ätzend. Bei dem Versuch sind Schutzbrille und Handschuhe zu tragen.
Entsorgung	Der verbrauchte Elektrolyt wird in das Sammelgefäß für halogenfreie, organische Lösungsmittel gegeben.

Literatur:

- Spektrum der Wissenschaft: Digest Moderne Chemie 1995
- Handbook of Conducting Polymers von Terje A. Skotheim. Marcel Dekker, Inc., 1986
- Elektrisch leitende Kunststoffe, 2. Auflage von Mair / Roth

Thomas Bark

Und nocheinmal: Die Fullerene

Im vorangehenden Heft berichtete Anja-Verena Mudring über die faszinierende Chemie der Fullerene. Während sich die Fullerenforschung anfangs epidemisch ausbreitete, wie Untersuchungen von T. Braun belegen (*Angewandte Chemie* 1992, 105, 242-244), ist es in letzter Zeit etwas ruhiger um die Kohlenstoffkugeln geworden. Daß insbesondere C_{60} doch noch immer einige Überraschungen parat hat, konnten nun einige Physiker vom Trinity College in Dublin zeigen (F.Z. Henari et al., *Applied Physics Letters* 1996, 68, 619-621): Lösungen von C_{60} in Toluol zeigen eine Extinktion, die von der Intensität des eingestrahlteten Lichts abhängig ist. Ursache dieses Phänomens ist der höhere Extinktionskoeffizient elektronisch angeregter Fulleren-Moleküle. Diese Eigenschaft könnte sich für Schutzfilter gegen intensives Licht oder zum Bau optischer Schalter nutzen lassen. So konnte die Dubliner Gruppe mit einem schwachen „Lese-Laser“ (He/Ne-Laser, 632 nm) entscheiden, ob eine C_{60} -Lösung von einem intensiven „Schreib-Laser“ (Ar-Laser, 488 nm) bestrahlt wurde (geringe Durchlässigkeit bei 632 nm) oder nicht (hohe Durchlässigkeit bei 632 nm).

Welche interessanten Eigenschaften dürfen wir in Zukunft noch von diesen Kohlenstoffallotropen erwarten? Vor wenigen Wochen wurden jedenfalls die Entdecker der Fullere, H. Kroto (University of Sussex, Brighton), R. Smalley und R. Curl (beide Rice University, Houston) mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Noch mehr Interesse an Fullerenen? Für 10,- DM Unkostenbeitrag in Briefmarken kann bei Christoph Kiener, Marbachstr. 3, 81369 München, eine Literatursammlung bestellt werden.

Kai Exner

Chemie-Studium an der Universität Freiburg i. Uechtland, Schweiz

Um der Verwechslungsgefahr gleich zu Anfang vorzubeugen: Freiburg i. Uechtland ist zwar wie Freiburg i. Breisgau (siehe Hochschulreport *Faszination Chemie* 2/95) eine alte Zähringerstadt mit schöner erhaltener Altstadt, doch liegt ersteres im idyllischen Saane-Tal in der Schweiz und ist mit seinen 32000 Seelen wohl eher eine Kleinstadt im Gegensatz zu seinem deutschen Pendant mit rund 200000 Einwohnern. Freiburg i. Uechtland ist seit 1889 Universitätsstadt und beherbergt zahlreiche Schulen und Institute von nationalem und internationalem Ruf. Allein 1996 waren 8500 Studenten an der Universität eingeschrieben, 1992 waren es noch 6000 gewesen. Dieser Zustrom (im selben Zeitraum nahm die Studentenzahl an der Uni Zürich von 20000 auf 16000 ab) dürfte vor allem auf eine Eigenheit der Universität und ihrer Studien zurückzuführen sein, ihre Zweisprachigkeit. Alle Studiengänge werden zweisprachig angeboten, die passive Beherrschung der anderen Landessprache ist ein Muss. Wie dies im Chemiestudium aussieht, ist schnell erklärt: im ersten Jahr werden die Vorlesungen getrennt, jeweils gleichzeitig in Deutsch und Französisch angeboten, ab dem zweiten Jahr sind alle Vorlesungen gemischt, d.h. es gibt

Vorlesungen auf Deutsch und solche auf Französisch. Manchmal kann es vorkommen, dass der Professor (falls beider Sprachen mächtig) abwechselnd Deutsch/Französisch unterrichtet. Prüfungen können jedoch in beiden Landessprachen abgelegt werden. So ergibt es sich auch, dass etwa gut die Hälfte der Studenten aus der Romandie kommen. Die Kenntnis der zweiten Landessprache ist nicht nur eine Bereicherung für sich selbst, sondern kann auch handfester Vorteil bei der beruflichen Karriere sein. Die Probleme des Röstigrabens sind aber trotz Zweisprachigkeit manchmal nicht zu überwinden, wenn die Synthese im Labor nach französischer Laborvorschrift auszuführen ist und niemand weiss, was ein „tricol“ ist, welcher nach Laborinventar Fr. 32.50.- kostet und beim Magazin bezogen werden kann. Dafür funktioniert die Kommunikation zwischen Romands und Deutschschweizern abends in der Stadt in einem der vielen berühmten (Studenten)-Cafés beim Käsefondue wieder bestens. Und einmal im Jahr feiern alle Chemiestudenten zusammen mit Professoren und Assistenten „Salmichlaus“ mit Spielen, Tanz, Gags und einem richtigen St. Nikolaus, der Geschenke



100 Jahre Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg

Anlässlich des 100-jährigen Bestehens der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Fribourg (1896 - 1996) wird ein **Wettbewerb für Gymnasiasten und Gymnasialklassen** durchgeführt. Gesucht werden praktische und/oder theoretische Arbeiten aus dem gesamten Bereich der Naturwissenschaften, welche sich **durch besonders originelle Darstellung** auszeichnen.

Am Wettbewerb können alle Gymnasiasten (Einzeln, in Gruppen oder als Klasse) von Schweizer Gymnasien teilnehmen. Die eingereichten Arbeiten können praktische Experimente mit ihrem theoretischen Zusammenhang oder auch nur rein theoretische Abhandlungen umfassen. Als Beispiel kommen Umfragen, statistische Untersuchungen, Praktikumsversuche aus den Fächern Chemie, Physik, Biologie, Geographie, Mathematik, Informatik oder anderen Bereichen in Frage (z.B. auch im Schulunterricht abgefasste Seminar- und Projektarbeiten, Aufsätze etc.)

Zugelassen sind **schriftliche Arbeiten** (bis maximal 20 Seiten), **Poster**, **Video**- oder auch **Multimediapräsentationen**. Die Arbeiten können in allen Landessprachen der Schweiz abgefasst werden.

Preisgelder zwischen Fr. 500.- und Fr. 2000.- sind für die besten Arbeiten der drei Kategorien (Einzel-, Gruppen- und Klassenarbeiten) vorgesehen. Die gesamte Preissumme beträgt Fr. 10 000.-

Die **Jury** setzt sich aus Vertretern der Fakultät und der Medien zusammen. Alle Teilnehmer werden über die Ergebnisse des Wettbewerbs informiert.

Die prämierten Arbeiten werden am offiziellen Festtag der Universität Freiburg, den 11./12. April 1997, öffentlich ausgestellt.

Einsendeschluss: 1. Februar 1997

Informationsbrochüren sind an jeder Mittelschule oder bei folgender Adresse erhältlich: Dekanat der Naturwissenschaftlichen Fakultät, Universität Freiburg, 1700 Fribourg

und Mahnungen gleichenteils verteilt. Organisatorin dieses Anlasses ist die „Kryptonია“, eine lose Studentenverbindung, die allen Chemikern, Biochemikern und Pharmazeuten offensteht. Die Studentenschaft der Chemiker ist daneben auch in einer sogenannten Fachschaft organisiert, welche die studentischen Belange in verschiedenen Kommissionen und Räten der Universität vertritt und dort auch stimmberechtigt ist, sozusagen das politische Ohr der Studierenden. Doch das politische Interesse hält sich (wie in der übrigen Schweiz) in Grenzen...

Grösseres Interesse gilt natürlich dem Studium, welches deshalb hier kurz skizziert werden soll. Das Studium bis zum Diplom dauert vier Jahre, Studienbeginn ist im Herbst. Im ersten Jahr erfolgt die Grundausbildung in Analytischer und Anorganischer Chemie (AC), Organischer (OC) und Physikalischer (PC) mit einem AC-Praktikum (vier Nachmittage, ganzjährig). Dazu kommen Mathematik und Physik (Vorlesung und Praktikum). Die Vorlesungen finden hauptsächlich am Morgen, die Praktika am Nachmittag statt. Nach bestandem Vordiplom (OC, AC, PC, Mathe, Physik), werden im zweiten und dritten Studienjahr (Hauptstudium) die chemischen Grundlagenfächer vertieft. Im zweiten Jahr wird das OC-Praktikum, im dritten Jahr das PC-Praktikum absolviert. Nach dem zweiten und dritten Studienjahr wird das erworbene Wissen in weiteren Vordiplomprüfungen getestet. Das vierte Jahr ist Spezial- und Vertiefungsfächern gewidmet, welche aus einer breiten Palette ausgewählt werden können. Daneben hat man bei Fortgeschrittenenpraktika die Möglichkeit, aktiv bei laufenden Forschungsarbeiten mitzuwirken. Nach Anfertigen zweier Diplomarbeiten (à 8, bzw. 16 Wochen) schliesst das Studium mit der Diplomprüfung in einem Haupt- und Nebenfach,

auszuwählen aus AC, OC und PC. Es besteht die Möglichkeit, als Nebenfach auch Biochemie auszuwählen, eine Variante, welche in den letzten Jahren auf grosses Interesse stiess. Die intensive, individuelle Betreuung (auf total ca. 50 eingeschriebene Chemiestudenten gibt es z.Z. 30 Assistenten, keine Schweizer Uni hat ein derart gutes Betreuungsverhältnis!), die moderne Infrastruktur und das grosse Platzangebot machen die Laborpraktika zu einem Erlebnis. Mit einem Dutzend Studienanfängern (WS 96/97: 7 Chemie, 14 Biochemie) pro Jahr ist die Chemiesektion in Internationalem Massstab zwar sehr klein, nach den beiden ETHs in Zürich und Lausanne und den Unis Bern und Genf liegt Fribourg jedoch etwa gleich wie Basel, Zürich, Lausanne und Neuchâtel, was die Anzahl von Professoren, Assistenten und Studenten betrifft. Berühmtester Absolvent der Uni Fribourg war übrigens wohl Chaim Weizmann, der spätere erste Präsident von Israel und Namensgeber des ebenso berühmten Weizmann-Instituts in Israel. Grössten wissenschaftlichen Ruhm unter den bisherigen Professoren genoss Henri de Diesbach, einer der Väter der Pigmentfarbstoffe.

Seit einem Abkommen der Universitäten Bern, Neuchâtel und Fribourg (BENEFRI) wird ein Freiburger Chemiestudent *de facto* auch Student der benachbarten Universitäten Bern (25 min) und Neuenburg (40 min) und gelangt so zu einem Ausbildungspotential, welches nur grosse Hochschulen anbieten können. Die interkantonalen Abkommen mit anderen Universitäten ermöglichen aber auch den Wechsel innerhalb der ganzen Schweiz.

Und wie sieht's mit dem Studentenleben sonst aus? Wohnungen und Zimmer sind (leichter und billiger als anderswo) in studentischen Wohngemeinschaften schnell gefunden. Die Studentencafés und Kneipen in der

mittelalterlichen Stadt sind während dem Semester einem Grossandrang ausgesetzt. (1/3 der Stadtbevölkerung sind Studenten!). Das Kulturangebot mit einem Dutzend Kleintheater, Konzert- und Opernaufführungen in der grossen Aula der Uni sowie die unzähligen Ausflugsmöglichkeiten in der Umgebung (Bern, Saane-Schlucht, Schwarzsee, Freiburger Senseland) lassen auch am Wochenende niemals Langeweile aufkommen. Und wer kein Stadt-Mensch ist, findet in der nächsten Umgebung kleine, verschlafene Dörfer in einer reizenden Voralpenlandschaft. Für aktive sportliche Betätigung ist ebenfalls ausreichend gesorgt (so fern gewünscht): über 30 verschiedene Sportarten werden gegen einen geringen Unkostenbeitrag (Fr. 10.- bis Fr. 50.- pro Semester) angeboten inkl. Ski- und Snow-

boardfahren im Skigebiet Lac Noir (2000 m ü. M.), welches übrigens in einer halben Stunde bequem per Auto/Bus zu erreichen ist. Der aktive Passivsportler ist ebenfalls leicht versorgt: der Hockey-Club Fribourg Gotteron zählt eine mehrtausendköpfige Fangemeinde, welche zu den treuesten und wildesten der Schweiz gehören soll.

Marco Ziegler

P.S. Wer mehr über die Uni, die chemischen Institute und die Professoren und deren aktuellen Forschungsgebiete erfahren will, hat auf der Uni-Hompage einige hundert *pages* zum surfen: <http://www.unifr.ch> oder direkt <http://sgich1.unifr.ch>.

Fördermitglieder

Der *Förderverein Chemie-Olympiade* wird unterstützt durch:

BASF Schwarzheide GmbH, Schwarzheide
Chemisches Institut Dr. Flad, Herr Dr. W. Flad, Stuttgart
Prohama EVA GmbH, Herr Wilhelm Lewicki, Ludwigshafen
Frau Elke Schumacher, Odenthal

Wenn auch Sie unsere Aktivitäten als Fördermitglied unterstützen möchten, wenden Sie sich bitte an Christoph Kiener (Adresse im Impressum).

4. Workshop des Fördervereins Chemie-Olympiade

Traditionell zu Anfang des neuen Jahres treffen sich Schüler, Lehrer und junge Wissenschaftler auf einem vom *Förderverein Chemie-Olympiade e.V.* organisierten Workshop. So auch am ersten Wochenende dieses Jahres: Über 40 Teilnehmer kamen vom 04. bis 07. Januar nach Würzburg, um über die

Fachgrenzen hinweg Wissen und Erfahrungen auszutauschen.

Dazu stellten viele der Teilnehmer in Kurzvorträgen fachliche, aber auch philosophische Themen vor. Oft bearbeiten sie diese Themen in ihrer Diplom- oder Doktorarbeit bzw. in ihrer Freizeit. Auch Schüler scheuten sich

nicht, ein sie interessierendes Thema in einem Kurzvortrag zu umreißen. So war es kein Wunder, daß sich viele interessante Diskussionen und Kontakte zwischen den "alten Hasen" und den interessierten Jungforschern oder Schülern entwickelten.

Die Themen der Kurzvorträge reichten von der mittelalterlichen Alchemie (Thomas Fuhrmann, Universität Marburg) über die Anwendung von 3D-Stereodiagrammen (Marco Ziegler, Universität Fribourg) in der Chemie sowie technischen Vitamin E-Synthesen (Dr. Stefan Käshammer, BASF AG Ludwigshafen) bis zur biomimetischen Synthese der Manzamin-Alkaloide (Florian Heupel, Merton College, Oxford). Fachlich sehr interessant war z.B. ein Vortrag über die Bis-diazen-Chemie mit dem Titel "Nahordnung: Fluch oder Segen der Götter? - Neue Aspekte der Bisdiazen-Chemie" (Kai Exner, Universität Freiburg i.Br.), aber auch "Kolloide - Welt in Nanometer-Dimension" (Franziska Gröhn, MPI für Kolloidforschung, Berlin-Teltow) oder "Tenside - Amphiphile mit faszinierenden Eigenschaften" (Johannes Zipfel, Universität Freiburg i.Br.) fanden großen Anklang. Ebenso viel Diskussionsstoff lieferte ein Beitrag mit dem etwas provokativen Titel "Heterogene Katalyse - eine neue Herausforderung?" (Jan-Dierk Grunwaldt, ETH Zürich). Viele Vorträge lenkten aber auch den Blick über die Chemie hinaus: Ein sehr interessanter

Beitrag befaßte sich mit dem Vergleich der Weltbilder des Buddhismus und der Quantenmechanik (Gunnar Jeschke, ETH Zürich), ein weiterer mit dem Thema "Lernen und Verstehen - Einige Forschungsergebnisse und ihre Konsequenzen" (Dr. Wolfgang Bündler, IPN Kiel).

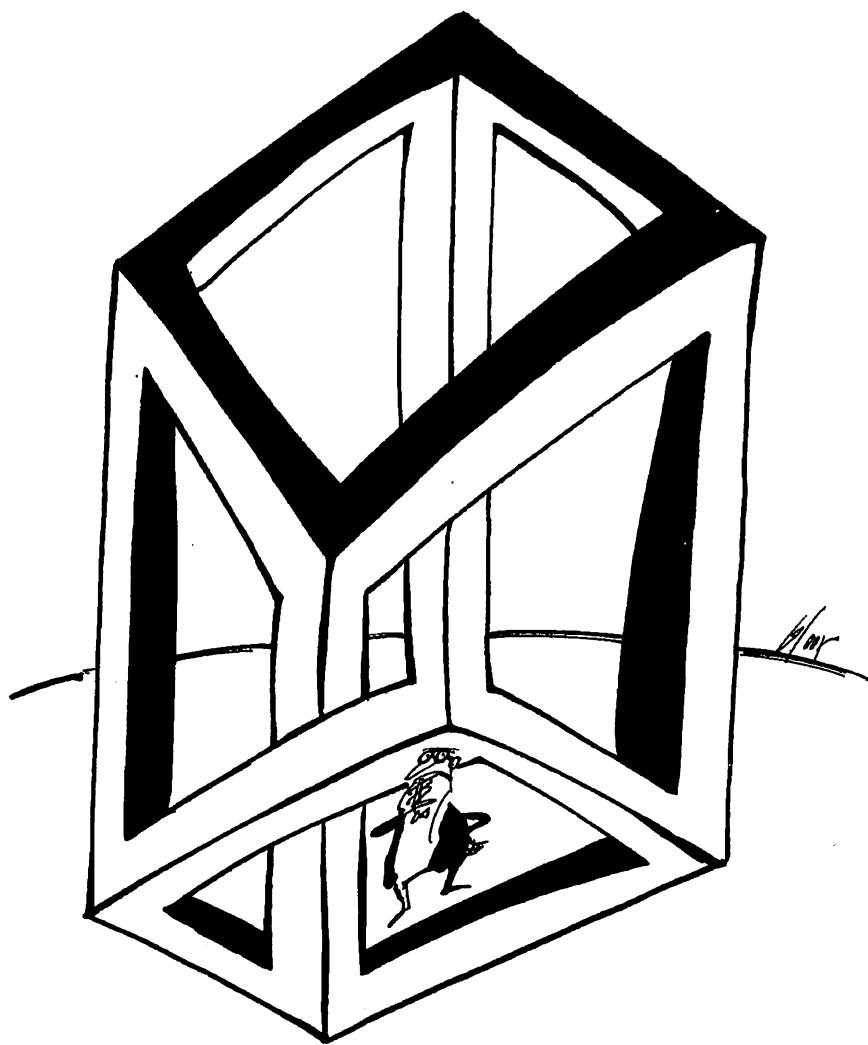
Abgerundet wurde das abwechslungsreiche Programm durch einen Bericht der letztjährigen deutschen Mannschaft von der 27. *Internationalen Chemie-Olympiade* in Peking. Mit Dias präsentierte sie ihre Erlebnisse und Erfolge, über die bereits in anderen Artikeln dieser Zeitschrift ausführlich berichtet wurde. Zwar wurde der Workshop ursprünglich von ehemaligen Teilnehmern der Auswahlrunden zur *Internationalen Chemie-Olympiade* ins Leben gerufen, doch richtet sich der Workshop jetzt an alle, die Spaß an der Chemie haben: Schüler, Lehrer, Jungforscher sowie Interessierte aus Hochschule und Industrie sind herzlich eingeladen, dieses Forum zur wissenschaftlichen und persönlichen Kommunikation zu nutzen. Besonders hervorzuheben ist, daß auch Gäste aus der Schweiz und Österreich beim Workshop anwesend waren. Der nächste Workshop, bei dem u.a. Prof. Dr. H. W. Roesky seine *Chemischen Kabinettstückchen* vorführen wird, findet vom 26. Februar - 02. März 1997 in Stuttgart statt. Gäste sind herzlich willkommen.

Frank Sobott

Dreiländerwettbewerb Chemie Berlin-Brandenburg-Sachsen

Vom 06.-08.12.1995 fand in Schwarzheide der erste *Dreiländerwettkampf Chemie Berlin-Brandenburg-Sachsen* für Schüler der 11.-13. Klasse statt. Auf dem Programm standen eine theoretische Einzelklausur und ein praktischer Mannschaftswettbewerb. Die Landesbeauftragten der drei Bundesländer hatten anhand

der Ergebnisse der ersten Runde des Auswahlverfahrens für die *Internationale Chemie-Olympiade* je eine Fünfermannschaft ausgewählt, Berlin war mit einem zusätzlichen Frühstarter aus Klassenstufe 10 vertreten. Der Wettbewerb wurde vom Förderverein Chemie-Olympiade und der *BASF Schwarzheide* ge-



Forschung löst Probleme



SANDOZ

meinsam organisiert.

Am ersten Tag setzten sich die Schüler im Einzelwettbewerb 3 1/2 Stunden mit theoretischen Aufgaben aus der Anorganischen, Organischen und Physikalischen Chemie auseinander. In jedem Teilgebiet war neben einer Reihe kurzer Fragen ein umfangreicheres Problem zu lösen, das aus dem Aufgabenfundus der *Internationalen Chemie-Olympiaden* entnommen worden war. Die Themen der Aufgaben reichten von den ehemals in Waschmitteln eingesetzten Phosphaten über die Chemie von Gewässern in Bergbaugebieten und die Synthese des Pheromons eines Waldschädlings bis zur physikalischen Chemie von Verbrennungsprozessen. Der erste Tag fand seinen Abschluß mit einem Bericht von Karin Kühnel über die *Internationale Chemie-Olympiade 1994* in Oslo und einer Gesprächsrunde über das Chemiestudium.

Am zweiten Tag stand der Mannschaftswettbewerb in den Laboratorien der Berufsausbildung der *BASF Schwarzheide* auf dem Programm. Das Team um Frau Neumann hatte exzellente Vorbereitungsarbeit geleistet, so daß das Praktikum bemerkenswert reibungslos ablief. Die Fünfergruppen arbeiteten gemeinsam an der Analyse eines Salzes einer organischen Säure. Dabei waren die Trennung der Substanz in die anorganischen und organischen Komponenten und anschließend eine anorganische Analyse, eine Molekulargewichtsbestimmung der Säure über eine Titration, die Synthese ihres p-Bromphenacylesters und die Charakterisierung der Säure sowie des Esters über ihre Schmelzpunkte durchzuführen. Die Schüler waren mit viel Spaß, Einsatz und Erfolg bei der Sache. Allen Gruppen gelang die Trennung, die Reinigung der Säure durch Umkristallisation und eine exakte Molekulargewichtsbestimmung. Schwieriger waren offensichtlich die Identifizierung von

Nickel als Kation des Salzes, die nur den Berlinern gelang, und die Darstellung und Reinigung des Esters, bei der die Sachsen das beste Ergebnis erzielten. Nach dem sechstündigen Praktikum stellten die Gruppen ihre Ergebnisse in Seminarvorträgen vor.

Neben dem Wettkampfcharakter kamen aber auch Information und Wissensvermittlung nicht zu kurz. Der Leiter der BASF-Forschung in Schwarzheide, Herr Dr. Lausberg, zeigte den Schülern die Forschungseinrichtungen und gab einen Überblick über die dort geleistete Arbeit auf dem Gebiet der Polyurethane. Dabei stellte er auch ein neues Verfahren zum Polyurethan-Recycling vor. Bei einer Werksrundfahrt konnten die Schüler Einsicht in die Funktionsweise eines Chemiestandortes erhalten. Ein Aufgabenseminar von Franziska Gröhn führte die Schüler in Methoden und Tricks zur Lösung physikalisch-chemischer Aufgaben ein. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch einen Besuch der Galerie der *BASF Schwarzheide*, in der eine Fotoausstellung über die fünfjährige Geschichte des BASF-Engagements in Schwarzheide und eine Sammlung von Aquarellen und Gemälden des ostfriesischen Malers Petersen zu besichtigen waren.

Den Einzelwettbewerb gewannen punktgleich mit 56 von 87 Punkten Daniel Brete aus Berlin und Jörg Wagler aus Sachsen, den dritten Platz belegte Mario Wickert - ebenfalls aus Sachsen - mit 44 1/2 Punkten. Danach war das Feld sehr eng, mehrere Schüler erreichten mehr als 40 Punkte. Bedenkt man den hohen Anteil von Aufgaben auf dem Niveau der *Internationalen Chemie-Olympiade*, so sprechen diese Ergebnisse für einen guten Stand der Chemieausbildung in den neuen Bundesländern. Der Mannschaftssieg ging an Sachsen, gefolgt von Berlin. Man muß allerdings betonen, daß diese Entscheidung sehr knapp

ausfiel und daß alle Mannschaften bemerkenswert gut mit der umfangreichen und auch handwerklich keineswegs einfachen Aufgabe zurechtkamen. Insgesamt kann die erste Auflage eines überregionalen Chemiewettbewerbs in Schwarzheide als großer Erfolg betrachtet werden. Das spiegelt sich auch in der Einschätzung durch die Schüler selbst wider, die insgesamt das Niveau der Aufgaben für angemessen hielten, das Rahmenprogramm und die äußeren Bedingungen als gut einschätzten und für eine Weiterführung plädierten. Auch

von Seiten der *BASF Schwarzheide* war die Einschätzung positiv, und eine Wiederholung und eventuelle Erweiterung des Wettbewerbs ist in Aussicht. Unser Dank gilt besonders der *BASF Schwarzheide*, wobei das Engagement von Frau Ossowski erwähnt werden muß, und den Landesbeauftragten der *Chemie-Olympiade*, bzw. deren Stellvertretern Frau Mietschke (Sachsen), Herrn Dr. Opitz (Brandenburg) und Frau Selge (Berlin).

Gunnar Jeschke

Wer macht was?

An dieser Stelle möchten wir auf drei Initiativen hinweisen, die es Schülern ermöglichen, sich einen besseren Einblick in die Chemie zu verschaffen. Haben wir etwas übersehen? Dann schreiben Sie uns, damit wir die folgende Liste vervollständigen können!

- An der Universität Rostock werden seit 1994 Praktika für Schüler der Klassenstufen 9 und 10 durchgeführt. Die Schüler können dabei die Universität kennenlernen und Versuche aus den Bereichen der Anorganischen, Analytischen und Physikalischen Chemie sowie der Lebensmittelchemie durchführen. Weitere Informationen sind bei Frau Dr. Gisela Boeck (Tel.: 0381 / 4 98 17 62) erhältlich.
- Seit 1992 wird an der Bergakademie Freiberg regelmäßig ein Schülerkolleg abgehalten. Eingeladen sind Schüler der 11. und 12. Klasse aus Brandenburg und Sachsen. Die Schüler haben an zwei Tagen die Gelegenheit, das Universitätsleben zu erkunden und Versuche aus allen Bereichen der Chemie durchzuführen. Weiterhin existiert am Anorganischen Institut der TU ein Chemiezirkel für Schüler aus der näheren Umgebung von Freiberg. Frau Dr. Regina Hüttl (Tel.: 03731 / 39 31 92) hilft bei Fragen gerne weiter.
- Der *Förderverein Chemie-Olympiade* führt vom 26. Februar - 02. März 1997 seinen **5. Interdisziplinären Workshop** in Stuttgart durch, bei dem sich Schüler aus erster Hand über alle Aspekte der Chemie und des Chemiestudiums informieren können. Das Besondere des Workshops ist die offene Atmosphäre, die keinerlei Berührungsängste aufkommen läßt. Anlaßlich des fünfjährigen Bestehens des Fördervereins wird eine Festsitzung stattfinden, bei der **Prof. Dr. H. W. Roesky** seine *Chemischen Kabinettstückchen* vorführt. Teilnehmern der ersten Runden der *Internationalen Chemie-Olympiade* bietet der Verein darüber hinaus ein umfangreiches Programm an Seminaren und Praktika. Informationen sind beim Schriftführer des Vereins, Christoph Kiener, Marbachstr. 3, D-81369 München, erhältlich.

Auf der Knobelseite sollen reizvolle Verbindungen anhand von charakteristischen Eigenschaften und Reaktionen erraten werden. Unter den Einsendungen, die bis zum 31.01.1997 bei Kai Exner, Sundgaullee 110, D-79110 Freiburg i. Br. eingehen, werden Buchpreise verlost! Gewinner und Lösungen werden im nächsten Heft bekanntgegeben.

Knobelseite

Die gesuchte Verbindung X, genauer gesagt ihre besondere Wirkung, wurde durch Zufall in den sechziger Jahren von B. Rosenberg in den Laboratorien der Michigan State University in den Vereinigten Staaten entdeckt. Er untersuchte den Einfluß schwachen Wechselstromes auf das Wachstum von *E. coli*-Bakterien und stellte dabei fest, daß bei Verwendung einer ganz bestimmten, scheinbar inerten Elektrode die Zellteilung der Bakterien entscheidend gehemmt wurde. Entgegen ersten Vermutungen, daß der elektrische Strom diesen Effekt verursachen könnte, stellte sich nach einigen Untersuchungen heraus, daß Spuren von X, welche aus dem Elektrodenmaterial entstanden sind, für diese bemerkenswerte Antitumoraktivität verantwortlich waren. 1978 wurde X als Antitumormittel zugelassen, 1983 war es bereits das umsatzstärkste Medikament auf diesem Sektor in den USA. Seither konnten viele Patienten durch X geheilt werden, problematisch sind nur die relativ starken Nebenwirkungen wie z.B. die Beeinträchtigung der Nierenfunktion.

X läßt sich auf sehr einfache Weise chemisch herstellen. Ausgangsprodukt für die Synthese ist ein Salz A (Molmasse 486 g mol⁻¹, violette Flammenfärbung), welches sich durch Oxalsäure zur roten Verbindung B reduzieren läßt. Versetzt man 1 Mol B mit einem Mol Ammoniak, so entsteht C, welches mit einem weiteren Mol Ammoniak zu X reagiert. Versetzt man B mit einem

Überschuß an Ammoniak, so entsteht ein grünes Salz D (Molmasse 599,6 g mol⁻¹), welches bereits seit 1828 bekannt ist. Durch Elementaranalyse lassen sich X und D nicht unterscheiden. Das Kation von D reagiert mit zwei Molen HCl zur Verbindung E, welche isomer zu X ist. Im Gegensatz zu X zeigt E keinerlei Antitumoraktivität!

Wie sind die Strukturen von X, E und D? Durch welche elektronische Konfiguration werden diese erst ermöglicht? Welcher Effekt ist für die stereoselektive Synthese von X bzw. E verantwortlich? Wie könnte X aus dem Elektrodenmaterial entstanden sein?

Viel Spaß beim Knobeln!

Johannes Zipfel

Auflösung zu Heft 1/96:

Bei der gesuchten Verbindung handelt es sich um Bullvalen, benannt nach W. Doering (*the bull*), der das schnelle Gleichgewicht von über 1.2 Mio. Valenzisomeren durch degenerative Cope-Umlagerungen vorhergesagt hatte. Bullvalen wurde erstmals von G. Schröder ausgehend von Cyclooctatetraen synthetisiert. Vgl. W.v.E. Doering, W.R. Roth, *Angewandte Chemie* 1963, 75, 27-35 und G. Schröder et al., *Chemische Berichte* 1964, 97, 3131-3161 (ges. 3 Artikel).