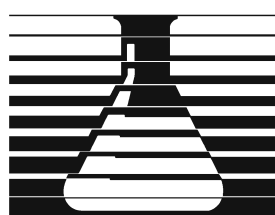


Ausgabe 2000 (6. Jahrgang)

Faszination Chemie



ZEITSCHRIFT FÜR DIE
CHEMIE-OLYMPIADE
IN DEUTSCHLAND UND DER SCHWEIZ

BILDER TITELSEITE:

OBEN RECHTS: *Laborarbeit beim Landesseminar Nordrhein-Westfalen (Bayer AG, Leverkusen)*

UNTEN LINKS: *Experimentalvortrag von Prof. Tacke beim Workshop 2000 des Fördervereins in Würzburg*

UNTEN RECHTS: *Prämierung der Sieger des Wettbewerbs „Chemie-mach-mit!“ bei Provadis GmbH, Frankfurt*

VORWORT

<i>Wie geht's weiter? Ein Vorwort des Vorsitzenden des Fördervereins Chemie-Olympiade e. V.</i>	4
---	---

WETTBEWERBE



<i>Wie wird man und was werden die Teilnehmer der Chemie-Olympiade</i>	6
<i>Chemie-mach mit!</i>	10
<i>Landesseminare</i>	12

FÖRDERVEREIN CHEMIE-OLYMPIADE



<i>Supramolekulare Anorganische Chemie</i>	17
<i>Workshop 2000 in Würzburg</i>	22
<i>Uni-Report: Chemie in Heidelberg</i>	24
<i>Buchbesprechungen</i>	26
<i>Versuch fürs Schullabor: Sauerstoff mal anders</i>	28
<i>Knobelseite</i>	31
<i>Moleküle fürs Auge: Auf's Äußerste gespannt</i>	32
<i>Unsere Partner</i>	34
<i>Impressum</i>	35

Wie geht's weiter?

Impressionen aus 8 Jahren im Interaktionsfeld Schule-Hochschule-Beruf

Im März 1992 wurde der Förderverein Chemie-Olympiade gegründet. Damals waren die naturwissenschaftlich-technisch orientierten Institute an den deutschen Hochschulen voll, die Spitze der Studienanfänger-Zahlen aus der Mitte der 80er Jahre war gerade dabei, ihre Promotion abzuschließen, und die Studenten aus der zweiten Spitze um 1990 bemühten sich um ihr Vordiplom. Sie waren unter anderem auch durch die euphorische Stimmung der produzierenden technisch orientierten Wirtschaft in der alten Bundesrepublik Ende der 80er Jahre zum Studium motiviert worden.

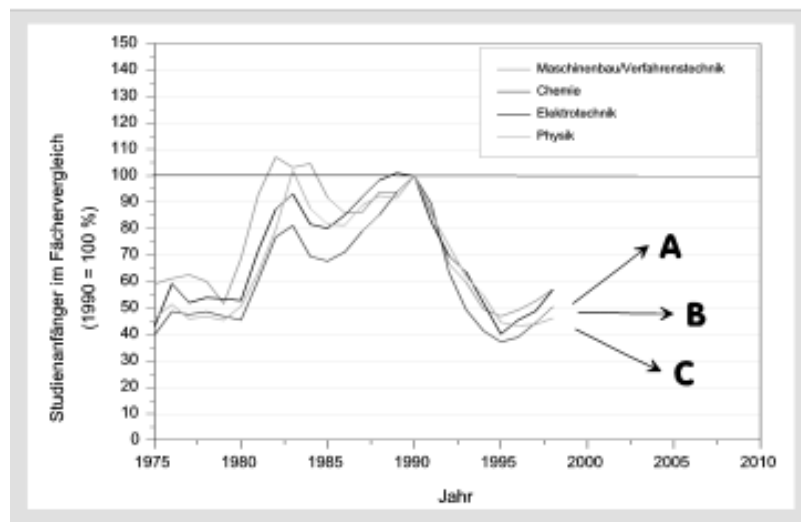
Kurz darauf stellt sich jedoch Katerstimmung ein: Die durch die deutsche Einheit verzögerte Rezession erreicht nun auch Deutschland. 1993 fährt die chemische Industrie ihr schlechtestes Ergebnis ein – insbesondere vor dem Hintergrund der hohen Gewinne 1989 und 1990 sieht es böse aus. Angst und Unsicherheit machen sich breit und man beginnt zu sparen, auch bei den Neueinstellungen. Einstellungsstops oder zumindest die starke Reduzierung der Rekrutierung junger Hochschulabsolventen treffen im ungünstigsten Moment auf ein Maximum an Bewerbern. Das Dilemma ist groß – Gerüchte von 3000 Bewerbungen auf eine in der Presse ausgeschriebene Stelle wirken nicht gerade motivierend auf Schüler und Abiturienten. Die „Standort-Deutschland“-Diskussion tut ihr Übriges dazu.

Durch das hervorragende Angebot an Bewerbern können sich die Unternehmen die Besten aussuchen, so daß zu den schon als selbstverständlich geltenden Noten plötzlich andere Faktoren immer lauter gefordert werden: Mehrere fließende Fremdsprachen, Sozialkompetenz, Praktika im In- und Ausland, außer-universitäres Engagement und selbstverständliche Mobilität in der ganzen Welt. Am besten soll man das alle beherrschen und obendrein mit 27 Jahren promoviert sein, was von den Top-Studenten auch tatsächlich erfüllt wird. Der Durchschnitt ist jedoch durch die Entwicklung verunsichert,

sieht die drohende Arbeitslosigkeit am Beispiel der eigenen Assistenten in der Universität.

Die Folge ist klar: Massiver Zusammenbruch der Studienanfängerzahlen – nicht nur in Chemie, sondern nahezu gleich auch in den klassisch-technischen Fächern Maschinenbau, Physik und Elektrotechnik, die wie Chemie überwiegend auf vergleichbar strukturierte Großindustrie bezogen sind. Die Anfängerzahlen sinken auf 45 – 50 % der Spitzenzahlen ab, was jedoch von der Wirtschaft und den Professoren unbemerkt bleibt, die noch die hohe Zahl der Absolventen aus den vorangegangenen Jahren in Erinnerung haben, denn schließlich bleiben die Arbeitskreise an den Hochschulen und Forschungsinstituten übervoll.

Erst in jüngster Zeit tauchen besorgte Stimmen in der Presse auf, daß nach den Informatikern auch im technischen Bereich ein Mangel an Arbeitskräften sich breit machen könnte. Teilweise wird das auch von der Industrie registriert, die mit Förderprogrammen an die Schule und Schüler herantritt – zögerlich noch, und mehr auf Außen- als auf Breitenwirkung orientiert. Hochschulen beginnen zunehmend mit der Öffnung in Richtung Schule und Schüler, die Zahl der Infotage nimmt rapide zu. Diese Situation ist uns allen im Augenblick bekannt.

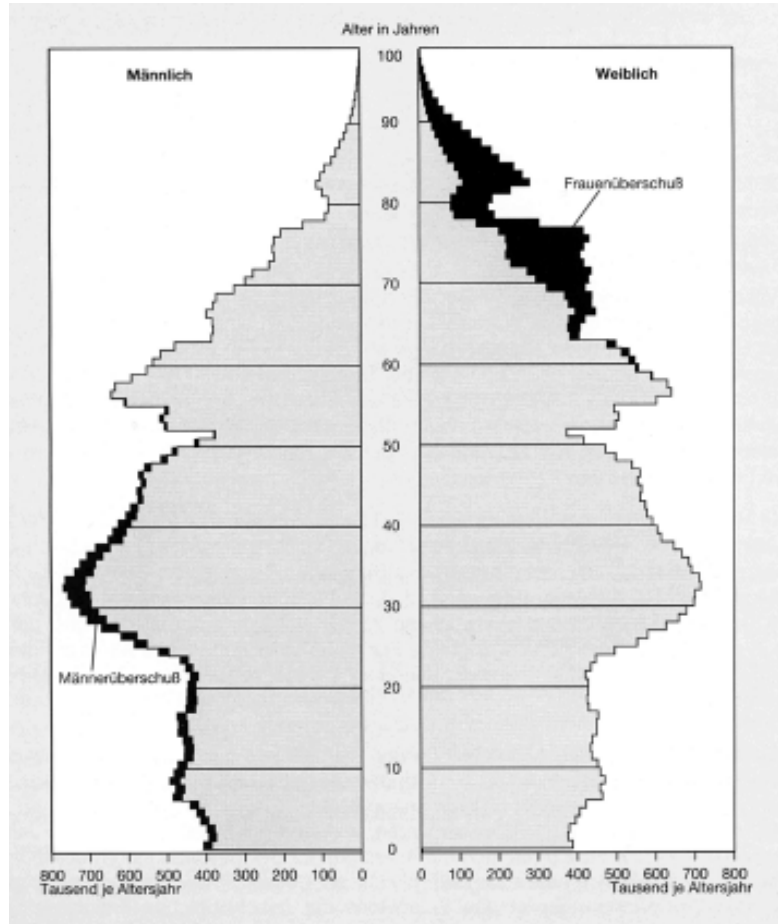


Wie wird es weitergehen? Die Entwicklung der naturwissenschaftlich-technischen Studiengänge

Wie wird es weitergehen? Ein Blick auf demographische Daten gibt Auskunft: In den nächsten 3 – 5 Jahren wird das lokale Maximum der Pensionierungswelle erreicht sein, dann wird es mehr 55- bis 65-jährige als 15- bis 25-jährige in Deutschland geben! Jugendarbeitslosigkeit wird, außer in strukturschwachen Gegenden, kaum noch ein Problem sein. Wenn man die Rentenzahlungen außer Acht läßt, sieht es am Arbeitsmarkt sehr vielversprechend für junge Leute aus.

Um die naturwissenschaftlichen Akademikern wird ein massiver Wettbewerb einsetzen, der durch die neuen Berufsoptionen noch verstärkt wird: Unternehmensberatungen, Start-up-Firmen und potentielle neue Technologien (z.B. regenerative Energiequellen, Brennstoffzelle, Wasserstoffwirtschaft), die in den 90er Jahren zusätzlich zu den klassischen Unternehmen entstanden sind, suchen ebenfalls nach Arbeitskräften. Gehaltssteigerungen werden die Folge sein, die Politik wird dann möglicherweise den Wert von Bildung und Ausbildung wiedererkennen, Forschung und Wissenschaft könnten im Sinne des „Public Understanding of Science“ mehr in die Medien treten.

In den Universitäts-Arbeitskreisen und Forschungsinstituten ist dann ein akuter Mangel an Doktoranden zu erwarten. Zum einen, weil die Absolventenzahlen rückläufig sind, zum anderen weil vom Arbeitsmarkt Signale ausgehen, daß Chemiker auch ohne Promotion adäquat unterkommen können. Der Forschungoutput vor allem von seiten der Hochschulen, die sich auf keinen Pool festangestellter Mitarbeiter stützen können, werden Probleme haben, ihre Geräteausstattung vernünftig in Betrieb zu halten. Zusätzlich machen steigende Studentenzahlen viel mehr Arbeit und absorbieren Doktoranden in Assistententätigkeit. Um externe Doktoranden wird wahrscheinlich ein Wettbewerb zwischen Universitäten und Forschungsinstituten, die keine eigene Ausbildung anbieten, entstehen. Auch dieser könnte über die Bezahlung geregelt werden. Spitzenprofessoren werden vermehrt an großen Hochschulen zu finden sein, und dort wird sich auch die Mehrheit der Studenten versammeln. Kleine Fakultäten ohne viele Mitarbeiter und mit chronischem Studentenmangel sehen sich mit harter Existenz-



Altersverteilung in der Bundesrepublik,
Quelle: Statistisches Bundesamt, 1997

argumentation konfrontiert, auch gegenüber der Kultus-administration.

Was sollte man Abiturienten bei der Berufswahl raten? Der Wettbewerb zwischen den Hochschulen um gute Studenten – vor allem aber um gute Diplomanden und Doktoranden – wird härter werden, auch in Deutschland. Genaue Information über das Studienfach durch die Fakultäten möglichst vieler Universitäten, aber auch durch ältere Studenten und Berufsstarter ist aufschlussreich. Letztere handeln nicht aus Eigeninteresse, sondern können ein realistisches Bild der aktuellen Situation aufzeigen, das sich manchmal wesentlich von den offiziellen Texten der universitären Werbebroschüren unterscheidet. Zum Beispiel muß die Uni, für eine Promotion die besten Bedingungen bietet, gleichzeitig auch die beste Uni für ein Studium sein. Generell sollte man aber neben allen Randqualifikationen daran denken, daß man als Student naturwissenschaftlich-technischer Fächer immer im Besitz eines wertvollen Gutes ist: des Fachwissens und der qualifizierten Ausbildung.

(ck)

Wie wird man und was werden Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Chemieolympiade

Ergebnisse einer wissenschaftlichen Studie über die internationalen Schülerolympiaden in Mathematik, Physik und Chemie

In diesem Jahr wurde eine wissenschaftliche Evaluation zu den Internationalen Schülerolympiaden in Mathematik-, Physik- und Chemie vorgestellt. (Heller, K.A., Lengfelder, A., Wissenschaftliche Evaluation der Internationalen Schülerolympiaden in Mathematik, Physik und Chemie. Abschlußbericht zur deutschen Olympiastudie mit kulturvergleichenden Analysebefunden. (Gutachten im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung), München, Bonn). Dieser Artikel basiert auf einem ausführlichen Bericht von Dr. Wolfgang Bänder (Insitut für die Pädagogik der Naturwissenschaften Kiel, IPN) über diese Studie.

Die Befragung bestand aus 2 Teilen. Die Hauptstudie mit einem Schüler- und einem Elternfragebogen, durchgeführt von K.A.Heller und A. Lengfelder, Fachbereich Psychologie der Ludwigs-Maximilians-Universität in München, bildete den ersten Teil. Diese Untersuchung war Teil einer „Cross National Retrospective Studies of Olympians“, an der Forscher aus Deutschland, USA, China, Taiwan und Finnland beteiligt waren. Der zweite Teil der Studie bestand aus einer zusätzlichen IPN-Befragung zu den spezifischen Bedingungen und besonderen Wirkung der deutschen Vorbereitung und Auswahl zur Chemie-Olympiade. Die Ergebnisse des zweiten Teiles liegen noch nicht vor. Zwei Fragestellungen waren dabei für die internationale Olympia-Studie von Heller und Lengfelder entscheidend:

1. Welche Faktoren zur Hochbegabung liegen bei einzelnen vor und wie sind diese zu fördern?
2. Welche Wirkungen und Folgen zeigt die Förderung der Hochbegabten im Studium und Beruf?

Ausgewählte Ergebnisse der Befragung

Zunächst führt die Studie einige Daten zur schulischen und universitären Ausbildung an:

Die meisten Olympioniken beschäftigten sich auch in der Schule mit ihrer Olympia-Disziplin und wählten

sie als Leistungskurs. Das Abitur haben nahezu alle Teilnehmer erreicht (insgesamt 97,4 % von 228 Befragten). Davon hatten zum Erhebungszeitpunkt 63 % ein Diplom, 1 % ein Staatsexamen, 33 % einen Dokortitel bereits erworben. An ihrer Doktorarbeit arbeiteten zur Zeit der Befragung 11 %, 2 % waren bereits habilitiert und 1 % bereitete die Habilitation vor. Die meisten Teilnehmer der Wettbewerbe sind in der Hochschule angestellt (29 %), knapp 17 % in der Industrie und etwa 4 % üben einen nicht-akademischen Beruf aus. Sehr viele der ehemaligen Teilnehmer studieren bzw. arbeiten in ihrer „Olympiadisziplin“. Unter Vorrundenteilnehmern sind es in Mathematik 61 %, in Physik 46 % und in der Chemie 24 %. Unter Olympiateilnehmern lag der Anteil in Mathematik bei 60 %, in Physik betrug er 53 % und in Chemie 56 %.

Es ist zu vermuten, daß der geringere Anteil der Vorrundenteilnehmer aus dem Chemiewettbewerb, ein Studium oder einen Beruf in der Chemie zu ergreifen, auf die aktuelle Berufssituation in der chemischen Industrie zurückzuführen ist.

Förderungen durch die Wettbewerbe

Am häufigsten wird die Teilnahme an den Wettbewerben als „positives Erlebnis“ eingestuft (Chemie: Vorrunde 30 %, Olympia-Teilnehmer 45 %). Danach spielte die Knüpfung sozialer Kontakte eine große Rolle (Chemie: Vorrunde 32 %, Olympiateilnehmer 29 %). Insgesamt von 20 % aller Teilnehmer wurde ein positiver Einfluß auf das eigene Selbstkonzept als wichtigste Fördermaßnahme gesehen. 19 % der Chemieteilnehmer sahen in der Teilnahme einen Nutzen für ihre berufliche Zukunft, im Gegensatz z.B. zu den Mathematikteilnehmern, die keinerlei Nutzen für ihre spätere berufliche Praxis erkennen konnten. Genau so groß (19 %) schätzten die Teilnehmer den Wert des Wettbewerbes auf die Förderung ihrer Arbeitshaltung ein. Ähnlich positiv wurde die Teilnahme am Wettbewerb von den Eltern eingeschätzt.

Teilnehmer aller Wettbewerbe und deren Eltern sind aber davon überzeugt, daß sie es auch ohne die spezifischen Erfahrungen in den Wettbewerben ebenso weit gebracht hätten. (Chemie: Vorrunde 40,5 %, Teilnehmer der Olympiaden: 22,6 %). Im Durchschnitt sind es besonders die Teilnehmer der Vorrunden, die diese Meinung vertreten. Dagegen ist bei den Olympiateilnehmern diese Meinung nicht so stark ausgeprägt. Im Chemie-Wettbewerb ist diese Gruppe der Olympiateilnehmer, die einen besonders großen Einfluß des Wettbewerbs betonen, sogar mit 51,6 % die stärkste. Dabei wird für den Chemie-Wettbewerb als positiver Effekt besonders die fachliche Förderung angeführt. 21 % der Teilnehmer aller Gruppen erkennen darüber hinaus an, daß die Teilnahme an den Wettbewerben ihnen außerhalb des Wettbewerbs soziale Anerkennung eingebracht hat. Für sie selbst waren dabei die „sozialen Kontakte“ (42 % aller Teilnehmer, Chemie: 57 %) am wichtigsten, gefolgt von der „guten fachlichen Fortbildung“ (21 % aller Teilnehmer), „intensiven Arbeitsatmosphäre“ (9 % aller Teilnehmer) und der „Erfahrung nur Durchschnitt zu sein“ (7 % aller Teilnehmer). Irgendwelche negativen Konsequenzen aus der Teilnahme an einem der Wettbewerbe wurden von 78 % aller Teilnehmer nicht erfahren. Auch fühlten sich nur 6 % aller Teilnehmer durch den Wettbewerb „ausgebrannt“. Jedoch geben viele an, daß die erbrachten Leistungen im Umfeld nicht genügend Anerkennung finden.

Motive, Wünsche und Einstellungen der Teilnehmer

Für ca. 75 % aller Teilnehmer sind die mathematisch-naturwissenschaftlichen Olympiaden ein Wettbewerb unter anderen. Wettbewerbe sind danach für diese Schülerinnen und Schüler attraktive zusätzliche Herausforderungen. Dabei setzen die Wettbewerbsteilnehmer bei ihrer Teilnahme und beim Lernen fast ausschließlich auf ihre eigene Initiative: Etwa die Hälfte der Teilnehmer gibt an, durch „Selbstförderung“ die eigenen Kenntnisse und Fähigkeiten weiterentwickelt zu haben. Dabei spielen „autodidaktisches Lernen“, „spielerischer Umgang mit Fachmaterialien“, „Neugierde“ und eine „hohe Motivation“ eine große Rolle. Recht unterschiedlich zwischen den Wettbewerben wird dagegen der Lehrereinfluß eingeschätzt: Als einflußreichste Person sehen den Lehrer nur 18,8 % der Teilnehmer der Mathematik-Olympiade, dagegen 30,5 % der Physik- und 39,1 % der Chemieteilnehmer. Aber auch in diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der Eigeninitiativen immer wieder betont.

Wichtige Motive für die Teilnahme an einem Wettbewerb waren für alle Befragten die Teilnahme an einer „akademischen Fortbildung“ (34 %), die Förderung der eigenen „Karriere“ (28 %) und der individuelle Spaß und die Zufriedenheit (26 %) in diesem Bereich intensiv arbeiten zu können.

Bei der Aufnahme eines Studiums gaben 26,5 % aller Befragten an, „konkrete Ziele“ mit diesem Entschluß zu verbinden. 60,6 % hatten dagegen mehr „allgemeine Zielvorstellungen“ und 12,7 % keine Ziele. Signifikant unterscheiden sich dazu die Teilnehmer der Chemie-Olympiade, bei denen nur 6,3 % keine konkreten Ziele mit dem Chemiestudium verbanden.

Der Vergleich der Studienziele bei Eintritt in das Studium und bei Eintritt in das Berufsleben zeigte einige interessante Unterschiede in der Bewertung verschiedener Zielaspekte: Während *vor Aufnahme des Studiums* die nachfolgenden Aspekte von großer Wichtigkeit waren:

- *Karriereorientierung*
- *Freude am Beruf*
- *gesellschaftspolitische Fragen*
- *Freizeit*
- *Erweiterung des Horizonts*

waren es *vor Antritt der ersten Stelle*:

- *Erweiterung der Fachkompetenz*
- *Karriereorientierung*
- *gefordert werden*
- *selbständig zu arbeiten*
- *Verbinden von Familie, Beruf, Freizeit und Hobby*
- *eine Rolle in der Gesellschaft zu übernehmen*

In ihrer Lebensplanung stellten alle Wettbewerbsteilnehmer die Familie (ca. 28,5 %) knapp über ihre Karriere (Vorrunde 24 %, Olympiateilnehmer 27,6 %). Eine explizit angestrebte Verbindung von Familie und Beruf strebten 18 % (Vorrunde) bzw. 16 % (Olympiateilnehmer) an. Von diesen Mittelwerten über alle drei Wettbewerbe unterscheiden sich erneut die Teilnehmer der IChO. Sie entscheiden sich entweder für Familie (32 %) oder Karriere (29 %) und verbinden nur zu 6 % Familie und Karriere miteinander. Im Vergleich mit einer herangezogenen Stichprobe aus dem Tertiärbereich (Heller, K.A., Vieck, P., Explorationsstudie zur Begabtenförderung im Tertiärbereich. Abschlußbericht an das BMBF in Bonn. München, LMU, 1997) zeigen sich die Männer der drei Olympia-Wettbewerbe als stärker

karriere- und weniger familienorientiert. Dies scheint auch für die Frauen der Olympiastudie zu gelten, wobei diese Aussage aufgrund der geringen Stichprobe nicht gesichert ist.

Die Teilnehmer der drei Wettbewerbe sind stärker erfolgs- als mißerfolgsmotiviert. Das heißt, daß sie ihre guten Leistungen bevorzugt auf ihre eigenen Fähigkeiten beziehen, schlechte Leistungen dagegen stärker auf eigene mangelnde Anstrengung zurückführen. Dabei schreiben sie ihren Erfolg tendenziell stärker ihrer Begabung zu und weniger ihren Anstrengungen. Dies gilt für die Olympiateilnehmer im höheren Maße als für die Vorrundenteilnehmer. Diese Zuschreibung (Attribution) unterscheidet sich dabei von der amerikanischen Vergleichsstichprobe, in welcher zu gleichen Teilen Erfolg und Mißerfolg auf Begabung und Anstrengung bezogen wurde.

Zusammenfassung

Die schulischen und universitären Ausbildungsgänge, die dort erworbenen Noten, Preise und Auszeichnungen zeigen, daß ehemalige Teilnehmer der Wettbewerbe auch in ihrem späteren Ausbildungsverlauf und Berufsleben erfolgreich sind. Ihre hohe Publikationstätigkeit in der Universität (71 % der Befragten gaben eigene Publikationen an) belegt darüber hinaus, daß sie einen erfolgreichen Beitrag zur Wissen-

schaft leisten. Sie erwerben fast durchweg einen akademischen Abschluß und Titel. Viele von ihnen verbringen einen Teil ihres Studiums im Ausland. Zentral für die Entwicklung der spezifischen Begabung wurde das Familienhaus angesehen, gefolgt von der Schule. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen stammen aus Familien mit hohem Bildungsniveau und intakten Familien, die über ein breites Förderangebot ihren Kindern Hilfe zur Selbsthilfe anbieten. Die Förderung durch eigene Initiative wurde dabei von allen Wettbewerbsteilnehmern als der wesentliche Faktor für die Entwicklung ihres Talents angesehen. Dieses Talent ist wohl in spezifischen Bereichen (hier den „Olympiadisziplinen“) sehr stark ausgeprägt, beruht aber auf einer breiten Basis anderer Fähigkeiten und Interessen. Die Wichtigkeit von Eigeninitiative zeigt sich auch darin, daß über 75 % der Teilnehmer an mehreren Wettbewerben teilgenommen haben. Ihre Erfolge schreiben sie dabei mehr ihrer Begabung als ihrer Anstrengung zu. Auch haben sie weniger Furcht vor Mißerfolg, dagegen mehr Hoffnung auf Erfolg. Durchgängig sind die Teilnehmer und Teilnehmerinnen mit der intensiven Verbesserung ihrer Wissenskompetenzen in ihrem Fachgebiet beschäftigt – während der Schule, des Studiums und im späteren Beruf, manchmal leider auf Kosten des Privatlebens.

*(nach einem Artikel von Dr. Wolfgang Bänder
bearbeitet von sz)*

*Den vollständigen Artikel finden sie auf
unserer Internet-Seite: www.fcho.de*



Werbung Bayer

Chemie - mach mit!

Immer weniger junge Menschen machen an Deutschlands Schulen und Universitäten mit, wenn es darum geht, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen. Daß die Anfängerzahlen in Chemie und Physik an vielen Universitäten schon seit einigen Jahren auf niedrigem Stand verharren und die Absolventenzahlen in den nächsten fünf Jahren von ca. 2.300 (1999) auf rund ein Drittel dieses Werts sinken werden (GDCh-Prognose), ist inzwischen hinlänglich bekannt.



Grafik: C. Förschner

Dazu kommt oft eine voreingenommene, negative Grundeinstellung den Naturwissenschaften gegenüber und eine häufig anzutreffende Koketterie damit, „das sowieso nie verstanden“ zu haben. In einem ausgewogenen Bildungskanon muß jedoch ein grundlegendes Verständnis der physikalischen und chemischen Vorgänge in der Natur als ebenso wichtig angesehen werden wie diejenigen Fächer, die auf anderen menschlichen Kulturleistungen beruhen. Der Stellenwert, den die Naturwissenschaften in Deutschland derzeit an Schulen und Hochschulen genießen, steht in keinem Verhältnis zu ihrer Bedeutung für die Gesellschaft.

Wenn aber der Chemieunterricht in den Schulen erst ab der achten oder neunten Klasse anfängt, und dann auch oft zunächst nur mit einer Wochenstunde, ist es kein Wunder, daß viele Schülerinnen und Schüler in diesem Alter schon die Lust verloren haben, bevor es richtig losgeht. So wird dann Chemie als erstes Fach gleich wieder abgewählt, und ein Chemiestudium kommt erst gar nicht in Betracht. Wünschenswert ist es also, das Interesse und Verständnis für die stoffliche Umwelt früh zu wecken und die Jugendlichen zur selbständigen Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen zu verleiten (siehe „Chemikernachwuchs aus der Grundschule“ in Nachrichten aus der Chemie 5/2000, S. 702).

„Chemie - mach mit!“ Unter diesem Motto wurde im vergangenen Jahr in Hessen ein Experimentalwettbewerb für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (Klassen 7-10) aller Schulformen ins Leben gerufen. Der Förderverein Chemie-Olympiade (FChO) hat gemeinsam mit dem hessischen Landesverband des Deutschen Vereins zur Förderung des Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) und der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh diesen Wettbewerb so konzipiert,

daß sich interessierte Schülerinnen und Schüler einzeln, zu zweit oder zu dritt, möglichst ohne große Vorkenntnisse, mit einfachen, im Haushalt vorhandenen Mitteln beteiligen können. Ziel ist eine frühzeitige, spielerische Beschäftigung mit chemischen Phänomenen und die Durchführung erster, eigenständiger Forschungen zu Themen aus dem Bereich der alltäglichen Chemie.



Die Organisatoren des Wettbewerbs H. W. Bechtoldt (2. v. l.) und F. Sobott (3. v. l.) mit Dr. Lemke (Provadis GmbH, rechts)

Unter der Schirmherrschaft des hessischen Kultusministeriums und mit freundlicher Unterstützung der Firmen Merck und Provadis sowie des VCI (Landesverband Hessen) ist es gelungen, innerhalb nur eines Jahres diesen Wettbewerb zu organisieren und die ersten Aufgaben zu konzipieren. Zweimal jährlich, jeweils im Februar und September, erscheinen neue Aufgaben, die über die Schulämter an alle hessischen Schulen mit Sekundarstufe I versandt werden. Die aktuellen Aufgaben sind auch über das Internet unter <http://www.chemie-mach-mit.schule.de> abrufbar. Für die Bearbeitung stehen den Schülern ca. drei Monate zur Verfügung. Alle eingesandten Arbeiten werden von einer Jury bewertet, die aus drei engagierten Lehrern und je einem Mitglied von MNU und FChO besteht. Für korrekte Lösungen gibt es Anerkennungspreise und Urkunden, und in einer jährlich stattfindenden, festlichen Veranstaltung werden die besten Arbeiten öffentlich honoriert. Für besonders kreative Lösungen gibt es einen Sonderpreis. In diesem Jahr fand die Abschlußveranstaltung am 15. September 2000 bei Provadis im Industriepark Höchst statt.



*Reagentia und Reagenzo.
Grafik: B. Hoffmann-Bechtoldt*



*Diese Schüler haben bei der Chemie mitgemacht! Abschlußveranstaltung und
Ehrung der besten Arbeiten*

Die erste Aufgabe, die von den beiden Comicfiguren namens „Reagenzo“ und „Reagentia“ gelöst werden sollte, war der Bau einer funktionierenden Batterie aus Holzkohle, Aluminiumfolie, Kochsalz und Wasser. Damit sollte dann ein selbstgebautes Boot angetrieben werden. Für die älteren Schüler kam die theoretische Auswertung der Versuchsergebnisse als zusätzliche Herausforderung hinzu. Über hundert Schülerinnen und Schüler haben sich in fünfzig Arbeitsgruppen beteiligt und sehr kreative Ergebnisse präsentiert. Die zweite Aufgabenrunde, bei der es um die Bestandteile von Farben und deren Auftrennung ging, ist gerade zu Ende gegangen. Diesmal wurden mehr als 300 Lösungen eingesandt.

An bereits existierenden, ähnlichen Wettbewerben in Baden-Württemberg („Chemie im Alltag“, <http://www.chemall.schule.de>) und Nordrhein-Westfalen („Chemie entdecken“, <http://www.chemie-entdecken.schule.de>) haben sich in den vergangenen Jahren mehr als 6.000 Schüler der Jahrgangsstufen 6-10 beteiligt, in Nordrhein-Westfalen bei der zuletzt durch-

geführten Aufgabenrunde alleine mehr als 1.800! Der Förderverein Chemie-Olympiade arbeitet zusammen mit engagierten Lehrern und den Kultusbehörden daran, daß es solche Wettbewerbe auch bald in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz gibt. Für besonders interessierte, ältere Schüler, die gerne über den Unterricht hinaus in die Chemie „eintauchen“ wollen, wird jährlich im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung die Chemie-Olympiade durchgeführt (siehe „Internationale Chemie-Olympiade: Nachwuchsförderung, die Spaß macht“ in Nachrichten aus der Chemie 1/2000, S. 73).

Am mangelnden Interesse an naturwissenschaftlichen Themen scheint es also nicht zu liegen, daß sich Chemie und Physik derzeit als Schul- und Studienfach so geringer Beliebtheit erfreuen. Vielleicht sollte es mehr solche Aktionen geben!

Jens Meiler, Frank Sobott
(Universität Frankfurt/M.)

Landesseminare - die erste Begegnung



Die ersten beiden Runden der Chemie-Olympiade verlaufen für die Teilnehmer noch recht anonym: die Aufgaben sind rein theoretischer Natur und werden von den Schülerinnen und Schülern in Heimarbeit gelöst. Rat holen können sie sich meistens nur aus Chemie-Büchern oder von den Fachlehrern in der Schule. Persönlicher Kontakt zu den Mitstreitern ist dann kaum möglich, sind doch die teilnehmenden Schüler über das gesamte Bundesgebiet verstreut. Deshalb spielen die Landesseminare der Chemie-

Olympiade für die Teilnehmer eine besondere Rolle. Einerseits dienen sie als Vorbereitung auf die Auswahlseminare der 3. und 4. Runden und als Belohnung an die teilnehmenden Schüler. Gleichzeitig bieten sie die erste Gelegenheit, die ersten Kontakte zu den Mitstreitern zu knüpfen und viele spannende Menschen mit ähnlichen Interessen kennenzulernen. In dieser Hinsicht stellen die Landesseminare, die von Mitgliedern des FChO organisiert werden - in diesem Jahr erstmalig bundesweit - eine einmalige Chance dar. **(dr)**

Landesseminar Nordrhein-Westfalen in Köln

Das Jugendgästehaus Köln-Riehl. Jemand schleppt seinen Koffer an uns vorbei. Wird er auch dazu gehören? Wo wir uns anmelden müssen, ist uns bekannt. In der Vorhalle erkennen wir auch gleich die ersten bekannten Gesichter. „Hallo! Auch wieder da?“ – Für zwei von uns war zwar die Ankunft nichts Neues mehr, aber trotzdem war uns die gespannt-erwartungsvolle Atmosphäre der Anreise noch vom letzten Jahr präsent. Nachdem die Zimmer bezogen und die Einführung von Frau Schumacher beendet war, ging es auch direkt nach Köln zu einem Stadtrundgang. Leider war es sehr kalt, was das Ganze nicht sehr gemütlich gestaltete, während wir einen Einblick in die Geschichte Kölns bekamen. Der Abend endete mit einem Essen im Coloniahaus mit anschließendem Kegeln. Spätestens hier lernte man die anderen Teilnehmer besser kennen.

Das morgendliche Aufstehen gestaltete sich des öfteren schwieriger als erwartet. So wurden einige Leute einfach nicht von ihrem eigenen Wecker geweckt – bis sich die restlichen Bewohner des Zimmers lautstark beschwerten. Auch das Duschen stellte sich teilweise als große Schwierigkeit dar, obwohl eine Dusche auf jedem Zimmer vorhanden war. Aber wer wollte schon als Erster aufstehen?

Das Programm am Montagmorgen bestand aus einer interessanten Besichtigung des Trifarben-2 Betriebs der DyStar und einem Vortrag über Ökotoxikologie der Textilfarbstoffe. Am Nachmittag fand dann die erste Trainingseinheit von Olympiade-Aufgaben im Bayer Kommunikationszentrum (BayKomm) statt, bei der die Gruppe erst einmal in eine Anfänger- und in eine Fortgeschrittenengruppe aufgeteilt wurde. Dem Vortrag in den jeweiligen Gruppen, die von verschiedenen ehemaligen Teilnehmern der Chemie-Olympiade folgten Übungsaufgaben. Weitere zwei Vorträge und anschließende Übungen bildeten den ersten Programmpunkt des Dienstag. Am Nachmittag fand die Einweisung in die für den Mittwoch geplanten Laborarbeiten statt. Während Herr Wagner uns wichtige Punkte des sicheren Arbeitens erläuterte, klärte uns Herr Richter über die Problemstellung der praktischen Arbeit auf



Die Teilnehmer der Landesseminars bei der Besichtigung in der Bayer AG

und brachte unsere Köpfe mit seinen Fragen und Erläuterungen zum Rauchen. Der Labortag war sehr aufregend. Freundliche Auszubildende standen uns tatkräftig zur Seite, während wir unsere Versuche durchführten. Zwischendurch mußte dann jeder noch für die Pressephotos herhalten, was mit unterschiedlicher Begeisterung geschah. Allerdings wurde uns die Ehre zuteil, daß Herr Dr. Schmidt, der Werksleiter des Werkes Leverkusen, uns besuchte und uns für unsere Zukunft motivierte und uns beim Phototermin zur Seite stand. Dieser interessante, aber auch anstrengende Tag klang mit einem Besuch eines sehr amüsanten Kabarett in der Kleinkunsthöhle Kolonie 1 aus. Dies war leider unser letzter Abend, denn schon am Donnerstag endete das Landesseminar mit einer wirklich beeindruckenden Feierstunde, bei der hohe Gäste anwesend waren, und wir Urkunden und Buchpreise erhielten.

Als Fazit kann man also sagen, daß auch dieses Jahr allen das Landesseminar viel Spaß gemacht hat, und daß natürlich auch die chemische Seite nicht zu kurz kam. Zum Schluß möchten wir, die Teilnehmer der Landesseminars 2000 uns ganz herzlich bei Frau Schumacher, ohne deren Engagement dieses Seminar sicher nicht möglich gewesen wäre, für die tolle Organisation und die nette Betreuung (hoffentlich waren wir kein zu großer Streßfaktor) bedanken. Bedanken möchten wir uns natürlich auch bei der Bayer AG für die Ausrichtung dieses Seminars.

Und für alle, die im nächsten Jahr (wieder) an der Chemieolympiade teilnehmen möchten: Die Mühe lohnt sich, denn so ein Landesseminar sollte man wirklich (noch) einmal erleben. Wir sehen uns!

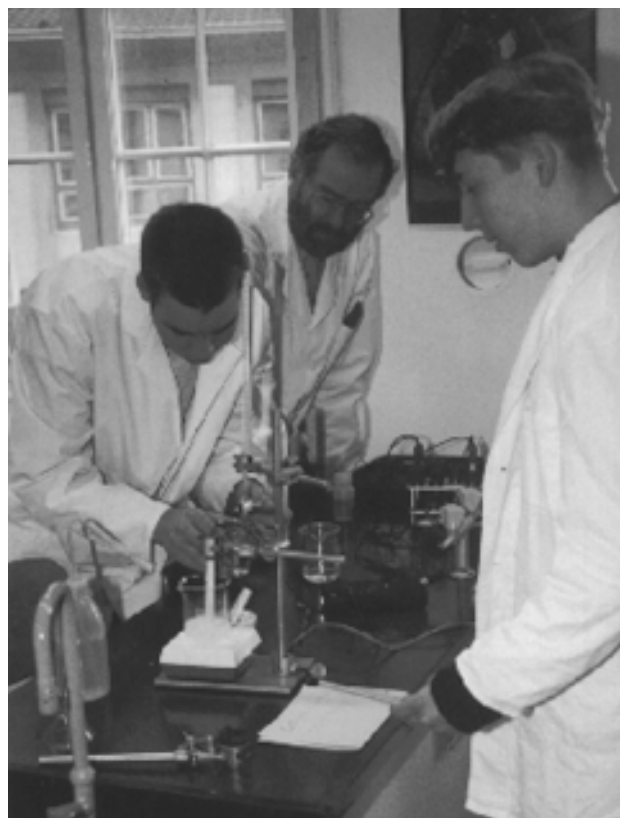
**(Arne Sonnenburg, Larissa Frenzen,
Nadine Kirchartz)**

Landesseminar Baden-Württemberg in Stuttgart

Vom 14. bis 18. Dezember 1999 trafen sich die 20 besten Teilnehmer der 2. Runde der Chemie-Olympiade aus Baden-Württemberg sowie 2 Schüler des Gauß-Gymnasiums in Frankfurt (Oder) zum Vorbereitungsseminar in Stuttgart.

Am ersten Abend erzählten die Betreuer und ehemaligen IChO-Teilnehmer Max Hofmann, Dmitrij Rappoport und Sirus Zarbakhsh von der letzten Chemieolympiade, im weiteren Verlauf des Abends lernten sich die Teilnehmer beim Billard- und Mafia-Spielen näher kennen, viele gingen anschließend noch auf Kneipentour. Mittwochs wurde mit dem Praktikum im Landesinstitut für Erziehung und Unterricht (LEU) begonnen, das vielen Schülern erstmals die Möglichkeit gab eine organische Synthese (Acetylsalicylsäure) durchzuführen. Außerdem standen Schmelzpunktbestimmung, Umkristallisation, Analyse einer Legierung (50 Pfennig Münze) mittels Gravimetrie, Iodometrie und Komplextitration auf dem Programm. Ein weiterer Praktikumsschwerpunkt war die Wasserstofftechnologie, wo eine Brennwertbestimmung gemacht und eine Brennstoffzelle untersucht wurde sowie die Themen Reaktionsgeschwindigkeit, Reaktionsordnung und Kinetik. Dieses umfangreiche Praktikum beinhaltete große Teile des theoretischen und praktischen Themenkomplexes für die weiteren Runden der IChO. Nach dem Abendessen wurden Zaubereien von Thimo Riethmüller vorgeführt, was zur allgemeinen Erheiterung und langen Diskussionen über die Tricks führte.

Am Donnerstag fuhren wir mit dem Bus nach Biberach zum Besuch der Boehringer Ingelheim Pharma KG, die dort ihre Forschungseinrichtung hat. Dort erfuhren wir einiges über das Unternehmen Boehringer Ingelheim, aktuelle Forschung und unsere Zukunftsaussichten. Freitags wurde das Praktikum fortgesetzt, nachmittags wurden theoretische Aufgaben als Übung auf die nächsten Runden gerechnet. Abends gab es dann einen wirklich gelungenen Abschlussabend in der Hausbar, bei dem wir zeigten, dass wir nicht nur Chemie, sondern auch das Feiern beherrschen. An diesem Abend wurden die meisten von uns auf eine originelle Art dazu "überzeugt", in den FChO einzutreten, was hier nicht näher erläutert werden soll...



Am Mittwoch stand die praktische Arbeit im Mittelpunkt

Am Samstag fand dann endlich die Prämierung der Landessieger statt, auf die alle schon gespannt waren. Die Prämierung und der anschließende Vortrag fanden im LEU statt. StD Annemarie Schupp vom baden-württembergischen Ministerium für Kultus und Sport, die sich zuvor schon bei den Lehrern der Landessieger kundig gemacht hatte, erzählte zu jedem der Landessieger etwas interessantes aus deren Schulalltag. Die Landessieger Thilo Schwenk, Christoph Lönarz und Eugen Merkul erhielten jeweils eine Urkunde und einen Buchpreis. Danach wurde von Prof. Dr. Wolfgang Schleich von der Universität Ulm ein sehr interessanter Vortrag über die faszinierende Welt der Quantenphysik gehalten, der allen gut gefiel und anschließend zu einigen Diskussionen führte. Nach dem Vortrag gab es dann noch eine Vesperplatte, die Teilnehmer der IChO tauschten ihre email-Adressen aus und alle hofften, sich in Köln bei der 3. Runde wiederzusehen.

Ich denke, wir haben in diesen 5 Tagen viel Erfahrung sammeln können und hatten gleichzeitig eine Menge Spaß zusammen. Abschließend möchte ich mich im Namen aller Teilnehmer bei den zahlreichen Mitarbeitern und Helfern sowie beim FChO bedanken, ohne deren Unterstützung dieses Seminar nie so perfekt gelungen wäre.

(Christoph Lönarz)

Landesseminar Hessen- Thüringen

Auch in diesem Jahr fand wieder ein Landes-seminar für die erfolgreichen hessischen und thüringischen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der ersten beiden Runden des Auswahlverfahrens zur Internationalen Chemie-Olympiade statt. Es wurde vom Förderverein Chemie-Olympiade e.V. in Zusammenarbeit mit der ASTA Medica AG und der Technischen Universität Darmstadt vom 24. bis 27.01.2000 in Darmstadt und Frankfurt veranstaltet.

Nachdem wir alle in der Jugendherberge in Darmstadt angekommen waren, unsere Zimmer bezogen hatten und auch schon die ersten Gespräche geführt hatten, trafen wir uns im Seminarraum. Zunächst stellte sich jeder kurz vor. Nachdem auch noch einige organisatorische Dinge geregelt worden waren, hielt Dipl.-Chem. Jens Meiler (Uni Frankfurt/M.) einen Vortrag über NMR-Spektroskopie (Kernspinresonanz-Spektroskopie). Daraufhin versuchten wir in Gruppen NMR-Spektren auszuwerten bzw. uns zu überlegen wie das NMR-Spektrum eines bestimmten Stoffes aussieht.

Nach dem Abendessen zeigte uns Christoph Jacob Dias über die Internationale Chemie-Olympiade 1997 in Kanada, an der er selbst teilgenommen und in der internationalen Runde eine Bronzemedaille geholt hatte. Gegen 20 Uhr zogen wir dann los ins Café Chaos, wo wir uns näher kennenlernten und spätestens jetzt feststellen konnten, daß die anderen Olympioniken auch ganz normale Menschen sind und nicht nur den ganzen Tag Chemie machen.



Die Teilnehmer des Landesseminars

Am Dienstag brachen wir schon früh zur TU Darmstadt auf. Nach den Sicherheitsbelehrungen und den Vorbesprechungen zu den Experimenten wurden wir in 6 Gruppen à 3 Personen eingeteilt. 3 Gruppen führten eine Synthese von Essigsäureisoamylester durch, die anderen eine Synthese von 5-Methylsalicylaldehyd. Nach dem Mittagessen fuhren wir zur HOBIT 2000 (Hochschul- und Berufsinformationstage 2000), wo alle Teilnehmer der 2. Runde ihre Urkunden überreicht bekamen. Wir erfuhren, daß die ersten 6 hessischen Teilnehmer zur 3. Runde nach Berlin fahren dürfen. (Die Thüringer wußten noch nicht wer weitergekommen war). Die Freude unter den Betroffenen war groß, denn wir verstanden uns echt super, und wir beschlossen sofort am Abend erst mal zu feiern - schließlich hatten wir jetzt ja auch einen guten Grund.

Nachdem wir uns noch eine Weile auf der HOBIT umgesehen hatten, fuhren wir zurück zur TU Darmstadt. Die Gruppen, die den Essigsäureisoamylester hergestellt hatten, führten nun eine Vakuumdestillation durch, die anderen Gruppen eine Wasserdampfdestillation, um das Produkt von den Nebenprodukten zu trennen. Nachdem wir uns zuvor überlegt hatten, wie die NMR-Spektren unserer Produkte wohl aussehen würden, durften wir unsere Produkte analysieren lassen. Wir konnten feststellen, dass unsere Vermutungen weitgehend richtig waren. Eine Bestimmung des Brechungsindex bescheinigte uns eine hervorragende Reinheit der Produkte. Nach einer abschließenden Besprechung fuhren wir zurück zur Jugendherberge, wo wir zu Abend aßen. Anschließend gingen wir in einen Irish Pub, um wie schon gesagt erst mal zu feiern. Leider mußten wir schon um halb eins aufgrund der Sperrstunde der Jugendherberge wieder gehen.

Am nächsten Tag gingen wir als erstes zur nächsten Tankstelle, um uns das Darmstädter Echo zu besorgen, in dem ein Artikel über diejenigen stand, die sich für die dritte Runde qualifiziert haben. Leider war der knappe Text auch noch fehlerhaft, dafür aber wenigstens mit Foto.

Dann fuhren wir mit dem Bus nach Frankfurt/M. wo wir das Pharma-Unternehmen Asta Medica besichtigten. Asta Medica ist vor allem in den Bereichen Krebsforschung, Epilepsie und Asthma/Allergien aktiv. Nach der Begrüßung und einer kleinen Vorstellung des Unternehmens wurde uns ein Vortrag über die Arzneimittelentwicklung vorgetragen. Danach besichtigten wir einige Labors.

In der chemischen Forschung begegnete uns ein Laborroboter, der die ganzen Synthesen durchführte. Dieser kleine Roboter faszinierte uns derart, daß wir mit unserem Zeitplan etwas durcheinander kamen, weil wir ihm so lange zugesehen hatten. Es folgte die Besichtigung der Tumorforschung. Nach einem Mittagessen (das wir übrigens in Rekordzeit vernichtet hatten) besichtigten wir die klinische Entwicklung. Dort durften wir uns die Probandenstation und die Labors, in denen die Untersuchungen durchgeführt werden, anschauen. Zum Abschluß bekamen wir noch die Galenik (Untersuchungen darüber, wie man Arzneimittel verabreicht) gezeigt. Hier mußten wir aus hygienischen Gründen Kittel, Überziehschuhe und Haarnetze tragen, was zu allgemeiner Ermunterung führte. Wegen Zeitmangels fiel die Besichtigung der Biochemie leider flach.

Nach einem kleinen Abschlußgespräch fuhren wir mit der Straßenbahn zu unserer Jugendherberge. Leider blieb die Straßenbahn auf halber Strecke wegen eines Unfalls für ca. 30 min stehen. Wir waren alle etwas müde, da der Tag sehr anstrengend gewesen war, aber wir machten das beste aus der Situation. Jeder schaute, was er noch so dabei hatte und schließlich vertrieben wir uns die Zeit mit dem Verzehr von Süßigkeiten und Kartenspielen, was ja eigentlich auch ganz nett war. Nach dem Abendessen besuchten wir das Frankfurter Kabarett "Die Schmiere" mit dem Stück "Beim Verbeugen umgefallen". Das Stück war echt gut und begeisterte auch den größten Teil der Anwesenden. Den Rest unseres Abschlußabends verbrachten wir in der Frankfurter Kneipe "Die Werkstatt". Als wir uns entschlossen hatten, gegen 1 Uhr mal langsam zu gehen, weil die Kneipe schließen wollte, fragte uns der Wirt, was wir denn für eine Gruppe seien und was wir hier so machen. Nachdem wir etwas ins Gespräch gekommen waren, meinte er wir sollen doch noch etwas bleiben, er möchte uns noch einen ausgeben. (Wenn ihr mal nach Frankfurt kommen solltet besucht auf jeden Fall die Werkstatt, Große Rittergasse 106, Frankfurt-Sachsenhausen). Damit waren wir natürlich sofort einverstan-



Außerirdische oder Schüler? Besichtigung der Galenikabteilung

den und blieben, bis wir dann gehen mußten - wieder einmal wegen der Sperrstunde der Jugendherberge. Irgendwann gingen wir dann auch schlafen, da wir am nächsten Tag noch ein paar Übungsaufgaben besprechen wollten. Sabine, eine Ex-Olympionikin, stand uns hier zur Seite und half uns beim Lösen der Aufgaben. Unser Abschlußessen fand im Frankfurter Restaurant "Zum gemalten Haus" statt, wo es typisches hessisches Essen gab, mit Äppler natürlich, dem hessischen Nationalgetränk.

Als Fazit kann man sagen, dass uns das Seminar allen sehr viel Spaß bereitet hat, und uns die Möglichkeit bot, Aufgaben ohne Leistungsdruck zu lösen, Fragen zu stellen und so unsere Unklarheiten zu beseitigen. Und obwohl wir natürlich auch ein recht volles Programm hatten blieb noch genug Zeit, um die anderen Teilnehmer kennenzulernen.

Abschließend möchten wir uns ganz herzlich bei unseren Betreuern für ihr Engagement Bedanken: Frau Wannowius (hessische Landesbeauftragte), Frau Tschiedel (thüringische Landesbeauftragte), Christoph Jacob, Sabine Hirth und allen anderen, die dieses Seminar in irgendeiner Weise unterstützt haben, insbesondere dem VCI Hessen für die finanzielle Unterstützung.

(Marion Jähne, Max Hofferberth)

Supramolekulare Anorganische Chemie

Passend zum Nietzsche-Jahr:

Wenn Zarathustra Chemiker gewesen wäre: „Von den Übermolekülen“

EINLEITUNG

Während sich die klassische Organische Chemie damit beschäftigt, ja geradezu abmüht, neue Moleküle durch gezielte Knüpfung kovalenter Bindungen zu erzeugen, befaßt sich die Supramolekulare Chemie ganz allgemein mit dem Aufbau von größeren Strukturen, die aus mehreren Molekülen zusammengesetzt sind, wobei die Einzelelemente durch Wechselwirkungen zusammengehalten werden, die deutlich schwächer als die kovalente Bindung sind, wie z.B. Wasserstoffbrücken oder π - π -Staffelungswechselwirkungen. Der Teilbereich der Anorganischen Supramolekularen Chemie im besonderen beschäftigt sich mit dem Aufbau großer Metallkomplexe, die mehr als ein Ligandmolekül und mehr als ein Metallion enthalten. Dies setzt voraus, daß der Ligand „multitopisch“ ist, d.h., daß er über mehrere Bindungsdomänen für Metallionen verfügen muß, die dergestalt angeordnet und voneinander getrennt sein müssen, daß sie nicht an ein und dasselbe Kation binden; $[\text{CaEDTA}]^{2-}$ wäre also kein Beispiel für eine echte supramolekulare Spezies.

Bringt man nun einen solchen Liganden mit dem passenden Metallion zusammen, beobachtet man oft ein erstaunliches Phänomen, das auch den ganz besonderen Reiz dieser Chemie ausmacht: Die sog. Spontane Selbstorganisation (spontaneous self-assembly) bringt komplexe, symmetrische Strukturen hervor, ohne daß der Chemiker ordnend eingzugreifen braucht (oder dies könnte). Das Prinzip sei an einem der frühesten veröffentlichten Beispiele verdeutlicht (wobei dieser „Oldie“ gerade einmal 14 Jahre alt ist(!); soviel zur Aktualität des Forschungsgebietes.) „Macrocyclus“ **1**, mit einem Umfang von 28 Atomen, wurde innerhalb weniger Minuten aus dem entsprechenden Bis- β -diketon und $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ erhalten¹, ohne daß die üblichen, aus der Organischen Synthese bekannten Vorkehrungen für Makrocyclensynthesen, wie hohe Verdünnung etc., angewandt werden mußten (Fig. 1).

Natürlich ist die dahinterstehende Koordinationschemie, die Bildung von Übergangsmetall-Acetylacetonat-Komplexen, ein alter Hut, jedoch hat zuvor wohl niemand geglaubt, daß sich solche komplexe Strukturen von alleine bilden können.

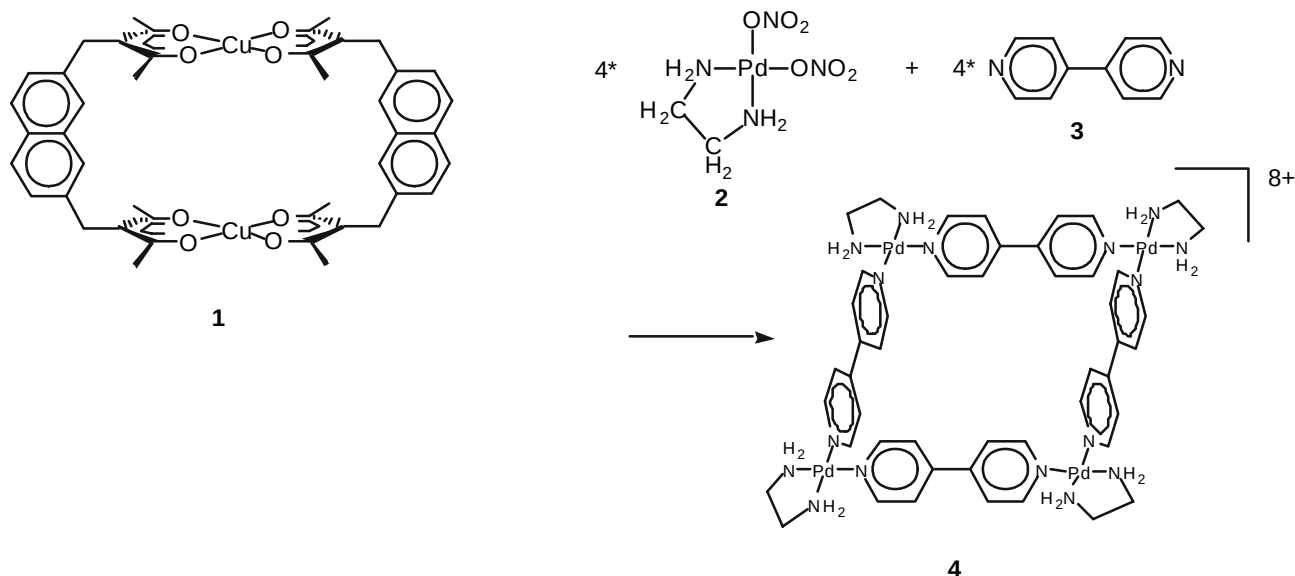


Fig. 1 Zwei supramolekulare Makrocyclen

POLYGONE UND POLYEDER

Weitere zyklische Strukturen ließen nicht lange auf sich warten; mit seinen Palladium- und Platin-„vierecken“ (Fig. 1) gab Makoto Fujita den Anstoß² zur Synthese zahlreicher ähnlicher Komplexe³. Wie man an **2** sieht, ergab die Kombination des „linearen“ Liganden 4,4'-Bipyridin mit dem „rechtwinkligen“ Palladiumfragment $\text{cis}[\text{Pd en}_2(\text{NO}_3)_2]$ (die Nitratliganden sind labil) fast automatisch das gewünschte Viereck. Man wandte diese Strategie bald auf komplexere Beispiele an, und erzeugte durch die Kombination von anderen linearen oder gewinkelten, bi- oder tritopischen Liganden und verschiedenen Komplexfragmenten die verschiedensten Polygone und Polyeder (siehe wiederum Lit. 3); die Synthese eines supramolekularen Würfels⁴ **6** und Dodekaeders⁵ **9** seien besonders erwähnt. (Fig. 2)

Würfel **6** bildete sich während 4 Wochen aus dem Komplex $[\text{Ru}(\text{[9]ane-S}_3)(\text{dmsO})\text{Cl}_2]$ **5** und dem linearen Liganden 4,4'-bipy in einem nicht-kordinierendem Lösungsmittel (MeNO_2). In **5** ist die Hälfte der Koordinationssphäre des Ru^{II} -Ions in facialear Geometrie durch den Thiokronenether abgedeckt, und Cl^- und dmsO =Dimethylsulfoxid können als relativ labile Liganden im Laufe der Reaktion durch den heteroaromatischen Stickstoff substituiert werden. Die Kombination aus Elektrospray-Ionisationsmassenspektro-

skopie (korrekte Molekularmasse mit korrekter Isotopenverteilung) und ^1H -NMR-Spektroskopie (korrektes Verhältnis Ecke: Kanten; hohe Symmetrie der Verbindung, d.h. alle bipy-Liganden sind einander äquivalent im Komplex) sind unzweideutige Indizien für das Vorliegen des „molekularen Würfels“. Im Dodekaeder **9** übernimmt der Ligand **7** den tritopischen, gewinkelten Part, während mit **8** ein lineares Metallfragment zur Verfügung steht ($-\text{OTf}$: Trifluomethansulfonat; labiler Ligand). Da die Winkel der Pyridineinheiten in **7** mehr als 90° betragen, erhält man nicht, wie im obigen Fall, wo die freien Koordinationsstellen von **5** in idealisierter Weise in 90° -Winkeln zueinander stehen, einen Würfel, sondern einen Dodekaeder, obschon in beiden Fällen die gleiche Stöchiometrie zwischen „Kanten“ und „Ecken“ vorliegt. **9** hat einen (geschätzten) Durchmesser von 7,5 nm, und seine molare Masse beträgt 61 955 g/mol, soviel wie ein kleines Protein!

HELIKATE UND CIRCULARHELIKATE

Eine weitere Klasse supramolekularer Komplexe sind die sog. Helikate⁶. Hierbei handelt es sich um mehrkernige Komplexe mit chelatisierenden Liganden, deren Gesamthabitus an eine Schraube erinnert. Hervorstechende Eigenschaft dieser Komplexe ist die Chiralität. Eines der ersten Beispiele ist der Komplex $[\text{Ag}_2(\text{qtpy})_2]^{2+}$, (qtpy: 2,2':6',2'':6'',2''':6'''-Quaterpyridine **10**), der als Hexafluorophosphat 1992 von Ed C.

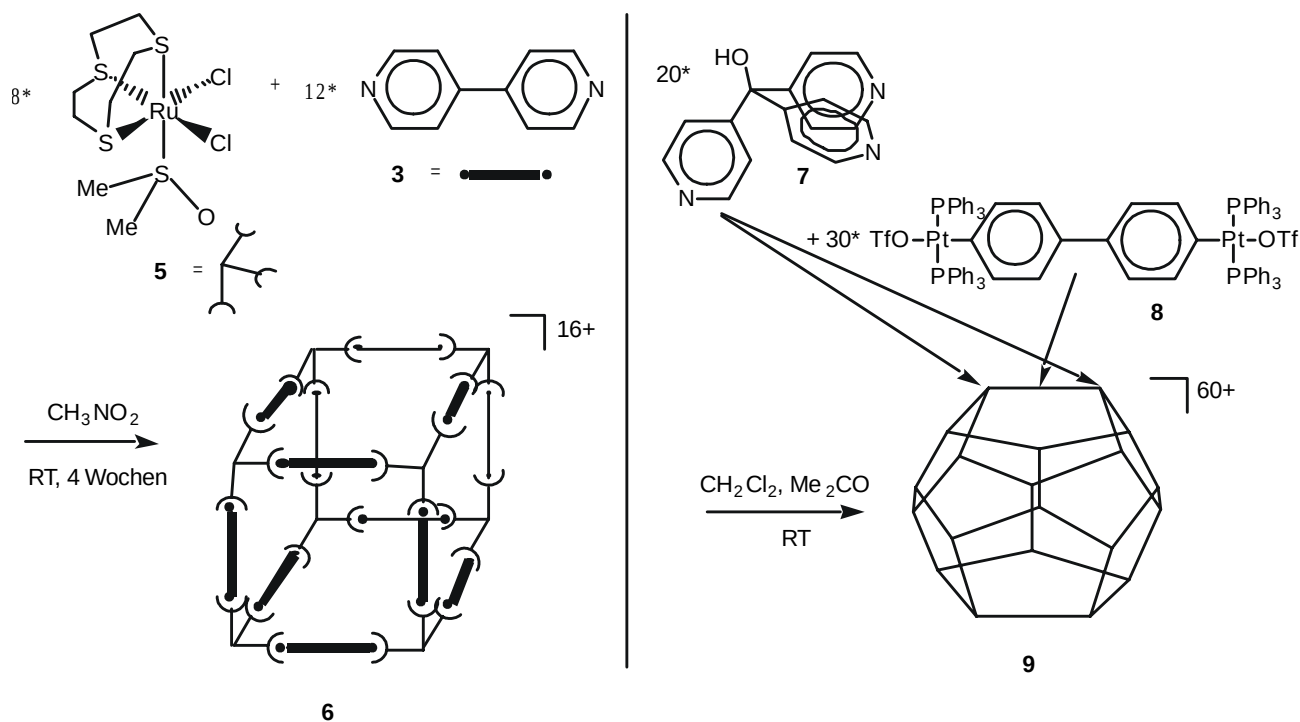


Fig. 2 Selbstorganisation eines molekularen Würfels und Dodekaeders

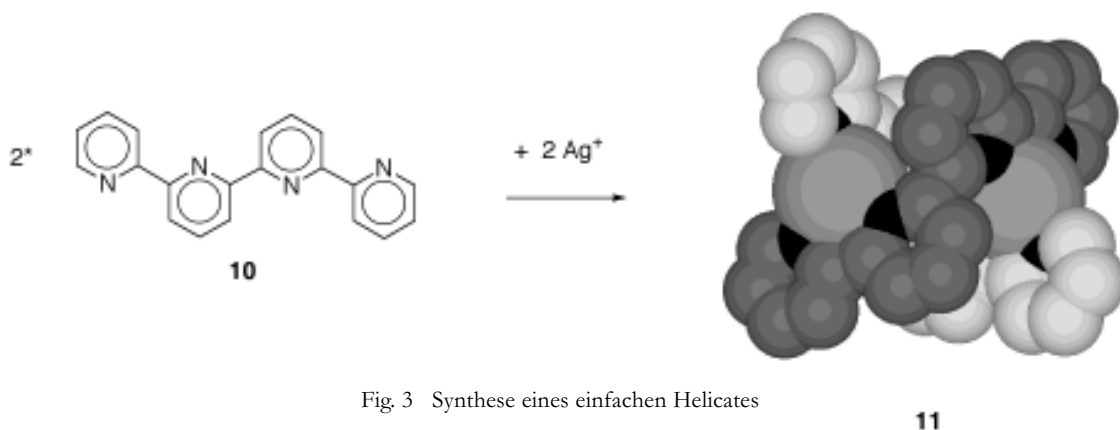


Fig. 3 Synthese eines einfachen Helicates

Constable et al. strukturell charakterisiert wurde^{7a} (Fig. 3 zeigt ein Computermode). Dargestellt wurde dieser Komplex aber schon 50 Jahre früher^{6b}, von G. Morgan und H. Burstall, die jedoch einen mononuklearen, quadratisch planaren Komplex $[\text{Ag}(\text{qtpy})](\text{NO}_3)$ postulierten. Ihnen mangelte es damals an den analytischen Möglichkeiten, das Monomer vom Dimer unterscheiden zu können, da sich die Analyse solcher Verbindungen hauptsächlich auf die Elementaranalyse beschränkte. Viele weitere, ähnliche Verbindungen⁸ wurden dargestellt: während bei der Kombination von vierfach koordinierten Metallionen (also Cu^+ und Ag^+) mit Liganden, die über bidentate Bindungsdomänen verfügen, zweisträngige Helices erhalten werden, ergeben sich aus solchen Liganden mit sechsfach koordinierten Metallen (Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} ...) dreisträngige Helices (Fig. 4)

Ein stereochemisches Merkmal der Helikate (und der folgenden Cyclohelikate) sind die gleichkonfigurierten Metallzentren: Sowohl die dreifach mit bidentaten Chelaten koordinierten, oktaedrischen Metallzentren, wie auch die mit asymmetrischen, bidentaten Chelatliganden koordinierten, tetraedrischen Kationen stellen Stereozentren dar; in den „Helikaten“ haben diese Metallionen innerhalb eines Komplexes jeweils die gleiche Konfiguration, während man bei den „heterokonfigurierten“ meso-Komplexen von sog. Anti-helikaten spricht. (Fig. 3)

Bemerkenswert ist die Eigenselektivität (self recognition) der Liganden **12a-d**, deren Gemisch mit Cu^+ nur „ligandreine“ Helikate liefert, d.h. die Liganden erkennen einander bei der Komplexbildung⁹ (Fig. 5).

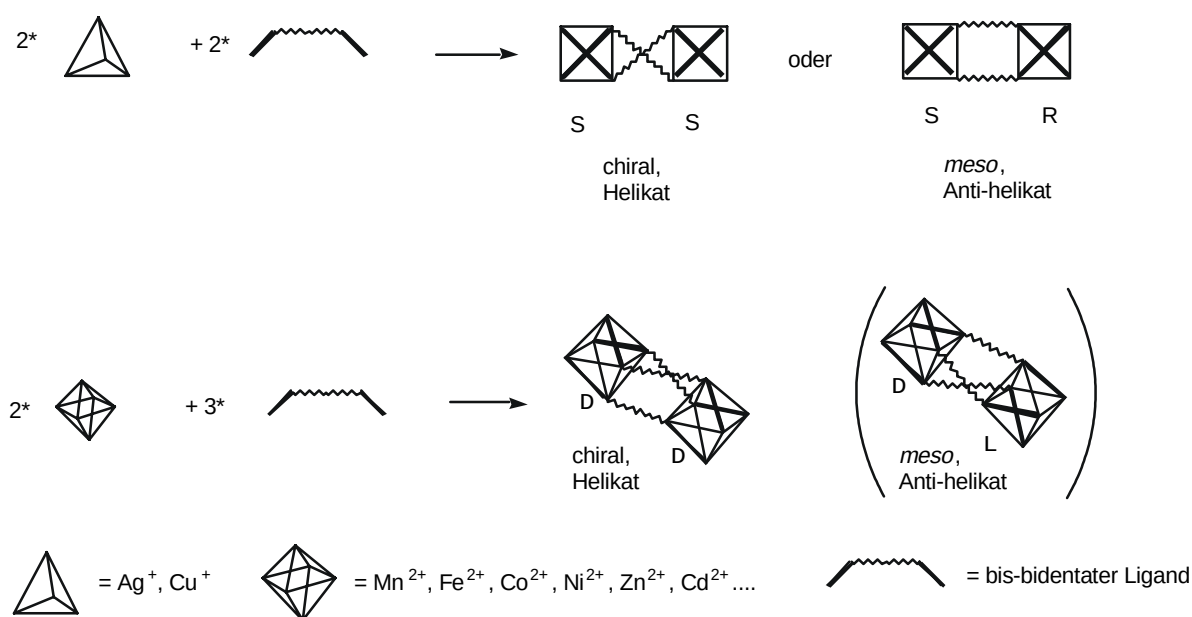


Fig. 4 Schema zur Unterscheidung von Helikaten und Anti-Helikaten.
Mit oktaedrischen Metallcentren erhält man praktisch nie Anti-Helikate

Manchmal beobachtet man mit solchen Liganden aber auch die Bildung cyclischer Strukturen (sog. Circularhelicate). So liefert der tri-topische Ligand **14** mit oktaedrischen Metallionen zwar zuerst die erwartete Tripelhelix als kinetisches Produkt, doch erhält man nach längerer Zeit bei erhöhten Temperaturen einen torusförmigen Komplex. Die anwesenden Anionen spielen die Rolle eines Templates: aus FeCl_2 erhält man das Pentamer; das Sulfat liefert das Hexamer. Bei RT sind die Komplexe stabil und sind reversible Akzeptoren für diese Anionen. Anionenaustausch und erneutes Erhitzen können Pentamer und Hexamer ineinander überführen¹⁰ (Fig. 6)

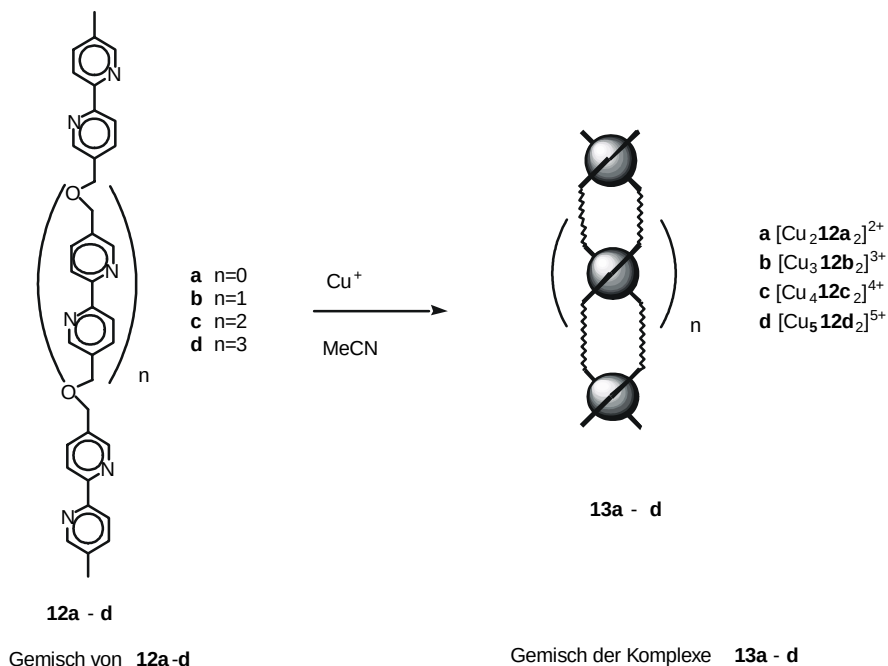


Fig. 5 Eigenselektivität der Liganden **12a – d**: Wird ein Gemisch aller Liganden der Komplexierung unterworfen, entstehen keine Komplexe mit gemischten Liganden

Zum Abschluß sei noch auf eine stereoselektive Synthese eines Circularhelikates verwiesen: Wenn auch die Metallionen innerhalb eines Helikates oder Circularhelikates von gleicher Konfiguration sind, so erhält man die Gesamtmenge des Komplexes als Racemat. Bei der

Verwendung chiraler Liganden dagegen wird die diastereoselektive Synthese solcher Komplexe¹¹ möglich; als Beispiel sei ein hexanuklearer Silber(I)-Komplex angeführt, der sich vom chiralen Bis-bipyridin-Liganden **17** ableitet¹² (Fig. 7).

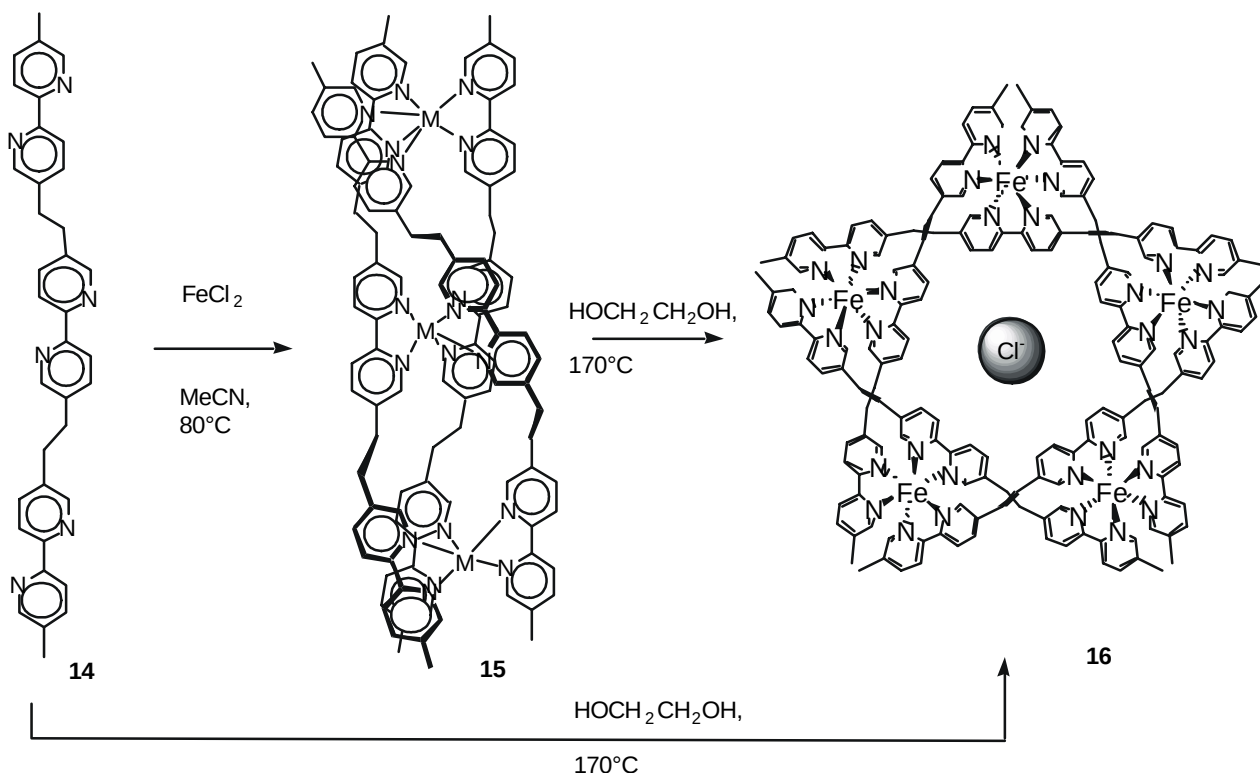


Fig. 6 Tripelhelix **15** ist zwar kinetisches Produkt der Komplexbildungsreaktion von **14** mit oktaedrischen Metallcentren, jedoch nicht notwendigerweise ein Zwischenprodukt bei der Synthese des (thermodynamisch stabileren) Circularhelikates **16**

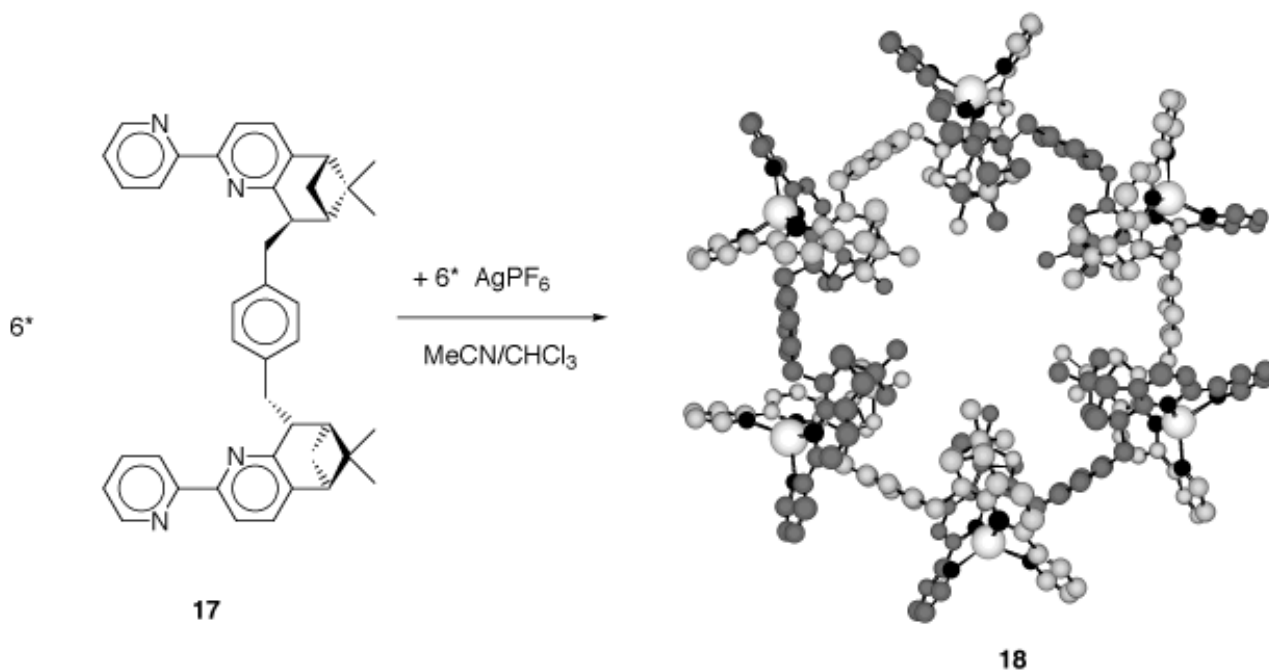


Fig. 7 Diastereoselektive Synthese eines Circularhelikates

AUSBLICK

Der zweite und letzte Teil dieses Artikels wird die Anwendung von Helikaten zur Synthese topologisch interessanter Moleküle behandeln, sowie gitterartige und zylinderförmige Komplexe vorstellen, dazu kurz das Gebiet der Koordinationspolymere streifen, bevor auf eventuelle Anwendungsgebiete dieser Verbindungen eingegangen wird.

LITERATUR

- ¹ A.W. Maverick, S.C. Buckingham, Q. Yao, J.R. Bradbury, G.G. Stanley, J. Am. Chem. Soc. 1986, 108, 7430.
- ² M. Fujita, J. Yazaki, K. Ogura, Chem. Lett. 1991, 1031-1032.
- ³ Übersichtsartikel: B. Olenyuk, A. Fechtenkötter, P.J. Stang, J. Chem. Soc., Dalton Trans. 1998, 1707-1728; M. Fujita, Chem Soc. Rev., 1998, 27, 417-425; P.J. Stang, Chem. Eur. J. 1998, 4, 19-27.
- ⁴ S. Roche, C. Haslam, H. Adams, S.L. Heath, J.A. Thomas, J. Chem. Soc. Chem. Comm. 1998, 1681-1682.
- ⁵ B. Olenyuk, M.D. Levin, J.A. Whiteford, J.E. Shield, P.J. Stang, J. Am. Chem. Soc. 1999, 121, 10434-10435.

⁶ J.M. Lehn, A. Rigault, J. Sigel, J. Harrowfield, B. Chevrier, D. Moras, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 1987, 2565.

⁷ a) E.C. Constable, M.J. Hannon, A. Martin, P.R. Raithby, Polyhedron 1992, 1, 2967-2971. b) G. Morgan, F. Burstall, J. Chem. Soc. 1938, 1672-1675.

⁸ sehr guter Übersichtsartikel: C. Piguet, G. Bernardinelli, G. Hopfgartner, Chem. Rev. 1997, 97, 2005-2062.

⁹ J.-M. Lehn, A. Rigault, Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 1988, 27, 1095.

¹⁰ B. Hasenknopf, J.-M. Lehn, N. Boumediene, E. Leize, A. Van Dorsselaer, Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 1998, 37, 3256-3268 und hier enthaltene Literaturstellen.

¹¹ A. von Zelewsky, O. Mamula, J. Chem. Soc. Dalton Trans. 2000, 219-231.

¹² O. Mamula, A. von Zelewsky, G. Bernardinelli, Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 1998, 37, 290-293.

Thomas Bark hat im Jahre 1995 an der Chemie-Olympiade teilgenommen. Er studierte an den Universitäten in Basel und Fribourg und promovierte nun an der Universität Fribourg in der Arbeitsgruppe von Prof. von Zelewsky über anorganische supramolekulare Koordinationschemie.

In Würzburg stimmte die Chemie

8. Workshop des Fördervereins Chemie-Olympiade in Würzburg

In letzter Zeit hört man häufiger, daß die Chemie nicht mehr stimmt. Sie stimmt nicht mehr in den Schulen, wo häufig keine Leistungskurse mehr zustande kommen. Sie stimmt auch nicht mehr an den Universitäten, an denen im Jahr 1995 bundesweit nur noch 2871 Erstsemestler gezählt wurden, gegenüber 6559 fünf Jahre zuvor. Und das, obwohl die Aussichten für Absolventen so rosig scheinen wie schon lange nicht mehr: Die chemische Industrie hat 1999 wieder die höchsten Einstellungszahlen der letzten 10 Jahre, und der Trend zeigt weiter nach oben. Bei nur ca. 1000 Diplomprüfungen jährlich ab 2003 kann sich jeder selbst ausmalen, wie eng es mit dem Nachwuchs für die deutsche Chemie wird. Zunächst an den Universitäten und mit ein paar Jahren Verzögerung dann auch in den Forschungslabors der Industrie, die auf den promovierten Nachwuchs angewiesen sind. Gerüchte über Einstellungen „auf Vorrat“ machen bereits die Runde. Gute Aussichten also auf dem Arbeitsmarkt? Leider hat sich das noch nicht überall herumgesprochen. Manch ein Schüler läßt sich noch von den schwarzseherischen Prognosen der vergangenen Jahre den Spaß an der Chemie verderben. Hier gibt es oft Kommunikationsprobleme im Dreieck zwischen Schulen, Universitäten und den Unternehmen.

Nicht so jedoch auf dem 8. Workshop des Fördervereins Chemie-Olympiade e. V. in Würzburg vom 6. bis 9. Januar diesen Jahres. Dort trafen sich nun schon traditionell Schüler und Studenten mit Lehrern und Forschern von Universitäten und Firmen aus Deutschland und dem benachbarten Ausland zu Kurzvorträgen und Diskussionen. Die Nachwuchsforscher hatten an drei Tagen Gelegenheit, sich über neue Entwicklungen aus allen Bereichen der Chemie und über die Situation an den Schulen und auf dem Arbeitsmarkt auszutauschen.

Nachdem das Eis am Donnerstagabend im Café Klug gebrochen war, stand der Freitag ganz im Zeichen der Chemie. Der Vormittag war von interessanten Kurzvorträgen über die verschiedensten Forschungsthemen von Organischer Optoelektronik mit molekularen Materialien bis hin zu genetischen Algo-

rithmen zur Strukturaufklärung geprägt. Am Nachmittag berichtete Ehrengast Prof. Herbert Waldmann, Direktor am Max-Planck-Institut für Molekulare Physiologie, von der Schnittstelle zwischen Biologie und Chemie, zu deren Aufklärung er auch seinen Teil beiträgt. Der nächste Höhepunkt lies nicht lange auf sich warten. Professor Reinhold Tacke (Universität Würzburg) lud zur spektakulären Chemie-Schauvorlesung in den großen Hörsaal ein, der gerade ausreichte, um neben den 70 Teilnehmern des Workshops auch noch 300 Schüler aus Würzburg und Umgebung genügend Platz zu bieten. Nachdem Professor Schneider (Uni Würzburg) über Chaos und Ordnung der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion referiert und Matthias Zimmer mit zahlreichen Dias seine Abenteuer bei der IChO in Thailand veranschaulicht hatte, machten sich die angehenden Chemiker, angefüllt mit neuem Wissen, in Richtung Bürgerspital auf, um dort den Abend bei einer Verkostung des guten fränkischen Weines und „geistreichen“ Gesprächen ausklingen zu lassen.

Am nächsten Morgen besichtigten die Frühaufsteher die Würzburger Residenz, die anderen schliefen erstmal aus, um sich dann am Mittagsbuffet, vor- und zubereitet durch die drei Organisatorinnen des Workshops, gütlich zu tun. So ausgeschlafen und gestärkt, konnte man sich nun wieder der Chemie zuwenden und den restlichen wissenschaftlichen Vorträgen lauschen. Mit einem Vortrag ganz anderer Art überraschten Johannes Zipfel und Frank Sobott, die in „Frontal“-Manner die Politik von Chemieindustrie und Chemieverbände der letzten zehn Jahre aufs Korn nahmen. Damit war das Vortragsprogramm dieses Workshops abgeschlossen und die Würzburger Innenstadt wurde von hungrigen Schülern und Studenten heimgesucht.

Am Sonntag wurde die Arbeit des Vereins des letzten Jahres vorgestellt und über zukünftige Projekte diskutiert. Mit einem kleinen Imbiß wurde der Workshop 2000 beendet – und alle hoffen beim nächsten Workshop in Heidelberg auf viele altbekannte und neue Gesichter zu treffen.

(fs, jaz)

Würzburger Impressionen



Chemie an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Heidelberg - die Stadt im Südwesten Deutschlands, gelegen am Austritt des Neckars aus dem Odenwald in die Rheinebene - ist eine Stadt mit reicher Tradition und Kultur. Zurecht wird die älteste Universitätsstadt Deutschlands auch als „Residenz des Geistes“ bezeichnet. Sie war nach Prag und Wien die dritte Gründung auf dem Boden des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation. Der Kurfürst und Pfalzgraf bei Rhein Ruprecht I. eröffnete sie mit päpstlicher Genehmigung 1386 in seiner Residenzstadt, um seinem Territorium einen geistigen Mittelpunkt zu geben. Seit 1803 fügte die Universität den Namen des ersten badischen Großherzogs Karl Friedrich dem Namen ihres Stifters hinzu und nennt sich seither Ruprecht-Karls-Universität.

Heutzutage ist das studentische Flair der Stadt ausgeprägter als je zuvor. Bei einer Einwohnerzahl von ca. 140 000 machen die knapp 30 000 Studenten einen Anteil von ca. 20 % aus, was sie zu einer der jüngsten deutschen Städte macht. Dies kann man in den vielen, quer über die Stadt verteilten Studentenkneipen erfahren. Dazu gehört auch die „Kneipenmeile“ Untere Straße in der Altstadt. Internationale Treffs findet man im Institut Francais oder im Deutsch-Amerikanischen Institut (DAI). Im soziokulturellen Zentrum „Karlsplatz“ werden regelmäßig Konzerte zu alternative music angeboten, sowie Filme, Theater, Tanz und Kabarett präsentiert. Zahlreiche Studentenfesten sorgen zusätzlich für die nötige Abwechslung neben dem Studium. Entspannung findet man u.a. auf der Neckar-

wiese, wo sich im Sommer halb Heidelberg zum Sonnen, Grillen, Jonglieren und Volleyballspielen trifft. Die Sommerabende lassen sich gemütlich mit einer Flasche Wein auf dem Philosophenweg, der zu den schönsten Höhenpromenaden Europas zählt, verbringen. Dieser führt weiter den Heiligenberg hinauf, bis zur Thingstätte, einem riesigen Amphitheater mitten im Wald, das einst im Dritten Reich erbaut wurde. Dort treffen sich jährlich in der Nacht auf den 1. Mai ca. 5 000 bis 10 000 Leute, um bei Lagerfeuern, Trommelschlägen und Feuerspuckern die Walpurgisnacht zu feiern. Auf der gegenüberliegenden Seite des Neckars liegt der Königstuhl, auf den man mit einer historischen Seilbahn hochfahren kann. Auf halber Höhe liegt das berühmte Heidelberger Schloß, das 1693 von den Franzosen zum Teil zerstört wurde. Die Schloßruine, die alte Brücke und die Heiliggeist-Kirche locken jährlich viele Touristen, besonders Japaner und Amerikaner, nach Heidelberg.

Das Rhein-Neckar-Dreieck Heidelberg, Mannheim und Ludwigshafen ist einer der attraktivsten Wirtschaftsstandorte. Es ist Zentrum biotechnologischer Forschung als Teil der BioRegio Rhein-Neckar, Multimedia-Stadt mit großen Verlagshäusern und Software-Riesen (IBM, SAP) und der EURESCOM (Europäisches Institut für Forschung und strategische Studie auf dem Telekommunikationssektor). Attraktiv für junge Unternehmer ist der Technologiepark, wo sich viele neue, kleine Firmen angesiedelt haben, die besondere Unterstützung von der Industrie erhalten. In der Region Rhein-Neckar ist auch die chemische Industrie stark vertreten: Die BASF in Ludwigshafen und Roche-Diagnostics in Mannheim spielen eine wichtige Rolle, auch als Drittmittel-Lieferant für die Universität. Verkehrsnetze, wie ICE-Anbindungen, Wasserstraße Rhein/Neckar und das ca. 1 Stunde entfernte internationale Drehkreuz „Flughafen Frankfurt“ sorgen für ein gute Infrastruktur.



Stadt Heidelberg

Seit Ende des 2. Weltkrieges gibt es in Heidelberg einen Stützpunkt der US Armee. Angeblich sollten die Amerikaner Heidelberg absichtlich nicht bombardiert haben, damit sie später selber ihre Quartiere dort aufschlagen konnten. Zwar ist der Hauptteil der Truppen mittlerweile abgezogen, jedoch sind immer noch einige

stationiert, was sich in den Namen einiger Viertel, wie „Mark-Twain-Village“ und „Patrick-Henry-Village“, bemerkbar macht, sowie durch die vielen Amerikaner und ihren Autos.

Die Chemische Fakultät bietet eine beträchtliche Anzahl an Vorlesungen und Seminaren an. Zusätzlich zu dem regulären Vorlesungsprogramm finden regelmäßig interessante Gastvorträge mit bekannten Vertretern aus der Chemie statt. So waren in den letzten 2 Jahren viele namhafte Wissenschaftler wie zum Beispiel Eigen, Vollhardt, Noyori und Schrock, um nur einige zu nennen, zu Gast an der Universität Heidelberg um über Ihre Forschungsaktivitäten zu berichten. Eine weitere Besonderheit ist das Graduiertenkolleg für die Organisation von π -Elektronen an Metallen, dem Arbeitsgruppen der Organischen und Anorganischen Chemie angehören. In der organischen Forschung liegt der Schwerpunkt auf der homogenen enantioselektiven Metallkatalyse, sowie der Naturstoffsynthese. Großteils anwendungsorientiert präsentiert sich die Physikalische Chemie mit Forschungsinteressen in Gebieten wie Verbrennungsanalyse, Oberflächenchemie und Benzolabtrennung aus Kraftstoffgemischen. Biochemisch interessierte Studenten wird die Universität Heidelberg aufgrund der Anhäufung von renommierten Forschungseinrichtungen besonders ansprechen. Sowohl das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) als auch das European Molecular Biology Laboratory (EMBL) und das Max Planck Institut für Medizinische Forschung sind in Heidelberg angesiedelt. Das Lehrprogramm dieser Institute schafft fantastische Möglichkeiten die Biowissenschaften genauer kennen zu lernen. Wer sich mehr in die physikalische Richtung orientieren möchte, sollte sich am Zentrum für Interdisziplinäres Wissenschaftliches Rechnen umschaun, an dem unter anderem Computersimulationen von Verbrennungsprozessen oder Moleküldynamik-Berechnungen von Proteinen durchgeführt werden.

Neben den studienrelevanten Veranstaltungen kann man sich, sofern einem noch etwas Zeit bleibt, im

Studium Generale zu genüge mit nichtchemischen Themen befassen. Weitere Abwechslungsmöglichkeiten gibt es am Sprachenzentrum. Das in der Innenstadt angesiedelte Institut ermöglicht interessierten Studenten Ihre Sprachkenntnisse aufzufrischen oder eine weitere Fremdsprache zu erlernen. Die Kurse sind gebührenpflichtig, aber dafür bekommt man einen sehr effizienten Sprachkurs mit gutem Lehrpersonal geboten.

Das Hauptstudium in Heidelberg ist nicht verschult und lässt den Studenten viel Entscheidungsfreiheit, erfordert andererseits aber auch ein wenig Organisationstalent. Bis zur Diplomprüfung müssen die Fortgeschrittenenpraktika in Organischer-, Anorganischer und Physikalischer Chemie, die fast das ganze Jahr über geöffnet sind, absolviert werden. Zusätzlich wird noch ein Nebenfach und ein einmonatiger Spektroskopiekurs verlangt. In bezug auf das Nebenfach ist das weite Spektrum der angebotenen Fächer hervorzuheben. Neben den klassischen Chemischen Fächern kann jedes andere an der Universität unterrichtete Fach, wie zum Beispiel Philosophie oder eine Fremdsprache, gewählt werden. Die Ausbildung in Organischer Chemie ist sehr intensiv, und man benötigt 2 Semester um die Organische Chemie im Hauptstudium abzuschließen. Hat man diese Hürde erfolgreich gemeistert, besteht die Möglichkeit an einen halbjährigen Auslandsaufenthalt an verschiedenen Partneruniversitäten innerhalb Europas teilzunehmen. Allerdings wird das Auslandssemester nicht vollständig anerkannt. Für die Physikalische und Anorganische Chemie wird je ein Semester eingeplant und somit beträgt die Mindeststudiendauer 8 Semester. Allerdings beträgt die mittlere Studiendauer 13,1 Semester und liegt damit im Mittelfeld der Universitäten der alten Bundesländer.

Wer jetzt Lust bekommen hat, sich die Ruprecht Karls Universität genauer anzusehen der kann sich im Internet unter www.uni-heidelberg.de informieren oder sich einfach direkt an uns wenden.

(mh, sz)

Besuchen Sie unsere neue Homepage:

<http://www.fcho.de>

Buchbesprechungen



H. Ebel, C. Bliefert

DIPLOM- UND DOKTORARBEIT

2. durchgesehene Auflage
Wiley-VCH, Weinheim
1994

Ich erinnere mich noch vage an mein erstes Studiensemester, wo ich im Praktikum „Einführung in die Laborarbeit“ für eine Stunde erklärt bekam, wie ich eine Laborkladde zu führen und Experimente zu planen habe. Der größte Teil dieser Einführung war jedoch Sicherheitsfragen vorbehalten. Das war aber auch schon alles, was ich jemals während des Chemiestudiums darüber hörte, wie ich meine tägliche Arbeit organisieren und strukturieren kann. Genau diese „Selbstorganisation“ ist das Thema des Buchs von Ebel und Bliefert.

Hier zeigen zwei bekannte Autoren, worauf es beim Entwerfen und Schreiben von Prüfungsarbeiten ankommt. Viel wichtiger jedoch – sie fangen im Vorfeld der Arbeiten an, geben Tipps für die erfolgreiche Planung umfangreicher experimenteller Projekte. Eigener Erfahrung nach sorgen Zwischenberichte und Literaturkartei nicht nur für kontinuierlichen „Input“ vom Betreuer, sondern helfen vor allem ungemein beim endgültigen Zusammenschreiben. Also am Anfang der Diplom- oder Doktorarbeit lesen!

Es gibt einige andere Bücher, die Hilfestellungen für die Phase des selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens und das Verfassen der „Schriften“ geben (Auswahl siehe unten). Der schmale Band von Ebel und Bliefert trifft jedoch genau die Bedürfnisse des experimentell arbeitenden Naturwissenschaftlers. Es ist zu hoffen, dass bald eine aktualisierte Neuauflage folgt – wer verwendet denn heutzutage noch Karteikarten oder Nadeldrucker, wie an einigen Stellen empfohlen?

Eine Themenauswahl:

Laborbuch / Literaturarbeit / Vorbereiten, Gliedern, Entwerfen / Schreibstil / Schreibtechnik / Zusammenfassung / Einleitung, Problemstellung / Ergebnisse / Diskussion / Schlussfolgerungen / Experimenteller Teil / Literaturverzeichnis / Fußnoten / Zahlen, Größen, Einheiten, Funktionen / Ausdrücke und Gleichungen / Tabellen / Abbildungen (ta)



J. Berson

CHEMICAL CREATIVITY

Wiley-VCH, Weinheim
1999

Welcher Chemiker kennt nicht die Diels-Alder-Reaktion, die Regeln von Woodward-Hoffmann, die Hückelsche Molekül-Orbital-Theorie, welche die erste quantitative Erklärung für das Phänomen der Aromatizität brachte? Aber wer weiß schon, daß viele andere Chemiker wesentlich früher nur einen Schritt von diesen fundamentalen Entdeckungen entfernt waren? Und aus welchen Gründen ist ihnen dieser letzte Schritt nicht gelungen? Der Titel des vorliegenden Buches verrät es uns: „Chemical Creativity“ hat Kurt Diels, Robert Woodward und andere von ihren Vorgängern ausgezeichnet, so die These von Jerome Berson, dem Autor, Professor an der Universität Yale. In seinem Buch geht es um die Entwicklung und Entstehung von Ideen und Theorien in der Chemie. Doch das Buch ist viel mehr als nur ein Stück Wissenschaftsgeschichte, es soll vor allem eine wissenschaftliche Denkweise vermitteln, unseren Blick für Neues schärfen und unsere Kreativität fördern. Erst dann ist man als Forscher in der Lage, die wichtigen Verknüpfungen zu erkennen, die „richtigen“ Fragen zur „richtigen“ Zeit zu stellen, kurzum, die kreative wissenschaftliche Forschung voranzutreiben.

Diese Fähigkeit zu lernen, sollte genauso ein Ziel der chemischen Ausbildung sein wie die Vermittlung der fachlichen Inhalte. Doch die Lehrbücher nützen in dieser Hinsicht wenig. Denn in ihrem Aufbau folgen sie meist didaktischen Überlegungen und erzeugen ein Bild der geradlinigen und in sich vollkommen schlüssigen Entwicklung, die wenig mit dem tatsächlichen Gang der Ereignisse zu tun hat. Die Neben- und Irrwege verschwinden unter dem Schleier der Geschichte. Doch gerade diese vermitteln besser als alles andere das Bild einer lebendigen, von Menschen betriebenen Wissenschaft. Und auch wenn sich die Gegenstände der Untersuchungen über Jahrzehnte hinweg ändern, so bleibt die wissenschaftliche Methode dieselbe. Sie läßt sich nur im wissenschaftlichen Alltag erlernen, der alle Forscher

der Welt miteinander verbindet und in Bezug auf seine Methodik auch bei den herausragendsten Pionieren der Wissenschaft nicht wesentlich anders abläuft.

Dieses Buch ist Lehrbuch und interessante Bettlektüre zugleich: Es bringt die Wissenschaft Chemie und die großen Chemiker dem Leser näher und bereichert sie um eine persönliche Perspektive. Empfohlen für alle angehenden Größen der chemischen Wissenschaft! (*dr*)



*H.-J. Böhm, G. Klebe,
H. Kubinyi*
WIRKSTOFFDESIGN

Spektrum, Heidelberg
1996

Wer sich über moderne Arzneimittelforschung informieren möchte, verliert leicht den Überblick. Kombinatorische Chemie, monoklonale Antikörper, protein engineering, QSAR Methoden, Peptidomimetika sind nur einige Schlagwörter aus der faszinierenden Welt der Wirkstoffentwicklung. Trotz dieser Vielfalt an Methoden und Strategien ist es den Autoren gelungen eine sehr gut verständliche und klare Übersicht dieses Gebietes zu verfassen. Das Buch ist in folgende Kapitel unterteilt: Grundlagen der Arzneimittelforschung, Leitstruktur-Suche und Optimierung, Experimentelle und Theoretische Methoden, Quantitative Struktur-Wirkungsbeziehungen und Design Methoden, Erfolge beim rationalen Design von Wirkstoffen, die alle den Weg zum Wirkstoff, und nicht die einzelnen Arzneimittelklassen in Vordergrund stellen. Zahlreichen Praxisbeispiele vermitteln äußerst spannend die mit der Arzneistoffentwicklung verbundenen Probleme und sorgen für eine Menge Lesespaß. Als einzigen Kritikpunkt gibt es anzumerken, dass Aufgrund der großen Anzahl der behandelten Themen die Ausführlichkeit hin und wieder etwas zu kurz kommt. Allerdings ist das nicht weiter schlimm, da der Leser dank zahlreicher Verweise auf spezielle Literatur sein Wissen über die einzelnen Methoden weiter vertiefen kann.

Fazit: das Buch eignet sich hervorragend als Einstieg in das multidisziplinäre Gebiet der Wirkstoffentwicklung und macht durchaus Lust darauf sich weiter mit diesem Gebiet zu befassen. (*sz*)

K.P. Vollhardt, N.E. Schore
ORGANISCHE CHEMIE

Wiley-VCH, Weinheim
2000



“Organische Chemie” von K. Peter C. Vollhardt und Neil E. Schore ist mit seinen 12 Jahren verglichen mit den Standard-Werken der Organik noch ein relativ junges Buch, das sich aber trotzdem großer Beliebtheit erfreut. Das liegt sicherlich zu einem großen Teil an der modernen und didaktisch gelungenen Auslegung dieses Lehrbuches, das diese Bezeichnung auch zu Recht trägt. Die Autoren haben sich als Ziel gesetzt, die Konzepte und Ideen der Organischen Chemie zu vermitteln, anstatt den Leser mit einer Vielzahl an Fakten zu überrollen. Und dies gelingt ihnen sehr gut.

Nach einer Einführung zur Struktur und Bindung von Molekülen beschäftigen sich die folgenden Kapitel mit allen wichtigen Stoffklassen und Prinzipien der Organischen Chemie. Zu jeder Stoffklasse von den Alkanen bis zu den Peptiden werden ausführlich (manchmal fast zu viel ausschweifender Text) und anschaulich die Nomenklatur, die Eigenschaften sowie typische Reaktionen und Reaktionsmechanismen erläutert. Die Kapitel enden jeweils mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Konzepte und einer Vielzahl von Übungsaufgaben. Die Lösungen zu diesen sicherlich sehr sinnvollen Aufgaben sind aber ärgerlicher Weise nur in dem dazugehörigen Arbeitsbuch zu finden, wofür man nochmal extra bezahlen muß. Allerdings gibt es auch ein paar kleinere Übungen im laufenden Text, zu denen die Lösungen im Anhang aufgeführt sind. Weiterhin lockern Kästen mit interessanten Zusatzinformationen wie z.B. der Totalsynthese des Pheromons Ipsenol den Text auf. Besonders positiv hervorzuheben ist außerdem die Besprechung der wichtigsten in der Organik verwendeten spektroskopischen Methoden in Bezug auf die behandelten Stoffklassen.

Dieses Lehrbuch kann man ohne Einschränkungen Studenten der Chemie und Biochemie bis zum Vordiplom, als auch Schülern, die sich selbstständig mit der Organischen Chemie über das Schulwissen hinaus vertraut machen wollen, empfehlen. Als schnelles Nachschlagewerk ist es allerdings nicht geeignet, da man viele Namensreaktionen hier vergebens suchen wird. (*jaz*)

Sauerstoff einmal anders

Warum heißt Sauerstoff eigentlich Sauerstoff? Die Geschichte kennt ihr wahrscheinlich schon: Die ersten (anorganischen) Säuren, die man gekannt hat, waren Schwefelsäure (H_2SO_4) und Salpetersäure (HNO_3). Diese enthalten einen großen Anteil an Sauerstoff, ebenso wie Phosphorsäure (H_3PO_4), Kohlensäure (H_2CO_3), usw. Bis zur Entdeckung der Salzsäure (HCl) dachte man, daß Sauerstoff ein notwendiger Bestandteil eines Moleküls sein muß, um es zur Säure zu machen und so wurde der Name geprägt.

Jedem ist bekannt, daß Sauerstoff das menschliche Leben erst ermöglicht, aber wißt ihr auch, daß Sauerstoff genauso dabei mit hilft, daß eben dieses Leben nicht zu lange geht? Beim Atmungsprozeß entstehen in den menschlichen Zellen aus dem Sauerstoffmolekül (O_2) sogenannte Hydroxylradikale ($\cdot\text{OH}$) und auch Wasserstoffperoxid (H_2O_2), die beide sehr reaktiv sind und die Zellen schädigen können. Die Reparaturmechanismen der Zellen können normalerweise mit Hilfe sogenannter Radikalfänger (Vitamin C, Vitamin E, Selenverbindungen, Zink, ...) solchen oxidativen Schäden vorbeugen. Mit zunehmendem Alter laufen diese Reparaturmechanismen aber nicht mehr mit der gleichen Effizienz ab, so daß Zellschäden nicht mehr ausbleiben, die runzlige Haut betagter Menschen ist ein deutliches Zeichen dafür. Auch der Effekt, daß manche Hochleistungssportler deutlich älter aussehen, als sie sind, hängt mit deren verstärkter Sauerstoffaufnahme zusammen.

TEIL I

In einem ersten Versuch befassen wir uns mit der oxidativen Wirkung des Sauerstoffs, und zwar auf eine ungewöhnliche Weise: mit **flüssigem Sauerstoff!**

Geräte:

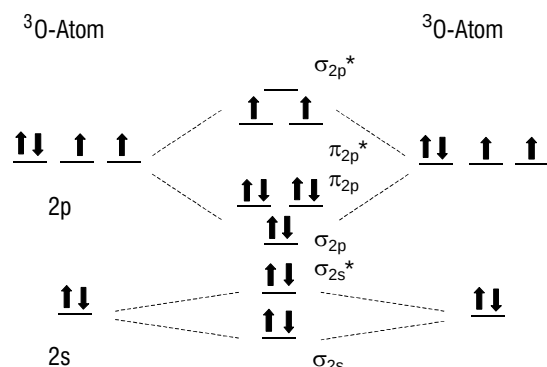
- ein Dewargefäß,
- flüssiger Stickstoff,
- ein langhalsiger Rund- oder Erlenmeyerkolben,
- einige große Reagenzgläser,
- Stativ,
- Druckluft oder eine Sauerstoffflasche,
- ein Schlauch der mit einem langen Glasrohr verbunden ist,
- eine Aluminiumplatte,
- dicke Lederhandschuhe, Schutzbrille.

Der Kolben wird am Stativ eingespannt, in den flüssigen Stickstoff getaucht und mit dem Schlauch ein langsamer Strom von Luft oder gasförmigem Sauerstoff eingeleitet. Durch den höheren Siedepunkt von Sauerstoff (-183°C) im Vergleich zu flüssigem Stickstoff (-196°C) kondensiert ein Teil des Sauerstoffs zu einer bläulichen Flüssigkeit. Einige Milliliter dieser Flüssigkeit gießen wir in ein, in flüssigem Stickstoff vorgekühltes, Reagenzglas und tauchen einen glimmenden Holzspan ein. Dieser wird unter lebhaftem Funkensprühen abbrennen, *in einer beinahe -200°C kalten Flüssigkeit!*

In einem zweiten Teil tauchen wir eine Zigarre zu etwa einem Viertel oder einem Drittel in flüssigen Sauerstoff (wenn genügend Sauerstoff verflüssigt werden konnte!) und warten, bis das Sieden der Lösung aufgehört hat (Temperaturausgleich). Sodann wird die Zigarre vorsichtig mit dem Bunsenbrenner an ihrem sauerstoffhaltigen Ende angezündet und wir können mit der stark an einen Schweißbrenner erinnernden Flamme durchaus versuchen, ein Loch in eine Aluminiumplatte zu brennen.

Wenn ein starker Permanentmagnet zur Hand sein sollte, so könnt ihr versuchen, den flüssigen Sauerstoff im Magnetfeld im schräg gehaltenen Reagenzglas hin- und her laufen zu lassen oder Sauerstoffreste durch das Feld des Magneten hindurch auszugießen. Flüssiger Sauerstoff wird durch das Magnetfeld angezogen, weil er *paramagnetisch* ist. Um das zu verstehen, schauen wir uns das Molekülorbitalschema des Sauerstoffs an, aus dem erkennbar wird, daß im Sauerstoffmolekül zwei ungepaarte Elektronen vorliegen, deren Spin gleichgerichtet ist.

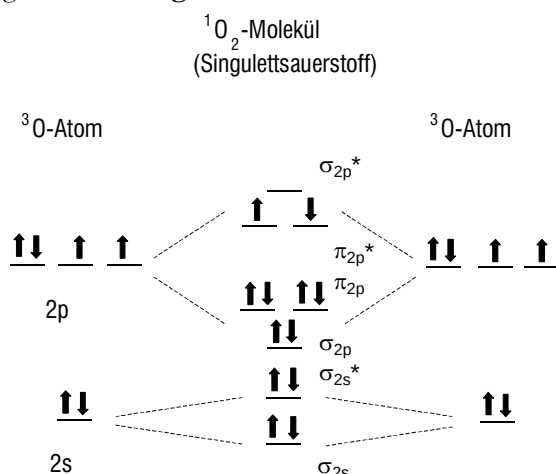
$^3\text{O}_2$ -Molekül
(Triplett-Sauerstoff)



Was passiert jetzt, wenn wir den Spin eines dieser Elektronen umdrehen? Wir gelangen zum zweiten Teil unseres Sauerstoffartikels!

TEIL II

Dieser Teil soll sich mit einer ausgefallenen und sehr reaktiven Form des Sauerstoffs befassen, dem sogenannten **Singulett-Sauerstoff** :



Geräte und Chemikalien:

- 500 ml 30% Wasserstoffperoxid,
- 500 ml handelsübliche Bleichlauge (5% NaOCl),
- 100 ml 0,1% Violanthron in Dichlormethan (oder einen anderen Farbstoff, s.u.),
- 2 1-Liter - Scheidetrichter,
- 250 ml - Scheidetrichter,
- zwei Y-förmige Verbindungsstücke aus Glas,
- 50 cm Gummi- oder besser PVC-Schlauch,
- 2 l - Erlenmeyerkolben,
- Stativ,
- Handschuhe, Schutzbrille.

Wir bauen uns die in Abb. 1 dargestellte Apparatur zusammen, wobei der untere Schlauchabschnitt möglichst lang sein sollte.

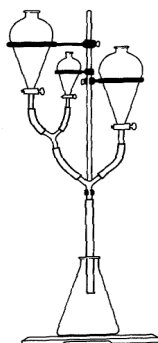


Abb. 1

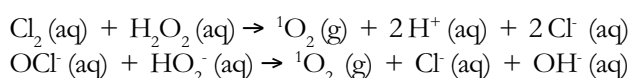
Der eine der beiden großen Scheidetrichter wird mit der Bleichlauge gefüllt, der andere mit der Wasserstoffperoxidlösung. In den kleinen Scheidetrichter wird die Farbstofflösung gegeben.

Der Raum wird soweit als möglich abgedunkelt. Nun werden die Hähne der beiden großen Trichter geöffnet und die beiden Flüssigkeiten fließen in den Kolben. Dabei kann ein schwaches rotes Aufleuchten der Lösung beobachtet werden, dort wo die Lösungen miteinander in Kontakt kommen. Während die beiden Flüssigkeiten ausfließen wird der Hahn des kleineren Scheidetrichters geöffnet und die Violanthronlösung wird der Reaktionsmischung zugeführt. Das rote Leuchten verstärkt sich. Der Flüssigkeitsstrom sollte so eingeregelt werden, daß sich die Mischung nicht zu stark erhitzt und dampft.

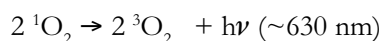
Andere Farbstoffe, die verwendet werden können, sind : Isovioletron, Rubren, Phenathrenchinon, 9,10-Diphenylanthracen, Rhodamin 6G, Kresylviolett, 13,13'-Dibenzanthronyl (roter Farbtton), Luminol und Lucigenin (blauer Farbtton).

Was passiert?

Die rote Chemilumineszenz, die beim Experiment auftritt, stammt von dem, bei der Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Chlor oder Hypochlorit (Bleichlauge) gebildeten, sehr reaktiven Singulett-Sauerstoff :



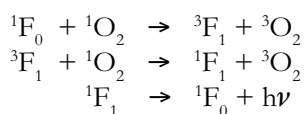
und wurde 1927 zum ersten Mal beobachtet. Die Chemilumineszenz wurde dem zeitgleichen Übergang zweier Moleküle Singulett-Sauerstoffs in den wesentlich energieärmeren Triplett-Grundzustand zugeordnet.



Das rote Leuchten wird von Singulett-Sauerstoff hervorgerufen, der in Gasblasen gefangen ist, die bei der Reaktion gebildet werden. Die Intensität des Leuchtens ist von der Konzentration an Singulett-Sauerstoff abhängig, aus zwei Gründen : 1.) die Intensität steigt quadratisch mit der $^1\text{O}_2$ -Konzentration an, da in der Reaktion zwei angeregte Sauerstoffmoleküle gleichzeitig reagieren und 2.) das Leuchten wird in Lösung durch Verlustprozesse schnell gequenched. Die Ausbeute an Singulett-Sauerstoff hängt deshalb stark von den Reaktionsbedingungen und der verwendeten Apparatur ab.

Unter alkalischen Bedingungen ist die Ausbeute an Singulett-Sauerstoff besonders hoch und kann bis über 40 % betragen. Die Lebensdauer des $^1\text{O}_2$ beträgt in wässriger Lösung lediglich einige Mikrosekunden, wohingegen das Molekül in der Gasphase einige Minuten beständig ist.

Das Leuchten des Sauerstoffs kann durch die Zugabe eines Farbstoffs (F) wie Violanthron verstärkt werden. Dabei wird das Farbstoffmolekül durch ein erstes $^1\text{O}_2$ -Molekül in einen Triplettzustand angeregt und kann mit einem zweiten $^1\text{O}_2$ wieder in den Singulett-Grundzustand versetzt werden :



($^1\text{F}_0$ ist der Grundzustand des Farbstoffmoleküls, $^3\text{F}_1$ und $^1\text{F}_1$ sind angeregte Zustände)

Die Lichtemission des Farbstoffs wird erheblich weniger stark gequenchend als die des Singulett-Sauerstoffs, das Leuchten tritt deshalb deutlich verstärkt auf. (Als Quenching bezeichnet man alle Prozesse, bei denen die angeregten Moleküle strahlungslos die überschüssige Energie abgeben, z. B. durch Stöße mit anderen Teilchen oder chemische Reaktionen.)

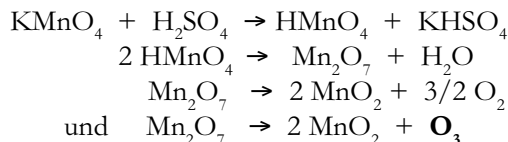
TEIL III

Zum Abschluß betrachten wir nun noch eine dritte Form des Sauerstoffs, die wir chemisch darstellen wollen: das **Ozon** O_3 . Den dreiatomigen Sauerstoff wollen wir aber nur in Verdünnung und kurzfristig darstellen, weil er sehr giftig ist und darüber hinaus auch sehr explosiv in reiner Form.

Für das Experiment genügt uns ein Reagenzglas, das wir einige cm hoch mit konzentrierter Schwefelsäure (Vorsicht!) füllen. Sehr vorsichtig werden jetzt einige Milliliter Aceton (oder Alkohol) darüber geschichtet, die Flüssigkeiten *dürfen sich nicht durchmischen!* Das Reagenzglas wird eingespannt und ein, zwei möglichst große Kaliumpermanganat-Kristalle (KMnO_4) hinein geworfen. Nach kurzer Zeit erkennen wir kleine Gasbläschen, die in der Schwefelsäure nach oben steigen und beim Berühren mit der organischen Phase mit einem kleinen, deutlich erkennbaren Blitz und unter Geräuschentwicklung abregieren!

Was geschieht hier?

In einem ersten Schritt setzt die Schwefelsäure aus dem Permanganat die Permangansäure frei, die unter diesen Bedingungen sofort zu ihrem Anhydrid, dem Dimanganheptoxid entwässert wird. Dieses ist thermodynamisch nicht stabil und zerfällt in Sauerstoff und Braunstein. Ein Teil des Sauerstoffs entsteht dabei als Ozon :



Dieses Ozon oxidiert jegliches organische Material, wie hier Aceton, sehr heftig, weshalb es auch nur in absolut sauberen Glasapparaturen gehandhabt werden kann, wollte man es rein gewinnen. Schon Spuren von Schiffsfett würden zu einer Explosion führen!

PS : Die bläuliche Farbe des flüssigen Sauerstoffs hängt eng mit der roten Chemilumineszenz des Singulett-Sauerstoffs zusammen, denkt mal darüber nach!

(Michael Holzapfel)

Besonders aufpassen sollte man mit :

Wasserstoffperoxid verursacht unangenehme Verätzungen, sofort mit viel Wasser abwaschen.
der Bleichlauge wirkt ätzend und entwickelt bei Berührung mit Säure Chlorgas.
den Farbstoffen manche unter ihnen sind möglicherweise krebserregend.

der konz. Schwefelsäure sie wirkt stark ätzend.

dem flüssigen Stickstoff und Sauerstoff, die leicht zu Verbrennungen der Haut führen können.

Allgemein gilt wie immer : bei den Experimenten Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Einige dieser Versuche sind bergen große Gefahren für die Experimentierenden! Am besten solltet ihr euch dabei von euren Lehrern helfen lassen!

Knobelseite

Der Kunststoff **X** ist ein echtes High-Tech-Produkt. **X** ist fünfmal leichter als Stahl und trotzdem ähnlich belastbar, ist feuerresistent und kann in Fasern gesponnen werden, die gewoben oder zu Platten verschmolzen werden können. Verwendet wird **X** zum Beispiel in Reifen und Bremsen, in Sicherheitskleidung, für Hochdruckschläuche, für Sportgeräte wie Kanus oder Snowboards und in der Raumfahrt.

X wurde erstmals 1964 von Stephanie Kwolek synthetisiert, interessanterweise schon damals, um durch leichtere Reifenmischung den Benzinverbrauch von Autos zu reduzieren. Ausgangspunkt für die Synthese von **X** ist eine organische Säure (pK_s 4,2), die auch als Konservierungsmittel verwendet wird. Sie reagiert bei über 300°C und 300 bar in Gegenwart von Kaliumhydrogencarbonat mit CO_2 zu der Disäure **Y** (Kolbe-Schmitt-Synthese). **Y** ist Grundstoff für die Synthese vieler Kunststoffe, unter anderem auch für Polyester. Daher ist **Y** neben Adipinsäure die am häufigsten hergestellte Disäure in der chemischen Industrie. **Y** hat ein Molekulargewicht von 166,13 g/mol, kristallisiert in farblosen Nadeln, sublimiert bei 302 °C und ist trotz seiner zwei Carboxylgruppen in Wasser unlöslich.

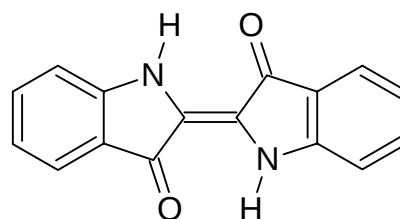
Zur Herstellung von **X** wird das Säuredichlorid von **Y** gelöst und p-Phenylendiamin zugefügt. Durch Polykondensation entsteht ein unverzweigtes Polyamid. Dies erklärt jedoch nicht die außergewöhnliche Festigkeit von **X**. Die Besonderheit von **X** liegt darin, daß es zu einer Klasse von Verbindungen gehört, deren Erforschung durch **X** begründet wurde: der selbstverstärkenden flüssigkristallinen Polymere. Diese Stoffe liegen bei geeigneten Bedingungen in Schmelzen oder Lösungen geordnet vor. Durch sogenanntes Naßspinnen werden Fäden aus den Flüssigkristallen gesponnen, welche die Ordnung aus der Lösung beibehalten, so daß die Stoffe in der Ordnungsrichtung extreme Festigkeit aufweisen. Falls nötig kann die Ordnung bei kurzem Erhitzen durch Nachordnungs- und Nachkristallisationseffekte noch verstärkt werden. So entsteht ein Kunststoff, der extrem belastbar, aber nicht zu spröde ist.

Wie heißt der Kunststoff X und wie heißt die für seine Herstellung benötigte Substanz Y?

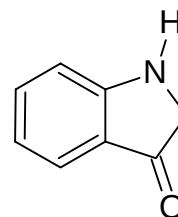
(Gregor Wernet)

Lösung zur Knobelseite 99/2:

All diejenigen, denen die Lösung zur Knobelseite aus der letzten Ausgabe nicht einfällt, sollten sich von ihren Blue Jeans inspirieren lassen. Genau, der Farbstoff **X** ist nichts anderes als Indigo, der Lieblingsfarbstoff aller Stadtcowboys und anderer überzeugter Jeansträger.



Dieser bildet sich durch Luftoxidation von Indoxyl, das als Glucose-Derivat in den Indigopflanzen, zum Beispiel auch in der Färberwaid vorkommt und auch in der Heumannschen Indigo-Synthese als Zwischenprodukt auftritt.



Beim Färben wird Indigo zunächst zum farblosen Leuko-Indigo reduziert, das in Wasser löslich ist und auf die Faser aufzieht. Dies geschieht in großen Gefäßen, den sogenannten Küpen, weshalb das Verfahren als Küpenfärberei bezeichnet wird. Auf der Faser wird Leuko-Indigo wieder zum unlöslichen markanten Indigoblau oxidiert. Dies geschieht in großen Gefäßen, den sogenannten Küpen, weshalb das Verfahren als Küpenfärberei bezeichnet wird. Auf der Faser wird Leuko-Indigo wieder zum unlöslichen markanten Indigoblau oxidiert. Das 6,6'-Dibromindigo ist das sogenannte antike Purpur, was im Altertum aus Purpurschnecken gewonnen wurde und zum Färben religiöser Kleidungsstücke verwendet wurde.

DER PREIS - DAS BUCH „ALLGEMEINE UND ANORGANISCHE CHEMIE“ VON E. RIEDEL

GEHT AN JAN NICOLAY AUS LAHR.

HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH!

Moleküle fürs Auge

Teil II: Aufs Äußerste gespannt

Die Organische Chemie des 19. Jahrhunderts war im wesentlichen eine sehr „flache“ Wissenschaft. Die Moleküle wurden von den Chemikern als ebene Gebilde auf Papier gezeichnet und ebenso gedacht. Die Strukturtheorie, welche Mitte des vergangenen Jahrhunderts Einzug in die chemischen Labor hielt und alle stofflichen Eigenschaften auf den Molekülbau zurückführte, brachte auch die ersten Vorstellungen über die chemische Bindung – die Verknüpfung zwischen den einzelnen Atomen. Daß dabei die Atome in der gezeichneten Struktur nicht unbedingt in einer Ebene – der Papierebene – zu liegen brauchen, wurde den Wissenschaftlern aber nicht sofort bewußt.

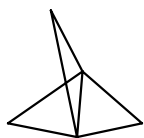
So war zum Beispiel die Anzahl der möglichen Isomere der Weinsäure oder Milchsäure nicht allein durch die Strukturtheorie zu verstehen. Die Erklärung folgte erst 1874 fast gleichzeitig und unabhängig voneinander von J. H. van't Hoff aus Utrecht und J. Le Bel aus Paris. Und obwohl sie von einigen Koryphäen der damaligen organischen Chemie, wie z. B. Hermann Kolbe es war, als Hirngespinnst strikt abgelehnt wurde, fand sie recht schnell Eingang in die Gedankenwelt der Chemiker und wird heute von allen Chemikern als selbstverständlich betrachtet. Ihre Vorstellungen gehen von der Voraussetzung aus, daß der Kohlenstoff von seinen vier Substituenten in Form eines Tetraeders umgeben wird. Sind daher die vier Substituenten sämtlich verschieden, so gibt es zwei möglichen Anordnungen, die zueinander spiegelbildlich sind (optische Isomerie).

Doch was war mit den ringförmigen Verbindungen? Seit der Entdeckung des Benzols durch Michael Faraday 1825 und den revolutionären Strukturvorschlag August v. Kekulé 1865 wußte man von ihrer Existenz. Aber welche Ringe sind möglich und wie können sie am besten hergestellt werden? Denn im Gegensatz zu den kettenförmigen Verbindungen, in denen die notwendige tetraedrische Kohlenstoff-Umgebung realisiert werden konnte, erforderten die starren Ring-Gerüste, je nach Größe, unterschiedliche Abweichungen von der

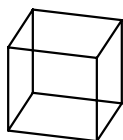
ser Idealanordnung. Adolph v. Baeyer stellte 1885 seine Spannungstheorie auf, nach der die Abweichungen von den Tetraeder-Winkeln von $109^{\circ}28'$ als energetisch ungünstig angesehen wurden und zur Verringerung der Stabilität der betreffenden Verbindung beitrugen. Die größten Abweichungen waren gemäß der Baeyerschen Theorie bei sehr kleinen (3- und 4-Ringen) sowie bei großen Ringen (mit mehr als 8 Kohlenstoffatomen) zu erwarten. Da v. Baeyer in seinen Überlegungen von einer ebenen Struktur des Kohlenstoffgerüsts ausgegangen war, sagte seine Theorie eine zu geringe Stabilität für die theoretischen kleinen und großen Ringe. Es konnte später gezeigt werden, daß die großen Ringe durch einen nicht-ebenen Molekülbau der Ringspannung ausweichen und sind kaum weniger stabil als die offenkettigen oder 5- bis 6-gliedrigen Verbindungen. Doch wie sieht es denn aus mit den kleinen Drei- und Vierringen? Da für sie Bindungswinkel von 60° bzw. 90° erwartet werden, scheint ihre Existenz zunächst geradezu unmöglich. Doch gerade diese Tatsache facht den Eifer der Forscher an, nach diesen Verbindungen zu suchen. Und so konnten die kleinen, stark gespannten Ringe und viele ihrer Abkömmlinge schon recht früh dargestellt und charakterisiert werden. Noch stärker gespannt müßten aber die kondensierten kleinen Ringe sein, in denen mehrere gespannte Gebilde miteinander verknüpft werden. Diese herzustellen und Synthesemethoden für sie zu entwickeln, wurde zu einer Art akademischen Sports des 20. Jahrhunderts. Und der Wettbewerb unter dem Motto „kleiner, gespannter, instabiler“ geht weiter...

Wer weitere Literatur zu diesem Thema sucht, findet im Buch „Reizvolle Moleküle der Organischen Chemie“ von F. Vögtle, das 1989 im Teubner-Verlag erschienen ist, eine Fülle interessanter Informationen. Und wenn man etwas tiefer in die geschichtliche Entwicklung der Chemie eintauchen will, dem sei „Viewegs Geschichte der Chemie“ von W. Brock empfohlen, erschienen im Verlag Vieweg im Jahre 1997.

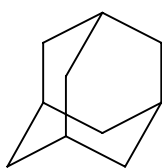
(dr)



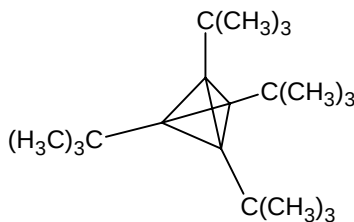
[1.1.1]Propellan ist der am stärksten gespannte stabile Kohlenwasserstoff. Die 4 Bindungen an den Brückenatomen zeigen alle in die gleiche Richtung, was als invertierte Kohlenstoffatome bezeichnet wird. Die erste Synthese des Propellans gelang 1982.



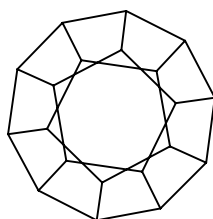
Cuban kann schon als „Oldie“ unter den gespannten Polycyclen bezeichnet werden. Die Synthese dieses gegen Luft und Wasser völlig stabilen, sehr flüchtigen Kohlenwasserstoffs gelang bereits 1964. Kürzlich lenkte Cuban wieder Aufmerksamkeit auf sich, als die Synthese des Octanitrocubans gelang, das die höchste Sprengkraft unter den bekannten Verbindungen besitzt.



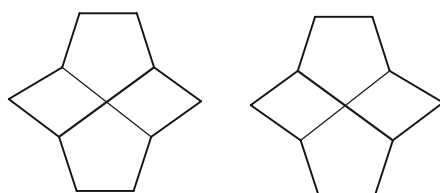
Adamantan wurde schon 1933 im Erdöl entdeckt, in dem es zu ca. 0,0004% enthalten ist. Im Gegensatz zu den anderen dargestellten Kohlenwasserstoffen ist es völlig spannungsfrei. Das Kohlenstoffgerüst des Adamantans kann als Grundeinheit des Diamanten angesehen werden. Daneben besitzt Adamantan sogar wirtschaftliche Bedeutung: seine Derivate werden in der Kunststoff-Industrie, als Schmiermittel und Medikamente eingesetzt.



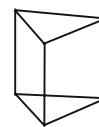
Die Stammverbindung **Tetrahedran** konnte bis heute nicht synthetisiert werden. Allerdings gelang es, stabile Derivate mit 3 oder 4 sperrigen tert.-Butyl-Gruppen herzustellen (erstmal 1978).



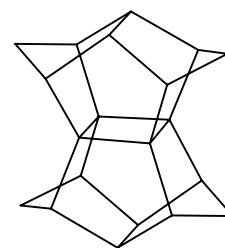
Die Synthese des **Dodecahedrans** gehört zu den schwierigsten Kapiteln der Organischen Chemie. Über mehrere Jahrzehnte wurde an verschiedenen Synthesewegen gearbeitet. Die erste erfolgreiche Synthese (1983) umfaßte ausgehend von Cyclopentadien 23 Schritte! Damit konnte neben Tetrahedran und Cuban der dritte platonische Kohlenwasserstoff synthetisiert werden.



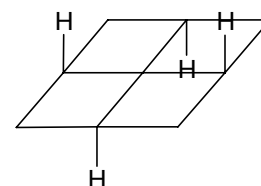
Twistan, der jüngere Bruder des Adamantans, verdankt seinen Namen der Tatsache, daß alle Cyclohexanringe, die diese Verbindung bilden, in der seltenen Twist-Konformation vorliegen. Deshalb ist Twistan im Gegensatz zu seinem Isomer Adamantan chiral mit einem beachtlichen Drehwert von 430°. Seit die erste Synthese von Twistan 1962 gelang, hofft man, seine Derivate wie bei Adamantan industriell verwerten zu können.



Die Struktur des **Prismans** wurde bereits 1869 von A. Ladenburg für Benzol vorgeschlagen. Im Gegensatz zum stabilen Benzol ist diese farblose Flüssigkeit hoch explosiv.



Pagodan, ein Isomer des Dodecahedrans ist ebenfalls seit 1983 bekannt. In der Gasphase wandelt es sich in das stabilere Dodecahedran um. Löst man diesen Kohlenwasserstoff in magischer Säure (HF/SbF_5), so entsteht eine einzigartige zweifach positiv geladene Struktur, in der eine besondere „ebene“ Form der Aromatizität vermutet wird.



Die Erforschung von **[4.4.4.4] Fenestran** und analogen Verbindungen wird von der Frage beflügelt, ob sich ein Kohlenstoff-Atom in eine quadratisch ebene Umgebung zwingen läßt. Die theoretischen Rechnungen sagen für den einfachsten Fall des Methans voraus, daß die ebene Struktur um 670 kJ/mol weniger stabil ist die tetraedrische! Es ist verwundert deshalb wenig, daß Fenestran, das seit 1972 bekannt ist, nicht planar gebaut ist, sondern eher die Form eines abgeplatteten Tetraeders hat. (dr)

Unsere Partner

Das deutsche Auswahlverfahren zur Internationalen Chemie-Olympiade und der Förderverein wurden 1999/2000 unterstützt durch:

Organisation des Wettbewerbs:

- Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN)
- im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Bonn
- in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien und Schulbehörden der einzelnen Bundesländer
- und den Landesbeauftragten der Chemie-Olympiade in den Bundesländern
- sowie vielen engagierten Lehrerinnen und Lehrern

Auswahlverfahren:

- Bayer AG, Leverkusen (Besichtigung, 3. Runde)
- Fritz-Haber-Institut der Max-Planck Gesellschaft, Berlin (Besichtigung, 3. Runde)
- Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V., Frankfurt/M. (Gratisabonnements "Chemie in unserer Zeit")
- Studienstiftung des deutschen Volkes e. V., Bonn (Aufnahme der vier besten Schüler)
- Kuratorium für die Tagung der Nobelpreisträger, Lindau (Teilnahmemöglichkeiten für die Schüler aus der 4. Runde)

Landesseminare:

- Allied Signal, Speciality Chemicals Riedel-de Haën, Seelze
- ASTA Medica AG, Dresden und Frankfurt/M.
- BASF AG, Ludwigshafen
- BASF Schwarzheide GmbH
- Bayer AG, Leverkusen
- Boehringer Ingelheim Pharma KG, Ingelheim und Biberach
- Degussa-Hüls AG, Hanau
- Fachhochschule Bingen
- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Gesellschaft Deutscher Chemiker, Frankfurt/M.
- Henkel KGaA, Düsseldorf
- Hüls AG, Marl
- InfraServ GmbH & Co Gendorf KG und Werk Gendorf
- Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Stuttgart
- Min. für Kultus und Sport Baden-Württemberg, Stuttgart

- Solvay Deutschland GmbH, Hannover
- Staatinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München (ISB)
- Stiftung für Bildung und Behindertenförderung, Stuttgart
- Verbände der Chemischen Industrie:
Chemie-Verbände Baden-Württemberg, Baden-Baden
Landesverband Bayern, München
Landesverband Nord, Hannover
Landesverband Hessen, Frankfurt/M.
Landesverband Rheinland-Pfalz, Ludwigshafen
- Universität Hannover
- Universität Münster
- Wacker-Chemie GmbH, München

Zeitschrift "Faszination Chemie":

- Bayer AG, Leverkusen
- Boston Consulting Group
- Chemie-Verbände Baden-Württemberg, Baden-Baden
- Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt/M.

Schnupperpraktika:

- ASTA Medica, Dresden und Frankfurt/M.
- BASF AG, Ludwigshafen
- Bayer AG, Leverkusen
- Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
- Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt/M.
- Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
- Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr
- Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm
- Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie, Dortmund
- Max-Planck-Institut für Pflanzenphysiologie, Golm
- Roche Diagnostics GmbH, Mannheim
- Technische Universität München
- Universität Frankfurt/M.
- Universität Kassel
- Universität Leipzig
- Universität Stuttgart
- Universität Tübingen

Wir danken herzlich all unseren Partnern für ihre Unterstützung !

Herausgeber:



Förderverein Chemie-Olympiade e. V.

*Kommission "Chemieolympiade" der Neuen
Schweizerischen Chemischen Gesellschaft*

Oktober 2000, Auflage: 3000 Exemplare

Vorstand des Fördervereins:

Christoph Kiener, Vorsitzender

*Arbeitskreis Prof. Ferdi Schüth
Max-Planck-Institut für Kohleforschung
Kaiser-Wilhelm-Platz 1
D-45470 Mülheim an der Ruhr
Tel.: (0208) 306 23 71
Fax: (0208) 306 29 95
kiener@mpi-muelheim.mpg.de*

Max Hofmann, stellv. Vorsitzender

*Ladenburger Straße 2a
D-69120 Heidelberg
Tel. (06221) 41 07 05
mhofman2@ix.urz.uni-heidelberg.de*

Jana Zaumseil, stellv. Vorsitzende

*Augustenstraße 8
D-04317 Leipzig
Tel. (0341) 699 49 37
cbe97btw@studserv.uni-leipzig.de*

privat:

*Härlestraße 23
D-45470 Mülheim an der Ruhr
Tel.: (0208) 377 38 27
Fax: (0208) 377 38 28*

Dmitrij Rappoport, Schriftführer

*Weimarer Straße 9
D-73730 Esslingen
Tel.: (0711) 318 05 32
rappoport@student.uni-tuebingen.de*

**Tonia Freysoldt, Schatzmeisterin
kommissarisch: Christoph Jacob**

*Gebhardstraße 46
76135 Karlsruhe
Tel.: (0721) 203 27 85
chjacob@web.de*

Bankverbindung:

Deutschland:

*Bank für Sozialwirtschaft
Konto-Nr. 32 993 00
Bankeleitzahl 100 205 00*

Schweiz:

*Postscheck
Konto-Nr. 80-79 276-6*

Redaktion:

Chefredakteur (*V.i.S.d.P.*):
Dmitrij Rappoport (dr)

Stellv. Chefredakteure:
*Sirus Zarbakhsh (sz)
Thomas Appel (ta)*

*Tonia Freysoldt (tf)
Max Hofmann (mh)
Christoph Kiener (ck)
Jana Zaumseil (jaz)*

Autoren:

*Dr. Wolfgang Bänder
Max Hofferberth
Michael Holzäpfel
Marion Jähne
Christoph Lönarz
Felix Plamper
Achim Schulze
Elke Schumacher
Gregor Wernet*

Bildmaterial:

*Kerstin Breithach
Wolfgang Hampe
Max Hofmann
Gunnar Jeschke
Christoph Kiener
Jan Rossa
Frank Sobott
Elke Schumacher
Sirus Zarbakhsh*

