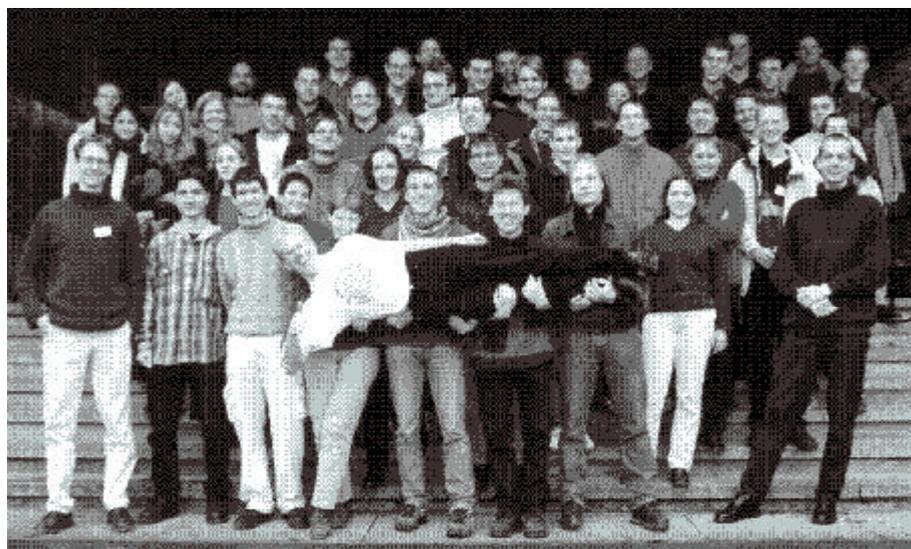
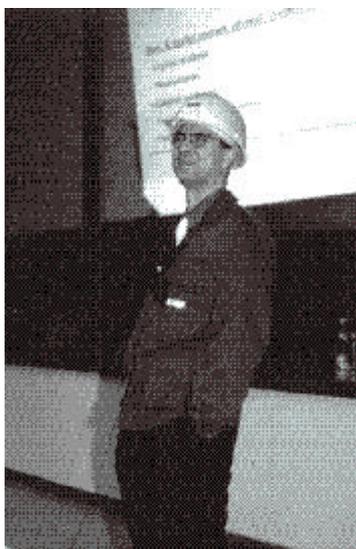
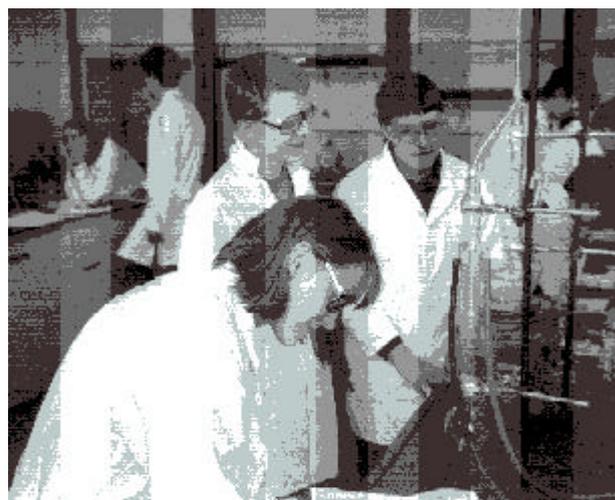
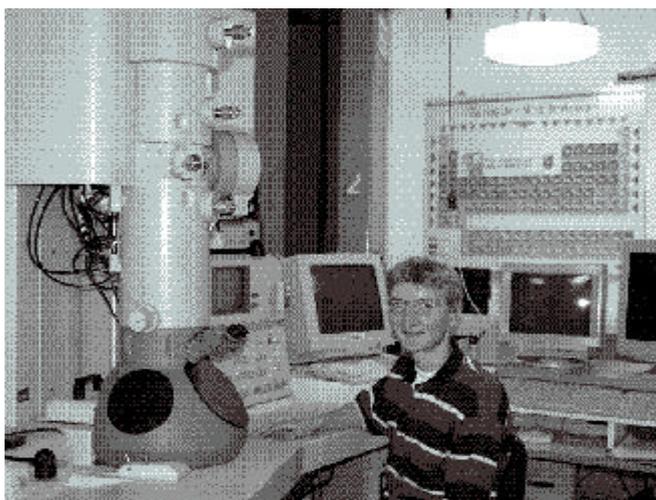


Ausgabe 2001 (7. Jahrgang)

FASZINATION CHEMIE



ZEITSCHRIFT FÜR DIE
CHEMIE-OLYMPIADE
IN DEUTSCHLAND UND DER SCHWEIZ

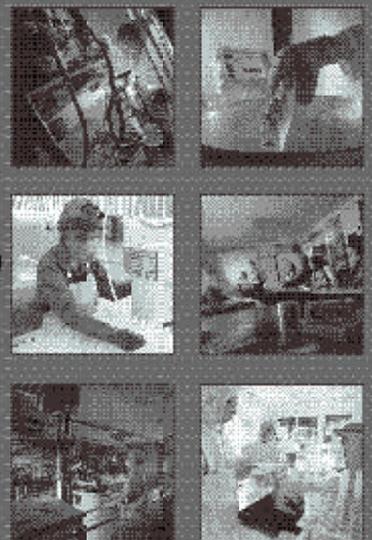


MERCK

Die Faszination der Chemie bei Merck entdecken!

Chemie im Alltag

... zum Anfassen



Wir bilden aus – wir stellen ein!

Merck KGaA, Darmstadt
Kontakt: 061 51 – 72 53 47
www.merck.de www.come2merck.de

Vorwort

Liebe Mitglieder,

seit Januar 2001 hat der Förderverein Chemie-Olympiade einen neuen Vorstand, der nun nur noch aus Studenten besteht, die man als zweite Generation des Vereins nach der Generation der Gründer bezeichnen könnte. Wir alle haben während unserer Schulzeit von den ersten Aktivitäten des FChOs profitiert und können dies jetzt in Form des eigenen Engagements weitergeben.



Christoph Jacob, Max Hofmann, Jana Zaumseil, Jan Rossa, Kerstin Breibach (v.l.n.r.)

In den letzten 9 Jahren hat der Förderverein eine beachtliche Menge an Projekten zugunsten von chemieinteressierten Schülern aufgebaut und war außerdem Initialznder für Schlerwettbewerbe in vielen Bundesländern, deren Anzahl und Teilnehmerzahlen von Jahr zu Jahr steigen. Der neue Vorstand sieht es daher als seine primäre Aufgabe an, die bestehenden Projekte auf lange Sicht zu sichern und flächendeckend auszubauen sowie im Rahmen dessen, was für einen ehrenamtlichen Verein möglich ist, neue Projekte ins Leben zu rufen. Wir hoffen dabei auf Ihre Unterstützungen, denn die wichtigste Säule des Vereins sind seine vielen aktiven Mitglieder, die neue Projekte mit ihren Ideen und ihrem Engagement verwirklichen und die mittlerweile ein lebendiges Netzwerk vom Schüler bis zum berufstätigen Chemiker und sogar Hochschulprofessor bilden.

Besonders freut uns, daß sich nun schon die dritte Generation von Mitgliedern in zunehmendem Maße an Projekten wie Schnupperpraktika, Landesseminaren und Schlerwettbewerben beteiligt und wir uns so um die Zukunft des FChOs nicht sorgen müssen.

Im nächsten Jahr feiert der Förderverein sein 10-jähriges Bestehen. Aus diesem Anlaß wird vom 25. bis 28. April 2002 ein etwas groerer Workshop in den Räumlichkeiten der DECHEMA in Frankfurt am Main stattfinden, bei dem die Aktivitäten des FChOs sowie weitere Projekte zur Schlerfrderung in einem groeren Rahmen vorgestellt werden sollen. Wir würden uns freuen, wenn wir dann wieder möglichst viele Mitglieder begruen dürfen.

Der neue Vorstand freut sich auf zwei weitere Jahre erfolgreicher FChO-Arbeit

Ihre / Eure Jana Zaumseil

Titelseite

OBEN LINKS: *Ansgar Niehoff beim Schnupperpraktikum am Fritz-Haber-Institut in Berlin*
OBEN RECHTS: *Schüler im Labor bei der Endrunde von „Chemie – die stimmt!“*
UNTEN RECHTS: *Dr. Kai Exner beim Workshop in Heidelberg*
UNTEN LINKS: *Gruppenbild der FChO-Mitglieder beim Workshop in Heidelberg*

WETTBEWERBE

<i>Die XXXIII. IChO in Bombay (Indien)</i>	<i>6</i>
<i>Chemie-Olympioniken und ihr Interesse am Chemieunterricht</i>	<i>8</i>
<i>Landesseminare</i>	<i>11</i>
<i>Chemie – die stimmt!</i>	<i>14</i>
<i>51. Nobelpreisträgertagung in Lindau</i>	<i>16</i>
<i>33rd International Summer Science Institute in Rehovot, Israel</i>	<i>17</i>
<i>Schnupperpraktika</i>	<i>19</i>

FÖDERVEREIN CHEMIE-OLYMPIADE

<i>Über den Sprung ins kalte (?) Wasser – als Chemiker in der Industrie</i>	<i>22</i>
<i>Yours to discover – Praktikum an der University of Toronto</i>	<i>24</i>
<i>Uni-Report Oxford</i>	<i>27</i>
<i>Workshop 2001 in Heidelberg</i>	<i>33</i>
<i>„Künstliche Intelligenz“ in Chemie und Biologie</i>	<i>35</i>
<i>Buchbesprechungen</i>	<i>45</i>
<i>Knobelseite</i>	<i>47</i>
<i>Unsere Partner</i>	<i>48</i>
<i>Impressum</i>	<i>51</i>

Die XXXIII. IChO in Bombay (Indien)

Eigentlich sollte die diesjährige Olympiade in Tschechien stattfinden. Da dies aber aus organisatorischen Problemen nicht ging, willigten die Inder bei der 32. IChO im letzten Jahr in Dänemark ein, daß die Olympiade in ihrem Land stattfinden könne. Anzuerkennen ist hierbei, daß Indien gerade ein Jahr Zeit hatte, die Olympiade zu organisieren und zudem auch wenig Erfahrung mit der IChO hatte, da Indien bis dahin gerade zweimal als Beobachter dabei war und zweimal selbst teilgenommen hatte.



Die deutsche Mannschaft in Indien

Für die deutsche Mannschaft ging es am 1. Juli 2001 los. An diesem Tag trafen sich die vier Teilnehmer Alexander Bunge, Dominik Ehni, Ulrich Lüßmann und Robert Totzauer in Kiel zu einem viertägigen Vorbereitungsseminar, das wie jedes Jahr unmittelbar vor der eigentlichen Olympiade stattfand. Dort wurden die Vorbereitungsaufgaben, die von den indischen Organisatoren Anfang des Jahres herausgegeben wurden, besprochen. Die praktischen Vorbereitungsaufgaben ließen sich vergleichsweise gut bewältigen. Exotisch an ihnen war nur, daß bei fast allen Titrationen sämtliche Maßlösungen selbst zubereitet und eingestellt werden mußten, was einen ziemlich hohen Zeitaufwand erforderte. Mühsam war es dagegen, die theoretischen Vorbereitungsaufgaben zu besprechen, die zum Teil vom Schwierigkeitsgrad ziemlich überzogen schienen.

Am Donnerstag, den 5. Juli flogen wir von Hamburg über Frankfurt nach Bombay. Ungefähr um Mitternacht kamen wir dann in Bombay an. Sehr mitgenommen waren alle Teilnehmer von der Wetterumstellung. In den ersten Tagen war es sehr gewöhnungsbedürftig, daß in Bombay (an der indischen Nord-West-Küste) aufgrund der Hochmonsun-Zeit tagsüber und nachts fast immer konstant um 30°C und 90% Luftfeuchtigkeit herrschten – optimale Saunabedingungen. Abgesehen von

den mehr oder weniger heftigen regelmäßigen Regenfällen, die die Straßen von Bombay wegen der fehlenden Kanalisation teilweise fast knietief unter Wasser setzten, bekam man das Monsun-Wetter dadurch zu spüren, daß fast alles feucht und klebrig wurde: Handtücher und Kleidungsstücke wurden nicht mehr richtig trocken; Papier, Postkarten und ähnliches wurden schon allein von der feuchten Luft ziemlich schnell wellig.

Die Unterkunft erwies sich auf den ersten Blick als etwas ernüchternd. Ohne Klimaanlage, woran man sich aber mit der Zeit gewöhnen konnte oder musste, mit einer relativ spartanischen Zimmereinrichtung und einem Bad, bestehend aus einer wackeligen WC-Schüssel und einem Heizboiler, der, wenn er funktionierte, für eine halbe Minute warmes Wasser lieferte, war sie nicht jedermanns Sache. Unsere Unterkunft lernten wir aber schnell zu schätzen, da es außerhalb unseres Hostels selbst in Hotels, Gaststätten oder öffentlichen Einrichtungen meist noch wesentlich schlimmer aussah. Makaber an unserer Unterbringung war, daß die Türen nach außen hin mit Riegeln versehen waren und wir in dem BARC-Hostel (Bhabha Atomic Research Center für indische Kernforschung) unmittelbar in der Nähe von zwei absolut sicheren Kernreaktoren untergebracht waren. Aus diesem Grund wimmelte es in der Nähe unserer Unterkunft an indischen Sicherheitskräften und Soldaten.

Die Eröffnungsveranstaltung am Freitag fand im Centaur Hotel in Bombay statt. Dort wurden nach ein paar Reden der indischen Gastgeber und die einzelnen Mannschaften kurz begrüßt und als kultureller Teil eine traditionelle Tanzaufführung dargeboten.

Unsere Klausuren schrieben wir am Sonntag und am Dienstag. Die praktische Klausur am Sonntag

war vergleichsweise leicht zu bearbeiten, wurde aber dafür in der Genauigkeit streng bewertet. Verlangt wurde die Synthese von Iodbenzoesäure, die Bestimmung einer vorgegeben Lösung eines Mangan- und Magnesiumsalzes durch Titration und die Bestimmung der Geschwindigkeitskonstante für die Zersetzung von Ethanol durch Dichromat, ebenfalls durch Titration. Einzige Hürde bei der praktischen Klausur war, daß sich in der deutschen Version ein Übersetzungsfehler eingeschlichen hatte, durch den einige deutsche, österreichische und schweizerische Teilnehmer bei der Synthese statt des gewünschten gelb-braunen Produktes ein schwarzes Produkt erhielten.

Die theoretische Klausur am Dienstag enthielt dann zum Glück keinen Übersetzungsfehler mehr. Dafür hatten viele Teilnehmer inzwischen damit zu kämpfen (mir erging es nicht besser), daß sie durch Fieber, Bauchschmerzen oder Durchfall schon geschwächt waren. Vom Umfang erwies sich die theoretische Klausur als vergleichsweise komplex. Im anorganischen und physikalischen Teil ließen sich die Aufgaben gut bearbeiten, da sie so ausgelegt waren, daß man sich viel selbst herleiten konnte. Die letzte Aufgabe aus der Biochemie erwies sich dafür als enttäuschend, da sie zum Teil nur auf das sture Abfragen von Zahlenwerten (zum Beispiel die durchschnittliche Anzahl an Aminosäuren in einem Protein) konzipiert war.

Neben den Klausuren hatten die indischen Organisatoren ein ziemlich gefülltes Programm an Be-

sichtigungen für die Teilnehmer aufgestellt. Auffallend war, daß dabei weniger Wert auf kulturelle Sehenswürdigkeiten gelegt wurde, sondern uns in erster Linie irgendwelche Freizeitbauten in mehr oder weniger westlichem Stil vorgeführt wurden.

Die eigentliche Olympiade endete am Samstag, den 14. Juli mit der Abschlussveranstaltung im TIFR (Tata Institute for Fundamental Research). Hier wurden nach einigen Abschlussreden schließlich die Medaillen und Urkunden vergeben. Die deutsche Mannschaft erhielt eine Silbermedaille, zwei Bronzemedailles und eine Teilnehmerurkunde.

In den folgenden drei Tagen mieteten wir uns ein Taxi und verbrachten die Zeit in der wettermäßig eigentlich milderer Berggegend ca. 200 km östlich von Bombay. Dies erwies sich aber als ziemlich enttäuschend, da es dort aufgrund der Monsun-Zeit kalt und ständig nebelig war, weshalb wir am Dienstag wieder schnell abreisten.

Trotz des Monsunwetters, des Durchfalls und Fiebers während der zwei Wochen war die Olympiade für mich doch sehr beeindruckend und prägend, da man hier die Gelegenheit hatte, Gleichaltrige und Gleichgesinnte aus verschiedenen Kulturkreisen und Nationalitäten kennenzulernen und sich mit ihnen auszutauschen.

(Dominik Ehni)

XXXIII. Internationale Chemie-Olympiade 2001 in Bombay (Indien)

Das deutsche Team

Alexander Bunge (Silber)
Dominik Ehni (Bronze)
Ulrich Lüßmann
Robert Totzauer (Bronze)

Das Schweizer Team

Karin Birbaum
Martin Kortyrba
Ueli Neuenschwander
Daniel Torricelli (Bronze)

Wir gratulieren allen Teilnehmern aus Deutschland und der Schweiz!

Chemie-Olympioniken und ihr Interesse am Chemieunterricht

Ergebnisse einer fachdidaktischen Studie

Ausgangssituation

Die Frage nach dem persönlichen Interesse der Schüler an Chemieunterricht ist hochaktuell und folgenreich, denn die wissenschaftlich-technische Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland im nächsten Jahrzehnt hängt auch maßgeblich davon ab, ob wieder mehr Schulabgänger einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen. Eindringlich warnt z. B. die Gesellschaft Deutscher Chemiker davor, daß bereits in den folgenden Jahren der Mangel an guten Chemieabsolventen für die Industrie und somit für Innovationen am Standort Deutschland zu einem Problem werden wird. Die Abnahme der naturwissenschaftlichen Interessen ist ein bildungspolitisches und ein fachdidaktisches Problem. Zahlreiche fachdidaktische Untersuchungen belegen seit langem, daß der Chemieunterricht bei der Mehrzahl der Schüler unbeliebt ist. Demgegenüber steht das Engagement einiger weniger Schülerinnen und Schüler, die sich als Teilnehmer von Wettbewerben, wie der Chemie-Olympiade, sogar in ihrer Freizeit mit Chemie beschäftigen. Im Zusammenhang mit der Diskussion über die Ursachen des allgemeinen Desinteresses am Chemieunterricht sollten gerade die Chemie-Olympioniken als besonders für Chemie motivierte Schüler Auskunft geben können, wie guter Chemieunterricht aussehen kann.

Untersuchungsdesign

Unter wissenschaftlicher Anleitung von Prof. Dr. H.-Jürgen Becker, FG Didaktik der Chemie, wurde an der Universität Paderborn eine umfangreiche interessentheoretische Pilotstudie angefertigt. Dieser lagen zwei Leitfragen zugrunde:

1. Wie beurteilen die Chemie-Olympioniken ihren Chemieunterricht?
2. Welche spezifischen Merkmale der Persönlichkeitsstruktur weisen die Chemie-Olympioniken auf?

Die Studie dokumentiert und analysiert das Interesse an Chemie und an Chemieunterricht durch Schüler, die 1998 am Auswahlverfahren der Internationalen Chemie-Olympiade teilnahmen. Mittels eines Fragebogens wurden Einstellungen dieser Schüler zu verschiedenen Aspekten von Chemieunterricht erhalten und statistisch ausgewertet. Für die Diagnose der spezifischen Persönlichkeit wurde auf einen Persönlichkeitstest der pädagogischen Psychologie zurückgegriffen.

Ausgewählte Ergebnisse der Befragung

Schülerinteresse und Inhalte des Chemieunterrichts

85% der Chemie-Olympioniken halten die Themen des Chemieunterrichts für sie persönlich für wichtig. 10% von ihnen geben an, daß die im Chemieunterricht behandelten Themen gesellschaftlich relevant sind, wohingegen Chemie als Wissenschaft von großer Bedeutung für die Gesellschaft ist. Nach den von ihnen präferierten Inhalten befragt, stellen sie fest, daß mittels der Chemie das Wesen der Natur, die Prinzipien des Lebens und der Umwelt ergründet werden kann. Sie sind fasziniert von ungewöhnlichen Phänomenen, die sie deuten wollen. Die Auswahl der Inhalte soll sich an ihren Interessen orientieren und Theorie und Praxis ausgewogen verbinden. Zudem soll der chemische Alltagsbezug deutlich werden. In diesem Zusammenhang kritisieren sie ihren Unterricht, der das chemische Wissen oft nur punktuell, nicht

vernetzt darbietet. Auch fehlt ihnen der Bezug zur Praxis und die Anwendung auf alltägliche Dinge. Ebenso kritisieren 59% der Schüler, daß im Chemieunterricht oftmals fachfremde Inhalte behandelt werden. Überhaupt geben nur 27% an, im Unterricht würden stets fachbezogene Themen zur Sprache kommen.

Schülerinteresse und Unterrichtsvariablen

Eine gute Unterrichtsgestaltung zeichnet sich nach Meinung der Chemie-Olympioniken durch methodische Vielfalt aus. Die Schüler betonen, daß der Stoff gut gegliedert dargeboten, hinreichend wiederholt, geübt und zusammengefaßt wird. Dabei orientiert sich die Gliederung in allen Fällen an der Fachsystematik. Schülerinitiativen und -eigentätigkeiten sind möglich, die Lernziele werden gemeinsam erarbeitet. 53% der Schüler halten ihren Chemieunterricht für anschaulich. Gleichwohl bewerten die Chemie-Olympioniken ihren Unterricht nur zu knapp 60% als spannend. Die dargebotenen Inhalte liefern ihnen aufgrund der Theorielastigkeit wenig, die Schülerexperimente nur z. T. Spannung. 66% der Schüler geben an, daß regelmäßig Schülerexperimente durchgeführt werden. Die Unterrichtszeit orientiert sich nach Meinung dieser leistungsstarken Schülerpopulation nur teilweise (50%) am eigenen Lerntempo und ist für 60% von ihnen sogar stets zu knapp. Als weiteres Unterrichtsmoment wurde nach der Disziplin, d. h. dem Ordnungsgrad, im Stundenverlauf gefragt. Die Antworten der Schüler zeigen, daß das Disziplin-niveau mittelmäßig ist. 47% stellen fest, daß der Chemieunterricht ohne Störungen abläuft. Dagegen sind die Schüler bei Stundenbeginn häufig unruhig (64%) und sprechen allzu oft ohne Aufforderung in den Unterricht hinein (83%). Abgelehnt wird ein Unterricht, der durch didaktisch-methodische Defizite des Chemielehrers ein Eigenstudium nötig macht. Ferner kritisieren einige Schüler auch die mangelhafte Ausstattung ihrer Chemieräume.

Schülerinteresse und Schülervariablen

Von den 52 Schülern besuchen 48 Schüler die 12. oder 13. Klasse, ein Schüler die 11. Klasse des Gymnasiums, zwei Schüler die 12. Klasse der Gesamtschule. Die Rangreihe der beliebtesten Schulfächer wird mit 39% von Chemie angeführt. Auf Platz 2 und 3 folgen Mathematik mit 31% und

Physik mit 14%. Alle übrigen Fächer werden entweder nur von einem Chemie-Olympioniken genannt oder überhaupt nicht. In der Rangreihe der unbeliebtesten Fächer erscheint Chemie nicht, wie überhaupt keines der naturwissenschaftlichen Fächer und Mathematik genannt wird. Hier nennen 15 Schüler (29%) Sport als unbeliebtestes Fach, an zweiter Stelle 7 Schüler (14%) Englisch, an dritter Stelle 5 Schüler (10%) Religion. Die Chemie-Olympioniken belegen zu 40% Chemie als einen der beiden Leistungskurse. In der Rangreihe der Leistungskurswahlen befindet sich Chemie damit auf Rang 1. Es folgen Mathematik (35%), Physik (11%) und Biologie (7%). Unter den anderen Schulfächer spielt lediglich Englisch eine, wenn auch geringe, Rolle. Die übrigen sprachlichen oder gesellschaftswissenschaftlichen Schulfächer zuzüglich Sport werden sogar ausdrücklich abgelehnt. Die affektive Grundeinschätzung gegenüber dem Chemieunterricht ist positiv. Trotzdem bewerten sie ihren Unterricht nur zu knapp 60% als spannend. Es wünschen sich auch nur knapp 50% der Schüler mehr Chemiestunden bzw. äußern ihr Bedauern, wenn der Unterricht ausfällt. Die Begründungen ihrer Einschätzungen sind differenziert und sehr übereinstimmend. Die Schüler betonen ihr Fachinteresse, erhoffen sich eine Verstärkung durch den Chemieunterricht. Diese tritt aber nur bei 15% der Schüler tatsächlich auf. Sie bringen bereits ein großes Vorwissen mit und wollen ihre Kenntnisse erweitern. Die dargebotenen Inhalte liefern ihnen aufgrund von Theorielastigkeit und Lebensfremdheit wenig Spannungsmomente, die Schülerexperimente nur teilweise. Über 70% der Chemie-Olympioniken gibt an, daß das positive Urteil über den Chemieunterricht im Verlauf der Schulzeit abnahm. Gleichwohl bleibt das Interesse an den chemischen Themen erhalten. Für 72% der Schüler ist dies auch Motivation genug, einen Leistungskurs Chemie zu belegen. Andere Kriterien sind die Aussicht auf gute Zensuren (12%), die Beurteilung der eigenen Begabung (10%) sowie die intendierte Berufswahl (6%). Von den 52 Schülern besuchen 41 Chemie und 36 Mathematik als Leistungskurs. Entsprechend liefert der aktuelle Chemieunterricht nur für etwa 30% der Schüler Anregungen, sich außerhalb der Schule mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen. Innerschulisch engagieren sich nur 50% der Chemie-Olympioniken in einer naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft. Die Schüler halten ihre Fähigkeit, Chemie zu lernen, für stark

ausgeprägt (76%). Insbesondere meinen sie, Problemlösekompetenz zu besitzen (85%). Auch bereiten ihnen abstrakte Themen, z. B. die chemische Zeichensprache, keine Schwierigkeiten (96%). Die affektive Zuneigung zu diesem Unterrichtsfach beeinflusst auch die Berufswahl. 77% der Chemie-Olympioniken streben eine Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Bereich, namentlich im Sektor Forschung und Entwicklung, an, 34% von ihnen als Chemiker.

Schülerinteresse und Lehrervariablen

Verschiedene Untersuchungen belegen, daß die Sympathie zu einer Bezugsperson, hier dem Chemielehrer, auch die Einschätzung der Lerninhalte beeinflusst, so daß eine sehr große Korrelation zwischen der Beliebtheit eines Unterrichtsfaches und der des entsprechenden Fachlehrers besteht sowie umgekehrt. In der Rangreihe der Fachlehrerbeliebtheit nimmt der Chemielehrer bei den Chemie-Olympioniken mit 21% den 2. Platz ein. Umgekehrt schätzen 11,5% den Chemielehrer als ihren unbeliebtesten Fachlehrer ein; er findet sich auf dem 3. Platz der Rangreihe wieder. Ihren gegenwärtigen Chemielehrer halten 66% der Schüler für sympathisch, 23% zum Teil, 12% lehnen ihn ganz ab. 57% würden es bedauern, den gegenwärtigen Chemielehrer zu wechseln.

Das Persönlichkeitsprofil der Chemie-Olympioniken

Die Chemie-Olympioniken besitzen ein stabiles Interesse an Chemie. Naturwissenschaftliche Handlungen sind für sie deshalb wichtig und sinnvoll, weil sich diese auf ihr zukünftiges Berufsleben beziehen. Diese Schüler haben eine genaue Vorstellung von ihrer Zukunft und orientieren sich an ihrem Berufswunsch.

Das naturwissenschaftliche Interesse dieser Schüler wird (zunächst) dadurch gestützt, daß sie den kognitiven Ansprüchen des Faches genügen; sie haben schulischen Erfolg. Ihr themenbezogenes Interesse geht sowohl in die Breite als auch in die Tiefe der Lerngegenstände. Hierbei sind ihre chemiebezogenen Aktivitäten im Unterricht und in der Freizeit von hoher fachlicher Qualität. Die Aufgaben der Chemie-Olympiade sind sowohl bezüglich des Abstraktionsgrades als auch bezüglich der Komplexität überaus anspruchsvoll.

Hinzu kommt eine entsprechende Methodenkompetenz, die einen optimalen Lernerfolg bewirkt. Zugleich wirken solche Aktivitäten auf die Chemie-Olympioniken emotional anregend. Sie empfinden Freude und eine angenehme Spannung, verbunden mit einem ausgeprägten Kompetenzgefühl. Die Chemie-Olympioniken bewerten für sich selbst die praktische und theoretische Auseinandersetzung mit Chemie positiv; sie mögen also Chemie.

Schülerinteresse und Teilnahme an der Chemie-Olympiade

60% der Schüler geben an, sie hätten durch ihren Chemielehrer von dem Wettbewerb erfahren, 30% durch ein Plakat in der Schule. Immerhin 59% der Schüler sehen einen gewissen Einfluß ihres Chemielehrers. Dieser resultiert vor allem aus persönlichen Beziehungen heraus. Umgekehrt sieht es mit der Bedeutung des Chemieunterrichts für die Entscheidung, teilzunehmen, aus. Hier geben 57% der Schüler an, er habe gar keinen Einfluß, denn er sei zu niveaulos, zu leicht, ohne Relevanz für die Aufgaben der Chemie-Olympiade. Nur 25% der Schüler meinen, der Einfluß sei groß. Sie begründen dies dann damit, der Unterricht hätte sie auf den Wettbewerb aufmerksam gemacht.

Nach den Motiven ihrer Teilnahme befragt, nennen 50% der Schüler persönliche Aspekte. Sie suchen die persönliche Herausforderung, um sich mit anderen zu messen und durch einen entsprechenden Erfolg anerkannt zu werden. Dementsprechend halten sie ihre Teilnahme wichtig für ihren Lebenslauf. Ein Viertel der Schüler empfindet den Wettbewerb als „sinnvolle Alternative zum Chemieunterricht“. Ca. 65% der Schüler bekunden Fachinteresse als entscheidendes Motiv. Sie wollen Neues aus der Chemie lernen, auch mehr Praktisches durch kompetente Fachleute erfahren. Für ein Drittel der Schüler sind soziale Aspekte von Bedeutung. Sie erhoffen sich, mit Gleichgesinnten Erfahrungen auszutauschen. Eher unwichtig ist die angestrebte Studienfachwahl. Diesen Motiven entsprechen die an ihre Teilnahme gestellten Erwartungen der Schüler, nämlich Fachinteresse und das Knüpfen von Kontakten. Insgesamt schätzen sie den Wettbewerb positiv ein, denn zu 90% wurden ihre Erwartungen erfüllt. Dies findet auch Ausdruck im Wunsch, wieder teilnehmen zu wollen. Nur 10% haben daran kein Interesse mehr.

Zusammenfassung

Die Chemie-Olympioniken sind generell sehr an Chemie interessiert, nicht aber am bzw. durch den Chemieunterricht motiviert. Die langfristige Motivation wird offenbar außerhalb der Schule, z. B. durch die Teilnahme am Wettbewerb der Chemie-Olympiade, gesucht und erworben. Der Chemieunterricht vermag nur wenige der hier befragten Schüler zu naturwissenschaftlichen Interessen anzuregen. Das Engagement bei der Chemie-Olympiade läuft weitgehend unbeeinflusst vom Chemie-

unterricht neben diesem her. Die nötigen fachlichen Kenntnisse werden folglich auch außerhalb des Chemieunterrichts erworben, und zwar im Selbststudium zu Hause bzw. in Bibliotheken.

(Bettina Labahn)

Die vollständige Studie finden Sie unter:

B. Labahn: Chemieunterricht im Urteil von Chemie-Olympioniken – Eine empirische Untersuchung zur Struktur von Chemieinteresse. Frankfurt/Main (P. Lang) 2001

Landesseminare

Landesseminar Bayern in Burghausen

Vom 21.02. bis 24.02.2001 trafen sich die 18 bayerischen Teilnehmer der zweiten Runde des diesjährigen Auswahlverfahrens zur Chemie-Olympiade zum 6. Landesseminar in Burghausen. Gastgeber war dieses Jahr wieder die Wacker Chemie, die sich zum vierten Mal für diese Art der Nachwuchsförderung bereit erklärt hatte.

Nach kurzer Vorstellung der Wacker Chemie wurden am ersten Abend Eindrücke der letzten beiden Runden der Chemie-Olympiade durch ehemalige Teilnehmer (Johannes Rauh, Achim Schulze) vermittelt. Im Anschluss daran war genug Zeit, die Barrieren abzulegen und die „Mitsstreiter“ kennenzulernen.

Am Donnerstag begann dann unser umfangreiches Programm. In einem gut ausgestatteten Labor des Berufsbildungswerks hatten wir im Laufe des Tages die Möglichkeit, Acetylsalicylsäure, besser bekannt unter dem Namen Aspirin, selbst herzustellen. Der Abend stand hingegen unter dem Thema „Wasserstoff-Wunderstoff?“. Denn zur Festveranstaltung referierte Prof. Armin Reller von der Universität Augsburg über die zukunftssträchtigen und verheißungsvollen Anwendungen des ersten Elements im Periodensystem. Diesem interessanten Vortrag ging eine Vorstellung des Fördervereins

Chemieolympiade e.V. voraus, der unter anderem das Landesseminar in Bayern vor gut fünf Jahren initiierte.

Tags darauf durften wir Einblicke in das Hauptwerk der Wacker Chemie gewinnen. Etliche Vorträge unterstrichen sowohl die Bandbreite als auch das Verantwortungsbewusstsein des größten Chemieunternehmens in Bayern. Insbesondere der Umweltschutz, die Verfahrenssicherheit und die Nachhaltigkeit standen im Mittelpunkt eines langen Vortragvormittags. Im Gegenzug wurde es nach dem Mittagessen anschaulich: die Werksrundfahrt führte uns unter anderem zum Anwendungstechnikum für Kunststoffe (Vinnolit), in dem neue Rezepturen für PVC entwickelt werden. Mit besonderem Stolz zeigte man uns daraufhin die Anlagen zur Herstellung von Reinstsiliciumwafern, die aufwendig in vielen Schritten aus Quarz gewonnen werden. Der Stolz ist durchaus berechtigt, denn Wacker Siltronic ist zur Zeit der weltgrößte Produzent für diese wichtigen Computerbausteine.

Der darauffolgende Abend bot noch ein letztes Mal die Gelegenheit, Burghausen unsicher zu machen, bevor am nächsten Morgen im Rahmen einer etwas anderen Stadtführung das vormittägliche Burghausen erkundet werden konnte. Somit neigte sich

nach dem Rechnen von beispielhaften Aufgaben zur Chemie-Olympiade das Seminar dem Ende entgegen.

Es verbleibt uns nur noch zu sagen, daß es – abgesehen vom schlechten Wetter – viel Spaß machte

und daß es wirklich tolle Tage mit einem interessanten und lehrreichen Programm waren. Wir können allen nur empfehlen, es auch einmal selbst zu probieren und sich an den Aufgaben der Chemie-Olympiade heranzuwagen.

(Michael Dobmeier, Felix Plamper)

Vierländerseminar Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt in Merseburg

Das Vierländer-Seminar fand im letzten Jahr in Merseburg vom 29.11. bis 01.12.2000 statt. Bereits am Mittwoch nachmittag wurde die theoretische Klausur unter den strengen Augen von Jens Meiler und Gunnar Jeschke geschrieben. Die Aufgaben handelten unter anderem von dem klassischen Roulette der Niederschläge, welches die Unwissenden am nächsten Tag nochmals bitter erwischen sollte, sowie von den obligatorischen Aminosäuren. Einziger Lichtblick waren Jans Schokoriegel. Der Tag klang mit einem schönen italienischen Abendessen aus.

Nach dem Frühstück im „SkyHotel“ (Namen sind Schall und Rauch ...) ging es an die Arbeit in den Räumen des Projektes „Chemie zum Anfassen“ in der Fachhochschule Merseburg. Die Leiterin Frau Dr. Rühle und ihre Mitarbeiter betreuten uns sehr freundlich und nahmen dem einen oder anderen die Aufregung.

Begleitet wurden wir von Kameralenten und Fotografen, welche sich auffällig auf die drei Mädchen unter uns stürzten. Die Sachsen-Anhaltiner mußten unzählige Male eine Treppe herab steigen, was nur bei uns Zuschauern für Belustigung sorgte.

Am Nachmittag erfolgte die Präsentation der experimentellen Ergebnisse durch die einzelnen Länder, aufgelockert durch überzeugende Erörterungen über Kupfer-Iod-Komplexe und postquitschgelbe Niederschläge. Letztendlich gewannen die Berliner vor den Brandenburgern, sie hatten die größte Ausbeute der Diels-Alder-Reaktion

erkoht. In der Einzelwertung gewann Robert Totzauer aus Cottbus vor Thomas Pilz und Alexander Bunge und strahlte sichtlich.

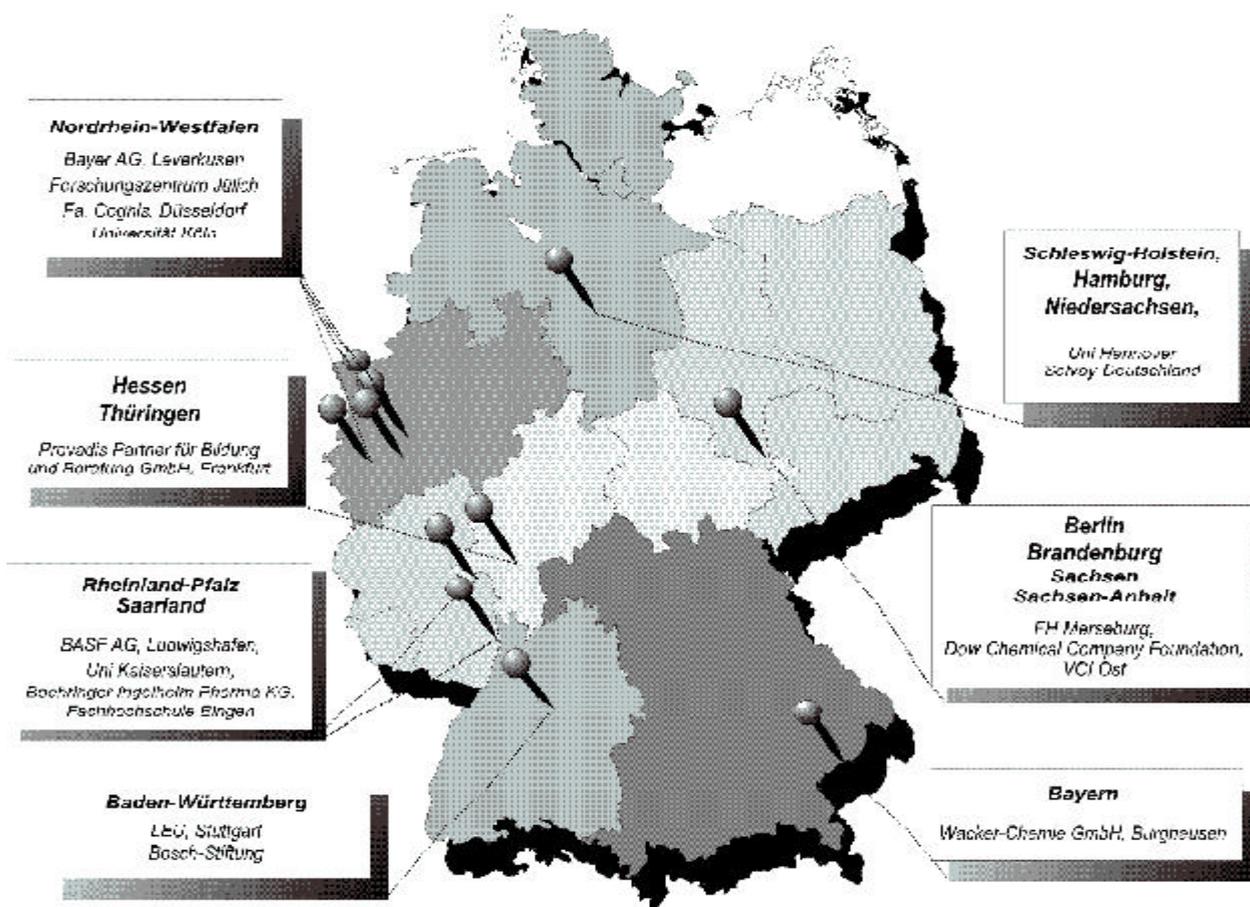
Der Wettbewerb klang am letzten Tag mit einer Besichtigung des Unternehmens BSL aus. Dieses wurde relativ frisch von Dow Chemical Michigan übernommen. Erstaunlich die daraus entstandenen Vorzüge, welche die Dame für Öffentlichkeitsarbeit schilderte. Im ansprechend gestalteten Medienzentrum konnte sich der Spieltrieb voll entfalten, die anschließende Rundfahrt rundete diesen Besuch ab. Letzter Höhepunkt in Merseburg war ein kleines Aufgabentraining durch Jens – die Brandenburger reisten vorsorglich eher ab.

Insgesamt war es ein gelungenes Seminar, vielen Dank an alle Helfer und Sponsoren im Hintergrund. Ich freue mich auf ein Wiedersehen im nächsten Jahr – dann unter der Regie von Jan Rossa.

(Bettina Görner)



Experimentieren beim Landeseminar in Merseburg



Norddeutsches Landesseminar in Hannover

Zum zweiten Mal in dieser Form fand das norddeutsche Landesseminar mit Schülern aus Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg vom 12.2. bis zum 16.2.2001 am Institut für Technische Chemie der Universität und bei Solvay Pharmaceuticals in Hannover statt.

In diesem Jahr ergänzten sich die beiden Programmteile „Biotechnologie“ an der Universität Hannover und „Arzneimittelforschung“ bei Solvay Pharmaceuticals besonders gut.

Die Teilnehmer konnten sich an der Universität über verschiedene Aspekte der Bioinformatik, des Screenings in Zellkultur und der Enzymatik informieren und dabei auch praktisch arbeiten. Bei Solvay Pharmaceuticals konnten sie die praktische Anwendung dieser Arbeitsgebiete und darüber hinaus die Parallelsynthese, umfangreiche Methoden der Strukturaufklärung und die Arbeit in Techni-

kum beobachten. Die Teilnehmer des letzten Jahres, die die wichtigsten Stationen bereits kannten, konnten in diesem Jahr intensiver in einer Abteilung drei Tage lang arbeiten.

Im Rahmen des Landesseminars wurde zum zweiten Mal der Solvay-Förderpreis vergeben. Der beste Teilnehmer der 2. Runde dieses Jahres aus Niedersachsen erhielt von Solvay ein wertvolles Fachbuch und DM 500, während einer Feier beim VCI-Nord. Die drei niedersächsischen Gymnasien, deren Schüler in den letzten Jahren mit dem größten Erfolg an der Chemieolympiade teilgenommen haben, erhielten zusammen DM 6000.

Der Abend lieferte den Rahmen für intensive Gespräche der Teilnehmer, ihrer Lehrer, Vertretern von Solvay, der Universität und des VCI-Nord.

(Norbert Goldenstein)

Chemie – die stimmt!

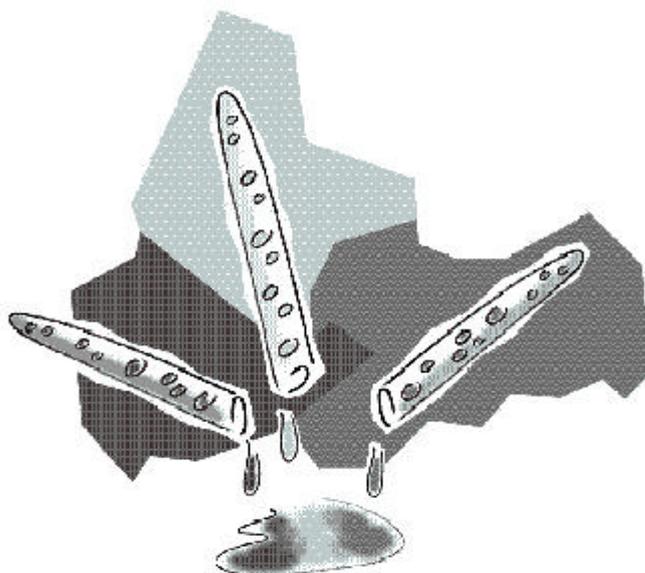
Ein neuer Schülerwettbewerb in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

Erstmals fand im vergangenen Schuljahr der Dreiländerwettbewerb „Chemie – die stimmt!“ in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen statt. „Chemie – die stimmt!“ ist ein in drei Runden gegliederter Wettbewerb für Schüler der 9. und 10. Klasse, der im jährlichen Zyklus stattfinden soll.

Der Wettbewerb wurde von Jan Rossa ins Leben gerufen und wird vom Förderverein Chemie-Olympiade e.V. in

Zusammenarbeit mit vielen engagierten Lehrern, der Fachhochschule Merseburg, der Friedrich-Schiller-Universität Jena, der Technischen Universität Dresden und den Kultusministerien der Länder veranstaltet. Als Sponsor konnte die Klaus Tschira Stiftung gewonnen werden. Die Klaus Tschira Stiftung, gemeinnützige GmbH in Heidelberg, fördert Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik und die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit (<http://www.kts.villabosch.de>).

Vom November 2000 bis Januar 2001 nahmen über 750 Schüler an der 1. Runde, einer Hausarbeit, teil. Die Schüler konnten sich an fünf anspruchsvollen Aufgaben versuchen. Dafür konnten sie Hilfsmittel wie Bücher und Internet benutzen. Die jeweils 30 besten Schüler pro Bundesland und Klassenstufe qualifizierten sich für die 2. Runde am 22. März 2001 in Dresden, Schulporte und Jena.



Grafik: C. Förschner

Nach Absolvierung einer 3-stündigen Klausur hörten sie einen Vortrag zu einem aktuellen Thema der Chemie. Während des Vortrags machten sich Lehrer, Studenten und Schüler höhere Klassen eifrig daran die Klausuren zu kontrollieren. So konnten noch am gleichen Tag die Siegerehrungen stattfinden. Die jeweils besten fünf Schüler pro Klassenstufe und Bundesland bekamen neben einem Buchpreis auch die Einla-

derung für die abschließende 3. Runde vom 7. bis 9. Mai an der Fachhochschule Merseburg.

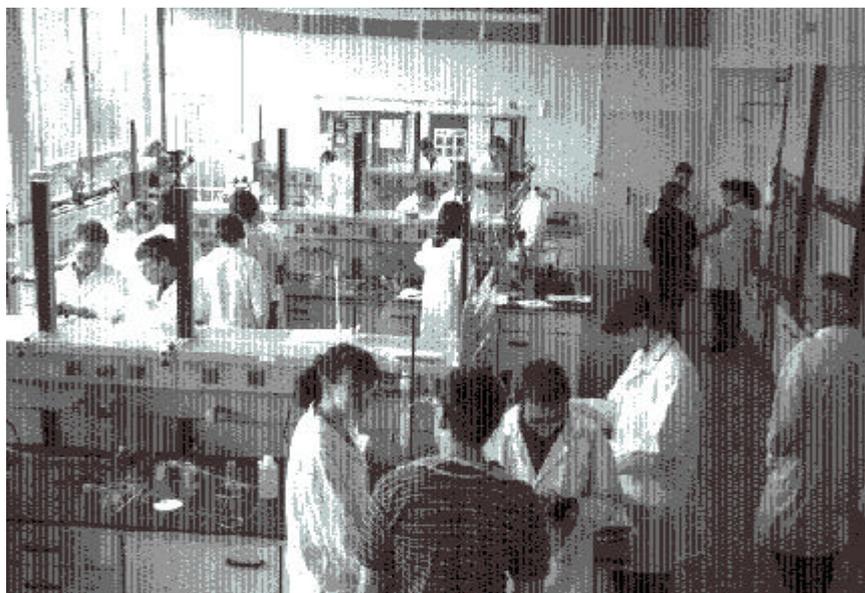
An diesen drei Tagen wurde unter Betreuung von Mitgliedern des Fördervereins Chemie-Olympiade gemeinsam mit Chemielehrern der beteiligten Bundesländer eine theoretische Klausur und eine praktische Arbeit mit abschließenden Vorträgen durchgeführt. Vier Stunden lang mußten sich die Schüler, nur mit Taschenrechner und Periodensystem ausgerüstet, den Klausuraufgaben stellen. Für viele stellte die auf hohem Niveau angesetzte und lang andauernde Klausur Neuland dar. Nichtsdestotrotz wurde bis zum Schluß hartnäckig gearbeitet. Nach dieser Anstrengung kam ein Abendessen in der Mensa gerade recht. Anschließend konnten die Schüler ihre Zimmer beziehen, und sich ausruhen. Für die Betreuer begann nun die bis in die tiefe Nacht andauernde Arbeit die Klausuren zu korrigieren.

Chemie, das ist immer Praxis und Theorie nebeneinander und miteinander. Und so stand am nächsten Tag die praktische Arbeit im Vordergrund. Die Teilnehmer wurden nach dem Zufall in Dreiergruppen eingeteilt, die sich in einem neu eingerichteten Labor an der FH Merseburg an die Arbeit machten. Die Neuntklässler beschäftigten sich mit präparativer Anorganischer Chemie: Sie stellten das Mohrsche Salz (Ammoniumeisen(II)-sulfat) her. Die Zehntklässler führten die organische Synthese von Ethansäureethylester aus. Nach der Arbeit fertigten die Schüler ausführliche Versuchsprotokolle an und bereiteten einen zehnmütigen Vortrag über ihre praktische Tätigkeit vor. Diesen Vortrag hielten sie dann vor einer Jury, die aus den Betreuern des Wettbewerbs bestand. An den Vortrag schloß sich eine kurze Befragung durch die Jury an. Bewertet wurden neben der Präsentation und dem Protokoll vor allem die praktische Tätigkeit und die Ausbeute der Experimente.

Am letzten Tag fand die mit Spannung erwartete Siegerehrung statt. Vorher hielt Dr. Thomas Appel von Institut für Molekulare Biotechnologie, Jena einen Vortrag über Lipide und sein aktuelles Forschungsgebiet – die Zusammensetzung von Prionen. Die Siegerehrung, durchgeführt von Jan Rossa, fand getrennt sowohl für die 9. und 10. Klasse als auch für den theoretischen und den praktischen Teil statt. In der Klausur belegten Stefan Walzik (Carl-Zeiss-Gymnasium Jena), Christoph Hage (Landesschule Pforta) und Andreas Klaiber (Wilhelm-Ostwald-Gymnasium Leipzig) in der 9. Klasse sowie Frank Biedermann (Halle), Nico Ueberschaar (Jena) und Sebastian Rolof (Erfurt) in der 10. Klasse die ersten 3 Plätze. Im Experiment gingen die Mannschaften Andre Dorsch (Leipzig), Jens Henning (Wolmirstedt) und Carl-



Schwitzen in der Klausur



Praktische Arbeit im Labor

Friedrich Schleußner (Jena) in der 9. Klasse und Undine Klaube (Leipzig), Andreas Gang (Wolfen) und Nico Ueberschaar (Jena) in der 10. Klasse als Sieger hervor. Sie gewannen wertvolle Bücher und Praktika in der Industrie.

Die positive Resonanz in allen drei Bundesländern und die hohen Teilnehmerzahlen, lassen auf eine erfolgreiche Weiterführung dieses Wettbewerbes hoffen. Im Namen der Schüler sei an dieser Stelle nochmals allen Organisatoren und Sponsoren gedankt, ohne deren Engagement „Chemie – die stimmt!“ nicht zustande gekommen wäre.

(Timo Gehring, Jana Zaumseil)

51. Nobelpreisträgertagung in Lindau

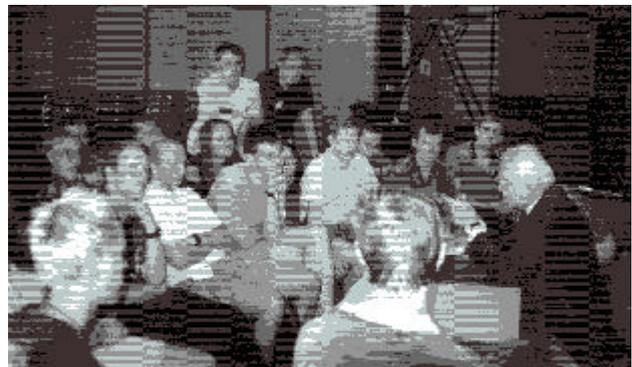
„Ich wollte schon früher zur Nobelpreisträgertagung nach Lindau, wurde aber zweimal als Student abgelehnt. Also mußte ich schauen, wie ich es anders schaffe, und einen Nobelpreis gewinnen!“ sagte Klaus von Klitzing unter dem Gelächter der Zuhörer auf der 51. Nobelpreisträgertagung in Lindau. Wir hatten es dank der großzügigen Unterstützung des FChOs leichter!

Als Teilnehmer der 4. Auswahlrunde der Chemie-Olympiade 2001 waren wir zu sechst eingeladen. Wir wohnten direkt auf der Halbinsel Lindau, zwei Minuten zur Uferpromenade und fünf Minuten zur Inselhalle, in der die Tagung stattfand.

Schon am ersten Tag der Veranstaltung konnten wir nach einer Eröffnung durch die Präsidentin Gräfin Bernadotte bei einer Podiumsdiskussion sechs Nobelpreisträger kennenlernen, wie sie über physikalische Grundlagenforschung und deren Anwendungen diskutierten. Für mich war interessant, wie sie über die eigenen Forschungsgebiete hinaus über grundsätzliche zum Teil gesellschaftlich relevante Fragen diskutierten. Besonders die lockere Atmosphäre durch die stellenweise humorvollen oder selbstironischen Beiträge fiel mir dabei auf. Doch die Podiumsdiskussionen waren nicht die einzige Möglichkeit, die Nobelpreisträger kennenzulernen. Fast alle anwesenden Nobelpreisträger hielten jeweils einen halbstündigen Vortrag, in dem sie häufig über ein interessantes aktuelles Forschungsgebiet berichteten. Selbstverständlich ging es hier nicht nur um Wissensvermittlung durch die Nobelpreisträger, sondern um das Erlebnis ihrer Vortragsstile, ihrer Persönlichkeit und ihrer über das Vortragsthema hinausgehenden Botschaft, die sie ihren Zuhörern – in der Mehrheit Studenten und angehende Wissenschaftler – übermitteln wollten. So endete beispielsweise Leo Esaki mit fünf Ratschlägen, um erfolgreich naturwissenschaftlich zu arbeiten. Ein Ratschlag war, sich ein gesundes Mißtrauen gegen Fachwissen zu bewahren. Auch wurden die Vorträge durch humorvolle Seitenhiebe unterhaltsam. So sagte in einem Vortrag, in dem es um die Bedeutung der Physik für die Biologie ging, ein Physiknobelpreisträger: „Dieser Enzym-Kom-

plex ist noch nicht genau verstanden. Machen wir es einfach wie die Biologen, geben wir dem Ding einen Namen und lösen so elegant das Problem! Durch diesen lockeren, souveränen Vortragsstil konnte man auch ohne Spezialwissen den Vorträgen folgen.

Durch einen „geselligen Abend“ konnte man die Nobelpreisträger sogar persönlich kennenlernen



Gesprächsrunde mit Prof. Mössbauer



Podiumsdiskussion



Die Tagungsteilnehmer des Fördervereins

und sich mit ihnen unterhalten. An diesem Abend saß an jedem Tisch jeweils ein Nobelpreisträger und man hatte die Möglichkeit sich dazuzusetzen. Hierbei war es für den Großteil von uns sogar von Vorteil, daß der Schwerpunkt dieses Jahr auf der Physik lag. Denn dadurch konzentrierte sich der Ansturm vor allem auf die Physik-Nobelpreisträger. Wir hatten so Herrn Hartmut Michel zu siebt fast für uns allein, so daß er auf unsere unterschiedlichsten Fragen, die von seiner Forschung bis zu Studienbedingungen reichten, eingehen konnte.

Um auch andere Nobelpreisträger kennenzulernen, gab es die „wissenschaftlichen Diskussionsrunden“: Jeweils sieben Nobelpreisträger konnte man zwei Stunden lang zu ihrem Fachgebiet befragen. Hierbei erwiesen sich handsignierte Flip-Chart-Zeichnungen als begehrte Souvenirs.

Abschließend möchte ich mich auch im Namen aller Teilnehmer für die Einladung zu dieser abwechslungsreichen Tagung recht herzlich beim FChO und besonders bei Christian Defieber für die Organisation bedanken. *(Jörg Braun)*

33rd International Summer Science Institute in Rehovot, Israel

Als 5. Preisträger bei der deutschen Endausscheidung zur Internationalen Chemieolympiade (IChO) 2001 gewann ich die Teilnahme am „International Summer Science Institute“ (ISSI) in Rehovot, Israel. Das ISSI hat folgendes Programm: 64 Teilnehmer/innen im Alter von 17–20 Jahren aus etwa 16 Ländern forschen 3 Wochen lang je zu zweit an einem naturwissenschaftlichen Projekt im Weizmann Institut in Rehovot, an den Wochenenden und in der 4. Woche werden Ausflüge gemacht.

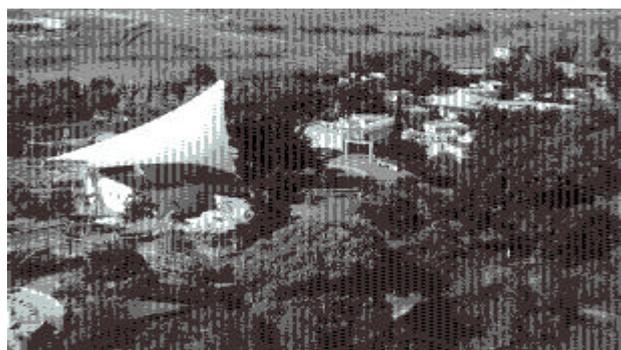
Zu Beginn des ISSI wird in wissenschaftlichen Interviews versucht, für jeden Teilnehmer das passende Projekt zu finden. Bei den Chemie-Projekten interessierten sich mit mir 9 Teilnehmer für das gleiche Projekt, allerdings konnte ich aufgrund der Erfahrungen durch die IChO-Auswahlseminare und mehrerer Praktika (Dank an die IChO-Organisatoren und den FChO!) den Zuschlag dafür bekommen.

Bei meinem Projekt mit dem Titel „Structure Function Study of the Antimicrobial Peptide: Polymyxin B Nonapeptide“ ging es kurz gesagt darum, ein Antibiotikum das sehr toxisch ist und nur in Extremfällen verwendet wird, ungiftig zu

machen und dabei seine bakterizide Wirkung zu erhalten. [...]

Nach der Fertigstellung der Experimente fertigten wir einen sechseitigen englischen wissenschaftlichen Essay an, außerdem hielten wir einen viertelstündigen Vortrag, bei dem wir auch eine von uns erstellte PowerPoint-Präsentation verwendeten.

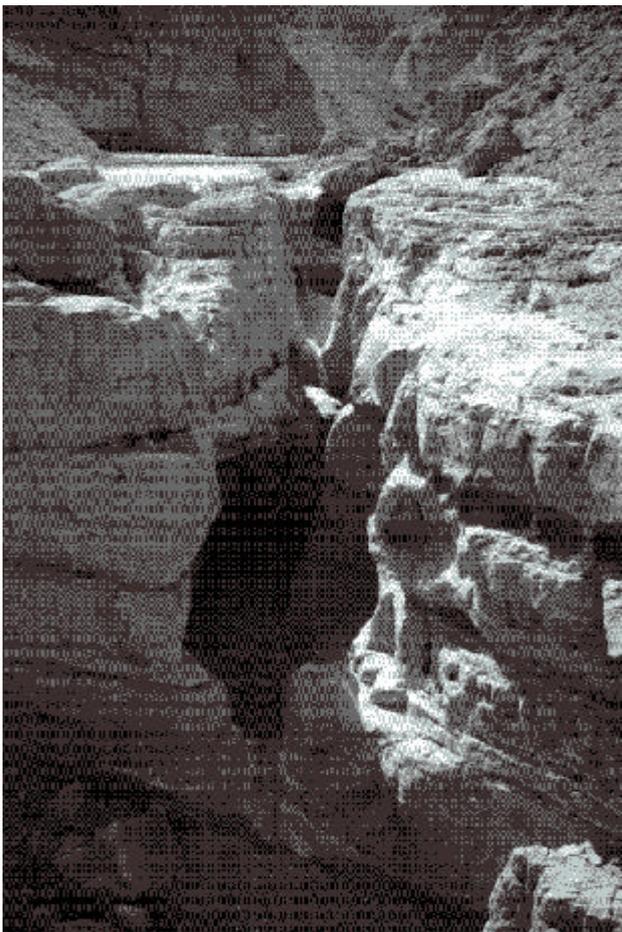
Den besonderen Reiz des ISSI macht die Mischung aus anspruchsvollem wissenschaftlichem Programm, wunderbaren Rahmenaktivitäten und dem Kennenlernen der vielen anderen Teilnehmer aus.



Jugenddorf in Rehovot



Tempelberg in Jerusalem



In der jüdischen Wüste

Das Rahmenprogramm war ziemlich unterschiedlich, zum einen gab es Partys, Turniere, eine israelische Nacht in der wir traditionelle Tänze lernten, Treffen mit dem Präsidenten des Weizmann-Instituts, viele Vorträge und ein großes Abschluß-Dinner, bei dem die Teilnehmerurkunden verliehen wurden.

Der eigentliche Höhepunkt des Rahmenprogramms waren jedoch die Ausflüge, an den ersten drei

Wochenenden gingen wir nach Jerusalem, in die Golanhöhen und nach Eilat, in der ganzen vierten Woche war die Ein Gedi Field School Exkursion.

In Jerusalem gingen wir in das jüdische Viertel, zur Klagemauer, ins Holocaust Museum Yad Vashem, und in ein großes israelisches Museum. Zum Tempelberg oder auf den arabischen Bazar durften wir jedoch nicht.

In den Golanhöhen gingen wir im See baden und besuchten einen äußerst fragwürdigen Ausflugspunkt: Einen Bunker, in dem man neben Sandsäcken, Stacheldrahtzaun und Schützengräben mit Maschinengewehren „spielen“ konnte. Leider stimmte diese Art von Ausflug mit einer patriotischen, nahezu kriegswütigen Mentalität überein, die ich in Israel viel zu oft beobachten mußte und die für mich vorher unvorstellbar schien. Die vielen Erfahrungen dieser Art trübten meinen ansonsten durchgehend wunderbaren Aufenthalt in Israel sehr.

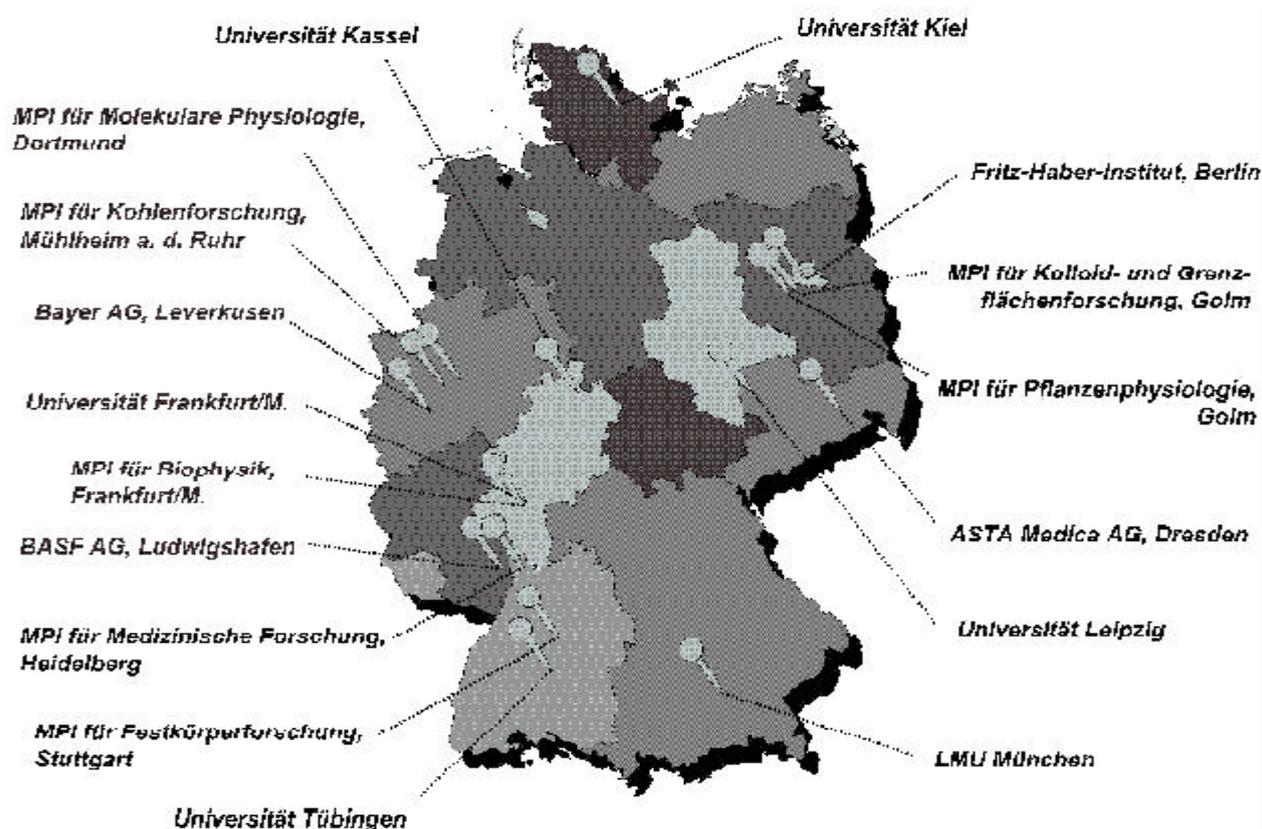
Das dritte Wochenende war wieder wunderschön, beginnend in Eilat am Roten Meer mit Korallentauchen und endend mit einer Segelschiffahrt in den Gewässern von 4 Ländern. Anschließend fuhren wir direkt zum Toten Meer in die Ein Gedi Field School, von hier aus unternahmen wir mehrere Wanderungen in die Wüste während denen wir geologische und körperliche Experimente unter Extrembedingungen machten. An einem Tag machten wir beispielsweise eine 12 Stunden lange Wüstenwanderung bei über 45°C im Schatten. Außerdem gingen wir im Toten Meer „schwimmen“, was auf Grund des hohen Salzgehalts sehr lustig ist. Meine schönsten Erinnerungen an die Wüste sind das Baden unter einem der seltenen Wasserfälle, das Klettern mit Seilen in den Schluchten, eine Meditation in einem Seitental, ein Kamelritt und der Besuch eines Beduinencamps.

Die Kosten für die Teilnahme (etwa 4.000 \$), Flug- und Reisekosten übernahm freundlicherweise die „Robert Bosch Stiftung Stuttgart“, die Organisation lief über die „Deutsche Gesellschaft der Freunde des Weizmann-Instituts e.V.“, beiden Institutionen möchte ich hiermit nochmals herzlichst meinen Dank ausdrücken.

(Christoph Lönarz)

Die Begegnung Schüler – Forschung

Schnupperpraktika an Universitäten, Max-Planck-Instituten und in der Industrie



Im mittlerweile siebten Jahr der Vermittlung von Schnupperpraktikumsplätzen an Teilnehmer der 3. Runde des IChO-Auswahlverfahrens ist die positive Resonanz auf dieses Projekt ungebrochen. In jedem Jahr bewerben sich zwischen 20 und 30 Schüler um einen der Plätze an einer Universität, einem Max-Planck-Institut oder in der Chemischen Industrie. Aus den zum Teil sehr umfangreichen Berichten geht hervor, daß es bisher anscheinend nur positive Erfahrungen mit der Begegnung Schüler – Forschung gegeben hat. Die meisten Teilnehmer sehen in diesem Praktikum nicht nur die Möglichkeit, einmal Forschung ganz nah und ohne

vorgefertigte Ergebnisse zu erleben, sondern auch eine Entscheidungshilfe für ihre weitere Entwicklung. Im Jahr 2000 konnten wir 21 Schülern und in diesem Jahr 24 Schülern aus dem ganzen Bundesgebiet eine solche Erfahrung ermöglichen, wobei die Mehrzahl der Praktikumsplätze an Universitäten oder MPIs angesiedelt war. Was sicherlich mit den besseren Möglichkeiten auch selbst mitzuarbeiten an solchen Institutionen zusammenhängt. Weiterhin fällt die große Zahl an Praktikumsplätzen in der Biochemie bzw. in den sogenannten „Life Science“-Bereichen auf. Wir haben uns in den letzten Jahren verstärkt bemüht,

diesen sehr häufig geäußerten Wunsch der Praktikanten so weit wie möglich zu erfüllen. So konnten wir neue Praktikumsplätze am MPI für Medizinische Forschung in Heidelberg, am MPI für Pflanzenphysiologie in Golm und am MPI für Molekulare Physiologie in Dortmund erschließen, die die bisherige Lücke an Plätzen in diesen Bereichen schließen werden. Für viele Schüler wäre jedoch die finanzielle Belastung durch Fahrtkosten und Unterkunft bei einem solchen Praktikum so hoch, daß sie sich wohl im Zweifelsfall dagegen entscheiden müßten, wenn wir nicht die durch den Fonds

der Chemischen Industrie ermöglichte Unkosten-erstattung bieten könnten. Wir hoffen, diese Sorge bei der Entscheidung für oder gegen ein Praktikum den Schülern weiterhin abnehmen zu können und so dieses Erfolgsprojekt auf lange Sicht zu sichern. Im Namen aller Teilnehmer möchten wir uns an dieser Stelle bei allen unseren Partnern sehr herzlich für die Bereitstellung der Praktikumsplätze, die Betreuung und die finanzielle Unterstützung bedanken.

(Jana Zaumseil)

Schnupperpraktikum an der LMU München

Auch wenn man es beim Auswahlverfahren nicht bis zur Internationalen Chemie-Olympiade geschafft hat, so wird die Anstrengung, die es zumindest mich gekostet hatte, um mich für die 3. Runde zu qualifizieren, dennoch belohnt. Alle Teilnehmer der Auswahlseminare bekamen [...] das Angebot vom Förderverein, ein 2-wöchiges Schnupperpraktikum an einer Forschungseinrichtung zu absolvieren.

Dieses Angebot nahm ich nur zu gerne an und so wurde es arrangiert, daß ich in den Sommerferien für 14 Tage im Department Chemie der Münchener Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) hospitieren durfte, genauer im Arbeitskreis von Privatdozent Dr. Thomas J. J. Müller.

Hier wurde in diesem Jahr ein neuer Syntheseweg für Pyrazoline (Heterozyklen, die zwei N-Atome enthalten) gefunden, der aus drei Teilreaktionen besteht, die – und das ist das Besondere daran – alle im „selben Topf“ ablaufen.

„Wir wollen Sie gleich ins kalte Wasser schmeißen“ meinte Herr Müller, als ich mich erstmals zur neu errichteten Fakultät für Chemie und Pharmazie nach Großhadern begab, denn ich sollte gleich ein bißchen mitforschen. Betreut wurde ich von einem seiner Doktoranden, Diplom-Chemiker Roland Braun.

So kalt war das Wasser aber dann doch nicht, denn Roland führte mich mit viel Verständnis und Rück-

sicht in die Laborarbeit ein und stand mir immer bereitwillig zu all meinen Fragen Rede und Antwort, ebenso wie Herr Müller, bei dem ich einige Theoriestunden bekam, die das Verständnis etwas erleichterten.

Während ich am Anfang der zwei Wochen Roland hauptsächlich bei seiner Arbeit über die Schulter schaute und versuchte, die Chemie, die in all den Erlenmeyer- und Rundkolben steckte, zu verstehen, durfte ich im Laufe des Praktikums immer mehr Aufgaben selber übernehmen. Waren es am Anfang das Abwiegen von Chemikalien und Dünnschichtchromatographien, die ich anfertigen durfte, so traute man mir gegen Ende des Praktikums das Ansetzen von Reaktionsgemischen und Säulenchromatographien fast alleine zu. Tätigkeiten wie das Spülen von Glasgefäßen, die auch Doktoranden nicht erspart bleiben, gehörten natürlich ebenso dazu. [...]

Im Rückblick hat das Schnupperpraktikum für mich den vom Förderverein beabsichtigten Zweck voll erfüllt: Es wurde mir „durch die Arbeit mit Wissenschaftlern und Forschern ein Einblick in die wissenschaftliche Arbeitswelt und Methodik ermöglicht“, wie es auf dem Informationsblatt zum Projekt Schnupperpraktikum so schön hieß.

Das war aber bei weitem nicht alles, denn unter den Erfahrungen, die ich sammeln durfte, waren auch Gespräche mit weiteren Doktorandinnen wie Mirjam Herrlich und Monika Knittl über das Che-

miestudium und die Berufsaussichten, was von großer Bedeutung für mich war; die Kernbotschaft aller Ratschläge war, daß man das studieren sollte, was man wirklich gerne macht.

Auch wenn während des Praktikums gerade Semesterferien waren, bekam ich doch ein kleines Stück vom Unileben mit, daß – zusammen mit den anderen ausschließlich positiven Eindrücken – einen Erfahrungsschatz sehr bereichert hat. Die zwei Wochen an der LMU waren eine schöne Zeit,



Das Chemiegebäude der LMU München

die für meine noch zu fällende Entscheidung, was ich studieren möchte, sicher unentbehrlich waren, weshalb ich dem Förderverein für die Organisation dankbar bin. Der Dank gilt jedoch in besonderem Maße natürlich auch Herrn Müller und Roland, daß sie mich aufnehmen und mir diesen unvergeßlichen Einblick in die Chemie ermöglichten.

(Jan Fodor)

Schnupperpraktikum am MPI für molekulare Physiologie in Dortmund



Säulenchromatographie

Endlich Herbstferien! – Also Sachen gepackt und raus aus der norddeutschen Heimat, um für zwei Wochen das Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie in Dortmund zu besuchen. Mein Ziel: Abteilung IV: Chemische Biologie unter Prof. Dr. Herbert Waldmann. Hier wollte man mit biokatalysierten Synthesen etc. Proteine aufbauen und modifizieren, die an Transport- und Signaltransduktionsprozessen entscheidend mitwirken. Im Mittelpunkt stand RAS: Ein Membranprotein, das bei leichter Mutation ein unbeschränktes Wachstum und Teilen der Zelle veranlassen kann. Ein mutiertes RAS-Protein ist so zwar nicht die einzige, aber doch eine häufige (Mit-)Ursache von Krebs. Den Ernst der Lage begriffen, machte ich mich mit dem mir zur Seite gestellten Doktoranden an die Arbeit, diese Geißel der Menschheit zu bekämpfen. Aber wo anfangen? Nach dem Motto „Gefahr erkannt, Gefahr gebannt“ entwarfen wir die nicht ganz neue Strategie, das RAS-Molekül mit einem Fluoreszenzmarker zu versehen. Dieser sollte aber nicht direkt an das Protein, sondern an eine Kohlenwasserstoffkette, die nach der Proteinbiosynthese an eine Polypeptidkette angelagert wird, die dann wiederum an ein leicht verkürztes RAS-Molekül gelangen soll. Trotz modernster

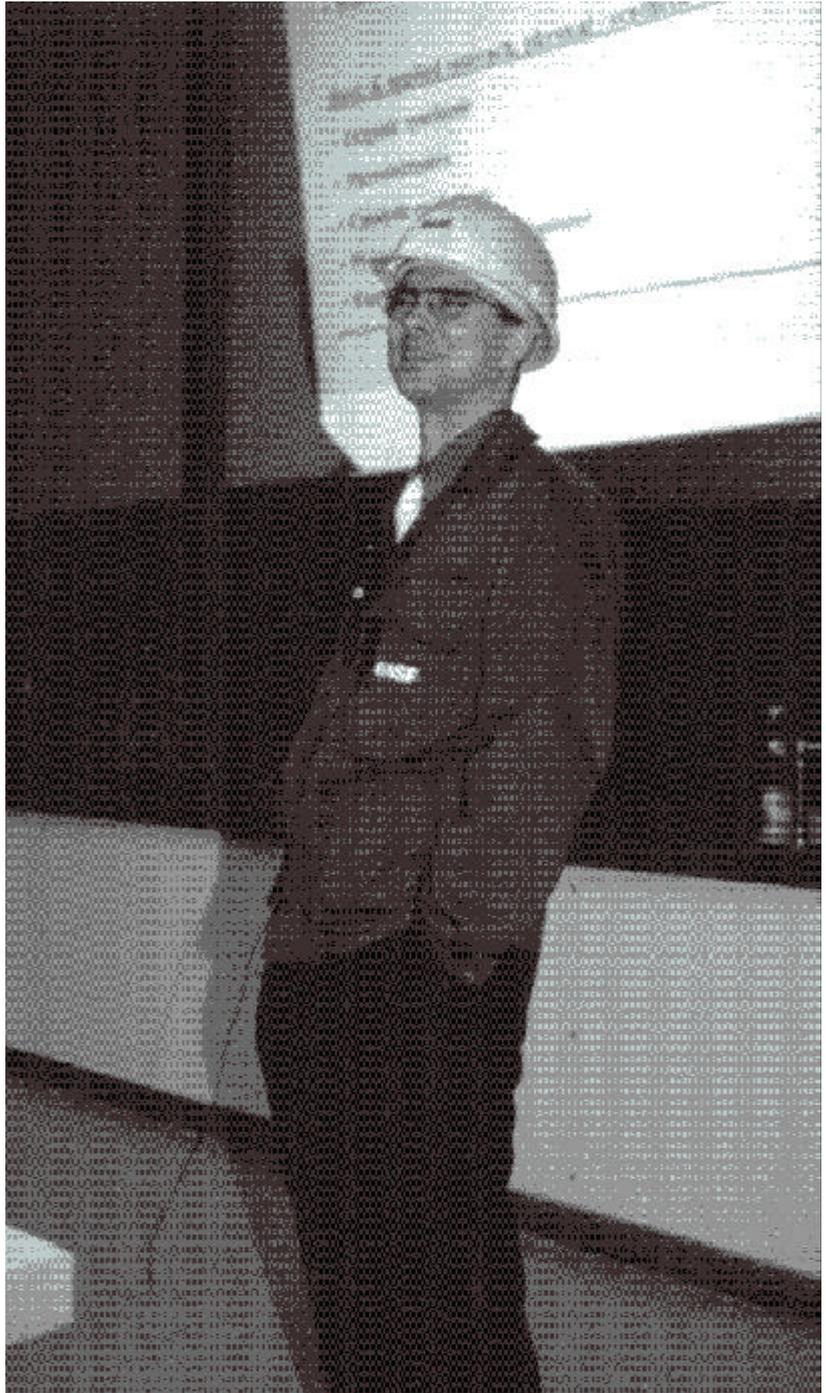
Ausrüstung dauerte es einige Tage bis die Polypeptidkette am Harz hergestellt war. Waschen, Capping, Waschen, Entschützen, nochmal Waschen und nächste Aminosäure drauf – Arbeitsschritte, die mir in Zukunft immer schneller von der Hand gehen sollten. Beeindruckend war dabei vor allem die Zahl der Reaktionen, die nötig waren, um unerwünschte Nebenprodukte zu vermeiden und eigentlich gar nicht zum Aufbau der Kette beitrugen. In den teils langen Wartezeiten wurden zahlreiche mehr oder weniger spontane Nebenversuche durchgeführt. Die waren meistens besonders interessant, schließlich hatte man dabei immer das gute Gefühl, etwas zu sehen, was noch nie jemand zuvor gesehen hatte... Für die letzten drei Tage stand ein Arbeitsplatzwechsel zu den Biochemikern an. Hier konnte ich Mikroinjektionen bewundern und zahlreiche Laufgele gießen, bestücken und auswerten. Insgesamt war das Praktikum absolut lohnenswert. Ich habe wirklich viel gesehen, konnte bei vielem mithelfen, habe zwei sehr gute Vorträge von Gastprofessoren gehört und hunderte informativer Gespräche geführt. Schade war nur, daß ich den Einsatz des von mir mitgestellten Polypeptids nicht mehr mitansehen konnte... Trotzdem ein Danke ans Team des Fördervereins.

(Ulrich Lüßmann)

Über den Sprung ins kalte (?) Wasser – als Chemiker in der Industrie

„Es [war] Sommer. Der letzte meiner Kindheit. Wobei ich vielleicht gleich dazu sagen sollte: ...“, [1] daß es so schlimm dann doch nicht war. Tatsache ist, daß ich mich im Sommer 2000 entschieden habe, statt der über viele Jahre angestrebten Hochschullaufbahn den Weg in die Industrie einzuschlagen. Was mich dort erwarten sollte, war mir am Anfang nicht so richtig klar; die Bewerbungsgespräche waren daher auch doppelt spannend: gewissermaßen der erste Blick hinter den „Eisernen Vorhang“. Die Skepsis war dabei entsprechend groß, waren doch die wenigen Vorlesungen von Industriechemikern in Freiburg nicht unbedingt motivierend. Letztendlich habe ich den Schritt aber doch gewagt und die Anfrage der *Fazination*, ob ich als Industriechemiker nicht einmal einen Artikel über meinen neuen Alltag schreiben könnte, ist ein erster Versuch, nach rund einem Jahr Bilanz zu ziehen.

Studiert habe ich in Freiburg bei Prof. Prinzbach. Die Promotion war eine bunte Mischung aus synthetischer und physikalisch-organischer Chemie. Der PostDoc bei Prof. von Ragué Schleyer in den USA hatte mich im Anschluß daran noch weiter in das physikalische und eher theoretische denn organische Fahrwasser gezogen. Das war wohl auch der Grund, daß ich nicht in der Wirkstoff-Suchforschung gelandet bin, sondern jetzt Verfahrensentwicklung bei einem transnationalen Konzern mit Stammsitz in Ludwigshafen be-



Kai Exner beim Workshop in Heidelberg

treibe. Der wesentliche Unterschied zur Universität sind dabei ca. 9–10 Größenordnungen, sprich, statt einiger hundert Milligramm geht es jetzt um einige hundert Jahrestonnen und durchaus auch mehr. Wie ist das zu schaffen? Steht man vom ersten Tag an am Kessel?

Zum Glück nicht! Als Chemiker bei *Forschung & Technologie Chemikalien* der BASF, einem der großen Forschungslabore, das bis vor kurzem unter dem Namen *Ammonlabor* bekannt war, bin ich langsam in die Aufgabe hineingewachsen. Innerhalb einer Übergangsphase von zwei Monaten habe ich den Laborstand meines Vorgängers mit zwei Themengebieten übernommen. Diese Phase war ausreichend lang, um mich in die neuen Aufgabenstellungen einzuarbeiten. Einarbeiten heißt dabei, die Projekte zu verstehen und – sofern das eigene Labor betroffen ist – leiten zu können. Inzwischen ist die Zahl der Themen noch etwas gewachsen, das Labor ist dafür auch mit vier Laboranten voll besetzt. Durch die verschiedenen Themen, die ich bearbeite, mache bzw. sehe ich die Chemie dabei in einer Breite, die ich während der Promotion nicht erreichen konnte. Das alles geht natürlich nur, weil ich selbst nicht mehr im Labor stehe und koche, sondern die eigentliche Laborarbeit von meinen Mitarbeitern übernommen wird. Die Mitarbeiter sind übrigens die eine der drei großen Stützen, die dafür sorgen, daß das Wasser, in das man am Anfang springt, nicht ganz so kalt ist. Die andere Hilfe sind die Kollegen, die einem mit Rat und Tat zur Seite stehen, damit man sich in der neuen Welt schnell zurechtfindet. Und schließlich gibt es noch eine ganze Menge Seminare!

Tja, wie kommen wir nun zu den ganzen Jahrestonnen? Es fängt alles ganz harmlos an. Am Anfang oft wie an der Uni, sprich im Rührkolben. Daß die standardisierten Glasreaktoren und die verschiedenen Rührertypen tatsächlich Vorteile haben und Sinn machen, lernt man im Laboralltag schnell und fast nebenbei. Plötzlich fühlt man sich auch wieder in das PC-Praktikum zurückversetzt, da man anfängt, sich z. B. um Kinetiken oder Wärmetönungen von organischen Reaktionen zu kümmern. Letzteres natürlich nicht ohne Unterstützung durch die Fachstellen, die viele der Messungen für einen übernehmen. Spätestens wenn das „Grundverständnis“ für die Chemie vorhanden ist, kommen die Ingenieure ins Spiel, die beim Aufbau von Miniplantanlagen oder beim Gang in

Richtung Pilotanlage oder Produktion die nötige Unterstützung liefern. Die Angst vor den großen Kesseln ist also wirklich nicht angebracht!

Es hat sich gerade schon angedeutet: als Einzelkämpfer kommt man nicht voran. Der Arbeitstag besteht aus dem Sichten der Literatur, dem Entwickeln von Ideen und – zu einem ganz wesentlichen Teil – der Teamarbeit. Das Team kann dabei aus den Labormitarbeitern, einer Runde von Chemikern und Chemieingenieuren, oder einer der größeren Runden bestehen, in denen auch Kollegen aus Produktion, Marketing, Anwendungstechnik und vielleicht auch der Patentabteilung anzutreffen sind. Das setzt voraus, daß man eben auch in der Lage ist, einen Blick auf ganz andere Aspekte eines chemischen Problems zu werfen. Das darf durchaus ungewohnt sein, zumindest muß man die Bereitschaft dafür zeigen.

Zwei Dinge haben mich besonders überrascht. Zum einen die Offenheit und der Kooperationswille der Kollegen. Die ursprüngliche Befürchtung, das jeder nur am Stuhl des anderen sägt, hat sich – zumindest in meinem Umfeld – nicht bewahrheitet. Im Rückblick war das Bestreben, den eigenen „Claim“ abzustecken, im universitären Umfeld viel größer. Zum anderen hat mich das Maß an eigener Freiheit und die Möglichkeit zur Kreativität erstaunt. Natürlich ist man an die Projekte gebunden – hier bietet die Universität, zumindest wenn man die Mittel eintreiben kann, mehr Freiheiten – wie man diese Projekte jedoch ausgestaltet, welche Wege man einschlägt und wie man die Probleme löst, das bleibt einem selbst überlassen. Und das schöne ist, daß zur Umsetzung von neuen Ideen, zum Bau notwendiger Laboranlagen jede nur erdenkliche Unterstützung entweder vor Ort vorhanden ist oder ohne große Bürokratie angefordert werden kann.

Vielleicht ist es ja aber auch alles ganz anders und ich habe einfach nur Glück gehabt. Ich habe bei meinen Bewerbungsgesprächen einige Unternehmen kennengelernt, bei denen ich nicht arbeiten wollte. Aber das findet man nur heraus, wenn man bereit ist, hinter den Vorhang zu schauen. Und wie so oft ist das größte Risiko, keines einzugehen. Oder?
(Kai Exner)

[1] Thommie Bayer, „Der Himmel fängt über dem Boden an“, Eichborn, 1994. Ein Roman u. a. in und über Freiburg.

Yours to discover – Praktikum an der University of Toronto

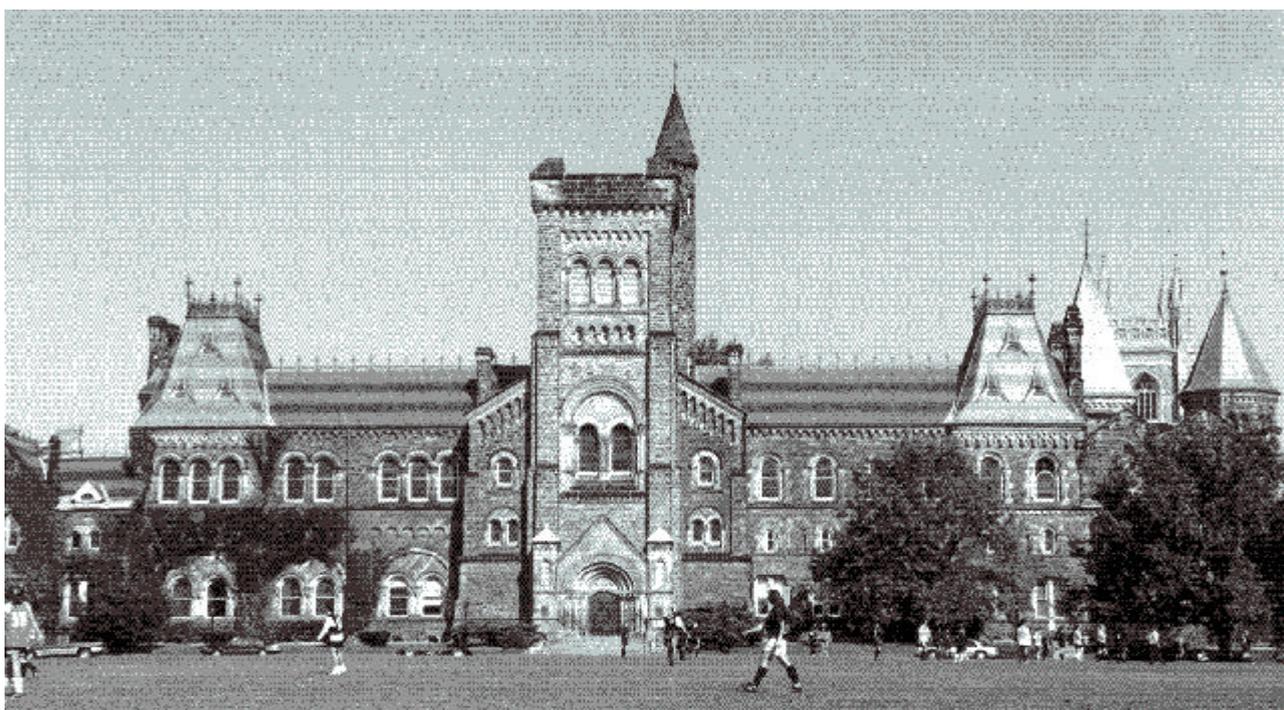


Wer schon immer an einer nordamerikanischen Universität studieren wollte, aber sich nicht dem komplizierten und langwierigen Bewerbungsverfahren aussetzen möchte, sollte einmal über ein Forschungspraktikum in Nordamerika nachdenken. Dafür bekommt man oft sogar noch Geld, anstatt horrende Studiengebühren zu bezahlen. Und wer auch noch abends allein durch die Stadt spazieren gehen möchte, ohne sich unsicher fühlen zu müssen, sollte Toronto in Betracht ziehen.

Die University of Toronto (U of T) verfügt über eine große und gut ausgestattete chemische Fakultät mit einer Vielzahl von Arbeitsgruppen, von denen sich fast die Hälfte mit physikalischer und theoretischer Chemie beschäftigt. Aber auch andere Richtungen der Chemie sind sehr gut vertreten – in einem Department mit 46 Arbeitsgruppen findet sich für jeden etwas.

Wie kommt man nun an ein solches Praktikum? Ganz einfach – man sucht sich den Professor oder die Professoren seiner Wahl auf der Internetseite der U of T aus und bewirbt sich im nordamerikanischen Stil. Ein Empfehlungsschreiben ist sicherlich hilfreich, aber nicht unbedingt notwendig. Man sollte allerdings schon im Hauptstudium sein, da anderenfalls der Einstieg in die aktuelle Forschung zu zeitaufwendig werden könnte. Außerdem sollte man genug Zeit mitbringen. Das Praktikum sollte mindestens 2 Monate besser länger dauern, da man sonst kaum mit der eigentlichen Arbeit angefangen hat, wenn man schon wieder zurück muß und das ist für beide Seiten unbefriedigend.

Doch auch ein Praktikum sollte gut vorbereitet sein. Abgesehen von englischen Sprachkenntnissen (sie müssen aber nicht überragend sein) und der Bereitschaft zum kulturellen Austausch mit größtenteils chinesischen und russischen Kollegen

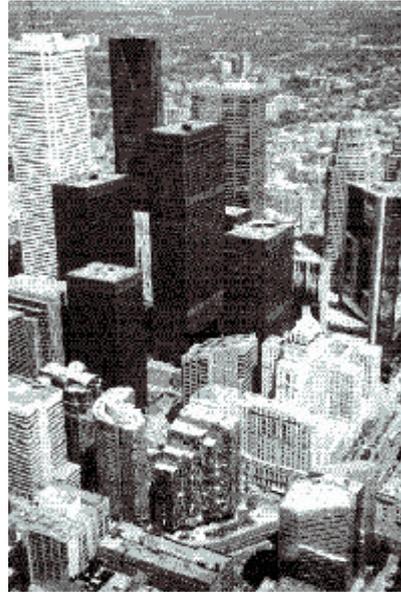


University College, eines der ältesten Gebäude auf dem Campus.

(„eingeborene“ Kanadier trifft man in den Arbeitsgruppen eher selten an) müssen einige bürokratische Hürden überwunden werden. Ob das Praktikum bezahlt wird oder nicht – eine gültige kanadische Arbeitserlaubnis ist auf jeden Fall erforderlich. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine solche zu erhalten. Die Botschaft von Kanada bietet das „Student Working Holiday Program“ an, das allerdings auf deutsche Staatsbürger beschränkt ist. Dafür sollte man sich bis zum Dezember des Vorjahres bewerben. Eine Bestätigung des zukünftigen Arbeitgebers und ein Nachweis über ausreichende finanzielle Mittel sind

dazu erforderlich. Eher kurzfristig (8 Wochen Bearbeitungszeit) kann die Arbeitserlaubnis beim Council on International Educational Exchange beantragt werden, was jedoch einiges an Kosten verursacht. Dafür erhält man aber eine offene Arbeitserlaubnis für 6 Monate ohne Einschränkung des Arbeitgebers und -ortes sowie ein komplettes Versicherungs- und Infopakete. Unabhängig von der eigenen Staatsangehörigkeit kann man die Arbeitserlaubnis direkt bei der Botschaft von Kanada beantragen, wenn man bereits eine Bestätigung des Professors einschließlich Beschreibung des Forschungsvorhabens erhalten hat. Dabei fallen aber ebenfalls Bearbeitungsgebühren an.

Bezahlbare Unterkünfte auf oder in der Nähe des Campus' findet man von Mai bis Ende August ohne große Anstrengungen in den Studentenwohnheimen. Außerhalb dieses Zeitraumes herrscht jedoch ein starker Wettbewerb mit den zurückkommenden Studenten. Verständlicherweise werden von den Vermietern diejenigen bevorzugt, die ein Zimmer für das ganze Studienjahr mieten wollen. Man sollte sich also rechtzeitig um die Unterkunft kümmern. Als kulturelles und wirtschaftliches Zentrum Kanadas ist Toronto recht teuer, was durch den ungünstigen Euro-Kurs



Blick vom CN Tower

noch verstärkt wird. Doch es lohnt sich, diese Hürden zu überwinden, denn man wird mit einem unvergeßlichen Aufenthalt in einer der kosmopolitischsten und laut UNESCO einer der lebenswertesten Städte der Welt und einer Gelegenheit, schon frühzeitig im Studium selbständig erstklassige Forschung zu betreiben, belohnt.

Gleich nach der Ankunft an der Uni fällt auf, daß in den Arbeitsgruppen (im Gegensatz zu deutschen Unis) kein Unterschied zwischen Studenten, Doktoranden und Postdocs gemacht wird. Auch wenn man „nur“ ein Student vor

dem Diplom ist, wird man genauso ernstgenommen wie ein Postdoc. Am ersten Tag erhält man den vollen Zugang zu allen Räumlichkeiten, Computern, kann Chemikalien oder Geräte für sich oder die Arbeitsgruppe bestellen... Man erhält alles, was zur selbständigen Forschung notwendig ist, ohne weiteres zur Verfügung gestellt. Große Erfolge werden nicht unbedingt erwartet, aber in jedem Fall viel Eigeninitiative. Auch der Arbeitsrhythmus ist wesentlich entspannter als z. B. in den USA, so daß zwischenmenschliche Kontakte und Freizeit nicht zu kurz kommen.

Die Bibliothekssystem der U of T gehört zu den besten 5 des Kontinents, so daß nie Engpässe bei der Beschaffung von Literatur auftreten. Selbst wenn man einen alten Artikel aus einer exotischen wissenschaftlichen Zeitschrift braucht, wird er in ein bis zwei Tagen, oft schneller, geliefert. Und die weniger exotischen Artikel lädt man sich einfach am Computer herunter. So macht Forschung Spaß!

Wenn man, selbst als Undergraduate, am Wochenende ins Labor will – kein Problem. Aber warum sollte man? Toronto bietet genug (multi)kulturelle und kulinarische Highlights, um alle Wochenenden und Abende für Monate auszu-



Blick auf die Skyline von den Toronto Islands aus.

füllen. Vom Royal Ontario Museum bis Baseball im Skydome, vom griechischen Straßenfest „Taste of the Danforth“ bis Dim Sum (u. a. Hühnerfüße und Schweineknöchel), von der Aussicht vom CN Tower bis zum Einkaufen im Eaton Center bis spät in die Nacht, vom ABBA-Musical „Mamma Mia“ bis zum Toronto Film Festival bietet Toronto für jeden Geschmack und jedes Wetter etwas. Billig und schnell kommt man mit dem effektiven Bus- und U-Bahnsystem des TTC für weniger als \$ 2 überall hin. Und wenn man schon im Ontario ist, sollte man sich weder die nahezu unberührte Wildnis der Provincial und National Parks wie Algonquin und Killarney, noch die weltberühmten Museen in Ottawa entgehen lassen. Trotz Tausender von Touristen sind auch die Niagara-Fälle auf jeden Fall ein Muß für jeden Ontario-Besucher. Nicht umsonst heißt es hier auf allen Autokennzeichen: Ontario – yours to discover!

Doch auch die University of Toronto, die größte und beste Universität Kanadas mitten im Zentrum der Stadt, ist eine Sehenswürdigkeit für sich. Die altherwürdigen Gebäude von Trinity College, University College und Knox College vermitteln den Eindruck einer englischen Universitätsstadt. Die Naturwissenschaften sind natürlich in modernen (wenn auch nicht gerade schönen) Gebäuden untergebracht. Auf dem Campus herrscht Tag und Nacht ein reges Treiben; Sport, Pubs, Kinos und Theater bringen Abwechslung in das Studentenleben. Eine süße Unterbrechung des Laboralltags sind die wöchentliche Donut Time (freitags) und Cookie Time (mittwochs), wo für alle Chemiestudenten und Mitarbeiter freier Kaffee und Gebäck angeboten werden und die die Möglichkeit zum gruppenübergreifenden, ungezwungenen Plausch bieten.

Doch auch wenn die Rahmenbedingungen für Studium und Forschung sehr gut sind, scheint sich für deutsche Chemiestudenten ein



Der einzige Punkt in Niagara Falls ohne Touristen

Spezialisierung wird verlangt. Verständlich wird dies, wenn man sich vor Augen führt, daß der Bachelor hier kein Vordiplom, sondern ein dem chemisch-technischen Assistenten vergleichbarer Abschluß ist. Dafür sind jedoch die Master- und PhD-Kurse (entspricht unserer Promotion) sehr anspruchsvoll und orientieren sich am aktuellen Stand der Forschung. Mit einem Praktikum kann man dagegen alle Vorteile einer nordamerikanischen Uni genießen, ohne die Nachteile in Kauf zu nehmen.

Wer jetzt Lust bekommen hat, nicht nur die Chemie, sondern auch die Weiten Kanadas zu erforschen, sollte sich nicht von großen Namen oder Bürokratie abschrecken lassen. Es lohnt sich auf jeden Fall.

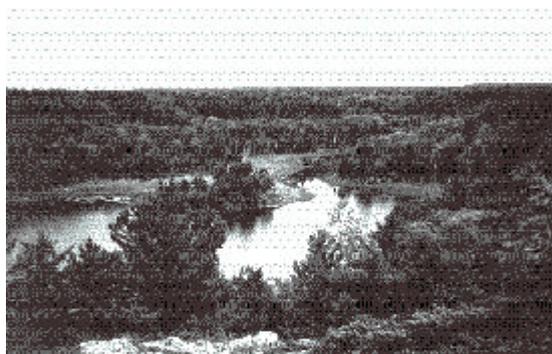
(Jana Zaumseil, Alexej Michailowski)

Jana Zaumseil und Alexej Michailowski haben von August bis Oktober 2000 ein Forschungspraktikum an der University of Toronto gemacht.

Alexej Michailowski studiert im 9. Semester Chemie an der LMU München. Er synthetisierte in Toronto Titandioxid-Nanoröhren auf Aluminiumoxid-Templaten in der Arbeitsgruppe von Prof. Martin Moskovits. (*Kontakt: Alexej.Michailowski@stud.uni-muenchen.de*).

Jana Zaumseil studiert im 9. Semester Chemie an der Universität Leipzig und beschäftigte sich an der U of T mit UHV-Rastertunnelmikroskopie an adsorbierten Molekülen auf Halbleitern und deren Reaktionsdynamik in der Arbeitsgruppe von Prof. John C. Polanyi.

(Kontakt: che97btw@studserv.uni-leipzig.de)



Killarney Provincial Park nördlich von Georgian Bay

Wichtige Adressen:

- University of Toronto:
www.utoronto.ca
- Department of Chemistry:
www.chem.utoronto.ca
- Botschaft von Kanada:
Kanadische Botschaft
Einwanderungsabteilung
Friedrichstr. 95, D-10117 Berlin
Tel.: (030) 20 312 - 447
Fax: (030) 20 312 - 134
www.kanada-info.de
- Council on International Educational
Exchange:
Oranienburger Str. 13-14, 10178 Berlin
Tel.: (030) 28 48 59 - 0
Fax: (030) 28 09 61 80
www.councilexchanges.org

Wohnungssuche:

- Toronto Star:
www.torontostarclassifieds.com
- U of T Studentenwohnheime:
www.library.utoronto.ca/housing_service/

Reisen in Kanada:

- Ontario entdecken mit Canabus:
www.canabus.com

Literatur:

- Studienaufenthalte, Praktika und Jobs
in USA und Kanada,
Martina Schulze,
Falkenverlag 1997

Uni-Report Oxford

Willkommen im Land von Regen und schlechtem Essen?



Auf einer Halbinsel zwischen den Flüssen *Cherwell* und *Thames* liegt eine der berühmtesten Städte der Welt – Oxford, Synonym für Bildung und Elite. Die Universität hat eine 800jährige Tradition und zählt damit zu den ältesten in Europa. Ihre durchaus wechselvolle Geschichte läßt sich jedoch besser in einem der vielen Reiseführer nachlesen und würde den Rahmen unseres Reports sprengen. Heute gilt die *University of Oxford* als eine der besten der Welt. Führende Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Politik haben hier studiert und ihre Seilschaften etabliert. Derzeit befinden sich Oxforder Studenten in der illustren Gesellschaft von Chelsea Clinton, die damit in die Fußstapfen ihres Vaters tritt.

Kontakte zu knüpfen, wird durch das duale System von Universität und College besonders leicht gemacht. Die Bedeutung der Colleges läßt sich leicht im Stadtbild ablesen, das zum größten Teil von den College-Gebäuden eingenommen wird und Oxford seine unvergeßliche Silhouette verleiht, die jedes Jahr Millionen von Touristen anzieht. Jeder Student und Doktorand muß Mitglied eines

der rund 40 Colleges sein, wobei es teilweise Beschränkungen gibt, welche Fächer in welchem College vertreten sind. Alle Colleges bis auf *St. Hilda's* (nur für Frauen) stehen beiden Geschlechtern offen, auch wenn der Weg bis dorthin lang und steinig war. Frauen waren bis 1880 nicht zugelassen, durften zum ersten Mal Examen 1884 ablegen und einen anerkannten Abschluß gab es erst 1920.

Das College stellt nicht nur Wohnraum zur Verfügung und sorgt für die Verpflegung, sondern übernimmt auch einen wichtigen Teil der Ausbildung – die Tutorien. Sie sind neben Vorlesungen und Seminaren ein wichtiger Teil der theoretischen Ausbildung der Studenten und dienen der Vertiefung des Stoffs und der Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen (die in der Chemie nach dem



Luftbild Oxfords mit dem Rundbau der Radcliffe Camera im Zentrum



All Souls – das angesehenste College in Oxford

erstem und dritten Jahr stattfinden, gefolgt von dem *Part II*, einer einjährigen Diplomarbeit). Tutorien finden meist in kleinen Gruppen statt, manchmal nur ein oder zwei Personen, die direkt mit dem Tutor diskutieren und Fragen stellen können. Das kann hervorragend funktionieren, oder aber auch nicht – je nach Person des Tutors.

Daneben stellen die Colleges auch Räume für Seminare und Vorlesungen zu Verfügung, da einzelne Disziplinen wie Geschichte und Kunst keine eigenen Fakultätsgebäude besitzen. So kommt es schon mal vor, daß die Vorlesung in einem eindrucksvollen altehrwürdigen Kaminzimmer stattfindet. Das College ermöglicht aber vor allem auch das Knüpfen von Kontakten zwischen den Studenten unterschiedlicher Disziplinen, die den Horizont der Studenten erweitern, oftmals im späteren Berufsleben sehr hilfreich sind und die Bindung zur Universität vertiefen. Dies geschieht sowohl in den College-Bars (die unschlagbar preiswert sind), als auch in einem der vielen College- oder Universitätsclubs. Bei der sogenannten *formal hall*, die mehrmals wöchentlich stattfindet, treten die Studenten im Talar zum festlichen Abendessen im Speisesaal (*hall*) inklusiver lateinischem Tischgebet und Bedienung an – ein ganz besonderes Erlebnis, das man sich nicht entgehen lassen sollte!



Encaenia – Zeremonie zur Verleihung der Ehrendoktorwürde

Der Zugang zur Universität ist auch für Ausländer nicht so schwer, wie man vielleicht meinen mag, und EU-Bürger

müssen wie Briten keine Studiengebühren bezahlen. Diese werden von der Heimatgemeinde bzw. dem Staat übernommen – allerdings leider nicht für Schweizer Staatsbürger. Eine größere Hürde sind die Aufnahmeinterviews der Colleges, in denen man neben fachlichem Interesse und Grips auch die Beherrschung der englischen Sprache nachweisen muß. Ein TOEFL oder ähnliches ist nicht erforderlich. Der Wettbewerb ist hart. Es bewerben sich im Durchschnitt drei Personen auf einen Studienplatz. Einkaufen kann man sich nicht, auch wenn derzeit bei 50% der Studenten von Privatschulen leicht der Verdacht aufkommt, daß die *University of Oxford* ein elitärer Club ist. Dennoch wurde der Sohn des Sultans von Brunei letztes Jahr nicht zum Jurastudium in *Magdalen College* zugelassen, weil er nach Meinung der Interviewer (*admissions tutors*) nicht das Zeug zum Studium in Oxford hatte. Dieser Vorfall erzeugte fast eine Krise zwischen der britischen Regierung, die ihn gerne dort gesehen hätte (der Vater ist immerhin der reichste Mann der Welt), und dem College. Die Universität selbst ist übrigens staatlich, aber die privaten Colleges üben einen erheblichen Einfluß aus.

Wenn man drin ist, muß man „nur“ noch Lebenshaltungskosten für die nächsten drei (in Chemie vier) Jahre zahlen, was jedoch nicht wenig ist. Der ganze Süden Englands ist sowieso schon überteuert und Oxford ist nach London die teuerste Stadt Englands. Daran schuld ist neben der relativen Nähe zu London auch der Tourismus und die Dichte an berühmten und reichen Personen im *County Oxfordshire*. Als Beispiel seien nur der Ex-Beatle George Harrison, Eddie Jordan vom gleichnamigen Formel 1-Rennstall sowie Richard Branson (*Virgin*), der reichste Mann Großbritanniens, genannt. Auch durch das Schreiben von unzähligen Chemiebüchern kann man viel Geld machen, wie man an Peter W. Atkins sieht. Und so kostet das Collegezimmer leicht über 200 Pfund monatlich, obwohl einige Colleges selbst sehr reich sind. *St John's College* ist die viertreichste Institution des Vereinigten Königreichs nach der Krone, Kirche und einem anderen College in Cambridge; ihnen gehört ein Großteil der nördlichen Innenstadt von Oxford.

Wenn man sich davon nicht schrecken läßt, kann man eine schöne Stadt kennenlernen. Neben der wunderbaren Landschaft, in die Oxford eingebet-

tet ist und die zum Wandern und Radfahren einlädt, ist es vor allem die überraschende Offenheit und Freundlichkeit der Leute an der Uni, die einen schnell heimisch werden läßt. Die meisten sind sehr an Informationen über andere Länder interessiert und man kommt schnell ins Gespräch. Wenn man eine Frage zu England hat, nimmt sich eigentlich jeder gerne Zeit alles ausführlich zu erklären – am besten bei einem *pint* (ca. ein halber Liter) Lager oder englischem Ale in einem der vielen gemütlichen Pubs. Wenn man sich besser kennt, kann man auch über Politik im großen und ganzen, Fußball (der in England geradezu religiöse Ausmaße angenommen hat) sowie Europa und das Empire diskutieren. In England wird jedoch niemand eine politische Diskussion mit einem Fremden im Zug anfangen – erstens ist es unhöflich, seine private Meinung auszubreiten, und zweitens hat man genug damit zu tun, auf den teilweise miserablen Strecken sein Mittagessen bei sich zu behalten und sich den Ellenbogen des Nachbarn aufgrund viel zu kleiner Sitze vom Leib zu halten.

Wenn man sich in den Süden Oxfords begibt, kann man das andere Oxford kennenlernen. Oxford ist nämlich auch eine wichtige Industriestadt und beherbergt das ehemalige Morris-Autowerk. 1913 wurden hier die ersten Autos gebaut, und zeitweise war es das größte Autowerk der Welt. Später wurde es von Rover übernommen, und jetzt baut hier BMW den neuen Mini. Daneben gibt es Hochtechnologie – beispielsweise kommen fast alle Hochfeldmagneten der Welt von einer der beiden Oxforder Firmen (*Magnex* und *Oxford Instruments*) – sowie eine Reihe von jungen Chemie- und Biotechnologiefirmen wie *British Biotech* und *Oxford Asymmetry*.

Neben unzähligen Gesellschaften und Clubs an der Universität, wo man verschiedenste Hobbies ausüben kann, gibt es ein außergewöhnlich großes Kulturangebot mit erstklassigen Konzerten, Theater, Oper und Kino. Dazu kommen Galerien, das berühmte *Ashmolean Museum* mit ägyptischen Mumien und altgriechischer Kunst, die obskure *Pitt-Rivers*-Sammlung von Artefakten aus der ganzen Welt (berühmt-berüchtigt sind Schrumpfköpfe und andere Gruseligkeiten). Einen Besuch wert ist auch das Universitätsmuseum, in dem neben den ersten jemals gefundenen Dinosaurierknochen der Welt viele der Tiere ausgestellt sind, die Lewis Carroll in „Alice im Wunderland“ beschreibt – kein



High Street – einer der schönsten Straßenzüge Englands

Wunder, war der Autor doch Tutor am *Christchurch College* und daher regelmäßiger Gast im Museum.

Wenn das Wetter schön ist, was häufiger als erwartet vorkommt, kann man einem der amüsantesten Zeitvertreibe nachgehen: auf dem Stocherkahn mit einer langen und schweren Stange im Schlamm herumstochern und zur Belustigung der Spaziergänger von einem Ufer ins andere krachen. Das alles ist unter dem Oberbegriff *punten* bekannt und viel schwerer als es aussieht! Erfunden wurde es, wie nicht anders zu erwarten, von angetrunkenen Studenten. Wer clubben will, findet auch hier ein paar Discos oder nimmt einfach den Bus (im 12 Minuten-Takt!) nach London, wo die Möglichkeiten wirklich nur vom Geldbeutel begrenzt werden.

Das Urbild englischer Gemütlichkeit ist und bleibt jedoch der Pub, und die Oxforder sind im Vergleich zum hektischen London sehr gemütlich. Jedenfalls können über 180 Pubs in der 120.000 Einwohner starken Stadt existieren, neben Bars und unzähligen Restaurants und *Take-Aways*. Pubs haben glücklicherweise sehr wenig mit Stammtischmentalität zu tun. Das berühmteste Beispiel ist wohl der *Eagle and Child*, in dem der Schriftsteller R. R. Tolkien mit seinen Freunden am Donnerstag morgen(!) beim Bier Philosophisches zu er-



Stocherkahnfahrten („punten“) auf dem ruhigen Fließchen Cherwell



Dyson-Perrins-Laboratorien – bis 2003 noch OC Labors

örter pflegte. Legendär ist die *Turf Tavern*, einer der schönsten Oxforder Pubs mit einem großen Angebot an Biersorten und sehr schönem Biergarten mitten im Zentrum der Stadt, direkt an der Stadtmauer. Der Pub *Kings Arms* ist die Hochburg der Studenten, da er neben dem *Sheldonian Theatre* liegt, in dem alle Universitätsfeiern abgehalten werden. Besonders nach der Immatrikulationsfeier, in der ehrwürdige Männer lateinische Reden halten, sollte man sich von dort fern halten, will man nicht Zeuge eines der größten Saufgelage Oxfords werden, das jedes Jahr einige Leute ins Krankenhaus und viele *first years* in peinliche Situationen bringt. Jeweils Anfang Oktober findet die *freshers' fair* statt, in der die vielen Univeritätsclubs neue Mitglieder gewinnen wollen. Hier kann man englische Exzentrik in Reinkultur erleben. Neben hochernsten Gruppen, die sich beispielsweise mit der Industriegesellschaft in England beschäftigen, kann man auch Mitglied im „Pooh der Bär“-Aufklebersammelclub oder in der Gesellschaft für heterosexuelle Dekadenz werden.

Daneben gibt es fachspezifische Parties, in denen die älteren Studenten die Ersttrimester hemmungslos mit Alkohol abfüllen. Wer das aushält, schafft



Christchurch College, 1525 von Kardinal Wolsey als das prächtigste aller Colleges gegründet

alles, was jetzt noch kommen mag. Jedenfalls sind die zwei meistzitierten Vorurteile über Oxforder Studenten falsch. Es handelt sich weder um konservative, elitä-

re, reiche Snobs, die sich ihren Abschluß erkaufen und in der Zwischenzeit von einer Party zur nächsten eilen, noch um lernverrückte Heilige, die Philosophie über Pub stellen. Im großen und ganzen sind die Studenten hier nicht anders als anderswo, und eine Umfrage hat gezeigt, daß nur ein Viertel der Studenten konservativ wählen würde. Die meist gelesenen Zeitungen sind nicht *The Times*, sondern *Sun* und *The Independent*. Die eine ist ein Klatschblatt, gegen das die Bild- oder Kronenzeitung intellektuell sind, und das andere eine linksliberale Tageszeitung.

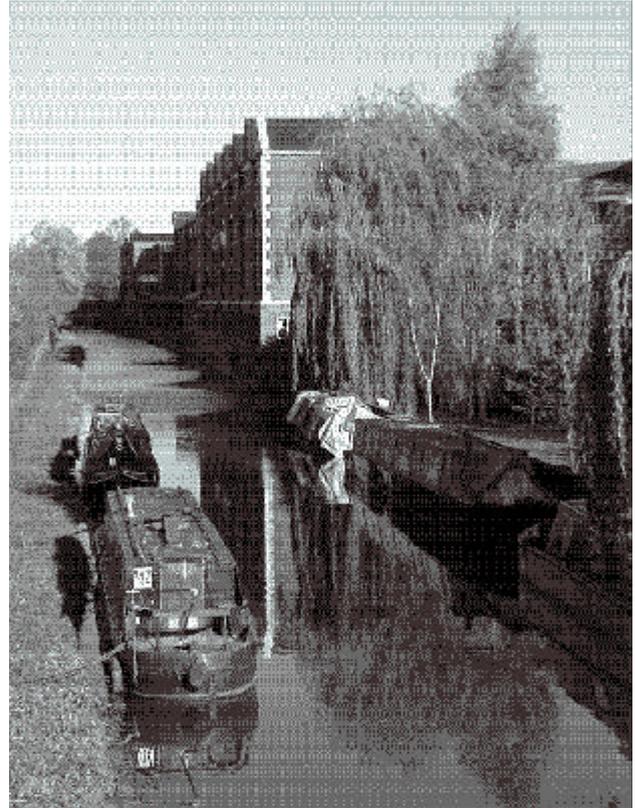
Und wenn wir schon bei Vorurteilen sind, auch ein kurzes Wort zum Essen. Die englische Küche hat heutzutage Namen wie *Lamb Tikka Masala* und *Chop Suey* – besonders Oxford hat jede Menge indische, chinesische und sonstige fremdländische Restaurants. Aber auch in der traditionellen englischen Küche sind große Fortschritte erzielt worden, nachdem die Engländer von ihren früheren Kolonien gelernt haben, daß man Gemüse nicht bis zur Unkenntlichkeit verkochen muß und daß das grüne, aromatische Zeug aus dem Garten ganz gut in viele Gerichte gestreut werden kann. Die Zeiten von *ham and eggs* und *fish and chips* sind mehr oder weniger vorbei, und wenn man ehrlich ist, dann ist Pommes mit Currywurst auch nicht gerade preisverdächtig. Jedenfalls ist ein englischer *Sunday roast* ganz lecker und die *puddings* (Sammelbegriff für Nachtisch) wirklich gut. Auch die Sandwiches haben eine Entwicklung vom pappigen Toast mit was dazwischen zum knackigen Baguette mit frischer Füllung durchgemacht.

Es ist keine Seltenheit, daß man auf seine neuen englischen Bekannten und Freunde mal eine Viertelstunde wartet. Man läßt sich halt einfach nicht stressen und fünf Minuten mehr oder weniger sind nicht wirklich wichtig, oder? Besonders Leute, die schon einmal mit der amerikanischen Arbeitseinstellung Bekanntschaft gemacht haben, werden die englische Arbeitsmoral lieben. Hier geht es nicht bierernst zur Sache. Man hat Interesse an seinen Arbeitskollegen und Mitstudenten, und für ein *pint* nach der Arbeit ist immer Zeit. Es gibt keine 70-Stunden-Wochen, wie sie in vielen amerikanischen Universitäten üblich sind, außer man ist so verrückt und arbeitet freiwillig so viel. Man kennt einander, und oft sind die Leute wirklich mit ihren Arbeitskollegen befreundet.

Hobbies hat eigentlich jeder, und die werden auch ernsthaft verfolgt – ob es sich nun um Musizieren, *Star Trek* oder das legendäre Rudern handelt. Vielleicht liegt das aber auch an der etwas langsameren Zeitrechnung auf der Insel, die England vor Übereffizienz, Managerkrankheit, Doppelverglasung, Zentralheizung und kombinierten Wasserhähnen für Warm- und Kaltwasser geschützt hat. Spötter behaupten, daß England dem Kontinent um 20 Jahre hinterher hinke. Eine Warnung an alle, die im Winter auf die Insel kommen: 15 Grad Raumtemperatur sind keine Seltenheit, also warme Sachen mitnehmen. Engländer(innen), die im Dezember im T-Shirt (Top) herumlaufen, sind irgendwie genetisch manipuliert und somit für Kontinentaleuropäer kein gutes Vorbild. Das Wetter ist jedoch nicht so schlimm wie behauptet. Vielleicht regnet es häufiger pro Tag, aber es kommt eigentlich nicht vor, daß man über mehrere Tage wirklich schlechtes Wetter hat.

Was vor allem mitteleuropäischen Studenten auffallen dürfte, ist die Vielzahl von Ritualen und Traditionen, die an der Universität gepflegt werden und vielerorts leider in den 70er Jahren abgeschafft wurden. Das beginnt mit einer hochhoffiziellen Immatrikulationsfeier, in der man im schwarzen Talar (*subfusc*) erscheinen muß. Nach Prüfungen, die man ebenfalls im Talar ablegt, wird man von Mitstudenten mit Eiern und anderen Sachen beworfen und alle betrinken sich in kollektiver Einigkeit. Alles endet dann ein paar Jahre später mit der Graduationsfeier im *Sheldonian Theatre* (Übersetzungen der lateinischen Reden liegen am Platz aus), bei der die Erlaubnis erteilt wird, die farbenprächtigeren Talare der *masters* anzulegen. Jedenfalls hat das mehr Stil als die formlose Einschreibung und das Abholen des Diplomzeugnisses im Unisekretariat, und hinterläßt außerdem das Gefühl, daß man sich hier wirklich um die Studenten kümmert. Insgesamt haben die Studenten hier eine viel größere Bindung zur eigenen Alma Mater, die sich oftmals in großzügigen Spenden niederschlägt, wenn die Absolventen erfolgreich verdienen. Dieses Geld ist ein wichtiger Teil der Finanzierung des Collegesystems.

Doch auch in Oxford wird nur mit Wasser gekocht, und niemand sollte sich von dem großen Namen abschrecken lassen. Die praktische Ausbildung in Chemie ist recht bescheiden – es müssen bis zum Beginn der Diplomarbeit nur zwei Praktika absol-



Der Oxford Canal mit oft farbenfrohen Hausbooten

viert werden, die an ein bis zwei Nachmittagen der Woche stattfinden. Insgesamt werden die Studenten weniger zur selbständigen Arbeit erzogen, und eine frühzeitige Spezialisierung ist nur innerhalb des ziemlich verschulten Systems möglich. Die Diplomarbeit findet im vierten Jahr in einer der vielen Arbeitsgruppen statt (Oxford hat übrigens den größten Chemiefachbereich der westlichen Welt). Dort wird man mehr oder minder intensiv von einem *supervisor* betreut, oft ein Postdoc. Das führt zu einem sehr heterogenen Endergebnis in den praktischen Fähigkeiten der Absolventen. Auch in der Theorie wird von niemandem magisches Können erwartet – ganz im Gegenteil. Man kann sich hervorragend durchs System schmuggeln, ohne Chemie wirklich zu verstehen, denn die schriftlichen Prüfungen sind jedes Jahr ähnlich, andererseits aber ziemlich hart und umfassend. Wenn man in den Vorlesungen und Tutorien aufgepaßt hat, in denen der *gesamte* Prüfungsstoff behandelt wird, kann aber eigentlich nichts schiefgehen. Weniger als 2% aller Studenten (*undergraduates*) brechen ihr Studium frühzeitig ab, und fast die Hälfte nimmt nach abgeschlossenem Studium im Alter von nur 22 Jahren einen gutbezahlten Job bei einer Bank oder Versicherung in der *City of London* an.

Große Vorteile hat das englische System für Doktoranden (*graduate students*). Hier wird man für die Forschung bezahlt, und viele haben darüber hinaus noch ein Stipendium von einem Industriebetrieb (*CASE studentship*), für das sie dann einen Monat im Jahr im Unternehmen arbeiten können. Dies spiegelt die stärkere Vernetzung von Industrie und Uni wider. So sind auch Firmengründungen durch Forscher schon seit geraumer Zeit gern gesehen. Doktoranden, die gerne Tutorien an einem College leiten wollen, bekommen meist die Chance dazu – nicht für Luft und Liebe, sondern für harte Pfunde (bis zu 80 Pfund pro Stunde zusätzlich)! Mit dem resultierenden Einkommen in der Größenordnung von mindestens 7.500 bis zu 14.000 Pfund jährlich (steuerfrei) kann man auch in Oxford ganz gut leben. Die Doktorarbeit ist auf drei Jahre angesetzt, wobei das erste Jahr „auf Probe“ ist und durch eine Prüfung abgeschlossen wird. Wenn sie länger als vier Jahre dauert, dann muß der Leiter der Arbeitsgruppe saftige Strafen zahlen. Es ist ein System, das Doktoranden effektiv vor Ausbeutung schützt und sicherstellt, daß sie nur auf erfolgsversprechende Projekte angesetzt werden, die häufig extern finanziert sind. Ansonsten geht es recht ähnlich wie bei uns in den Labors zu – Doktoranden müssen keine Vorlesungen mehr besuchen, sondern können sich ganz ihrer Forschung widmen.

Für alle Studenten, die mal Oxforder Luft schnuppern wollen, empfiehlt sich ein Praktikum in einem der Arbeitskreise der Fakultät. Drei Monate sollten es schon sein, um richtig warm zu werden und die vielen Möglichkeiten auszuschöpfen, die

Oxford bietet. Ein erster Kontakt mit dem Arbeitskreis des Begehrens kann über E-mail stattfinden und alles andere wird sich dann klären. Unterkunft kann man über den Professor im College finden, oder besser über die Zimmervermittlung der Universität. Die beste Zeit für Praktika ist wohl August bis Oktober, denn dann sind „große Ferien“ und der Wohnungsmarkt ist etwas entspannter. Auf der anderen Seite entgehen einem außerhalb der *terms* (Trimester) dann natürlich viele tolle Veranstaltungen wie die Ruderregatten, die traditionellen Feiern zum Frühlingsbeginn am 1. Mai, die Sommerbälle oder der Trubel rund um die Abschlußprüfungen. Wichtig ist, die Finanzierung vorher zu sichern, denn man muß schon mit 700 Pfund pro Monat rechnen. Wenn man sich aber traut, wird man mit einer wirklich einmaligen Erfahrung belohnt und vielen neuen Freunden.

(Sabine Hirth, Frank Sobott)

Sabine Hirth

(Kontakt: sabine-hirth@t-online.de) studiert Chemie an der LMU München im 7. Semester und hat einen dreimonatigen Forschungsaufenthalt im Labor von Dr. David M. Hodgson (Organische Chemie) an der University of Oxford verbracht.

Dr. Frank Sobott

(Kontakt: frank.sobott@ocms.ox.ac.uk) ist seit September 2000 als Postdoc (Untersuchung von Proteinstruktur und –faltung mit biophysikalischen Methoden) in Oxford. Er ist Mitglied der University of Oxford und des Linacre Colleges sowie Tutor für Biochemie am Wadham College.

Nützliche Internetadressen:

- University of Oxford mit Links zu Studium, Jobs, Colleges, Unterkunft usw.
<http://www.ox.ac.uk>
- Chemiefachbereich der University of Oxford
<http://www.chem.ox.ac.uk>
- Virtuelle Tour durch Oxford (übrigens von einem Chemiestudenten als Diplomarbeit angefertigt)
<http://www.chem.ox.ac.uk/oxfordtour/main.html>
- Geschichte der Stadt und Universität Oxford
<http://www.oxford-info.com/History.htm>
- Berühmte Studenten aus Oxford und Cambridge <http://www.damtp.cam.ac.uk/user/smb1001/alumni.htm>
- Sehr prestigeträchtige Stipendien gibt es für jeweils vier Deutsche jährlich vom Rhodes Trust. Bill Clinton war auch *Rhodes scholar*
<http://www.rhodes-deutschland.de/>

Workshop 2001 in Heidelberg

Nachwuchswissenschaftler an Deutschlands ältester Universität

Kurz nachdem Weihnachten und der Jahreswechsel 2001 überstanden waren, machten sich rund 80 Mitglieder des Fördervereins Chemie-Olympiade auf den Weg in die Universitätsstadt am Neckar, nach Heidelberg, um sich dort vom 4. bis 7. Januar zum 9. wissenschaftlichen Workshop des FChOs zu treffen und auszutauschen.

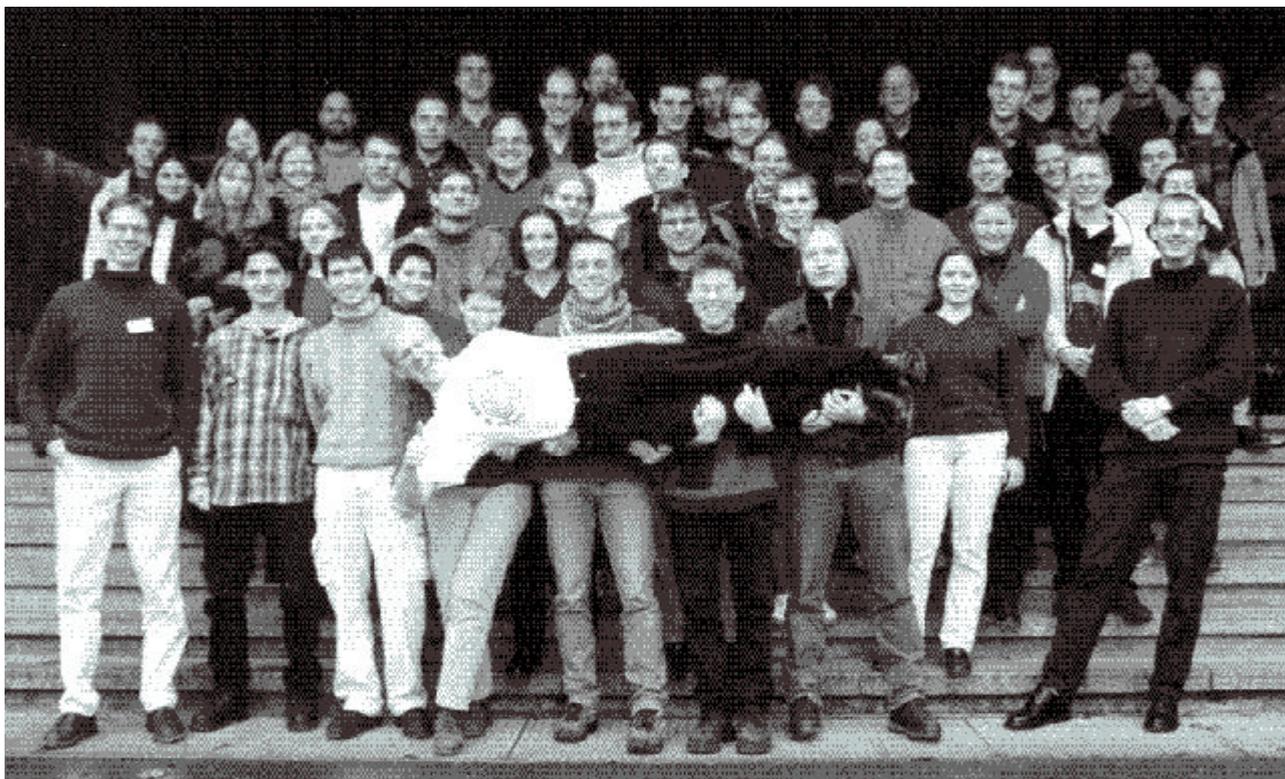
Traditionell begann der Workshop schon am Donnerstag abend, wo man sich zum gemühten Essen im Altheidelberger „Brauhaus Vetter“ traf, bevor der Freitag mit den Vorträgen der Mitglieder begann. Diese waren wieder breit gefächert und reichten von der Bioanalytik an Prionen bis zur theoretischen Existenz von planarem, sechsfach koordiniertem Kohlenstoff.

Einen besonderen Programmpunkt bildete aber die Vorstellung der Tätigkeit eines Chemikers in der

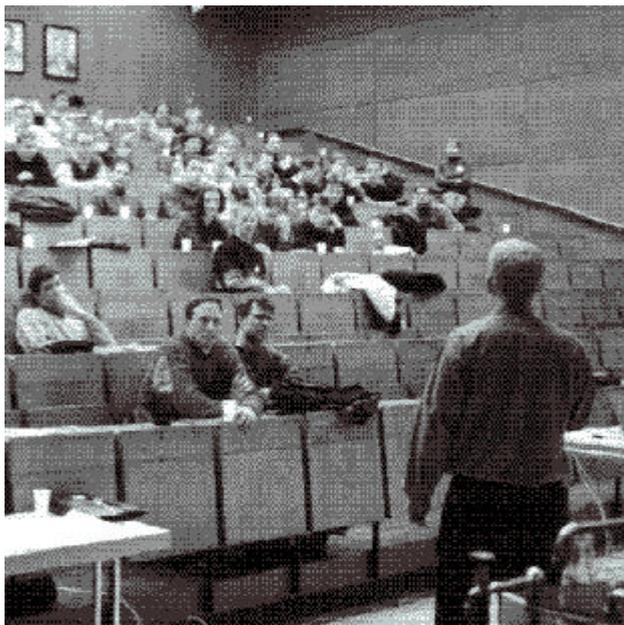


Steffan Schäfer bei seinem Vortrag über das Backen von Halbleitern

Unternehmensberatung durch Mitarbeiter der Boston Consulting Group, die mit einem kleinen Sekt Empfang abgeschlossen wurde. Wer sich also nicht sicher war, ob er später wirklich als Chemiker ar-



Christoph Kiener wird von den Mitgliedern auf Händen getragen



Mitgliederversammlung des FChOs

beiten wolle, konnte sich hier interessante Anregungen für Alternativen holen.

Am Nachmittag folgte die mittlerweile traditionelle Podiumsdiskussion mit einem Gast aus Wirtschaft, Politik oder Bildung. Diesmal diskutierten die Teilnehmer angeregt mit Herrn Dr. Paul (Forschungslleitung Farbenlaboratorium BASF AG, Ludwigshafen) und Prof. Huttner (Universität Heidelberg) über gemeinsamen Interessen und gemeinsames Handeln von Hochschule und Industrie im Hinblick auf den Mangel an Nachwuchswissenschaftlern in Deutschland. Darauf folgte der

Experimentalvortrag von Dr. Marco Oetken (Universität Oldenburg) über Selbstorganisation und strukturbildende Prozesse in der Chemie.

Beim gemeinsamen Abendessen konnte man bei einem Glas Wein oder Bier in gemütlicher Atmosphäre die Diskussionen über Nachwuchs und Selbstorganisation fortsetzen. Der Samstag war dann wieder ganz den wissenschaftlichen Vorträgen gewidmet, wobei aber auch Eindrücke vom Studentenleben in Oxford und ein Erfahrungsbericht über die Internationale Chemie-Olympiade in Dänemark nicht fehlten.

Der Sonntagmorgen war der ordentlichen Mitgliederversammlung des FChOs gewidmet. Die Arbeit des Vereins im letzten Jahr wurde vorgestellt und ein neuer Vorstand gewählt. Christoph Kiener, der viele Jahre aktiv den Verein mitgestaltet hat und die letzten zwei Jahre Vorstandsvorsitzender war, wurde ins Kuratorium aufgenommen.

Für die gelungene Organisation dieses Workshops sei an dieser Stelle nochmals Max Hofmann, Sirius Zarbakhsh und Robert Ventz herzlich gedankt. Wir freuen uns nun schon auf den nächsten Workshop der anlässlich des 10-jährigen Bestehens des Fördervereins bei der DECHEMA in Frankfurt am Main vom 25. bis 28. April 2001 stattfinden wird. Wir hoffen auch dort wieder viele altbekannte und neue Gesichter zu treffen.

(Jana Zaumseil)

Themen und Autoren der wissenschaftlichen Vorträge:

Geladene Kugeln (Dr. Franziska Gröhn, MPI für Polymerforschung Mainz) • **Wie wird man und was wird aus Teilnehmern am Auswahlverfahren der IChO** (Dr. Wolfgang Bündler, IPN Kiel) • **Automatische Auswertung von NMR-Spektren mit genetischen Algorithmen** (Michael Müller, Leipzig) • **Kontrollierte Adsorption an Silizium-Oberflächen – Grundlage für molekulare Schaltkreise?** (Jana Zaumseil, Universität Leipzig) • **(GaIn)(NAs), oder was passiert, wenn man einen quart. Halbleiter in den Ofen schiebt?** (Steffan Schäfer, Universität Marburg) • **Planar und sechsfach koordiniert: eine neue Form des Kohlenstoffs!** (Dr. Kai Exner, BASF AG Ludwigshafen) • **Structure Activity Relations by Neural Networks** (Jens Meiler, Universität Frankfurt) • **Power Windows und Nano-Maccaroni** (Alexej Michailowski, LMU München) • **Bioanalytik – ein sehr chemischer Aspekt der „Life Science“** (Dr. Thomas Appel, IMB Jena) • **Impressionen aus Oxford** (Dr. Frank Sobott, Universität Oxford) • **Methoden der Massenspektroskopie** (Dr. Jens Decker, Bruker Daltonics GmbH Leipzig) • **Internationale Chemieolympiade in Dänemark** (Johannes Rau, Universität Würzburg und Michael Müller, Leipzig)

„Künstliche Intelligenz“ in Chemie und Biologie

Einleitung

Aus den Gelehrten der alten Zeit, die sich noch mit allen Naturwissenschaften gleichermaßen befassen konnten, sind, getrieben durch die explosionsartige Zunahme des menschlichen Wissens, Mathematiker, Physiker, Chemiker und Biologen hervorgegangen. Dieser Prozeß setzt sich in der jüngeren Geschichte durch die Etablierung von Informatik und Biochemie bis heute fort. Biophysik, biophysikalische Chemie, Bioinformatik und nun auch Chemieinformatik heißen die neuen Wissenschaften. Das Entstehen dieser Wissenschaften – wie übrigens auch ihre Namen – beweisen, daß neues Wissen heutzutage häufig an den Berührungsflecken zwischen den „traditionellen“ Naturwissenschaften generiert wird. Dies bedingt ein interdisziplinäres Forschen und fordert den „Naturwissenschaftler“ im „Chemiker“ zu einer ganzheitlichen Betrachtung der Zusammenhänge auf.

Künstliche Intelligenz oder künstlich intelligent? Im folgenden soll an einigen Beispielen die Nutzung neuerer Verfahren der Mathematik und Informatik in der Chemie und Biologie vorgestellt werden. Neuronale Netze und genetische Algorithmen werden dabei gerne als „Künstliche Intelligenz“ bezeichnet, da sie in Aufbau und Funktionsweise an die natürlichen Vorbilder Nervenzelle bzw. Evolution angelehnt sind. In ihrer Komplexität und ihrem Leistungsvermögen erreichen sie jedoch bei weitem (noch?) nicht ihre natürlichen Vorbilder. Trotzdem ist ihr Potential erheblich und kann zur Lösung naturwissenschaftlicher Fragestellungen beitragen.

Die gewählten Aufsätze erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Repräsentativität. Vielmehr sind sie Bestandteil meiner Forschung beziehungsweise im Rahmen von Schnupperpraktika bearbeitete Projekte. Die ersten beiden Methoden erlauben eine weitgehend automatisierte Aufklärung

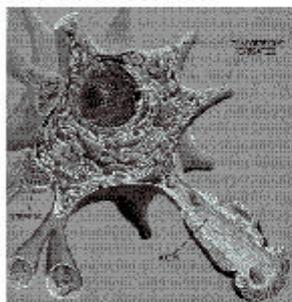
der Konstitution organischer Verbindungen ausgehend von deren ^{13}C NMR Spektrum. Dazu werden neuronale Netze, die die ^{13}C NMR chemische Verschiebung berechnen, mit einem genetischen Algorithmus kombiniert, der als Strukturgenerator fungiert. In einer zweiten Anwendung werden künstliche neuronale Netze zur Bestimmung der Sekundärstruktur von Proteinen implementiert und ein drittes Beispiel zeigt das Potential dieser Netze, quantitative Struktur-Aktivitäts-Beziehungen zu modellieren. Im besonderen werden dabei Wege aufgezeigt, die erstellten quantitativen Modelle für weiter Untersuchungen zu nutzen.

Die vorliegende Abhandlung soll dabei nur einen groben Überblick geben und allgemeine Vorgehensweisen verdeutlichen. Auf weiterführende Artikel und Literatur wird verwiesen.

Künstliche Neuronale Netze

Künstliche Neuronen sind in ihrem Aufbau an natürliche Neuronen angelehnt. Die Schritte der Informationsverarbeitung, die von Nervenzellen bekannt sind, werden in ein Modell übertragen. Abbildung 1 zeigt ein natürliches und ein künstli-

Natürliches Neuron



Künstliches Neuron

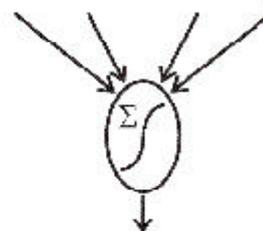


Abbildung 1: Vergleich des Informationsflusses zwischen einem natürlichen und einem künstlichen Neuron. In beiden Fällen wird die Information gewichtet, summiert und mit einer Schwellwertfunktion prozessiert. Somit lehnen sich künstliche neuronale Netze an ihre natürlichen Vorbilder an.

ches Neuron im Vergleich. Die an verschiedenen Eingängen anliegende Information wird zunächst gewichtet, dann summiert und schließlich genau dann weitergeleitet, wenn ein bestimmter Schwellwert überschritten ist. Während die Information im natürlichen Fall Membranpotentiale und chemische Botenstoffe sind, ist im Fall des künstlichen Neurons die Information numerisch. Auch die Wichtung, die im natürlichen Neuron durch Breite und Gestaltung des synaptischen Spalts entsteht, wird im künstlichen Neuron durch die Multiplikation mit einer Zahl erreicht, dem „Gewicht“. Als Schwellwertfunktion wird häufig die Sigmoidfunktion $y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ oder auch der *tanh* verwandt.

Eine Verknüpfung von Neuronen bildet ein Netzwerk, dessen Freiheitsgrade die Gewichte sind. Der einfachste Typ künstlicher neuronaler Netze besteht aus Schichten, deren Neuronen paarweise miteinander verbunden sind (vgl. z. B.: Abbildung 7). An den Eingängen wird die bekannte Information angelegt (z. B. eine numerische Codierung der Struktur) und an den Ausgängen werden die gesuchten Größen abgefragt (z. B. biologische Wirkung). Die Gewichte werden am Anfang zufällig gewählt und müssen „trainiert“ werden. Dies geschieht mittels iterativen Optimierungsverfahren, die die Gewichte so angleichen, daß vorgegebene Daten richtig berechnet werden. Im Anschluß kann das Netz auch für unbekannte Datensätze gute Vorhersagen treffen.

Künstliche neuronale Netze können daher auch als sehr komplexe mathematische Modelle betrachtet werden. Ihre entscheidenden Vorteile sind, daß sie keinen bestimmten mathematischen Zusammenhang zugrunde legen (es muß also auch kein Modell vorher bekannt sein – im Gegensatz zu z. B.: einer linearen Regression), sondern sich dem Problem flexibel anpassen. Überdies erzielen sie besonders gute Ergebnisse bei der Interpolation und auch bei der Extrapolation von Datensätzen, die nicht zum Training des Netzes genutzt wurden. Die Kombination ihrer Fähigkeiten, komplexe Zusammenhänge zwischen Eingabe und Ausgabe zu erkennen und zu nutzen sowie unscharfe Information zu verarbeiten, prädestiniert sie, zur Lösung biochemischer Fragestellungen beizutragen. Eine umfangreiche Einführung ihrer Nutzung in der Chemie und Biochemie kann der Literatur¹ entnommen werden.

Genetische Algorithmen

Ebenfalls der Natur abgeschaut, optimieren genetische Algorithmen Individuen auf eine vorgegebene Umwelt. Bei der Simulation sind diese Individuen durch ihren genetischen Code vollständig definiert. Es muss eine Funktion existieren, die ausgehend von dem jeweiligen genetischen Code die Fitness (also die zu optimierende Eigenschaft) berechnet. Diese Fitness dient als Maß für die Selektion. Zusätzlich müssen Rekombination (durch Mischen des genetischen Codes zweier Individuen entsteht ein neues) und Mutation (zufällige Änderung des genetischen Codes eines Individuums) implementiert werden. Selektion, Rekombination und Mutation stellen die drei wesentlichen Eckpfeiler eines jeden genetischen Algorithmus dar.

An einem Beispiel wird gezeigt werden, wie der genetische Code eines Moleküls aussehen könnte. Aus diesem kann zum Beispiel eine Eigenschaft des Moleküls berechnet werden, welche optimiert werden soll. Dazu wird eine Population zufälliger Individuen erzeugt, deren Fitness (Abweichung der Eigenschaft von dem Vorgabewert) berechnet wird. Entsprechend dieser Fitness, werden aus der Population Elternmoleküle gewählt und zu einem neuen Molekül rekombiniert. Dieses Kindmolekül kann optional einer Mutation unterzogen werden. Rekombination und Mutation werden wiederholt, bis eine vollständige, neue Kindpopulation gebildet ist, die dann wieder von neuem Selektion, Rekombination und Mutation ausgesetzt wird.

Effekt ist eine Optimierung des genetischen Codes auf die Umgebung (hohe Fitness), ähnlich wie es in der Natur beobachtet wird. Vorteile des Verfahrens sind, daß komplexe, vieldimensionale Hyperflächen nach globalen Minima abgesucht werden können, was mit lokalen Minimierungsverfahren wie z. B. Methode des steilsten Abstiegs nicht möglich ist.

Berechnung ¹³C NMR chemischer Verschiebungen

Kernmagnetische Resonanzspektroskopie (Nuclear Magnetic Resonance = NMR) ist nicht nur eine bedeutsame Methode zur Untersuchung der Struktur und Dynamik von Proteinen oder der medizinischen Diagnostik (dort: Kernspintomogra-

phie), sondern ist auch die bedeutsamste Methode zur Bestimmung der Struktur von Verbindungen in der organischen Chemie. Eine besondere Bedeutung kommt hier der ^{13}C NMR Spektroskopie zu, bei der für jedes Kohlenstoffatom des Moleküls ein Signal erhalten wird, das durch seine chemische Verschiebung (Resonanzfrequenz des ^{13}C Atoms gemessen relativ zu der von Tetramethylsilan) gekennzeichnet ist. Diese chemische Verschiebung enthält komplexe Information über die chemische Umgebung eines Kohlenstoffatoms und kann daher zur Bestimmung der Struktur einer Verbindung wertvolle Beiträge leisten. Dies spielt im besonderen eine große Rolle, da ^{13}C chemische Verschiebungen aufgrund ihrer Einfachheit (im wesentlichen eine Zahl*) mit der Einführung der ersten Computer für Tausende organische Verbindungen gespeichert wurden und somit heute eine breite Datenbasis zur Verfügung steht. Diese kann direkt (Suche, ob ein Spektrum bereits existiert) oder indirekt die Auswertung experimenteller ^{13}C NMR Spektren wesentlich vereinfachen. Als indirekte Methode spielt die Berechnung von ^{13}C NMR chemischen Verschiebungen auf Basis dieser Datenbanken eine große Rolle, da ein Strukturvorschlag dann durch die Berechnung des ^{13}C NMR Spektrums und dessen Vergleich mit dem Experiment überprüft werden kann.

Hohe Genauigkeit der Berechnung der ^{13}C NMR chemischen Verschiebung kombiniert mit geringen Rechenzeiten läßt sich durch den Einsatz künstlicher neuronaler Netze erzielen². Dazu werden alle Nachbaratome eines Kohlenstoffatoms in Abhängigkeit ihrer Entfernung Sphären zugeordnet und numerisch codiert. Atomtypen, Hybridisierung, Atomradien, Bindungstypen, Elektronegativität und Zahl der gebundenen Wasserstoffatome werden dabei berücksichtigt. Der sich daraus ergebende Vektor beschreibt die Umgebung eines Kohlenstoffatoms und dient als Eingabe für das neuronale Netz. Dabei handelt es sich um ein dreischichtiges künstliches neuronales Netz, welches mit dem „Backpropagation“ Algorithmus trainiert wird. Das Netz besteht aus 360 Eingängen, bis zu 40 verdeckten Neuronen und einem Ausgangsneuron. Einzige Ausgabe ist die chemische Verschiebung des interessierenden Kohlenstoffatoms. Das Training mit insgesamt ca. 1.300.000

* Hier spielen auch Intensität und Multiplizität eine Rolle, die hier aber nicht diskutiert werden sollen.

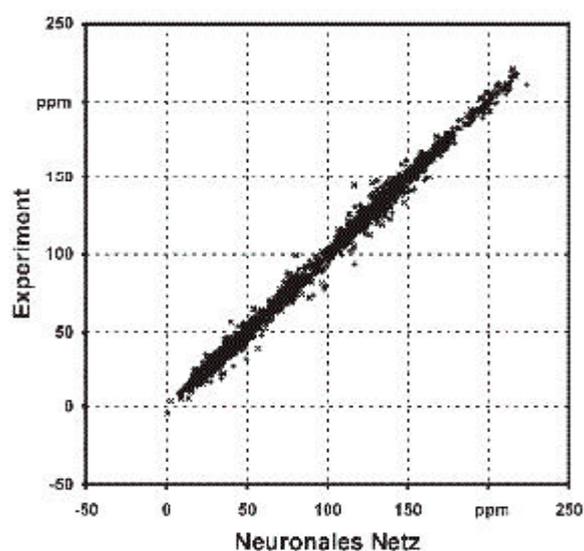


Abbildung 2: Korrelationsdiagramm der berechneten und gemessenen ^{13}C NMR chemischen Verschiebungen. Die zum Training verwandten chemischen Verschiebungen sind mit einem „x“ gekennzeichnet, die Trainingsdaten mit einem „+“. Aus beiden Datensätzen sind ca. 2000 zufällig gewählte Punkte gezeigt.

chemischen Verschiebungen dauert bis zu drei Wochen (SGI O200 mit vier R12000 Prozessoren, 300 MHz und 2GB RAM). Bei einem Wertebereich von ~ 250 ppm wird mit dieser Codierung eine mittlere Abweichung von 1,6 ppm erreicht, wobei ca. 5.000 chemische Verschiebungen pro Sekunde berechnet werden können. Abbildung 2 stellt in einem Korrelationsdiagramm die berechnete und die experimentell bestimmte chemische Verschiebung im Vergleich dar. Eine entsprechende Software, die diese Netze simuliert, ist frei erhältlich³.

Neben der Unterstützung der Strukturaufklärung durch Validierung der Resultate können diese Netze nun auch in Strukturgeneratoren zum Einsatz kommen. Bei Vorgabe des experimentellen ^{13}C NMR Spektrums können die generierten Strukturen gemäß der Ähnlichkeit ihres berechneten Spektrums zum Experiment bewertet werden, und so wahrscheinliche Vorschläge für die wirkliche Struktur gefunden werden.

Optimierung von Strukturen auf das ^{13}C NMR Spektrum

Neben der Kombination dieser neuronalen Netze mit etablierten Strukturgeneratoren wie MOLGEN^{4,5} oder CoCON^{6,7} wird mit einem genetischen Algorithmus ein Strukturgenerator vollkommen neuer Art implementiert⁸. Dabei werden Moleküle direkt

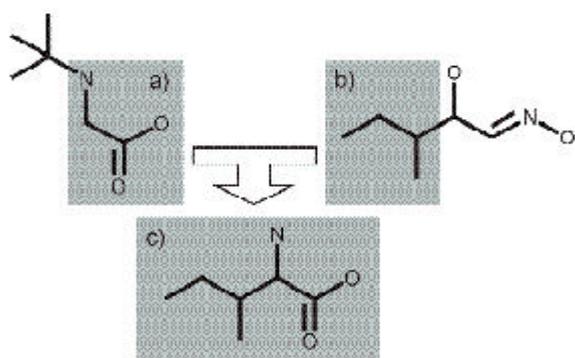


Abbildung 3: Rekombination zweier Moleküle a) und b) zu einem gemeinsamen Kindmolekül c). Die jeweils grau unterlegten Teile werden in das neue Molekül übernommen.

als Individuen betrachtet. Es wird ein Vektor von Zahlen erstellt, in dem jede Position genau einem aller möglichen Atom – Atom – Paare entspricht. Gespeichert wird jeweils die Art der Bindung zwischen diesen Atomen (0 = ungebunden, 1 = Einfachbindung, 2 = Doppelbindung, 3 = Dreifachbindung). Dieser Vektor wird nun als genetischer Code eines Moleküls betrachtet. Mit dieser Definition lassen sich Rekombination (vgl. Abbildung 3) und Mutation einfach definieren. Für die Rekombination zweier Moleküle wird jede Position des neuen Vektors jeweils mit einer der Zahlen an den entsprechenden Positionen der Vektoren der beiden Elternmoleküle besetzt. Eine Mutation ist konsequenterweise die Änderung eines Bindungstyps. In dem hier gezeigten Beispiel wird als Selektionskriterium (Fitness) die Ähnlichkeit des berechneten zu dem experimentellen ^{13}C NMR Spektrum genutzt.

Zunächst wird eine Population mit n zufälligen Molekülen erzeugt, die nur in ihrer Summenformel mit der gesuchten Struktur übereinstimmen

müssen. Für alle Moleküle der Population wird anschließend das NMR Spektrum berechnet und mit dem experimentellen Spektrum verglichen. Moleküle, deren Spektrum eine kleinere Abweichung zu den experimentellen Daten aufweisen, werden mit einer größeren Wahrscheinlichkeit bei der Rekombination berücksichtigt. Rekombination und Mutation werden wiederholt, bis wieder eine vollständige Population mit n Individuen gebildet wurde. Diese wird nun wieder Selektion, Rekombination und Mutation unterworfen.

Durch diese Implementierung wird die Struktur der Moleküle optimiert, das NMR Spektrum gut zu erfüllen. Im Idealfall wird je nach Größe des Moleküls nach einigen wenigen bis einigen hundert Generationen die gesuchte Lösungsstruktur erhalten. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse einiger Beispielerrechnungen gezeigt. Abbildung 4 illustriert den Fortschritt eines solchen Algorithmus bis zum Finden der korrekten Struktur für Tyrosin.

Schon für relativ kleine Summenformeln (20 Schweratome = Nichtwasserstoffatome) wird der zu durchsuchende Strukturraum sehr groß (einige hundert Milliarden Moleküle). Die Anwendbarkeit dieses Algorithmus ist daher durch die Größe des Strukturraumes limitiert, der durchsucht werden muß (Rechenzeit). Eine weitere Limitierung tritt ab ca. 15 Schweratomen auf: Auch das berechnete NMR Spektrum der gesuchten Struktur weicht geringfügig von dem gemessenen ab (Ungenauigkeit der Rechnung + Ungenauigkeit der Messung). Mit Vergrößerung des Strukturraums steigt die Wahrscheinlichkeit, Strukturen zu generieren, deren NMR Spektrum eine kleiner Abweichung zum Experiment haben als die wirkliche Lösungsstruktur („false positives“). Daher darf nicht nur die fitteste Struktur betrachtet werden, sondern alle

Tabelle 1: Rechenbeispiele des genetischen Algorithmus zur Bestimmung der Struktur

ID	Moleküleigenschaften						Parameter für den genetischen Algorithmus			Resultate		
	Name	Summenformel	Anzahl der Schweratome	Struktur	$\Delta(^{13}\text{C})$ (ppm)	Anzahl der möglichen Konstitutionen	parallele Populationen (n)	Individuen (m)	übernommene Individuen (l)	Anzahl der Schritte	Rechenzeit (min)	Strukturen/Zeit (min^{-1})
1	Tyrosin	$\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$	13		1.10	$\approx 2.1 \times 10^9$	1	32	8	67	2	1237
2	2,3,7,8-Tetrachlor-dioxin	$\text{C}_{12}\text{H}_4\text{O}_2\text{Cl}_4$	18		1.35	$\approx 9.6 \times 10^{12}$	4	64	32	270	82	843

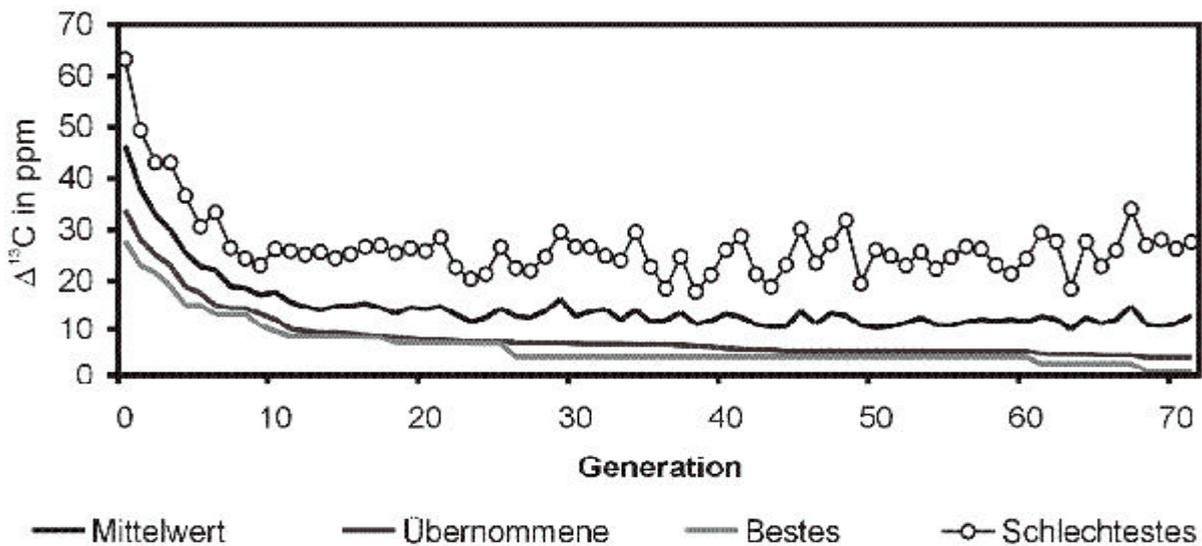


Abbildung 4: Dargestellt sind die RMSD-Werte der chemischen Verschiebungen während der Optimierung der Struktur auf das experimentelle Spektrum von Tyrosin. Das beste Individuum ist durch eine hellgraue Linie, der Mittelwert über die übernommenen Individuen der Elterngeneration durch eine dunkelgraue Linie gekennzeichnet. Die schwarze Linie zeigt den Mittelwert aller Individuen einer Generation und die Kreise das jeweils schlechteste Individuum einer Generation an.

Moleküle deren berechnetes Spektrum eine kleinere Abweichung von den experimentellen Daten aufweist, als die Summe des Meßfehlers und des Rechenfehlers.

Beide Limitierungen der Methode hängen daher von der Berechnung des NMR Spektrums ab: Sie ist sowohl der zeitbestimmende Schritt als auch verantwortlich für den unvermeidlichen Eintrag des Rechenfehlers. Ein so implementierter Algorithmus wird erstmals durch die Nutzung exakter (Abweichung ~ 1.6 ppm) sowie schneller (~ 5000 berechnete chemische Verschiebungen pro Sekunde) neuronaler Netze ermöglicht.

Die Größe der lösbaren Strukturen lässt sich entscheidend durch die Einführung einer Liste verbotener Molekülfragmente („bad list“) sowie einer Liste notwendiger Molekülfragmente („good list“) steigern. Solche Fragmente sind oftmals als chemisch instabil bekannte Strukturen (\Rightarrow „bad list“) oder Fragmente, die aus der Synthese als vorhanden vorausgesetzt werden können (\Rightarrow „good list“). Der zu durchsuchende Strukturraum wird dadurch essentiell verkleinert.

Bestimmung der Sekundärstruktur von Proteinen

Die Aufklärung der dreidimensionalen Struktur von Proteinen spielt eine entscheidende Rolle in der

Forschung. Durch Projekte wie das „human genome project“ stehen Tausende von Aminosäuresequenzen bereit, deren Funktion nur verstanden werden kann, wenn ihre Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur bestimmt ist⁹. Mit der Nutzung experimenteller Methoden (Röntgenkristallstrukturanalyse sowie Kernmagnetische Resonanzspektroskopie) würde dies mit den heutigen Kapazitäten einige hundert Jahre dauern.

Verschiedene computergestützte Methoden („comparative modelling“ oder „fold prediction“) versprechen diesen Prozess essentiell zu beschleunigen. Immer ist dabei aber die Vorhersage der Sekundärstruktur¹⁰ (im wesentlichen also der Position von α -Helices und β -Faltblättern; siehe Abbildung 5) der erste Schritt. Neuronale Netze sind eine Methode, die eine solche Vorhersage nur auf Basis der Primärsequenz erlauben¹¹⁻¹⁴.

Dazu muß die Primärsequenz des Proteins numerisch codiert werden, damit sie dem neuronalen Netz zugänglich gemacht werden kann. Dies geschieht durch physikalische oder chemische Eigenschaften der Aminosäuren. Es wird angenommen, daß diese Eigenschaften die Faltung beeinflussen. Im hier vorgestellten Beispiel sind es: Volumen, Hydrophobizität, Polarisierbarkeit, isoelektrischer Punkt und ein sterischer Parameter¹⁵. Zusätzlich können bekannte statistische Parameter verwandt werden. So werden aus der Datenbank

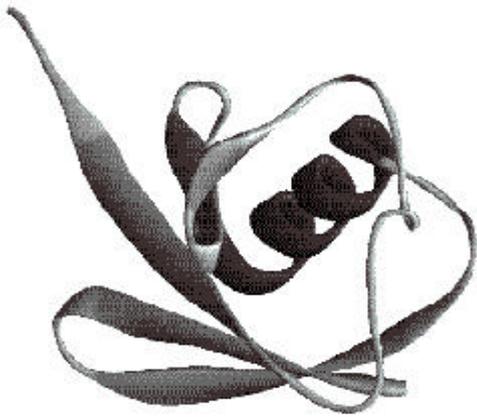


Abbildung 5: Tertiär- und Sekundärstruktur des Ubiquitin

der bekannten dreidimensionalen Proteinstrukturen (PDB = „protein data bank“) die Wahrscheinlichkeiten abgeleitet, daß sich eine bestimmte Aminosäure in einer α -Helix oder in einem β -Faltblatt befindet. Die fünf Eigenschaften werden alleine und in Kombination mit den beiden Wahrscheinlichkeiten als Beschreibung der jeweiligen Aminosäure genutzt. Die Beschreibung der Primärsequenz ergibt sich konsequenterweise als Matrix dieser fünf (sieben) Eigenschaften über die Sequenz.

Die Berechnung der Sekundärstruktur erfolgt für jede Aminosäure einzeln. Für die Berechnung wird ein Ausschnitt der Primärsequenz genutzt, der von $(x - n)$ über x bis $(x + n)$, wenn x die interessierende Aminosäure ist. Die Größe des Fensters ist entsprechend $2n+1$. Sie muß optimiert werden, da ein größeres Fenster zwar mehr Information aber eben auch mehr Rechenzeit und im besonderen auch die Notwendigkeit von mehr relevanten Daten für das Training der künstlichen neuronalen Netze bedeuten. Um möglichst das gesamte Protein zu berücksichtigen, aber trotzdem die Größe des Netzwerkes zu beschränken, wurden neben einem Fenster von 31 Aminosäuren ($n = 15$) die Aminosäuren vor $(x - 15)$ und nach $(x + 15)$ in Blöcke zusammengefaßt und die Mittelwerte ihrer Eigenschaf-

ten als Eingabewerte genutzt. Für jede Aminosäure wird individuell die Wahrscheinlichkeit bestimmt, sich in einer α -Helix, einem β -Faltblatt oder in keinem von beiden zu befinden. Die Sekundärstruktur eines Proteins wird durch das Verschieben dieses Fensters über die Primärsequenz erhalten.

Tabelle 2 faßt die Ergebnisse beider Netze zusammen und in Abbildung 6 ist die berechnete Sekundärstruktur mit der tatsächlichen für Ubiquitin (ein kleines Protein mit 76 Aminosäuren, Abbildung 5) verglichen. Die Netze erreichen im Regelfall keine 100%ig richtige Vorhersage. Häufigster Fehler ist, daß ein Sekundärstrukturelement etwas zu kurz oder zu lang berechnet wird. Manchmal wird auch eine α -Helix mit einem β -Faltblatt verwechselt oder kurze Sekundärstrukturelemente gar nicht erkannt. Während der erste Fehler bei einer nachträglichen Bestimmung der Tertiärstruktur kaum stört, sind die weiteren Fälle kritischer. Trotzdem stellen diese Methoden einen entscheidenden Beitrag für die Bestimmung der Tertiärstruktur dar.

Optimierung biologischer Wirkstoffe

Struktur-Eigenschafts- und Struktur-Aktivitäts-Beziehungen werden erforscht, um den unbestrittenen Zusammenhang zwischen der Struktur einer Verbindung und ihren Eigenschaften aufzudecken. Dabei sind oft die verschiedenen Einflußgrößen, ihre Bedeutung bzw. Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Strukturmerkmalen unbekannt. Eine quantitative Struktur-(Eigenschafts-/Aktivitäts-) Beziehung (QSP(A)R = Quantitative Structure (Property/Activity) Relation) kann trotzdem gefunden werden, wenn für eine Reihe von Substanzen die jeweilige Eigenschaft (Aktivität) bekannt ist. Die Parameter eines mathematischen Modells werden dann an bekannte Wertepaare (Strukturmerkmal, Eigenschaft/Aktivität) angepaßt. Im einfachsten Fall werden zum Beispiel bei der linearen Regression $y = m x + n$ die Parameter

Tabelle 2: Resultate der Sekundärstrukturvorhersage

	Vorhersage des Netzwerkes in %										Σ richtig
	α -helix berechnet als			β -sheet berechnet als			ungeordnet berechnet als				
	α -helix	β -sheet	ungeord.	α -helix	β -sheet	ungeord.	α -helix	β -sheet	ungeord.		
mit 5 Eigenschaften	16.1	2.0	11.8	2.6	11.5	13.0	3.6	4.2	35.3	62.8	
mit 7 Eigenschaften	20.1	2.2	7.6	3.3	12.4	11.3	4.1	4.4	34.6	67.1	

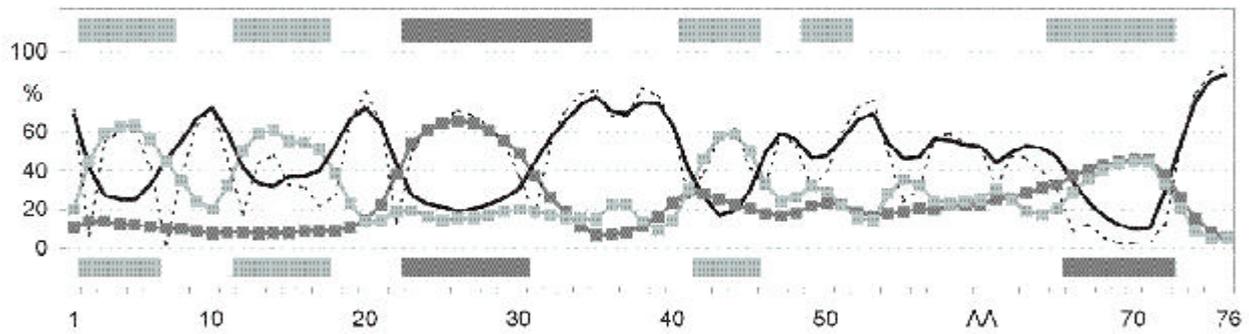


Abbildung 6: Berechnete Sekundärstruktur von Ubiquitin (unten) im Vergleich mit der Sekundärstruktur, wie sie in der Röntgenkristallstrukturanalyse gefunden wurde (oben). Ein hellgrauer Balken stellt ein β -Faltblatt dar, ein dunkelgrauer Balken eine α -Helix. Die drei Wahrscheinlichkeiten, die das neuronale Netz ausgibt, sind entsprechend durch hellgraue Quadrate (β -Faltblatt), dunkelgraue Quadrate (α -Helix) und eine schwarze Linie (ungeordnet / loop / turn) gekennzeichnet. Die Summe dieser drei Werte ist auf 100% skaliert. Die jeweils höchste Wahrscheinlichkeit ist für den Vergleich mit der Röntgenstruktur herangezogen worden.

(m, n) so angepaßt, daß die Wertepaare (x, y) mit möglichst geringer Abweichung erfüllt sind. Müssen mehrere Strukturmerkmale berücksichtigt werden oder werden komplexere Modelle benötigt, kommt multiple lineare Regression (MLR) oder Regression auf ein Polynom zu Anwendung.

Besondere Bedeutung kommt den „modellfreien“ Methoden zu, wie zum Beispiel neuronalen Netzen. Sie sind zwar nicht im allgemeinen Sinne modellfrei, das zugrunde liegende Modell ist aber so flexibel, daß es, bei entsprechender Größe, jeden Zusammenhang erkennen und sich diesem anpassen kann. Dies spielt konsequenterweise immer dann eine Rolle, wenn kein Modell für einen vermuteten Zusammenhang bekannt ist. Häufig tritt dies bei biologischen Wirkstoffen wie zu Beispiel Krebstherapeutika auf. Im folgenden wird beschrieben, wie ein Zusammenhang zwischen Strukturmerkmalen der Substanzklasse der Epothilone und deren Wirkung gegen Krebs hergestellt werden kann. Des weiteren werden die gefundenen Struktur-Aktivitäts-Modelle analysiert und es wird ein Weg zur Optimierung der Strukturen aufgezeigt¹⁶.

Epothilone sind Wirkstoffe, die sich von dem in Abbildung 7 (oben) gezeigten Grundgerüst ableiten. Die Epothilone A and B wurden vom Myxobakterium *Sorangium cellulosum* Stamm 90 von Höfle et. al.¹⁷ isoliert. Die Entdeckung ihrer zelltoxischen Wirkung gegen Tumorzellen führte zur intensiven Erforschung ihrer Chemie und Biologie.

Mittels einer numerischen Codierung der über 200 in der Literatur¹⁸ beschriebenen Epothilonderivate, lassen sich Modelle, sowohl zur Berechnung der

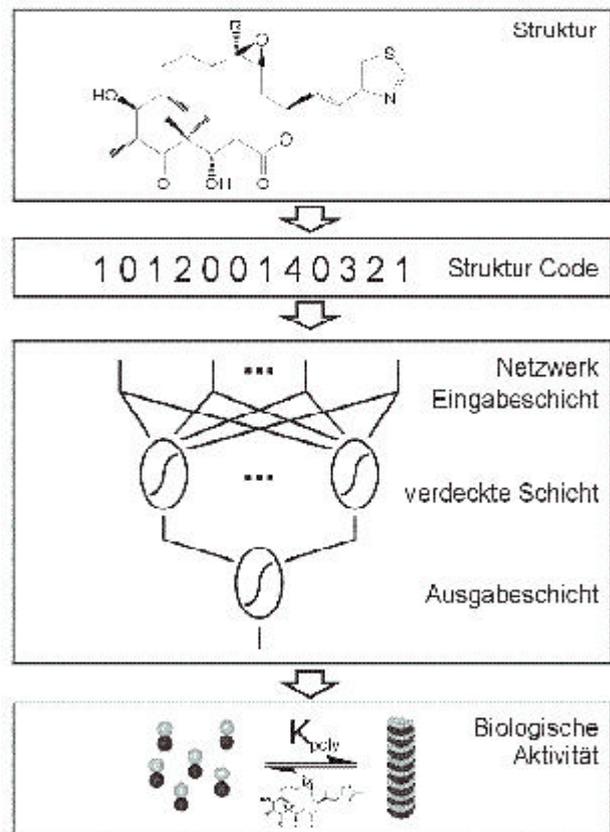


Abbildung 7: Prinzip der Berechnung biologischer Aktivitäten mit künstlichen neuronalen Netzen. Die Struktur wird numerisch codiert dem neuronalen Netz übergeben, welches trainiert ist, die biologische Aktivität zu berechnen. Somit tritt das Netz gewissermaßen als Detektor biologischer Aktivität an die Stelle des jeweiligen Proteins oder gar der ganzen Zelle.

Induktion der Tubulin Polymerisation als auch direkt zur Berechnung der Inhibierung des Krebszellenwachstums, erstellen. Abbildung 7 stellt das angewendete Prinzip dar: Das Neuronale Netz wird dabei an die Stelle des Proteins Tubulin bzw. der gesamten Zelle gesetzt und mit den experimentellen Daten trainiert, sich gegenüber den angebotenen Epothilon-derivaten genauso zu verhalten, wie Tubulin bzw. die Zelle in der Realität.

Um 198 der ca. 250 existierenden Epothilonderivate eindeutig codieren zu können, werden 24 numerische Strukturparameter benötigt. Sie beschreiben Stereochemie, Atomtypen, Substituenten und Bindungstypen. Für alle 198 Derivate ist die Induktion der Tubulin Polymerisation bekannt. Für 37 dieser Derivate sind zusätzlich IC_{50} -werte für die Inhibierung des Krebszellenwachstums dreier Zelllinien bekannt. Entsprechend wurden zwei neuronale Netze erstellt und trainiert, die einmal ausgehend von allen 24 Parametern die Induktion der Tubulin Polymerisation berechnen und zum anderen aus 8 der 24 Parameter (nur diese waren nötig, um die 37 Strukturen zu codieren) parallel die drei IC_{50} -werte für die Inhibierung des Krebszellenwachstums vorherzusagen.

Abbildung 8 illustriert das Ergebnis einer Sensitivitätsanalyse des ersten Netzwerkes. Dabei wird geprüft, wie sensitiv die Ausgabe des Netzes gegenüber einzelner Eingabegrößen ist, indem nur ein Eingabewert variiert wird während alle anderen Null gesetzt sind. Der Wertebereich, der vom Ausgabeneuron überstrichen wird, kann als Maß für die Sensitivität eines Ausgabeneurons gegenüber

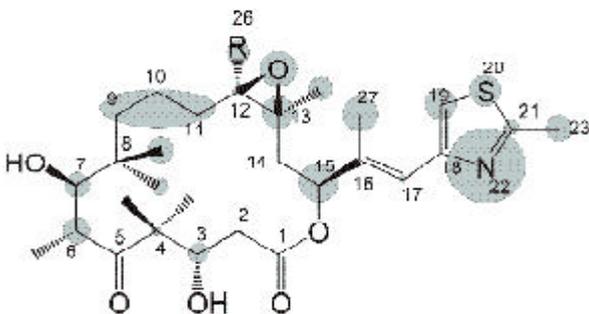


Abbildung 8: Sensitivität der Eingänge des neuronalen Netzes, welches die Induktion der Tubulin Polymerisation berechnet. Angezeigt ist die Sensitivität durch die Fläche des jeweiligen Kreises bzw. der jeweiligen Ellipse an der entsprechenden Stelle der Epothilonstruktur. Die bindende Seite der Struktur wird durch überdurchschnittlich hohe Sensitivitätswerte sichtbar.

ber eines Eingangs gewertet werden. Die so bestimmten Sensitivitäten werden in Abbildung 8 entsprechend der zugehörigen Parameter über die Struktur gelegt, so daß Bereiche deutlich werden, in denen Änderungen der Struktur große Auswirkungen auf die biologische Aktivität haben. Konsequenterweise werden diese Bereiche an das Protein binden. Chemische Modifikation dieser Regionen kann eine Steigerung der Wirkung hervorrufen.

Der Abschätzung der Inhibierung des Krebszellenwachstums kommt eine besondere Bedeutung zu, da in diese Konstanten bereits die Löslichkeit, das Transportverhalten, die Bioverfügbarkeit und der Stoffwechsel der Wirkstoffe eingehen. Die parallele Bestimmung dreier korrelierter Größen erklärt die für biologische Aktivitäten außergewöhnlich hohe Genauigkeit bei der Berechnung dieser Werte mit einem Korrelationskoeffizienten von 0.85.

Neben der Etablierung eines QSAR Modells ist mit diesen neuronalen Netzen auch die Vorhersage der biologischen Aktivität weiterer, noch nicht synthetisierter Derivate möglich, die durch die eingeführten numerischen Parameter beschrieben werden. Durch eine Kombination des künstlichen neuronalen Netzes mit einem vorgeschalteten Strukturgenerator, der alle möglichen Strukturen des Parameterraumes durch Permutation der definierten Parameterwerte erzeugt, können alle möglichen Derivate „erzeugt“ und gemäß ihrer mit dem neuronalen Netz berechneten Aktivität geordnet werden. Die Zahl der so erzeugten Strukturen kann leicht Millionen oder gar Milliarden erreichen, und ist durch klassische und selbst kombinatorische Synthese kaum abzudecken. Auch wenn man den Fehler der Berechnungsmethode in die Analyse einbezieht, lassen sich Vorschläge für aktivere Epothilonderivate finden, oder zumindest Ideen für eine gezieltere Optimierung der Wirkstoffstruktur ableiten. Damit hat dieses Verfahren das Potential, die Optimierung biologisch aktiver Substanzen essentiell zu beschleunigen.

Zusammenfassung

Ich hoffe, mit diesem kurzen Querschnitt einen ersten Einblick in dieses spannende Gebiet gegeben zu haben. Aufgrund der ständig wachsenden Menge der zur Verfügung stehenden Informationen und der weiteren Beschleunigung der

Computer werden die Gebiete der Chemie- und Bioinformatik in den nächsten Jahren überdurchschnittlich wachsen. Sie versprechen für mathematisch, biologisch und rechtechnisch interessierte (angehende) Chemiker interessante Forschungsprojekte.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle Dr. Reinhard Meusinger und Dr. Martin Will danken, die an der Entwicklung der neuronalen Netze zur Berechnung der chemischen Verschiebungen und der genetischen Algorithmen zum Finden der Struktur organischer Verbindungen beteiligt sind. Michael Müller, Felix Schmäcke und Anita Zeidler haben im Rahmen eines Schnupperpraktikums an der Universität Frankfurt die Vorhersage der Sekundärstruktur von Proteinen entwickelt. Annalen Bleckmann hat sich ebenfalls in einem Schnupperpraktikum mit der QSAR – Modellierung biochemischer Aktivitäten der Epothilonderivate beschäftigt. Im besonderen danke ich Prof. Dr. Christian Griesinger, der mich während meiner Promotion betreut hat und die Durchführung der Schnupperpraktika in seinem Arbeitskreis an der Universität Frankfurt ermöglicht hat.

(Jens Meiler)

Literatur

- (1) Zupan, J.; Gasteiger, J. *Neural Networks for Chemists*; VCH Verlagsgesellschaft mbH: Weinheim, **1993**.
- (2) Meiler, J.; Will, M.; Meusinger, R. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **2000**, *40*, 1169–1176.
- (3) Meiler, J. www.jens-meiler.de **1996–2001**.

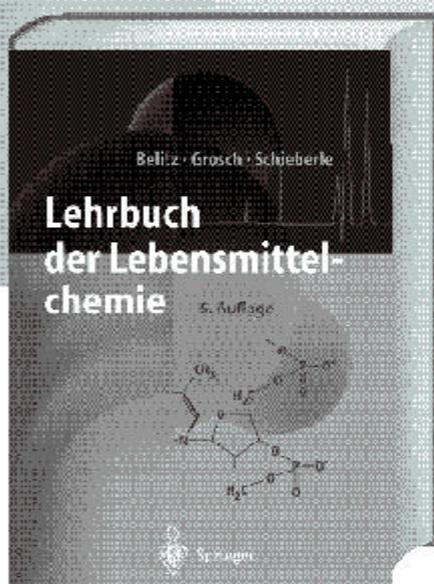
- (4) Benecke, C.; Grund, R.; Hohberger, R.; Kerber, A.; Laue, R.; Wieland, T. *Anal. Chim. Acta* **1995**, *314*, 141–147.
- (5) Wieland, T.; Kerber, A.; Laue, R. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **1996**, *36*, 413–419.
- (6) Lindel, T.; Junker, J.; Köck, M. *J. Mol. Model.* **1997**, *3*, 364–368.
- (7) Junker, J.; Maier, W.; Lindel, T.; Köck, M. *Org. Letters* **1999**, *1*, 737–740.
- (8) Meiler, J.; Will, M. *in press* **2001**.
- (9) Fischer, D.; Eisenberg, D. *Curr. Opin. Struct. Biol.* **1999**, *9*, 208–211.
- (10) Voet, D.; Voet, J. G. *VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim* **1994**, *3-527-29249-7*.
- (11) Bohr, H.; Bohr, J.; Brunak, S.; Cotterill, R. M. J.; Lautrup, B.; Noerskov, L.; Olsen, O. H.; Petersen, S. B. *FEBS Lett.* **1988**, *241*, 223–228.
- (12) Rost, B.; Sander, C. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **1993**, *90*, 7558–7562.
- (13) Meiler, J.; Müller, M.; Zeidler, A.; Schmäcke, F. *J. Mol. Model.* **2001**, *7*, 360–369.
- (14) Rost, B. *Methods Enzymol.* **1996**, *266*, 525–539.
- (15) Fauchere, J.-L.; Charton, M.; Kier, L. B.; Verloop, A.; Pliska, V. *Int. J. Peptide Protein* **1988**, *32*, 269–278.
- (16) Meiler, J.; Bleckmann, A. *submitted* **2001**.
- (17) Höfle, G.; Bedorf, N.; Gerth, K. *Chemical Abstracts* **1994**, *120*, 836.
- (18) Nicolaou, K. C.; Vourloumis, D.; Li, T.; Pastor, J.; Winssinger, N.; He, Y.; Ninkovic, S.; Sarabia, F.; Vallberg, H.; Roschangar, F.; King, P. N.; Finlay, M. R. V.; Giannakakous, P.; Verdier-Pinard, P.; Hamel, E. *Angewandte Chemie* **1997**, *36*, 2097–2103.

Jens Meiler hat in Leipzig Chemie studiert und an der Universität Frankfurt/M. bei Prof. Griesinger über mathematische Verfahren zur Strukturaufklärung, Dynamik und Aktivität von Molekülen promoviert. Zur Zeit arbeitet er als Postdoc in der Arbeitsgruppe von Prof. Baker an der University of Washington in Seattle.

(Kontakt: jens@jens-meiler.de)

Komplett überarbeitet,

topaktuell!



H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle,
Deutsche Forschungsanstalt für
Lebensmittelchemie, Garching

Lehrbuch der Lebensmittelchemie

5., vollst. überarb. Aufl. 2001.
XLV, 1060 S. 500 Abb., 623 Tab. Geb.
DM 159,90; £ 55,-; FF 603,-;
Lit. 176.590; sFr 138,-;
ab 1. Jan. 2002: € 79,95
ISBN 3-540-41096-1

5. Auflage!

Das **Lehrbuch der Lebensmittelchemie** von H.-D. Belitz, W. Grosch und P. Schieberle ist das erfolgreiche Standardwerk. Es wird von den **Studenten der Lebensmittelchemie** und benachbarter Fachgebiete als **Lehrbuch**, den im **Beruf** stehenden **Lebensmittelchemikern**, **Lebensmitteltechnologern**, **Ernährungswissenschaftlern**, **Humanmedizinern** und **Veterinären in Industrie**, **Forschung** und **Überwachungsbehörden** als **Nachschlagewerk** benutzt.

Mit dieser wesentlich überarbeiteten und ergänzten Ausgabe (u.a. **Antioxidantien**, **Aromastoffe**, **Lebensmittelherstellung**, **allergene Proteine**, **Fettsubstitute**, **Nachweis von GMOs**) tragen die Autoren wiederum den **aktuellen Entwicklungen der Lebensmittelchemie** Rechnung, **ohne jedoch den Gesamtumfang wesentlich zu verändern**. Sie arbeiten die **Zusammenhänge** zwischen den **makroskopischen Eigenschaften** von **Lebensmitteln** und den **Strukturen und Reaktionen** der **Inhaltsstoffe** heraus. Ergänzend werden **lebensmittel-analytische Methoden** auf **molekularer Ebene** behandelt.

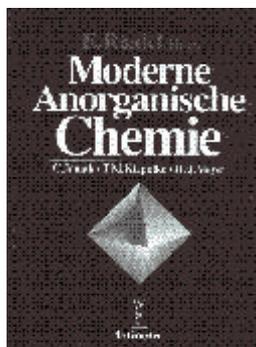
Springer-Kundenservice
Haberstr. 7 · 69126 Heidelberg
Tel.: (0 62 21) 345 - 217/-218
Fax: (0 62 21) 345 - 229
e-mail: orders@springer.de

Die Preise für Monographien in Deutschland und außerhalb Deutschlands sind in DM, £, FF, sFr, € und € angegeben. Alle Preise sind in DM angegeben.



Springer

Buchbesprechungen



E. Riedel (Hrsg.)
Moderne Anorganische Chemie

1. Auflage, de Gruyter,
New York, 1999

Die meisten Chemiestudenten werden den „Riedel“ (Anorganische Chemie, Erwin Riedel,

de Gruyter-Verlag) gut kennen, der wohl vielen gute Dienste für das Vordiplom leistete. Nun gibt es seit 2 Jahren einen neuen Riedel, allerdings fungiert Erwin Riedel hier nicht als Autor sondern als Herausgeber des Buches „Moderne Anorganische Chemie“. Dieses Lehrbuch beschäftigt sich in vier Kapiteln eingehend mit den wichtigsten Teilgebieten der Anorganischen Chemie: Nichtmetallchemie (T. M. Klapötke), Komplex- und Koordinationschemie (C. Janiak), Festkörperchemie (H.-J. Meyer) und Organometallchemie (C. Janiak). Dabei sind die Zielgruppe eindeutig Chemie-Studenten im Hauptstudium. Sicher gibt es für jedes dieser Themenbereiche ausführlichere Literatur, hier jedoch sind die wichtigsten Aspekte, aber auch neuere Entwicklungen, komprimiert und übersichtlich auf etwa 200 Seiten pro Kapitel zusammengefaßt. Jedes Kapitel umfaßt außerdem Übungs-

aufgaben und Lösungen sowie einen ausführlichen Anhang mit weiterführender Literatur. Die graphischen Darstellungen sind ansprechend und klar, ohne unnötige Spielereien.

Wer sich also als Student im Hauptstudium über die moderne anorganische Chemie informieren will oder aber sich auf seine Diplomprüfungen in Anorganik vorbereiten möchte, ohne für jedes Teilgebiet ein ganzes Buch durcharbeiten zu müssen, findet hier einen guten und umfassenden Einstieg. Für Studenten vor dem Vordiplom bzw. Studenten anderer Fächer ist der neue Riedel allerdings weniger geeignet, da die Beherrschung der Grundlagen der Anorganischen Chemie vorausgesetzt wird und übliche AC-Vordiplomsthemen fast gar nicht behandelt werden.

An manchen Stellen müßte sicher noch nachgebessert werden. So fehlt zum Beispiel im Kapitel Festkörperchemie ein Abschnitt über Analysemethoden und mehr Anwendungsbeispiele wären sicher hilfreich, um das häufig als trocken angesehene Thema noch interessanter zu machen. Trotzdem wäre es wünschenswert, dass dieser ersten Auflage noch viele weitere folgen würden und vielleicht wird dieses Lehrbuch einmal so erfolgreich wie der alte Riedel werden.

(Jana Zaumseil)

E. Keinan, I. Schechter (Eds.)
Chemistry for the 21st century
Wiley-VCH, Weinheim 2001

Quo vadis Wissenschaft der Elemente und stofflichen Veränderungen in Natur und Technik? Nachdem das goldene Zeitalter des wirtschaftlichen Aufschwungs der Nachkriegszeit, das mit einer gewaltigen Nachfrage nach Produkten der chemischen Forschung und Industrie einher ging, vergangen ist, nachdem die Umweltproblematik Skepsis und Mißtrauen großer Bevölkerungsteile ge-

genüber der Chemie geweckt hat, erhebt sich zwangsläufig die Frage, ob diese Wissenschaft dem Studierenden noch eine berufliche Zukunft bieten kann, da alles, was uns die klassische Chemie für unseren hohen Lebensstandard bieten kann, ohnehin schon erforscht scheint.

Das vorliegende Buch befaßt sich gezielt mit dieser schwerwiegenden Frage. Fünfzehn Wolf- und Nobelpreisträger der Chemie gewähren Einblick in ihre Forschungsinhalte und zeigen damit Forschungsperspektiven – wenn auch nicht für das gesamte 21. Jahrhundert, wie der Titel verspricht,

so doch zumindest für die nahe Zukunft. Für einige Ansporn, das Buch zu lesen, für manchen aber bestimmt auch ein Hinderungsgrund ist das sehr hohe Sprachniveau des Englischen, in dem das Werk abgefaßt ist und das bei dieser Thematik nicht ohne ein großes Maß an Fachterminologie auskommt. Dadurch muß man viel Zeit und Konzentration für das Lesen dieses interessanten Fachbuches aufwenden.

Die Themen der fünfzehn Kapitel verschaffen dem Leser einen Überblick über einige Höhepunkte der modernen chemischen Forschung, denn sie decken alle Bereiche der Chemie ab. Allerdings werden dabei sehr spezielle Einzelaspekte thematisiert, die einerseits zwar sehr ausführlich erläutert werden, bei denen andererseits das hohe inhaltliche Niveau teilweise schon ein großes Maß an fachlichen Vorkenntnissen voraussetzt. Beim Lesen wird klar, daß Interdisziplinarität eine immer größere Rolle in der Wissenschaft spielt. Der größte Anteil der Forschungsinhalte tendiert in Richtung des biochemischen Sektors. Von der Entwicklung neuartiger Medikamente zur Bekämpfung bisher unheilbarer Krankheiten wie Schlaganfall oder Schizophrenie aufgrund der Betrachtung dieser Krankheiten als reine Kette chemischer Reaktionen bis zur Erforschung der bakteriellen Stickstofffixierung in Bö-

den reicht die Palette biochemischer Errungenschaften. Dabei werden nicht nur Ergebnisse genannt, sondern auch Schritte auf dem Weg dorthin, so daß die Forschung als dynamischer Prozeß und Produkt von Neugier und Zielstrebigkeit erfahren werden kann. Aspekte der Verknüpfung der Chemie mit der Physik werden am Beispiel der Quantenchemie erörtert. Aber auch die Chemie selbst wird eingehend behandelt: heterogene Katalyse und die Entwicklung großer Käfigverbindungen, die Atome oder Moleküle in sich einschließen können, sind nur Beispiele, die verdeutlichen sollen, was für ein großes Potential für die Zukunft noch in der Chemie steckt.

Dieses Buch ist Pflichtlektüre für jeden der vor der Wahl des Studienfachs zweifelt, ob Chemie das richtige ist, oder der während des Studiums in einer Sinnkrise versinkt. Interessant und auf hohem wissenschaftlichem Niveau wird ein breites, informatives Spektrum der modernen chemischen Forschung dargeboten und gleichzeitig werden Perspektiven aufgezeigt, die schnell klar werden lassen, daß die Chemie für diejenigen, die die Liebe zur Forschung haben, durchaus eine berufliche Zukunft bereithält.

(Jan Nicolay)

Besuchen Sie auch unsere neue Homepage:

<http://www.fcho.de>

Knobelseite

Die gesuchte Verbindung **X** ist aufgrund ihrer interessanten elektronischen Eigenschaften sowohl für theoretische als auch für synthetische Chemiker von Interesse.

X ist eine äußerst reaktive Verbindung die nur bei extrem tiefen Temperaturen (Argonmatrix) nachweisbar ist. Allerdings kann **X** mit Cyclopentadien zu einem stabilen Diels-Alder-Addukt **Y** umgesetzt werden. Ist kein Abfangreagenz vorhanden, so findet eine sehr schnell verlaufende Dimerisierungsreaktion statt, die nur bei extrem tiefen Temperaturen ausbleibt. Es wurden viele Versuche unternommen, die hoch reaktive Substanz **X** durch Alkylsubstitution zu stabilisieren. Erhitzt man Tetra-tert-butyltetraederan in Cyclosilan, so findet eine Isomerisierung zum Tetra-tert-butyl-Derivat von **X** statt. Dieses Derivat ist in Abwesenheit von Sauerstoff bis 105°C stabil.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, daß die Verbindung **X** der kleinste Vertreter der Annulene ist.

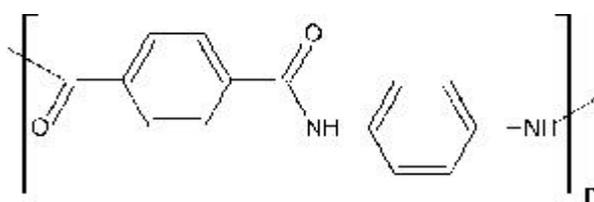
- **Wie lautet der Name der gesuchten Verbindung X?**
- **Wie sehen die Strukturformeln der Verbindungen X und Y aus?**
- **Weshalb ist die Verbindung X so instabil?**

(Sirus Zorbakhsh)

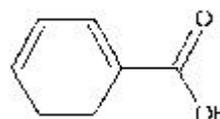
Unter den richtigen Einsendungen wird ein attraktiver Buchpreis verlost.
Einsendungen bitte an Jana Zaumseil.

Lösung zur Knobelseite 2000/1

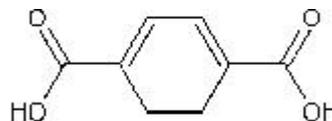
Der High-Tech-Kunststoff **X** ist unter verschiedenen Markennamen genannt, z. B. Kevlar oder Aramid, doch der Chemiker hat diesem Wunderstoff den klangvollen Namen Poly-p-phenylenterephthalamid gegeben.



Die organische Säure, die uns als Ausgangsstoff dient, ist dem Menschen bereits sehr lange bekannt, sie war sogar eine der ersten bekannten aromatischen Verbindungen. Sie ist ein universell einsetzbarer Konservierungsstoff für Lebensmittel. Es handelt sich dabei um Benzoesäure.



Durch die Kolbe-Schmitt-Reaktion, die Umsetzung des Kaliumsalzes von Benzoesäure mit CO_2 , erhält man die Terephthalsäure, den Ausgangsstoff für einen ganzen Zweig der Polymerchemie.



Denn nicht nur Kevlar leitet sich als Phenylendiamin-Derivat von der Terephthalsäure ab, auch ihre Kondensationsprodukte mit Dialkoholen, z. B. Ethylenglycol sind unter der Bezeichnung Polyester für die Textilindustrie von großer Bedeutung und haben sogar die ganze Epoche der 70er Jahre entscheidend mitgeprägt.

Der Preis – das Buch „Chemical Creativity“ von Jerome A. Berson geht an Rene Petz aus Düren.
Herzlichen Glückwunsch!

Unsere Partner

Das deutsche Auswahlverfahren zur Internationalen Chemie-Olympiade und der Förderverein Chemie-Olympiade e. V. wurden 2000/2001 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, Berlin
- 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

- 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 (Teilnahmemöglichkeit für die Schüler der vierten Runde)
- Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt/M. (Finanzierung Schnupperpraktika und Teilnahme der Schüler an Nobelpreisträgertagung in Lindau)

Landesseminare

- Bayer AG Leverkusen
- Fa. Cognis, Düsseldorf
- Universität Köln
- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Universität Hannover
- Solvay Deutschland GmbH, Hannover
- InfraServ Gendorf, Burgkirchen
- Wacker-Chemie GmbH, Burghausen
- Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München
- Stiftung für Bildung und Behindertenförderung, Stuttgart
- Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Stuttgart
- Ministerium für Erziehung und Unterricht, Stuttgart
- BASF AG, Ludwigshafen
- Universität Kaiserslautern
- Boehringer Ingelheim Pharma KG, Ingelheim
- Fachhochschule Bingen

- Fachhochschule Merseburg / Dow Chemical Company Foundation
- Provadis Partner für Bildung und Beratung GmbH, Frankfurt/M.
- Verbände der chemischen Industrie:
Chemieverbände Baden-Württemberg, Baden-Baden
Landesverband Bayern, München
Landesverband Nord, Hannover
Landesverband Hessen, Frankfurt/M.
Landesverband Rheinland-Pfalz, Ludwigshafen
Landesverband Ost, Halle

Schnupperpraktika

- Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
- MPI für Molekulare Physiologie, Dortmund
- MPI für Kohlenforschung, Mühlheim a. d. Ruhr
- MPI für Biophysik, Frankfurt a. Main
- MPI für Polymerforschung, Mainz
- MPI für Medizinische Forschung, Heidelberg
- MPI für Festkörperforschung, Stuttgart
- MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm
- MPI für Pflanzenphysiologie, Golm
- Institut für molekulare Biotechnologie, Jena
- Bayer AG Leverkusen
- BASF AG Ludwigshafen
- Arzneimittelwerk Dresden, Radebeul
- Universität Frankfurt/M.
- Universität Tübingen
- Universität Kiel
- Universität Rostock
- Universität Kassel
- Universität Leipzig
- LMU München
- TU München
- Stiftung Schweizer Jugend forscht, Basel

Zeitschrift „Faszination Chemie“

- WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim
- Merck KGaA, Darmstadt
- Springer-Verlag Heidelberg
- Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt/M.

Wir danken herzlich all unseren Partnern für Ihre Unterstützung !



Aufnahmeantrag

Herr Frau

Name _____

Vorname _____

Geburtsdatum _____

Alle Mitteilungen an meine (bitte ankreuzen)

Privatanschrift:

Studien- bzw Dienstanschrift:

Str. / Postfach _____

PLZ / Ort _____

Tel. _____

Fax _____

E-Mail _____

Kann die Adresse im Mitgliederverzeichnis erscheinen? Ja Nein

IChO-Teilnahme? (Runde / Jahr) _____

Fachgebiet _____

Tätig als / bei _____

Ort / Datum _____

Unterschrift _____

Senden Sie das ausgefüllte Formular bitte an die Schriftführerin:
Kerstin Breitbach · Saarweg 2 · D-53129 Bonn

Einzugsermächtigung

Hiermit ermächtige ich den Förderverein Chemie-Olympiade e.V. widerruflich zur Abbuchung

des jährl. Mitgliedsbeitrags von derzeit DM / SFr 30,- (empfohlen für Schüler und Studenten)

eines erhöhten Mitgliedsbeitrags von DM / SFr / Euro (empfohlen für berufstätige Mitglieder)

Bank _____

BLZ _____

Kontonummer _____

Inhaber _____

Ort / Datum _____

Unterschrift _____

Bank für Sozialwirtschaft · Konto-Nr. 32 993 00 · Bankleitzahl 100 205 00

Herausgeber:



Förderverein Chemie-Olympiade e.V.

November 2001, Auflage 4000 Exemplare

Vorstand des Fördervereins:

Vorsitzende: *Jana Zaumseil*
Augustenstraße 8
D-04317 Leipzig
Tel.: (0341) 699 49 37
Fax.: (0341) 699 49 37
che97btw@studserv.uni-leipzig.de

Stellv. Vorsitzender: *Max Hofmann*
Ladenburgerstraße 2a
D-69120 Heidelberg
Tel.: (06221) 41 07 05
mhofman2@ix.urz.uni-heidelberg.de

Stellv. Vorsitzender: *Jan Rossa*
Johannisallee 2
D-04317 Leipzig
Tel.: (0179) 122 71 53
JanRossa@gmx.de

Schriftführerin: *Kerstin Breitbach*
Saarweg 2
D-53129 Bonn
Tel.: (0228) 23 23 83
uzs6t0@uni-bonn.de

Schatzmeister: *Christoph Jacob*
Gebhardstr. 46
D-76135 Karlsruhe
Tel.: (0721) 20 32 78 5
chjacob@web.de

Bankverbindung:

Deutschland:
Bank für Sozialwirtschaft
BLZ 100 205 00
Konto-Nr. 32 993 00

Schweiz:
Postcheck
Konto-Nr. 80-79 276-6

Redaktion:

Jana Zaumseil (V.i.S.d.P.)
Max Hofmann
Sirus Zarbakhsh

Autoren:

Jörg Braun
Michael Dobmeier
Dominik Ehni
Kai Exner
Jan Fodor
Timo Gehring
Norbert Goldenstein
Bettina Görner
Bettina Labahn
Sabine Hirth
Christoph Lönarz
Ulrich Lüßmann
Jens Meiler
Alexej Michailowski
Jan Nicolay
Felix Plamper
Dmitrij Rappoport
Frank Sobott
Sirus Zarbakhsh
Jana Zaumseil

Bildmaterial:

Dominik Ehni
Jan Fodor
Bettina Görner
Sabine Hirth
Christoph Kiener
Christoph Lönarz
Jens Meiler
Alexej Michailowski
Ansgar Niehoff
Jan Rossa
Frank Sobott
Jana Zaumseil

AM PULS DER NATURWISSENSCHAFT

CHEMIE

IN UNSERER ZEIT

NEU IN 2001

- Neues Layout & neues inhaltliches Konzept
- Mehr Rubriken & mehr Praxis
- Mehr Aktuelles & mehr Lesespaß

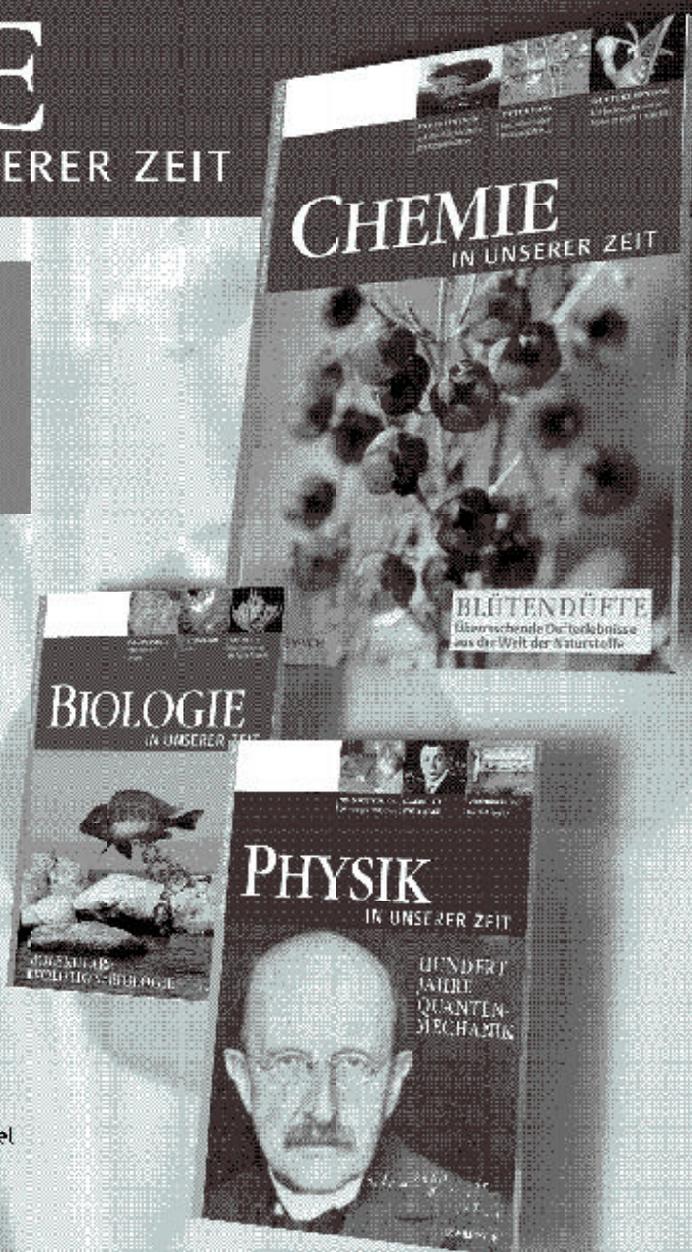
Die drei „...in unserer Zeit“-Zeitschriften bringen Sie hautnah an Ihre Lieblingsgebiete. Mit dem neuen Layout und dem überarbeiteten modernen Konzept werden Sie spannende Einblicke in Ihr Kerngebiet und dessen Grenzgebiete bekommen. Neben aktuellen Kurznachrichten, kritischen Buchrezensionen, verblüffenden Experimenten, Tipps für Beruf und Erfolg, kniffligen Rätseln, bleiben die Übersichtsartikel aus der Forschung das Herzstück der Zeitschriften.

Lesen Sie 2001 in *Chemie in unserer Zeit*:

- Functional Food: Lebensmittel oder Arzneimittel
- Neue Entwicklungen in der Katalyse
- Chemie der Pilze
- Methanhydrate
- Nanostrukturierte Materialien
- Haarkosmetik
- Umweltbewusstsein und Umwelverhalten
- Chinesische Medizin als Quelle für Arzneimittel
- Biokraftstoffe
- Olefinmetathese

Bestellen Sie noch heute Ihr kostenloses Probeheft oder abonnieren Sie sofort bei:

Wiley-VCH, Leserservice, Postfach 10 11 61
D-69451 Weinheim, Tel: 06201-606 147
Fax: 06201-606 172, Internet: www.wiley-vch.de
E-Mail: subsevice@wiley-vch.de



Preise 2001

pro Zeitschrift, 6 Hefte jährlich zu

Institutionelle Bezieher:

€ 138,- (DM 269,90) bzw. sFr 228,-

Persönliche Bezieher:

€ 68,- (DM 133,-) bzw. sFr 128,-

Studenten:

€ 48,- (DM 93,88,-) bzw. sFr 88,-

 **WILEY-VCH**