

Problemlösendes Denken in Gruppenarbeit lernen

Mitten in der Diskussion um Eliteförderung und Spitzenforschung haben zwei Vertrauensdozenten der Studienstiftung des deutschen Volkes mit begabten Chemie- und Biochemiestudenten ein neues Forschungskolleg entwickelt und erprobt.



Abb. 1.
Die 27 Teilnehmer
des Frankfurter
Forschungskollegs
Biochemie/Chemie.

Das Leitbild der Studienstiftung des deutschen Volkes ist geprägt von Leistung, Initiative und Verantwortung. Die Organisation fördert weniger als 0,5 % aller Studenten. Es ist nicht möglich, sich selbst um ein Stipendium zu bewerben, vielmehr müssen die Studenten, aber auch die betreuenden Vertrauensdozenten vorgeschlagen werden. Die Studienstiftler erhalten einen Vertrauensdozenten zur Seite, der sie berät und im Gruppengespräch mindestens einmal im Semester mit anderen Studienstiftlern zusammenbringt. Im Vordergrund steht dabei

die im weiten Sinne fächerübergreifende Diskussion.

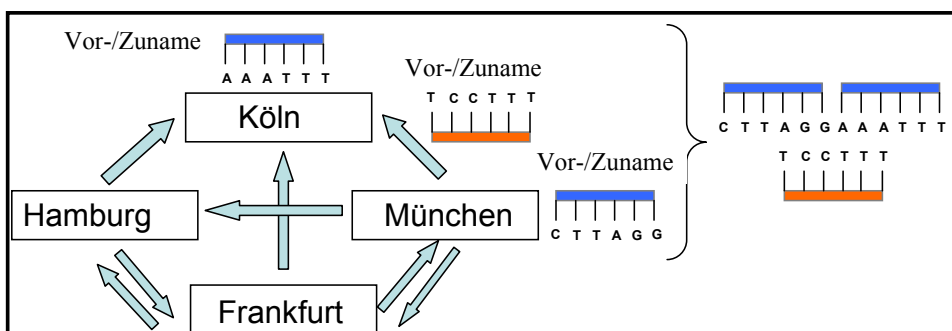
Neben diesen Veranstaltungen bietet die Studienstiftung seit Jahren Sommerakademien an, bei denen sich die Teilnehmer in ebenfalls fachübergreifenden Seminaren mit Themen beschäftigen, die so nicht in den Curricula der normalen Studienfächer auftauchen: Ethische, politische, literarische, historische und erkenntnistheoretische Fragen oder übergreifende naturwissenschaftliche Modelle werden in zweiwöchigen Seminaren bearbeitet.

Neue Wege suchen

Innerhalb der Studienstiftung kam nun, nicht zuletzt auf Frankfurter Initiative, der Wunsch auf, den Studenten die Möglichkeit zu geben, sich auch in fachnahen Kollegen mit speziellen Themen vertiefend auseinander zu setzen. Dabei stehen zwei prinzipielle Foren zur Diskussion: bundesweite Kollegien, zwei Mal im Jahr, oder lokale Forschungskollegien mit Studienstiftlern und anderen begabten und interessierten Studenten, die die Dozenten und mitorganisierenden Studenten vorschlagen. Die Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt ist jetzt erstmalig den zweiten Weg gegangen.

Die Gruppe für ein lokales Forschungskolleg setzt sich aus etwa 25 Chemikern und Biochemikern nach dem Vordiplom zusammen. Am Beginn einer Woche erhalten sie ein Thema und dazu zwei bis drei wichtige Literaturstellen. Am Samstag trifft sich die Gruppe, und kleine Teams zu jeweils sechs Studenten bearbeiten die Aufgabe. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Gruppenarbeit, der Kreativität von Lösungsansätzen und der Interdisziplinarität. Am späten Nachmittag müssen die Gruppen ihre Ergebnisse im Plenum vorstellen, und alle Teilnehmer benoten gegenseitig ihre Vorschläge.

Abb. 2.
Mögliche Wege des
Handelsreisenden
mit DNA-Strang der
Reise München-
Köln (rechts).



Kreative Lösungen finden

■ Was ist an einer solchen Seminarform neu und interessant? In den regulären Veranstaltungen wird zumeist problemlösendes Denken nicht in Gruppen von Studenten geübt. Ein wichtiger Aspekt der neuen Kollegform ist also zu lernen, als Team selbstständig zu arbeiten. Interessante Ansätze entstehen selten im stillen Kämmerlein, sondern wie im Kolleg in Diskussionen. So herrschte in allen Teams eine inspirierende Stimmung; die Teilnehmer verbesserten erste Ansätze, griffen Ideen auf oder verwarfen sie. Ideen entstanden dadurch, dass Studenten aus unterschiedlichen Fachrichtungen unterschiedliche Lösungsansätze einbrachten und so die Diskussion bereicherten.

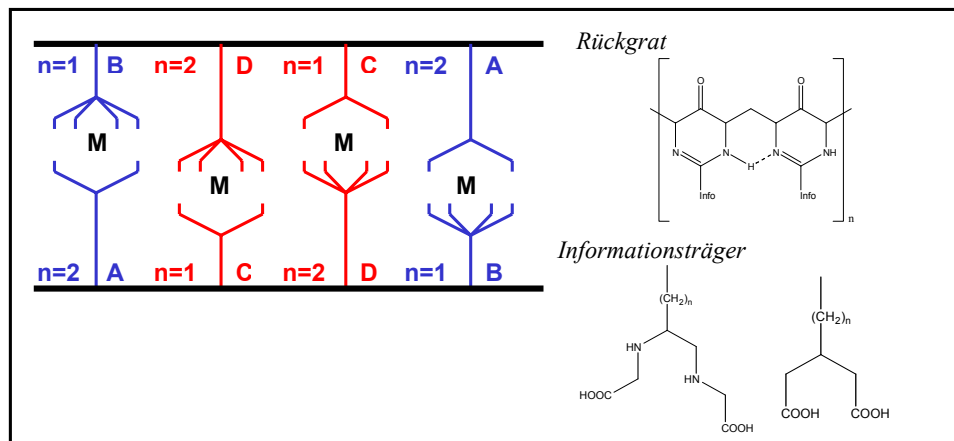
Es stellte sich heraus, dass gerade gute und fortgeschrittene Studenten Initiative ergreifen sowie gute von schlechten und originelle von langweiligen Ansätzen unterscheiden können. Der Akzent in diesem Forschungskolleg liegt also auf Kreativität, nicht auf Reproduktion von Altbekanntem. Die Dozenten konnten sich auf die Rolle der Mentoren zurückziehen, die die Ansätze der Studenten hinterfragten, aber keine eigenen Vorgaben.

Eine solche Ausbildung vermag es, in der heutigen Wissenslandschaft, in der Projekte global definiert und strukturiert werden, Schlüsselqualifikationen zu vermitteln, die die traditionellen Ausbildungsformen nicht immer ausreichend trainieren.

Beispiele für Probleme, die die Studenten in der Gruppe gelöst haben sind das so genannte Problem des Handlungsreisenden, das sie anhand einer künstlichen Polymerasekettenreaktion theoretisch bearbeitet haben, sowie die Entwicklung eines Saccharid-Sensors.

Beispiel künstliche PCR

■ Ein Handelsreisender besucht Hamburg, Frankfurt, Köln und München. Aus ökonomischen Gründen soll er jede Stadt nur einmal besuchen (Abbildung 2).¹⁾



Es ist zwar möglich, dieses Problem näherungsweise zu behandeln, dieses Vorgehen liefert aber bei heutigen Rechenleistungen für längere Reisewege kein Ergebnis in befriedigender Geschwindigkeit und Genauigkeit. Einen eleganteren Lösungsweg kann man auf Basis der DNA-Chemie einschlagen. Dabei ordnet man jeder Stadt und jedem Weg einen kurzen Basencode zu. Enzym-katalysiert lassen sich nun alle Städte- sowie alle Wegcodes synthetisieren, es gibt Milliarden mögliche Doppelstrang-Kombinationen. Da die Länge des Strangs vorher bekannt ist, kann man die zuvor erhaltenen DNA-Stücke nach der Länge auftrennen und die Fraktion mit der richtigen Länge heraus-schneiden. Zum Schluss sollte nur noch der Strang mit der Lösung des Problems übrig sein, der sich bequem auslesen lässt.

Da DNA nur in wässrigem Milieu handhabbar ist und man nur zwei statt vier Informationsträger benö-

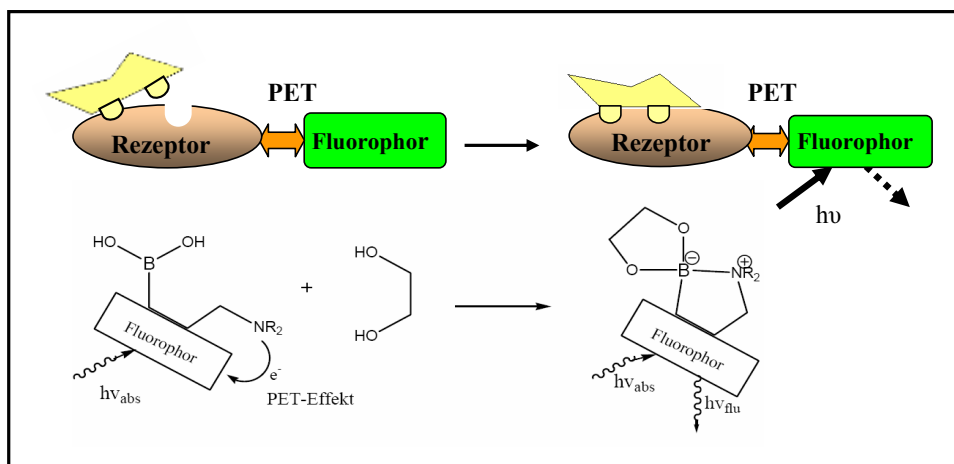
tigt, galt es, ein System zu entwickeln, das nach dem gleichen Prinzip arbeitet, jedoch einen stabileren Informationsträger besitzt und ohne Enzyme auskommt. Dazu kommt ein Polymer infrage, das sich über Michael-Addition mit rigiden, planaren und durch Wasserstoffbrücken stabilisierten Bausteinen aufbauen lässt. Da für die Replikation der Information ein Komplementärstrang nötig ist, wurde als nächstes eine Metallkomplexierung als reversibles Bindemotiv entwickelt (Abbildung 3). Hierzu wurde ein EDTA-Fragment in jeweils zwei unsymmetrische Einheiten aufgeteilt und mit unterschiedlich langen Linkern versehen.

Beispiel Saccharidsensor

■ Im Rahmen eines anderen Forschungskollegs sollten die Studenten einen fluoreszenzaktiven Saccharid-Sensor entwickeln, um z. B. den Blutzuckerspiegel zu be-

Abb. 3. Das Informationsmolekül sollte aufgrund der Linkerlänge und der oktaedrischen Koordination eines Metallions M einen Komplementärstrang hybridisieren können. Die Information ist, analog zur DNA, in der Abfolge der Informationsträger codiert, die auf dem Rückgrat präsentiert werden.

Abb. 4. Oben: schematische Darstellung des Glucose-Sensors, unten: Schaltmechanismus, basierend auf dem PET-Effekt; hier: switch-on.



stimmen. Grundlage für diese Aufgabenstellung waren aktuelle Veröffentlichungen,^{2,3,4)} die die Entwicklung eines solchen Sensors beschreiben, die die Teilnehmenden allerdings vorher nicht kannten. Ziel war, den eigenen Vorschlag mit dem Konkurrenzvorschlag aus der Literatur zu vergleichen.

Bekannt war: Borsäure bindet gut an Diole wie Glucose, ein benachbartes freies Elektronenpaar (z. B. eines Amins) unterdrückt die Fluoreszenz eines p-Systems (PET-Effekt, Abbildung 4).³⁾ Die Teilnehmer mussten also zum einen eine Struktur finden, die möglichst selektiv Glucose bindet, und zum anderen einen Schalter bauen, der im Falle einer Bindung über den PET-Effekt die Fluoreszenz des Fluorophors an- oder ausschaltet.

Der Lösungsansatz sollte das erste Ziel durch zwei Borsäuregruppen, die in das Zielmolekül eingebaut wurden, erreichen. Die räumliche Anordnung und das chemische Feintuning der Bindungsstellen sollten die Selektivität für Glucose optimieren. Als fluoreszierende Einheit wählten die Studenten amino-substituiertes Anthracen, das mit dem freien Elektronenpaar als Fluoreszenz-Schalter fungieren sollte.

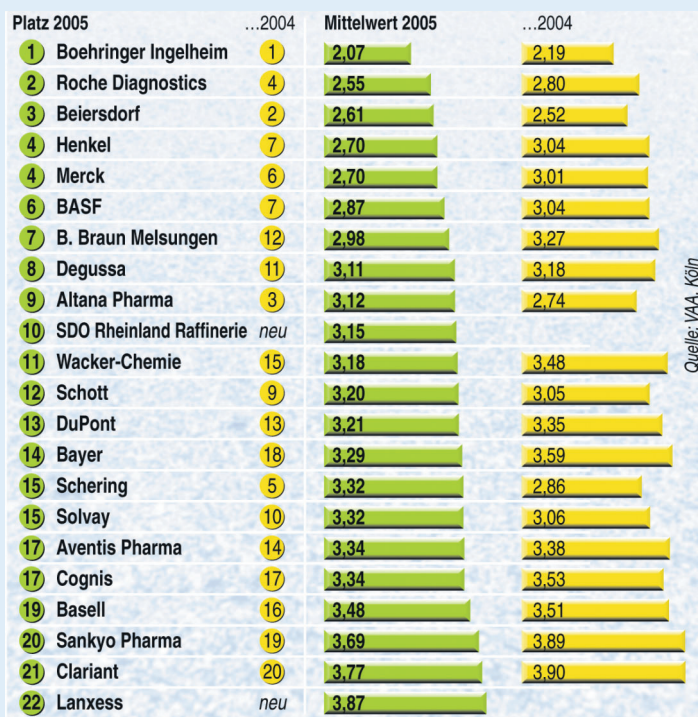
*Senada Nozinovic, Boris Nachtsheim,
Sebastian Scheuermann, Jan Schnorr,
Robert Silvers, Matthias Wagner,
Harald Schwalbe
Fachbereich Biochemie, Chemie und
Pharmazie
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt am Main.*

- 1) „Computing with DNA“: L. M. Adleman, *Scientific American* 1998, 279, 54–61.
- 2) „Novel Saccharide-Photoinduced Electron Transfer Sensors Based on the Interaction of Boronic Acid and Amine“: S. Shinkai et al., *J. Am. Chem. Soc.* 1995, 117, 8982–8987.
- 3) „A fluorescent glucose sensor binding covalently to all five hydroxygroups of α -D-glucopyranose. A reinvestigation“: M. Bielecki et al., *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2*, 1999, 449–455.
- 4) „Coumarin-Based Chemosensors for Zinc(II)“: N. C. Lim et al., *Inorg. Chem.* 2005, 44, 2018–2030.

■ Bessere Stimmung in den Chemieunternehmen

Zum vierten Mal in Folge schneidet das Familienunternehmen Boehringer Ingelheim bei der jährlichen VAA-Umfrage zum Arbeitsklima am besten ab. Generell hat sich die Stimmung in deutschen Chemie- und Pharmaunternehmen nach Einschätzung ihrer Führungskräfte verbessert. Der Verband angestellter Akademiker und leitender Angestellter der Chemischen Industrie (VAA) hat 1938 außertarifliche und leitenden Angestellte in 22 größeren Chemie- und Pharmaunternehmen nach dem Betriebsklima befragt. Für Unternehmensstrategien, Unternehmenskultur, Arbeitsbedingungen und persönliche Befindlichkeit vergaben die Befragten Noten von 1 bis 6. Die Rangfolge der Unternehmen ergibt sich aus dem Notendurchschnitt. Der VAA hat auch erfragt, ob die Unternehmen in letzten Jahr Maßnahmen zu Klimaverbesserung eingeleitet haben. 47 Prozent der

Teilnehmer antworteten mit Ja (2004: 42 Prozent) und vergaben durchweg bessere Noten als die übrigen. 61 Prozent der Befragten bewerteten ihr direktes Arbeitsumfeld positiv, jeder zweite geht gerne oder sehr gerne zur Arbeit. Defizite sehen 36 Prozent der Befragten bei der Personalentwicklung. Bonussysteme sowie die mangelnde Wertschätzung für den Standort Deutschland wurden ebenfalls kritisiert. Unternehmen in Umstrukturierungsprozessen schneiden bei der Befragung besonders schlecht ab, so das vom Bayer-Konzern abgespaltene Chemieunternehmen Lanxess, das auf dem letzten Platz gelandet ist, oder Basell, die ehemalige BASF/Shell-Tochter, die gerade ein Finanzkonsortium gekauft hat. Clariant, das sich wesentlich aus den Chemiesparten der früheren Hoechst zusammensetzt, findet sich seit Jahren auf den letzten Plätzen wieder. fz



So bewerten Führungskräfte aus der Chemie ihre Arbeitgeber. Das Ranking ergibt sich aus den Durchschnittsnoten, das Ergebnis von 2004 steht rechts in Gelb.