

Guter Chemieunterricht in schlechten Zeiten

Michael A. Anton



Der Chemieunterricht weist in der Mehrzahl seiner Erscheinungsformen deutlich suboptimale Züge auf. Die Optimierung aller Unterrichtsphasen muss ein erklärtes Ziel aller aktuellen Bemühungen der für Unterricht Verantwortlichen sein. Die folgenden Fragen brennen auf den Nägeln. In ihren Antworten stecken unsere Möglichkeiten. Um sie umzusetzen bedarf es dreierlei: Innere und äußere Wertschätzung des Lehrberufs, stützende finanz- und bildungspolitische Rahmenbedingungen und eine verstärkte Sensibilität für Qualitätsmerkmale!

Welche Eigenschaften hat das Fach Chemie?

Chemieunterricht repräsentiert nicht nur eine der faszinierendsten Wissenschaften, sondern auch die „sinnreichste“. Dennoch: Chemie ist ein unbeliebtes, als sehr schwierig und alltagsfern eingeschätztes Fach, ... wenn es falsch unterrichtet wird. Es lohnt sich demnach, die Sinnhaftigkeit dieses Faches zu hinterfragen, also seine Ziele, Inhalte, Lehr-Lernmodelle, Methoden, Schüler- und Lehrerdefinitionen einmal mehr unter die Lupe zu nehmen.

Verfolgen wir die richtigen Ziele?

„Ziel ist der Einblick in die Vielgestaltigkeit und Omnipräsenz chemischer Prozesse. Dies soll nicht nur eine berufliche Orientierung erleichtern, sondern stoffliche Veränderungen als materielle und energetische Grundlage des Lebens und der Zivilisation erkennbar machen und auch Verständnis für die europäische und globale Bedeutung der chemischen Industrie schaffen.“¹⁾

Zusammen mit der physikalischen Welt der Zustandsänderungen und der biologischen Sicht auf die Lebensvorgänge in komplexen Organismen ergänzen derartige Kenntnisse das Interesse an den Geisteswissenschaften. Erst dadurch entsteht ein offenes und weit gefächertes Verständnis der Welt, in der wir leben (Grygier et al., 2004; Höble et al., 2004). Demnach bedeutet Chemische Grundbildung²⁾ („chemische Alphabetisierung“), mit der spezifischen Denkweise von Chemikern vertraut zu sein und Einblick in ihre Methoden zu haben. So können Stoffeigenschaften und Stoffartum-

¹⁾ Aus: Bildungs- und Lehraufgabe im Lehrplan „Chemie“ für AHS (Allgemeinbild. Höhere Schulen in Österreich) mit Wirksamkeit zum 1. 9. 04

Prof. Dr. Michael A. Anton
Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), Didaktik & Mathematik der Chemie
D-81377 München, Butenandt-Str. 5-13 / D2
Tel.: 0049 (0)89/2180-77396+7 Fax.: 0049 (0)89/2180-77856
www.cup.uni-muenchen.de/didaktik mail: mao@cup.uni-muenchen.de

wandlungen auf relativ wenige (philosophische!) Deutungssysteme und Grundvorstellungen zurückgeführt werden. Charakteristisch dafür ist das „Zwiedenken“ (Christen, 1990, S.2), das im submikroskopischen Bereich Erklärungen entwickelt für Vorgänge im makroskopischen.

Darüber hinaus unterstützt das Fach Chemie wie kein anderes die Ausformung fachunabhängiger Bildungsziele: Informationszugang und -bewertung, Wissensaufbau und -korrektur, Erwerb von Maßstäben, Meinungsbildung, Kommunikation sowie Argumentation. Diese Eigenschaften machen das Fach Chemie zu einem komplexen und gleichermaßen unverzichtbaren Ereignis in einem Schülerleben und zeigen das ganzheitliche Wirksamwerden des hohen pädagogischen Potenzials des Fachs³⁾ (Anton, 2002; Irmer, 2005).

Der Wissensmehrwert und damit der „innere Wohlstand“ des Lernalters äußert sich in einer Fülle zeugnisunabhängiger Anwendungsbereiche:

- praktischer Alltagsnutzen im sichereren Umgang mit Chemikalien (Kosmetika, Putz-, Pflegemittel...),
- persönliche (Konsum-)Entscheidungshilfen,
- Erweiterungen des Selbstwirksamkeitskonzepts,
- politische Mitsprachemöglichkeiten (Dialog mit Experten),
- abgesicherte Berufswahl,
- kreative Problemlösestrategien naturwissenschaftlicher Fragestellungen.

Das Erlebnis solcher Nutzbarkeit muss im geschützten Raum der Schule ermöglicht und geübt werden, damit das Wissen im „Ernstfall“ erfolgreich und sicher eingesetzt werden kann.

Lehren wir die richtigen Inhalte!

Die modernen Chemiethemata, wie Nanotechnologie, Mikrostrukturtechnik, Molekularbiologie, Katalyse, Funktionelle Polymere, Werkstoffsynthesen oder Magnetresonanztomographie (MRT) etc., aber auch das Nachdenken über die Natur der Naturwissenschaften (Kaufmann, 2000) und ihre Beziehungen zu den geisteswissenschaftlichen Sicht-

²⁾ Vgl. auch: Mathematisch-naturwissenschaftliches Grundbildungskonzept im Rahmen des österreichischen IMST2-Projekts (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching); in: <http://imst.uni-klu.ac.at>

³⁾ Anton, M. A.: „Mit chemischen Inhalten zu überfachlichen Zielen“; Vortragsmanuskript, MNU-Tag, München 8.10.2002 (beim Verfasser erhältlich: mao@cup.uni-muenchen.de)

weisen zur Welt"erklärung" müssen in den Lehrplan Eingang finden. Um die Anschlussfähigkeit des traditionellen Grundwissens an das Verstehen innovativer Chemie neu und anspruchsgerecht zu gestalten, muss der herkömmliche Grundwissensspeicher entrümpelt und neue Einheiten als Netzwerke eingelagert werden:

- Systematisierung von Reinstoffisolierung, Reaktionstypen, Energetik
- Modellvorstellungen vom Atom- und Molekülbau
- Vielfalt der Eigenschaften aufgrund der Strukturen auf der Basis von Bindungstypen und Elementeneigenschaften
- Öffnung der Wege in die C- und Si-Chemie sowie in die Biochemie
- Säure-Base/Oxidation-Reduktion als Elementarteilchentransfer
- Grundlegende Quantifizierungsmöglichkeiten (Stöchiometrie)

Sorgt man für die leichte Assoziierbarkeit zwischen Erleb- barem und Erklärbarem, dann eröffnet sich uns der Weg zum gekonnten Bearbeiten von Wenigem und zum Generalisieren.

Welches Wissen und in welchem Umfang zwischen möglichst viel und ausreichend wenig benötigt aber dann der moderne Mensch? ⁴⁾

Der Zweck des Faches Chemie ist dann erfüllt, wenn wir den Schüler **fragefähig** machen können und er sich dadurch in der Lage sieht, sein Wissen dazu zu verwenden, **vorläufige Antworten** (Vermutungen, Hypothesen) zu formulieren, auf angemessene Weise zu **überprüfen** und über diesen Prozess zu **kommunizieren**. Diesem Ziel sollen Qualität und Quantität von Unterricht dienlich gemacht werden. Es muss sich auch in den Standards wieder finden.

Wenn es dem Einzelnen gelingt, sein Wissen intelligent, weil flexibel zu verwalten, an der richtigen Stelle stutzig zu werden, die richtigen Fragen zu stellen, sich die nötigen Informationsquellen zu erschließen, deren Wert zu taxieren und vernünftige Schlüsse zu ziehen, dann ist das Bildungsziel mehr als erreicht.

Handeln wir nach dem richtigen Lehr-Lern-Modell?

Die Gehirnforschung ist dabei, immer mehr Argumente für das konstruktivistische Lernen zu finden, für den Weiterbau der Strukturen des Geflechts aus Neuronen und Synapsen auf der Basis des Vorhandenen durch Repräsentationen, Assoziationen und Vernetzungen über synaptische Verschaltungen (Peterßen, 2003; Schneider, 2003; Spitzer, 2002; Wäter, 1999; Mandl & Reinmann-Rothmeier, 1995; Häußler et al., 1998; Duit & Rhöneck, 2000).

⁴⁾Vgl. Bildungsstandards für Chemie (D): http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/standards_chemie_16.12.04.pdf und: „Einheitliche Prüfungsanforderungen (EPA) (D): <http://www.kmk.org/doc/beschl/aschulw.htm#abi>.

Man lernt mit dem, was man schon weiß ⁵⁾ und man lernt umso besser, je mehr man bereits weiß ⁶⁾, weil man wissen muss, wonach man sucht! Das bedeutet, dass wir stets Bedeutungen erzeugen, indem wir neue Erfahrungen mit bestehendem Wissen verknüpfen. So machen wir uns durch Lernen die Welt Stück für Stück vertraut(er). Dieses In-Beziehung-Setzen von Reiz- und Gedächtnisinformation gelingt durch Aufmerksamkeitszuwendung. Sie führt zur selektiven Wahrnehmung und damit zu einer bewussten Informationsverarbeitung (Seel, 2000). Für nichts ist unser Gehirn besser geeignet!

Erfolgreiche Lehrer finden sich bestätigt, die bisher weniger erfolgreichen erhalten die Chancen für eine leicht begründbare Korrektur ihrer Konzeptionen. Um den konstruktivistischen Lernvorstellungen in der Unterrichtspraxis Rechnung zu tragen, müssen die Methoden, die Perspektiven auf den Schüler und die Beziehungen zwischen Inhalt und methodischem Vorgehen neu überdacht und kritischer als bis-her ausgewählt werden. Das Gehirn lernt besonders leicht, wenn die aufgenommenen Informationen möglichst viele der erstgenannten Begriffe folgender Gegensatzpaare erfüllen.

- **Unbekannt vs. bekannt**
- **wichtig vs. unwichtig**
- **sofort einsetzbar vs. nutzlos**
- **lückenfüllend vs. isoliert**
- **emotional positiver Kontext vs. negativer Kontext**
- **Ergebnis besser als erwartet vs. wie erwartet.**

Die herkömmliche Betrachtung des Lernprozesses als Akt der „Abspeicherung“ zur identischen Wiedergabe stellt nur eine extreme Sichtweise, nämlich die des Empirismus oder Behaviorismus dar. Der Gegenpol ist die individuelle „Konstruktion“ von Wissen („Moderater Konstruktivismus“). Die Art der Informationen bestimmt, welche Modellvorstellung die tragfähigere ist, nach der wir unseren Unterricht gestalten und Ort, Sozial- und Aktionsform, Arbeitsbedingungen, Lehrmittel und Methodenfolge zuordnen.

Eindeutige Einzelfakten (*Begriffe, einfache Gesetzmäßigkeiten*) und Konventionen (*Reaktionsschemata, Elementsymbole*), also das deklarative Wissen (Fakten) (Neber, 2000) gehorcht in seinem Lehren und Lernen eher dem **Speichermodell**. Detailwissen, komplexe Zusammenhänge, das Herstellen von Beziehungen (Säure-Base- und Redox-Reaktionen als Elementarteilchentransfers) und Korrekturen von „misconceptions“, procedurales Wissen (Funktionen) also, kann in seiner Verarbeitung eher mit dem **Konstruktionsmodell** beschrieben werden. Im ersten Fall dominieren die Strukturen des Faches („Lehrgebäude“). Der vertikale Wissenstransfer, das Weiterlernen im Fach wird so begünstigt. Im zweiten Fall spielen die Anwendungsmöglichkeiten die Hauptrolle und der horizontale Transfer des Wissens führt zur Bewährungsprobe des frisch Gelernten in neuen Problembereichen.

⁵⁾ Internetadresse für eine Bibliographie über „Vorkenntnisse von Schülern im Bereich der Naturwissenschaften“: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> (Bibliography)

⁶⁾Nach F. E. Weinert: Matthäus-Prinzip: ‚Wer hat, dem wird gegeben!‘

Aus der kompetenten Kombination beider Denkleistungen erwächst die Fähigkeit zum problemorientierten Kombinieren dieser Wissensarten.

Beachten wir den Gender-Aspekt?

„Wenn sie im Keller bleibt und niemals das Institut betritt, soll es mir recht sein“. So lautete die Antwort des Nobelpreisträgers Emil Fischer in Berlin an Otto Hahn, der darum bat, mit Lise Meitner am Berliner Institut zusammenarbeiten zu können. Eine derartige Reaktion dürfte uns mittlerweile weltfremd erscheinen.

Dennoch ist das weitere Problem (unterschiedliche Akzeptanz des Physik- und Chemieunterrichts bei Mädchen und Jungen) nicht vollständig überwunden (Kuhrke, 1990; Wienekamp, 1995; Schäfer et al., 1996; Todt, 2000). Nahezu alle Untersuchungen zum Einfluss des Geschlechts und der Geschlechterrolle (Gender) auf Lernleistung und Lernfreude, Motivation und Interesse lassen den Schluss zu, dass der **Konkretisierungsgrad chemischer Inhalte über die Phänomene, Modellierungen, Historie, Umwelt- und Gesundheitsaspekte und/oder Alltagsbezüge sowie über das Mitreden- und Weitererklärenkönnen („Lernen durch Lehren“)** die Attraktivität des Faches spürbar erhöht, ... und zwar bei Mädchen und Buben! Zusammen mit anderen Maßnahmen, können durch die Vermeidung einer Abbild-Didaktik frühzeitig stabilisierte Geschlechtsstereotype bestmöglich neutralisiert werden (Undoing Gender).

Nach Martin et al. (1990) sind Geschlechtsstereotype zu verstehen als Assoziationen zwischen Geschlechtsbezeichnungen und körperlichen Erscheinungen, Rollenverhalten, Berufen und entsprechenden Persönlichkeitsmerkmalen. Die jeweiligen assoziativen Verbindungen werden durch Erfahrung gefestigt oder destabilisiert.

Es gibt nun viele Möglichkeiten, sich einer bewusst gemachten Gender-Problematik (Gender-Sensitivity) zu stellen und den eigenen Unterricht problemmindernd zu gestalten. Der folgende Stichwortkatalog (Vgl. Schäfer et al., 1996; S. 90-91; vgl. Todt, 2000, S. 244, 247) stellt hierzu eine Auswahl zur Verfügung:

- Ganzheitliche Darstellung der Inhalte
- Personenbezogene Behandlung der Stoffgebiete
- Lebenssituationen in Alltag, Beruf, Karriere und Freizeit von Mann und Frau, von Buben und Mädchen thematisieren
- Inhalte sinnlich erfahrbar machen (Chemie!!!)
- Ansprechen geschlechtstypischer Sichtweisen und Rollenmuster, etwa bei der Kontextualisierung von Fragen (Todt, 2000, S. 235-243)
- Überprüfen geschlechtsdifferenter Interaktionen im Unterricht (Videoanalyse, Supervision, Schülerbefragung) (Schäfer et al., 1996, S. 94-96).

Die sozial-kommunikativen und kooperativen Lernformen sowie die fachübergreifenden und fächerverbindenden Methoden lassen Mädchen besser zum Zuge kommen und

fügen den sich häufiger exaltierend gebenden Buben keinesfalls Schaden zu, auch wenn diese die durch Abstraktion entstehende Realitätsferne der Unterrichtsinhalte besser auzuhalten scheinen.

Verwenden wir die richtigen Methoden!

Den Chemieunterricht betreffen die Methodendiskussionen auf besondere Weise. Einmal zeichnet ihn die Option einer ausgeprägten Methodenvielfalt im Bereich der Handlungsorientierung aus, die der Binnendifferenzierung dienlich gemacht werden kann, zum anderen stellt vor allem der unablässige Wechsel zwischen den phänomenologischen Ereignissen und den abstrakten Interpretationen eine echte Herausforderung dar, welche sich vornehmlich durch eine bewusst feinfühligke Instruktionskompetenz bewältigen lässt.

Die Strecke von der Instruktion als eher „gelenkter Konstruktion“ nach dem Speichermodell, in dem der Schüler als eher fremd gesteuertes Lernsystem gesehen werden kann, bis zur eher „freien Konstruktion“ (Konstruktionsmodell: Schüler als selbst gesteuertes Lernsystem) überspannt viele Varianten von Lehr-Lernbeziehungen.

- Erläuterungen mit expliziten Bezügen und mit Hinweisen auf Bezüge
- Mitteilungen mit impliziten Bezügen und ohne Bezüge
- Aufträge für offenes Arbeiten mit Hilfen zur Selbsthilfe und mit Selbststeuerung

Jede Instruktionsart kann über mehrere Methoden verwirklicht werden. Damit eröffnet sich die methodische Vielfalt und animiert die Virtuosität des Lehrers. Die konkrete Vorgehensweise folgt der jeweiligen Modellierung des Lehr-Lernprozesses (Mandl, 2004). Hierdurch kann nach der Devise: „Nützt meine Vorgehensweise dem Prozess des Sichbildens beim Schüler?“⁷⁾ durch den Wechsel zwischen Strukturierung und Offenheit ein gezieltes Verstärken oder Verändern der gerade eingesetzten Strategie erfolgen.

Dieser methodische Nutzen kann zu einer einfachen Faustregel verdichtet werden. Je stringenter und faktenreicher der Lehrgang aufgebaut ist und je unsicherer und unselbständiger der Schüler ist, desto eher eignet sich die lehrerzentrierte und schülerorientierte Instruktion. Es dominiert dann die didaktisch orientierte Erziehungsleistung (Anton, 2000), über die die Assimilation (Piaget) erleichtert werden kann. Mit zunehmender Lernautonomie und routinisierten Fertigkeiten im Umgang mit Arbeitsaufträgen führen offenere Lehrernformen zum Erfolg. Damit verschiebt sich das Gleichgewicht mehr zur mathematischen Lerneraktivität der Akkomodation, in der das eigene Erkenntnischema an das Neue angepasst wird. Gleichzeitig gilt, dass eine effiziente Unterrichtsorganisation mit intensiver Lernzeitnutzung äußerst leistungsförderlich ist, dass jedoch langfristig in gleichem Maße die Lernfreude

⁷⁾ Vgl.: Anton, M. A.: „Chemieunterricht zwischen Inhalt und Methode“; Vortragsmanuskript, Universität Duisburg-Essen 2.6.2004 (beim Verfasser erhältlich: mao@cup.uni-muenchen.de)

abnimmt, da die emotionalen und sozialen Bedürfnisse der Schüler unbefriedigt bleiben. Nur eine sinnvolle Abstimmung zwischen beiden Extremen unterstützt also die Persönlichkeitsentwicklung. Voraussetzung für dieses Gelingen ist eine ausgeprägte Diagnosekompetenz, gekoppelt mit den angemessenen didaktisch-mathetischen „therapeutischen Fähigkeiten“ des Lehrers.

Nur wenn der Lehrer über die Stärken und Schwächen seiner Schüler im Bilde ist, wird er seine Hilfen gezielt einsetzen können (Meermann, 1987). Damit ist der Unterrichtserfolg abhängig vom neuen Inhalt, von elaborierten Fachkenntnissen, vom Entwicklungsstand und von der Leistungsfähigkeit der Methode.

Welche Bedeutung hat das Experiment im Chemieunterricht?

Der attraktivste Aspekt des Chemieunterrichts, das Experiment, ist gleichzeitig auch der heikelste! Hat man sich mit der ersten Feststellung bereits seit mehreren Jahrzehnten abgefunden (Becker & Jüngel 1982), so erweist sich die Fragwürdigkeit des Experimenteinsatzes eher als aktuelles Forschungsziel (Anton, 1998, 1999, 2000; Heumann-Rupprecht, 2004; Welzel et al.; 1998, Jonas-Ahrend 2003). Diese Schwerpunktverlagerung wird begünstigt durch die neuen Erfahrungen, welche bei der populärer werdenden „Chemie für Kinder“⁸⁾ gewonnen werden können. Der spielerische Zugang erweist sich als förderlich für die Entwicklung eines realistischen Experiment- und Modellbegriffs (Lück, 2003, 2005, Vaupel, 2005).

Hat man bis vor Kurzem gemeint, dass die Zahl der Experimente direkt proportional zu Akzeptanz und Anstrengungsbereitschaft im Fach ist, so setzt sich langsam die Erkenntnis durch, wonach neben der Strukturierung des Unterrichts und dem Offenheitsgrad der Aufgaben-/Fragestellung die **Qualität und der Integrationsgrad der Experimente** (Präphase aus *Vorwissensaktivierung, Hypothesenbildung und Planung* (Krajcik et al., 1999), Experimentierphase/Durchführung, Postphase) **in den Ablauf eines kontinuierlichen Lehr-Lernprozesses erfolgsbestimmend** sind (Neber, 1998). *Lernen durch Explorieren und Experimentieren* gehört zusammen mit dem *Lernen durch Konfliktinduktion und Konfliktlösung* sowie *Lernen durch Beispiele* zu den klassischen Versionen entdeckenden Lernens (Neber, 2004).

Die lernunterstützende Experimentverwendung im Fach Chemie stellt größte Anforderungen an die Unterrichtsorganisation und nimmt auf die Effektivität der Lehrarbeit entscheidenden Einfluss.

Dies gilt um so mehr, je problemorientierter, kooperativer und selbstbestimmter die Schüleraktivitäten ausgelegt sind

⁸⁾Vom 4.7.03 bis 18.4.04 veranstaltete die Didaktik und Mathetik der Chemie und das Münchner Kinder- und Jugendmuseum die erste interaktive Chemieausstellung für die Altersgruppe von 6 bis 16 Jahre. Am Ende konnten 41000 Besucher gezählt werden. Das Projekt wurde durch 10 Zulassungsarbeiten wissenschaftlich begleitet.



Prof. Michael Anton gestaltete einen Workshop im PFL-NW-Seminar (Juli 2005 in Gmunden)

(Sumfleth et al., 2004). Um hierin Optima zu ermöglichen, muss dem experimentellen Tun bereits im Kindesalter ausreichend zugearbeitet werden. Das gelingt über naturwissenschaftliches Arbeiten im Kindergarten (Lück, 2005; Irmer, 2005), im privaten Bereich mit Hilfe von chemischen Experimentierkästen (Vaupel, 2005) und in der Grundschule innerhalb des Fachs Sachunterricht.

Für alle Abschnitte innerhalb eines so notwendigen chemischen Beschäftigungskontinuums gelten einfache Regeln, die sich aus der Entwicklungspsychologie und aus der traditionellen wie auch aktuellen Lehr-Lernforschung herleiten lassen:

- Vom Einfachen zum Komplexen (Spitzer, 2002, S.229-241)
- Vom Konkreten zum Abstrakten (Piaget, 1989)
- Vom Staunen zum Fragen (Rieder, 1968)
- Von den instrumentellen Fertigkeiten zu den kognitiven Fähigkeiten
- Vom Beschenktwerden zum Selberbeschaffen (Erikson, 1994)
- Vom Erzogenwerden zum Sichbilden (Anton, 2003)

Im Normalfall werden diese Regeln nicht isoliert zu befolgen sein; dennoch können Schwerpunkte gesetzt werden – die sich in der jeweils gewählten Methode manifestieren und darauf kommt es an!

Die Erfüllung des Lehrplans wird nicht nur getragen von den Kompetenzen des Lehrers, sondern auch von unseren Vorstellungen über die Einstellungen, Belastbarkeiten, Interessen usw. der uns anvertrauten Lerner.

Wie steht es um das Schülerbild in unseren Lehrerköpfen?

Sind wir uns als Lehrer weitgehend im Klaren über die Perspektiven, die wir gegenüber unserem und fremdem Unterricht einnehmen, so ist uns die Schülerperspektive nicht immer bekannt und verständlich. Ist die Sicht der Schüler auf den Chemieunterricht dieselbe wie die des Lehrers? Untersuchungen, darunter eigene, lassen diese Frage verneinen. Verlangt man von Lehrern, dass sie die Schwierigkeiten, Vorlieben und Vorschläge ihrer Schüler in Hinsicht

auf eine bessere Gestaltung des Unterrichts antizipieren, so muss man mit drastischen Divergenzen rechnen.

Wovon hängt die Art und Weise der Zielverfolgungen im Unterricht ab? Was unterscheidet die Lehrer voneinander? Warum gibt es nie zwei Lehrer, die bei gleichem Inhalt und gleicher Methode auch dieselben Effekte in derselben Klasse zeitigen? Woher kommt es, dass Klassen beim Lehrerwechsel völlig neue Motivations-, Anstrengungs- und Leistungsniveaus einstellen? Wie ist es möglich, dass Lehrer trotz eines einheitlichen und verbindlichen Lehrplans inhaltliche und methodische Vorlieben entwickeln, die sich auf den Unterrichtserfolg jedes einzelnen Schülers mitunter dramatisch auswirken?

Es lohnt sich, die Schüler zu fragen, sich über Brainstorming und Concept-mapping an ihren Präkonzepten zu orientieren und sie fallweise in Aushandlungsprozesse mit einzubeziehen. Lehrer, welche sich vom Schüler für ihre eigene Meinungsbildung sinnvolle Inputs erwarten, rufen automatisch mehr auf, lassen Schüler ausreden und sind in der Klasse aufmerksamer, nehmen mehr Feedbacksignale auf und sind selbstkritischer. Solche Lehrer können ihre Schüler/innen „lesen“! Gleichzeitig stellen sie eher die Methodik ein, die den Schüler mehr und vielfältiger „zum Zug kommen“ lässt, damit die Schule nicht nur „gut für die Guten und schlecht für die Schlechten ist“ (Eder & Bergmann, 2004, 429).

Daneben ist zu bedenken, dass reflexive Kritik der Schüler am Unterricht, positive wie negative, einer kostenlosen Unterrichtsberatung gleichkommt und schon aus diesem Grund als erstrebenswert zu gelten hat. In solchem Kontext darf auch nicht übersehen werden, dass all diese Schülerorientierungen im Denken und Handeln des Lehrers etwa auch hinsichtlich Drogen und Gewalt präventiven Charakter besitzen⁹⁾. Insgesamt sollten das eigene Professionsprofil und die beruflichen Gepflogenheiten (Scripts) immer wieder mit dem metakognitiven Blick auf die Gedächtnisprotokolle unseres vergangenen Tuns („Reflexion“) überprüft werden.

Wie definieren wir uns als Chemedidaktiker und Chemielehrer?

Wissen Didaktiker und Lehrer von ihren gegenseitigen Abhängigkeiten, von den Verpflichtungen, die beide in ihrem Zusammenwirken gegenüber der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts von Berufs wegen eingegangen sind? Suchen und nutzen sie die Chancen, die sie haben um sich gegenseitig zu helfen und den anvertrauten Schülern einen optimalen Weg in das Fach, durch das Fach und auch wieder aus der Chemie hinaus (!) zu ermöglichen? Sind sie sich der politischen Verantwortung bewusst, auf deren Grundlage sie zur Reflexion, Kritik und Mitwirkung bei den erforderlichen Veränderungen der Rahmenbedingungen verpflichtet sind, die sie über ihre Kompetenz sozusagen „zum Ende der

⁹⁾ Vgl. Anton, M. A.: „Euphorie-Modell“; Vortragsmanuskript zu mehr als 20 Vorträgen zur „Drogenerziehung und Suchtprävention“ an Universität, Schulen und in Vereinen (beim Verfasser erhältlich)

Fahnenstange“ macht? Chemielehrer sind Lehrer mit einem fachlichen Erziehungsauftrag. Er äußert sich in fachdidaktischen (lehrorientierten) und fachmathematischen (lernorientierten) Qualitäten. Ihre suboptimale Ausprägung beschert uns immer noch zu viele Defizite:

- Feedback aus der Klasse nur über Steuergruppen (Selektive Wahrnehmung),
- Kommunikationshürden innerhalb der „Teacher-Community“,
- Nichttrennen von Lern- und Leistungssituationen,
- fehlende Zielformulierung, eingeschränkte Objektivierung und Evaluation,
- reduzierte „quasi-experimentelle Einstellung zum eigenen Unterricht“,
- frustrationssensible Visionen,
- geringe Innovationskenntnis,
- fehlende Kriterien zur Weiterentwicklung von Stundenkonzeptionen und -analysen

Ursache für die Optimierungsresistenz so mancher Routinen sind vielfach die „Scripts“ oder auch „beliefs“. Wie sieht man sich als Lehrer und wie positioniert man sich im sozialen Gefüge der beruflichen Umwelt. Wie sehen das „Selbstwirksamkeitskonzept“, das „Kompetenzkonzept“ aus? Auf welche Weise kann „Kompetenzzuwachs“ registriert werden? Aber deutlicher als bisher muss man nach den Vorstellungen fragen, die Lehrer darüber haben, was Schüler mit dem im Unterricht Erarbeiteten anfangen können. Dahinter verbirgt sich die Auseinandersetzung mit Arbeitszielen von Lehrer und Schüler. Erfahrungsgemäß fällt dem Lehrer nichts schwerer als eine operationalisierte Formulierung von Stundenzielen. ... Und nichts ist wichtiger!

Und welche Bedeutung hat der Fachdidaktiker für den Lehrer? Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die Mehrzahl der Lehrer der Fachdidaktik skeptisch gegenübersteht! Er ist nicht der bessere Lehrer! Sein Anliegen ist die Modellierung von Unterricht und die Erforschung von Einzeleffekten sowie Regelmäßigkeiten bei der Anwendung ausgewählter und Erfolg versprechender bzw. missglückter Unterrichtskonzepte und Lehr-Lernmittel. Solche Modelle bilden die **gemeinsame Schnittmenge** im Austausch zwischen theoriegeleiteter schulischer Praxis und einer didaktischen wie mathematischen¹⁰⁾ Theorie, welche stets durch die Praxis kontrolliert werden muss. Lehrer und Fachdidaktiker bilden demnach eine äußerst bedeutsame Zweckgemeinschaft.

Welche Chancen müssen jetzt genutzt werden? Verfolgen wir die richtigen Visionen?

Die Kenntnisse über das, was guten Unterricht (Meyer, 2004) und gute Lehrer (Weinert, 1996; Schwarz & Prange, 1997) ausmacht, sind zwar immer noch nicht lückenlos, werden es wohl auch niemals sein; sie sind aber dichter und widerspruchsfreier als bisher. Das genaue Hinsehen und die genauen Analysen von Unterrichtssituationen hinsichtlich Inhalt, Methodenwahl, Schüler- und Lehrerverhalten lassen auch und besonders im Fach Chemie einzelne Punkte als vorrangig berücksichtigungswert erscheinen.

Sie wurden auch in einem Papier zum Beginn des IMST3-Projekts in Form so genannter „Entwicklungsrichtungen“ formuliert ¹¹⁾:

- Mehr Verstehen und Sinn,
- Alltagsbezug und Gesellschaftsrelevanz,
- Selbstständigkeit und Mitverantwortung,
- Vielfalt an Sozialformen und Vernetzung,
- Neugier und Forschergeist ...
auch beim Lehrer bzgl. seines Unterrichts!,
- anspruchsvolle Fähigkeiten und Kompetenzen,
- gezielter Einsatz neuer Medien und Technologien,
- Gewissheit über den Lernertrag und Nutzen von Fehlern als Lernchance (Weinert, 2001),
- Evaluation und Reflexion (Helmke, 2004; Altrichter & Posch, 1998) und
- verstärkt Lernen lernen (Chott, 2001)

Natürlich können diese Ziele auf alle Unterrichtsfächer angewendet werden, allerdings sind nicht alle Disziplinen von ihrer fachimmanenten Ausrichtung her so prädestiniert, innovative Erfolgsbeispiele zu liefern wie unsere Chemie.

Es bleibt die Frage: Wie können gute Entwicklungen entdeckt oder in Gang gesetzt werden? Antwort: Sie sind schon in Gang. Es gibt viele Lehrer, die ihr bisheriges Tun in den aktuellen Forderungen nur bestätigt sehen. Und es gibt Lehrer, die sich mit solchen Argumenten angespornt fühlen, ihren Unterricht weiter zu entwickeln. Ihnen sei empfohlen, mit der Veränderung von gut kontrollierbaren Einzelaspekten zu beginnen und nichts über das Knie zu brechen. Beide Gruppen müssen gefördert und ihre Arbeit muss öffentlicher als bisher werden. Sie müssen Anerkennung und Verantwortlichkeit der Besseren für die Guten übernehmen und sie müssen ihre Arbeit multiplizieren können ¹²⁾.

Nur in einem solchen Zusammenspiel zwischen Bottom-up- und Top-down-Vorgehensweise hat die Fortentwicklung des guten Chemieunterrichts und die Implementation von Innovationen zu jeder Zeit eine echte Chance um die Bildungsstandards auf Schulebene einzulösen. Und wie immer liegt es an jedem einzelnen (Chemie-)Lehrer und seiner „Effektanzmotivation“ (Voß, 2004), ob, wann und wie sie genutzt wird. Die Wahrscheinlichkeit für eine solche Initiative steigt in dem Maße, in dem der Lehramtsstudierende so behandelt wird, wie er als Lehrer seine Schüler einmal behandeln sollte!

¹⁰⁾ Mathetik (Lehre vom Lernen) von „mathein“ (grch.) = etwas lernen

¹¹⁾ Diese Entwicklungsrichtungen entsprechen auch den 10 Thesen von Prof. Dr. F. E. Weinert zu den „Ansprüchen an das Lernen in der heutigen Zeit“: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/blk/material/weinert/index.html>

¹²⁾ Vgl. Anton, M. A.: „Die Guten brauchen die Besseren!“, Vortragsmanuskript, Universität Köln 16.7.2004 (beim Verfasser erhältlich)

Literatur

- Anton, M. A. (1998). *Die didaktische und die Kontaktvariation im Chemie-Unterricht – Chancen zur Verbesserung seiner Qualität*. Frankfurt: P. Lang.
- Anton, M. A. (1999). Vom Sinn und Unsinn der Experimente im Chemieunterricht. In E. Sumfleth, (Hrsg.), *Chemie-didaktik im Wandel – Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht*. Münster: Lit.
- Anton, M. A. (2003). Mit chemischen Inhalten zu überfachlichen Zielen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 52 (3), 34-38 und *Chemie u. Schule* 18 (1), 7-10.
- Anton, M. A. (2000). Experimenteinsatz – Ausweg aus einem Dilemma oder bloße „Lernstörung“? *Chemie in der Schule* 47 (1), 48-51.
- Anton, M. A. (2003). Erziehen und Sich-bilden – Lehren und Lernen – Didaktik und Mathematik. *Lernwelten* 5 (2), 73-76.
- Becker, H.-J. & Jüngel, G. (1982). *Schülereinstellungen und –leistungen im Unterrichtsfach Chemie*. Königstein: Scriptor.
- Becker, H.-J. & Spaniol-Adams, S. (2003). Chemielehrerkompetenzen. *PdN-ChiS* 52 (1), 25-30.
- Chott, P. O. (2001). *Lernen lernen–Lernen lehren*. Weiden: Schuch.
- Christen, H. R. (1990). *Chemieunterricht – Eine praxisorientierte Didaktik*. Basel: Birkhäuser.
- Duit, R. & Rhöneck, Chr. (Hrsg.). (2000). *Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung*. Kiel: IPN.
- Eder, F. & Bergmann, Ch. (2004). Der Einfluss von Interessen auf die Lehrer-Wahrnehmung von Schülerinnen und Schülern. *Empirische Pädagogik* 18 (4), 410-431.
- Erikson, E. H. (1984). *Identität und Lebenszyklus*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Grygier, P. et al. (Hrsg.). (2004): *Über Naturwissenschaften lernen – Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. Hohengehren: Schneider.
- Häußler, P. et al. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Praxis*. Kiel, IPN.
- Helmke, A. (2004). *Unterrichtsqualität*. Seelze: Kallmeyer.
- Heumann-Rupprecht, D. (2004). *Entdeckendes Lernen durch Experimentieren in Chemie*. München: Ludwig-Maximilians-Universität. Diss.
- Höbtle, C. et al. (Hrsg.). (2004): *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Hohengehren: Schneider.
- Irmer, E. (2005). Chemie im Kindergarten Mut zum Experiment. *PdN-ChiS* 54 (1), 11-14.
- Kaufmann, H. (2000). *Chemieunterricht und das Problem der antagonistischen Sicht von „Natur“ und „Chemie“*. Münster: Lit.
- Krajcik et al. (1999). *Teaching children science: A project-based approach*. Boston: McGraw-Hill.
- Kuhrke, R. (1990). Jungenchemie – Mädchenchemie? In Bildungsministerium Schleswig-Holstein. *Koedukation und Naturwissenschaften*. Kiel, 81-96.
- Jonas-Ahrend, G. (2003). *Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht*. Berlin: Logos.
- Lück, G. (2003). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung*. Freiburg: Herder.
- Lück, G. (2005). *Naturwissenschaften im Kindesalter –*

- Ein Hoffnungsschimmer. PdN-ChiS 54, (1), 7-10.
- Mandl, H. (2004). Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 4 (3), 47-51.
- Mandl, H.; Reinmann-Rothmeier, G. (1995). *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. Forschungsbericht 60. LS f. Empir. Pädagogik und Päd. Psychologie. LMU München.
- Martin, C. L. et al. (1990). The Development of Gender Stereotype Components. *Child development* 61, 1891-1904.
- Meermann, H. (1987). Leistungszuwachs kein Garant für Lernfreude. *MPG-Spiegel* (1), 4-7.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen.
- Moser, H. (1975). *Aktionsforschung als kritische Theorie der Sozialforschung*. München: Kösel.
- Neber, H. (1998). Elemente entdeckenden Lernens. *Zeitschrift für Heilpädagogik* 14, 59-65.
- Neber, H. (2000). Nutzbares Wissen durch konditionalisierte und funktionalisierte technische Erklärungen. *Zeitschrift für Päd. Psychologie* 142 (3), 124-136.
- Neber, H. (2004). Entdeckendes Lernen. In Arnold et al. *HB-Unterricht*.
- Peterßen, H. W. (2000). *Kleines Methodenlexikon*. München: Oldenbourg.
- Peterßen, H. W. (2003). *Lehreraufgabe Unterrichtsplanung*. München: Oldenbourg.
- Pfeifer, P. et al. (Hrsg.). (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.
- Piaget, J. (1989). *Das Erwachen der Intelligenz im Kinde*. München: dtv.
- Rieder, O. (1968). *Die Entwicklung des kindlichen Fragens*. München.
- Schäfer, Th. Et al. (Hrsg.).(1996). *Typisch Junge? Typisch Mädchen?* ISB-München.
- Schneider, W. (2003/2004). Der Einfluss von Begabung, Wissen und Motivation auf schulische und akademische Leistungsentwicklung. Teil 1: *Bayerische Schule* (11), 23-25; Teil 2: (1 / 2), 33-36.
- Schwarz, B.& Prange, K. (Hrsg.). (1997). *Schlechte Lehrer/innen*. Weinheim: Beltz.
- Seel, N. M. (2000). *Psychologie des Lernens*. München: Reinhardt.
- Spitzer, M. (2002). *Lernen*. Berlin: Spektrum.
- Sumfleth, E. et al. (2004). Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht. *Essener Unikate – Berichte aus Forschung und Lehre – Bildungswissenschaften* 24, 74-85.
- Todt, E. (2000). Geschlechtsspezifische Interessen-Entwicklung und Möglichkeiten der Modifikation. *Empirische Pädagogik* 14 (3), 215-254.
- Vaupel, E. (2005). Ein Labor wie eine Puppenstube – Kurze Geschichte der chemischen Experimentierkästen. *PdN-ChiS* 54 (1), 2-6.
- Voß, H.-G. W. (2004). Der Mensch, das neugierige Wesen. *Forschung & Lehre* 12, 660-661.
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz.
- Weinert, F. E. (1996). Der gute Lehrer: Person, Funktion oder Fiktion; Weinheim. In Leschinsky, A. (Hrsg.): *Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen*.
- Welzel, M. et al. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *ZfDN* 4 (1), 29-44.
- Wiater, W. (1999). *Vom Schüler aus unterrichten*. Donauwörth: Auer.
- Wienekamp, H. (1990). *Mädchen im Chemieunterricht*. Oldenburg: Westarp.

GIREP 2006

Modeling in Physics and Physics Education

20. – 25. August 2006, Universität Amsterdam

Modellbildung in der Physik und im Physikunterricht sind zwei wichtige Bereiche, die in dieser Tagung dargestellt werden. So unverzichtbar Modellbildung in der physikalischen Praxis ist, so sehr wurde sie im Unterricht in der Vergangenheit vernachlässigt.

In dieser Tagung kommen Praktiker und Physikdidaktiker zusammen, um in Plenarvorträgen, Seminaren, Poster-Sitzungen und praktischen Vorführungen das Thema zu beleuchten.

Besonders eingeladen sind Lehrkräfte aus allen Schularten, es wird mit Unterstützung der niederländischen Lehrerschaft ein Tag ausschließlich der Schule gewidmet sein.

Die GIREP-Konferenz 2006 ist eine der wichtigsten internationalen Veranstaltungen zur Physikdidaktik.

Weitere Informationen unter <http://www.girep2006.nl>