



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S 5 „Teambezogenes und selbstständiges Lernen“**

PRAKTISCHES ARBEITEN, MITEINAN- DER UND VONEINANDER LERNEN

**EIN KONZEPT FÜR SCHÜLERINNEN UND LEHRERINNEN -
AM BEISPIEL „CHEMIEUNTERRICHT IN EINER 8. KLASSE“**

Mag. Barbara Kirchsteiger, BG/BRG Fürstenfeld

Mag. Elisabeth Klemm, BRG Petersgasse, Graz

Mag. Rosina Steininger, BRG 18 Schopenhauerstraße, Wien

Fürstenfeld, Graz, Wien 2005

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 WAS WOLL(T)EN WIR?	4
1.1 Wer wir sind	4
1.2 Unser gemeinsames Vorhaben.....	4
2 WAS HABEN WIR GEMACHT?	6
2.1 Verlauf des Projektjahrs	6
2.2 Unser Konzept für die 8. Klasse.....	7
2.3 Ausgewählte Beispiele für die Umsetzung	8
2.3.1 Umgang mit Fachsprache und Modellen - am Beispiel der Reaktionstypen ...	8
2.3.2 Erkennen grundlegender Prinzipien durch einen experimentellen Unterrichtseinstieg - am Beispiel „Abhängigkeit der Eigenschaften organischer Verbindungen von deren Struktur“	10
2.3.3 Individuelle Schülerexperimente - am Beispiel der Kohlenwasserstoffe	10
2.3.4 Eigenständiges theoretisches und praktisches Erarbeiten größerer Kapitel - am Beispiel „Stationenbetrieb zum Thema Alkohole“	11
2.3.5 Individuelle Rechercheaufträge.....	12
2.4 Von uns verwendete Bücher und CDs	15
3 WAS HABEN WIR „ERREICHT“?	16
3.1 Was haben die SchülerInnen erreicht?	16
3.2 Was haben wir Lehrerinnen erreicht?	17
4 WIE SOLL ES WEITERGEHEN?	19
LITERATUR	20

ABSTRACT

„Praktisches Arbeiten, miteinander und voneinander lernen“ ist ein schulen- und bundesländerübergreifendes Projekt dreier Chemielehrerinnen, die gemeinsam ein Unterrichtskonzept mit hohem Anteil eigenständiger Schüleraktivität im experimentellen und theoretischen Bereich entwickelt haben. Gemeinsam erstellten und erprobten sie eine Sammlung von Unterrichtsmaterialien für die 7. Klasse (IMST S4 2003/04) und 8. Klasse (MNI S5 2004/05). Durch ihre Zusammenarbeit erreichten sie eine deutliche Steigerung ihrer Arbeitszufriedenheit.

Schulstufe: 8. Klasse AHS

Fächer: Chemie

Kontaktadressen: Mag. Barbara Kirchsteiger: BG/ BRG Fürstenfeld, Realschulstraße 6, 8280 Fürstenfeld

Mag. Elisabeth Klemm: BRG Petersgasse 110, 8010 Graz

Mag. Rosina Steininger: BRG 18, Schopenhauerstraße 49, 1180 Wien

1 WAS WOLL(T)EN WIR?

1.1 Wer wir sind

Wir sind drei Chemielehrerinnen an (mittlerweile) drei verschiedenen Schulen (in zwei Bundesländern) mit unterschiedlich langer Unterrichtserfahrung:

Barbara Kirchsteiger, BG/BRG Fürstenfeld; erstes Dienstjahr

Elisabeth Klemm, BRG Petersgasse, Graz; 26 Dienstjahre

Rosina Steininger, BRG 18 Schopenhauerstraße, Wien; 13 Dienstjahre.

Was unsere Vorstellung von „gutem Chemieunterricht“ und der zentralen Bedeutung des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht betrifft, waren wir uns von Anfang an weitgehend einig.

Kennen gelernt haben wir (Klemm, Steininger) uns im Oktober 2002 beim Start-up Workshop für IMST S4. Aus unseren wechselseitigen Unterrichts-Hospitationen ist die Idee für eine überregionale Zusammenarbeit entstanden. Koll. Kirchsteiger hat sich im Herbst 2003 (damals Unterrichtspraktikantin bei Koll. Klemm) unserem Projekt angeschlossen.

1.2 Unser gemeinsames Vorhaben

Im Schuljahr 2003/04 führten wir gemeinsam ein IMST-Projekt durch, mit dem Ziel ein Unterrichtskonzept für die 7. Klasse mit hohem Anteil eigenständiger Schüleraktivität zu entwickeln.

Die Erfahrungen, die wir dabei gemacht haben, kann man im Projektbericht nachlesen (KIRCHSTEIGER, B., KLEMM, E. & STEININGER, R.: „Praktisches Arbeiten, miteinander und voneinander Lernen“. IMST²-Projekt S4 2003/04). Die Arbeitsunterlagen, die wir gemeinsam ausgearbeitet haben, gibt es auf einer CD, die wir interessierten KollegInnen gerne zur Verfügung stellen¹.

Alle drei haben wir von dieser Zusammenarbeit stark profitiert, und deshalb beschlossen wir sie fortzusetzen. So versteht sich unser heuriges Projekt als Fortführung des vorjährigen. Unser Vorhaben für das Schuljahr 2004/05 war es, ein Unterrichtskonzept für die 8. Klasse zu entwickeln und zu erproben. Unsere grundlegenden Ziele sind dabei weitgehend gleich geblieben.

Vor allem dem selbstständigen Experimentieren woll(t)en wir mehr Aufmerksamkeit und Zeit widmen. Gleichzeitig war/ist es uns wichtig, mit den SchülerInnen ein dem Lehr- und Lernstoff entsprechendes Grundlagenwissen zu erarbeiten und zu festigen. Die Umsetzbarkeit dieses Konzepts sollte dabei weitgehend unabhängig von der Unterrichtserfahrung der Lehrkraft und den unterschiedlichen Voraussetzungen an der jeweiligen Schule sein.

Durch unsere Zusammenarbeit erwarteten wir uns einen, die Unterrichtsarbeit bereichernden, Erfahrungsaustausch sowie wechselseitige Unterstützung und Ergänzung.

Im Zuge einer gemeinsamen Unterrichtsvorbereitung wollten wir

¹ klemm.elisabeth@aon.at

- grundlegende Fachbegriffe definieren und Methoden zur Erarbeitung dieser Grundbegriffe entwickeln
- Überprüfungsmodalitäten der Grundbegriffe ausarbeiten
- Arbeitsunterlagen für das praktische Arbeiten zusammenstellen
- Aufgaben formulieren, in denen die SchülerInnen, aufbauend auf bereits erworbenen Grundkenntnissen, durch eigenständiges Arbeiten individuell Erkenntnisse gewinnen können.

Beim Unterrichten selbst wollten wir einander fallweise besuchen,

- um SchülerInnen beim Experimentieren beobachten zu können, ohne dabei selbst Verantwortung für das Unterrichtsgeschehen zu haben
- um Kolleginnen bei der Umsetzung der gemeinsam erarbeiteten Unterrichtsvorbereitung zu beobachten
- um auf diese Weise von vertrauten Kolleginnen Rückmeldung über den eigenen Unterricht zu erhalten.

2 WAS HABEN WIR GEMACHT?

2.1 Verlauf des Projektjahrs

Wann?	Was?
September 2004	Teilnahme am Start-up Workshop in Klagenfurt. Entwicklung eines Grobkonzepts für das gesamte Schuljahr (siehe 2.2); Unterrichtsplanung und Erstellung von Unterrichtsmaterialien (Experimentiervorschriften, Overheadfolien, Material zum offenen Üben...) zu den Themen: „Einführung in die Organische Chemie“,
Oktober 2004	Erstellen eines Konzepts sowie formulieren von Portfolioaufträgen zu den Themen: „Organische Reaktionstypen“ und „Kohlenwasserstoffe und Halogenkohlenwasserstoffe“
Januar 2005	Reflexion über die bisherige Erfahrung; Unterrichtsplanung und Erstellung von Unterrichtsmaterialien zu den Themen „Alkohole“ (Stationenbetrieb), „Carbonylverbindungen“ und „Carbonsäuren“
Februar 2005	Verfassen des Zwischenberichts; Unterrichtsplanung und Erstellung von Unterrichtsmaterialien zum Thema „Nährstoffe“ Hospitation von Koll. Klemm bei Koll. Steininger während des Lehrauftritts einer Schulpraktikantin Besprechung des Projektverlaufs und der Schwierigkeiten der Evaluation mit Dipl. Ing. Mag. Brigitte Koliander
März 2005	Teilnahme von Koll. Steininger am Evaluationsworkshop (Quermodul) in Windischgarsten.
April 2005	Hospitation von Koll. Klemm bei Koll. Kirchsteiger
Mai 2005	Besprechung mit Ao. Univ. Prof. Günther Ossimitz Auswertung der Evaluationsbögen Verfassen des Endberichts
Juni/Juli 2005	Erstellung der CD mit den entwickelten und erprobten Unterrichtsmaterialien

2.2 Unser Konzept für die 8. Klasse

Aufbauend auf unseren Unterrichtserfahrungen in den 7. Klassen haben wir im Herbst 2004 folgenden gemeinsamen „Fahrplan“ für das Unterrichtsjahr zusammengestellt. Er beinhaltet einerseits die theoretischen Grundlagen und andererseits konkrete Beispiele für Rechercheaufträge, für *experimentelle Arbeiten* und für das Üben und Festigen.

Allgemeine Einführung in die organische Chemie

1. Experimenteller Einstieg zur Wiederholung einzelner Stoffgebiete der 7. Klasse
Wasch-, Putz- und Reinigungsmittel; Zucker und Salz im Vergleich
2. Historische Einleitung zur organischen Chemie
Einfache Elementaranalyse

Theoretische und experimentelle Grundlagen der organischen Chemie

1. Bindung in organischen Stoffen
Sonderstellung des Kohlenstoffs
Strukturformeln, Isomerie
2. IUPAC-Nomenklatur
Einführung der Nomenklaturregeln anhand wichtiger Stoffklassen
3. Zusammenhang zwischen der funktionellen Gruppe und der Anzahl der C-Atome und den physikalischen Eigenschaften:
Eigenschaften der Verbindungen überprüfen: KW, HKW, Alkohole, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren
4. Reaktionstypen in der organischen Chemie:
Selbsterarbeitung der Reaktionstypen über Schema und Molekülbaukasten
Reaktive Teilchen: nukleophil vs. elektrophil; homolytische vs. heterolytische Spaltung
Individuelle Arbeitsaufträge zu Beispielen aus dem Alltag

Grundlegende Stoffklassen

1. Praktischer Einstieg: *Spezifische Nachweise der funktionellen Gruppen*
2. Kohlenwasserstoffe:
Recherchen zu Beispielen aus dem Alltag
Diesel vs. Benzin
Praktische Beispiele (Reaktionsträgheit von Alkanen, Vergleich Cyclohexan – Cyclohexen, Crackreaktion von Paraffinöl, Pyrolyse von PE, Gewinnung von Ethin, Reaktion von Ethin mit Chlor)
3. Halogenkohlenwasserstoffe:
Vortrag mit Schwerpunkt Umwelt
Recherche zu ausgewählten Beispielen
Unterscheidung KW - HKW

4. Alkohole: Praktische und theoretische Erarbeitung im Stationenbetrieb
(*alkoholische Gärung, Destillation, Alkoholgehaltsbestimmung, Mischbarkeit, Entflammbarkeit, Ethanol – NaOH, Ethanol – Methanol, Alkoholnachweis in Alltagsprodukten, Oxidierbarkeit...*)
5. Carbonylverbindungen (Aldehyde und Ketone)
Vortrag – exemplarische Vertreter aus dem Alltag
Nachweisreaktionen (Fehling, Tollens, Seliwanoff)
6. Carbonsäuren und -derivate
gesättigte und ungesättigte Säuren, Hydroxysäuren, Ester
Erarbeitung der Abhängigkeit der Säurestärke von der Struktur
Einführung der Stereoisomerie (cis-trans und Spiegelbild),
Titration: Säuregehaltbestimmung in Naturprodukten und Getränken, Polarimetrie, Estersynthese
7. Organische Stickstoffverbindungen
8. Lebensmittelchemie
Nährstoffe und andere Inhaltsstoffe
Einfache Nachweise von Inhaltsstoffen bis zu verschiedenen Konzentrationsbestimmungen

2.3 Ausgewählte Beispiele für die Umsetzung

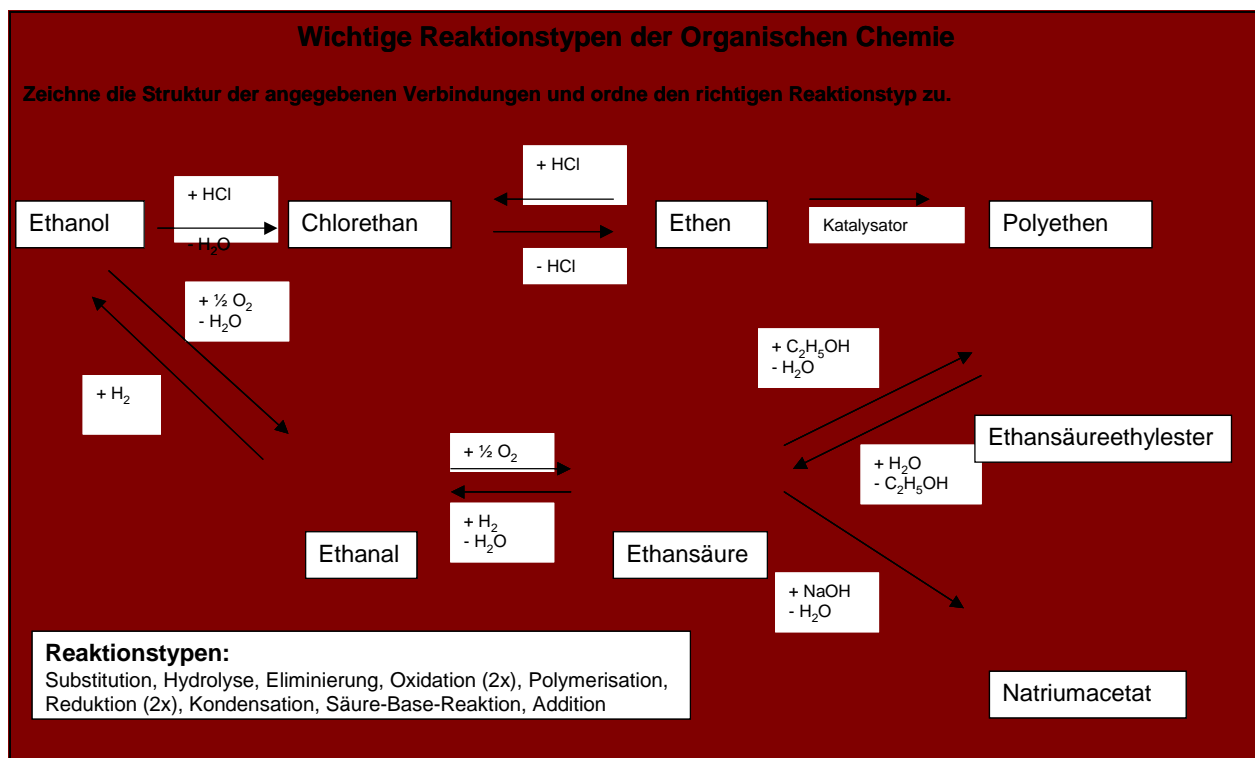
Die folgenden Beispiele sollen die Umsetzung des unter 2.2 vorgestellten Konzepts verdeutlichen. Wir arbeiten zurzeit an der Verschriftlichung detaillierter Angaben zur Durchführung einzelner Unterrichtssequenzen und ausführlicher Arbeitsanleitungen zu weiteren Beispielen. Diese Unterlagen wollen wir interessierten KollegInnen in Form einer CD-ROM zur Verfügung stellen. Die unter 2.4 angeführten Bücher waren für uns bei der Unterrichtsvorbereitung und ihrer Umsetzung hilfreich.

2.3.1 Umgang mit Fachsprache und Modellen - am Beispiel der Reaktionstypen

In vielen Schulbüchern werden Reaktionstypen der organischen Chemie anhand von Reaktionen unterschiedlicher Stoffklassen besprochen (Additionsreaktion bei den Alkenen, Substitution bei den Alkanen / Aromaten,...). Unserer Erfahrung nach führt dies oft zu Verwirrungen, da vielen SchülerInnen der Überblick über die wichtigsten Reaktionstypen und deren Zusammenhang fehlt.

Wir haben deshalb ein Arbeitsblatt entwickelt, das nach erfolgreicher Erarbeitung einerseits eine Übersicht über praktisch alle Reaktionstypen, die im Laufe des Schuljahres besprochen werden, gibt und andererseits das Verständnis für die Bezeichnungen der Reaktionen fördert.

Auf dem unausgefüllten Blatt befindet sich ein Reaktionsschema mit den Namen einfacher Edukte und Produkte und deren Reaktionspartner, sowie eine Box mit Bezeichnungen von Reaktionstypen (Substitution, Addition, Eliminierung, Polymerisation, Kondensation, Hydrolyse, Oxidation, Reduktion, Säure-Base-Reaktion).



Die SchülerInnen zeichnen die Strukturformeln der entsprechenden Verbindungen (z.B. Ethanol), bauen sie mit Hilfe des Molekülbaukastens nach, führen die Reaktion durch Lösen und Verknüpfen von Bindungen am Modell durch (z.B. $+\text{HCl}$; $-\text{H}_2\text{O}$) und erhalten so das angeführte Reaktionsprodukt (z.B.: Chlorethan). Das Produkt dieser Reaktion ist Ausgangsstoff für die nächste Reaktion (z.B.: $-\text{HCl} \rightarrow$ Ethen). Aus den „Reaktionen“ (in diesem Fall eine Substitution und eine Eliminierung) leiten die SchülerInnen die Fachbegriffe der unterschiedlichen Reaktionstypen her und beschreiben in einem Satz, was bei der Reaktion passiert (z.B.: Bei der Substitution wird ein Atom oder eine Atomgruppe entfernt und durch ein anderes Atom / eine andere Atomgruppe ersetzt).

Durch das Nachvollziehen der Reaktionen am Molekülmodell werden Reaktionen und deren Bezeichnungen für die SchülerInnen „begreifbar“ und somit leichter verständlich.

Es hat sich herausgestellt, dass viele SchülerInnen während des Unterrichtsjahres immer wieder auf dieses Übersichtsblatt zurückgegriffen haben und so auch kompliziertere Reaktionen leichter nachvollziehen konnten. Oft stellten sie dabei mit Verwunderung und Freude fest, dass Reaktionen, wie beispielsweise die Veresterung, die ihnen im Herbst noch große Schwierigkeiten bereitet hatte, plötzlich leicht verständlich waren.

2.3.2 Erkennen grundlegender Prinzipien durch einen experimentellen Unterrichtseinstieg - am Beispiel „Abhängigkeit der Eigenschaften organischer Verbindungen von deren Struktur“

Manche SchülerInnen erleben in der achten Klasse die Stoffklassen der organischen Chemie als schwer differenzierbare, unübersichtliche und unstrukturierte Aneinanderreihung von einzelnen Wissensinhalten. Ihre Fülle wirkt so lange erdrückend, so lange das Verständnis für die dahinter liegenden allgemein gültigen Prinzipien fehlt.

Ein sehr häufig praktizierter Einstieg in die organische Chemie ist (nach einem kurzen Einführungskapitel) das Thema „Kohlenwasserstoffe“. Die Nomenklatur und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Alkane werden dort detailliert besprochen. Will man als LehrerIn einen Monat später beim Thema „Alkohole“ auf dieses vermeintliche Schülerwissen zurückgreifen, so greift man häufig ins Leere. Der Wissenstransfer gelingt zu diesem Zeitpunkt nur wenigen SchülerInnen.

Ein Verständnis für generelle Prinzipien wird erleichtert, wenn die SchülerInnen gleichzeitig mehrere Sachverhalte, Beobachtungen und Fakten miteinander vergleichen und allgemein gültige Aussagen selbst erkennen und formulieren können.

Dabei verlangt die Fülle der zu untersuchenden Objekte (in diesem Fall Substanzen) einerseits nach einer ersten Ordnung in Untergruppen (in diesem Fall Stoffklassen) und andererseits nach einer Arbeitsteilung unter den SchülerInnen.

Als Einstieg in das Thema: „Auswirkung der Struktur organischer Verbindungen auf deren Eigenschaften“ erhielten die SchülerInnen den Arbeitsauftrag, in Kleingruppen 3-5 Vertreter einer Stoffklasse zu untersuchen. Sie sollten ihre physikalischen Eigenschaften (Fließ- und Kochpunkt sowie Wasserlöslichkeit) und ihr Verhalten in der Flamme überprüfen. Die leitende Fragestellung lautete dabei: „Wie ändern sich die Eigenschaften innerhalb einer Gruppe mit der Struktur des Kohlenstoff-Gerüsts (Kettenlänge, Verzweigung, Bindungsart)?“

Im nächsten Schritt hatten sie die Aufgabe, eine Verbindung einer anderen Stoffklasse nach denselben Richtlinien zu untersuchen. Ihr C-Gerüst sollte dabei gleich sein wie das C-Gerüst einer der bereits untersuchten Substanzen. Leitende Fragestellung: „Wie ändern sich die Eigenschaften mit der funktionellen Gruppe?“

Die Besprechung der Ergebnisse der einzelnen SchülerInnen-Gruppen im Plenum erlaubt einen Vergleich und damit auch eine Überprüfung bzw. Erweiterung der von den SchülerInnen formulierten verallgemeinerbaren Aussagen.

2.3.3 Individuelle Schülerexperimente - am Beispiel der Kohlenwasserstoffe

Werden in einer Klasse häufig Schülerexperimente durchgeführt, so weicht die anfängliche Freude der SchülerInnen am praktischen Arbeiten bisweilen einer gewissen routinemäßigen Lustlosigkeit, und zwar dann, wenn die Arbeitsvorschriften von der Lehrkraft genau vorgegeben und für alle SchülerInnen identisch sind. In diesen Fällen sind die Arbeitsergebnisse jeder einzelnen Schülergruppe austauschbar und damit von geringer Bedeutung.

Wichtiger Teil unseres Unterrichtskonzepts sind Arbeitsphasen, in denen die einzelnen Schülergruppen unterschiedliche Experimente zu einem übergeordneten Thema

durchführen. Dabei ist es ratsam, bei der Vergabe der Beispiele eine entsprechende Differenzierung nach Schwierigkeitsgrad und Leistungsfähigkeit der SchülerInnen vorzunehmen. Je stärker die Differenzierung, umso höher ist allerdings der Aufwand für die Vorbereitung und Nacharbeit durch die Lehrkraft. Um in der Stunde die Übersicht zu behalten, ist sowohl Unterrichtserfahrung der Lehrerin/des Lehrers als auch Experimentiererfahrung der SchülerInnen von Vorteil².

Beim Kapitel „Kohlenwasserstoffe“ haben wir, nach einer allgemeinen Übersicht je eine Versuchsanleitung an eine bestimmte Schülergruppe ausgegeben. Folgende Experimente standen zur Auswahl: „Bestimmung der Dichte von Butangas“, „Reaktionsfreudigkeit von Paraffin und Zucker im Vergleich“, „Vergleich von Hexan und Cyclohexen“, „Cracken von Paraffinöl“, „Pyrolyse von Polyethen“, und „Reaktion von Ethin mit Chlor“.

Oft können die Ergebnisse der jeweiligen Schülergruppen aus Zeitmangel nicht im Klassenverband präsentiert werden (vgl. 2.3.5.). Diese (bedauernswerte) Tatsache mindert jedoch nicht den Wert derartiger Unterrichtseinheiten. Zum einen zeigen die SchülerInnen während des Experimentierens häufig Interesse an den Arbeiten ihrer MitschülerInnen und nehmen Anteil an deren Ergebnissen. Zum anderen verdeutlicht der von der knappen Zeit diktierte Verzicht auf die Klassenpräsentation eine Tatsache, die unseres Erachtens in der Schule viel zu oft verdrängt wird: Niemand kann alles wissen; ergo sollte auch niemand alles wissen müssen, um „gut“ zu sein. Sich mit einer Sache intensiv auseinanderzusetzen, ist häufig wesentlich sinnvoller, als viele Dinge oberflächlich zu behandeln.

2.3.4 Eigenständiges theoretisches und praktisches Erarbeiten größerer Kapitel - am Beispiel „Stationenbetrieb zum Thema Alkohole“

Der Stationenbetrieb hat - auch über eine längere Zeitspanne - den Vorteil, dass die SchülerInnen selbstständig, alleine oder im Team, in ihrem eigenen Tempo und nach ihren eigenen Prioritäten arbeiten können. Die Verantwortung über den Lernerfolg liegt damit bei den SchülerInnen selbst. Allerdings bleibt bei der Lehrerin / dem Lehrer die wesentliche Aufgabe der übersichtlichen Organisation und der Bereitstellung aller für den Stationenbetrieb notwendiger Materialien. Dies kann bei einer großen Anzahl unterschiedlicher Stationen (wie in unserem Fall: 19) eine wahre Herausforderung darstellen. Hat man sich allerdings einmal ein, auch von den SchülerInnen nachvollziehbares, System zurechtgelegt, ist das „Lernen an Stationen“ sicherlich eine sehr effektive und motivierende Unterrichtsform.

Der folgende Stationenbetrieb beinhaltet neben einigen theoretischen Stationen hauptsächlich experimentelle Aufgaben. Im Gegensatz zu den Kohlenwasserstoffen (viele bei Raumtemperatur gasförmig, reaktionsträge,...) und den halogenierten Kohlenwasserstoffen (viele Gefahrenstoffe) gibt es bei den Alkoholen viele unterschiedliche Vertreter, an deren Beispielen das Kapitel experimentell gut erarbeitet werden

² vgl. Pfeifer, P.; Häusler, K. und Lutz, B. *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neuauflage 1997. R. Oldenburg: München 1992, 1997.

kann. SchülerInnenumfragen zufolge³, lohnt sich der hohe zeitliche Aufwand beim Thema Alkohol auch in der 8. Klasse.

Nach einer kurzen allgemeinen Einführung (1-2 Unterrichtsstunden) im Frontalunterricht (Benennung, Einteilungskriterien, Eigenschaften und Reaktionen von Hydroxyverbindungen) arbeiten die Schüler eigenständig an den Stationen (4-5 Unterrichtsstunden). Nach jeder Unterrichtsstunde trägt jede Schülerin / jeder Schüler das Datum der absolvierten Stationen in eine Liste ein, wodurch die Lehrerin / der Lehrer einen groben Überblick über den Arbeitsfortschritt bekommt.

Die Stationen beinhalten sowohl praktische als auch theoretische Aufgaben zu den Alkoholen, wobei bei jeder Station Fragen zur jeweiligen Aufgabe zu beantworten sind.

Wichtige Lernziele, die durch den Stationenbetrieb abgedeckt werden, sind:

- den Einfluss der OH-Gruppe auf die Eigenschaften organischer Verbindungen erklären können
- wichtige Vertreter und Reaktionen der Alkohole kennen lernen
- Bescheid wissen über die biologische Herstellung, die unterschiedlichen Verwendungen und die Wirkung von Ethanol auf den menschlichen Körper.

Unter den Themengebieten der Stationen findet man z.B.: die Destillation und Alkoholgehaltsbestimmung, die Gegenüberstellung von NaOH und C₂H₅OH (praktisch und theoretisch), die Oxidation von primären, sekundären und tertiären Alkoholen mit KMnO₄, einen Informationstext und ein Rätsel zur Wirkung von Ethanol im Körper und ein Puzzle zu Ethanol als Tausendsassa.

2.3.5 Individuelle Rechercheaufträge

Die Möglichkeit, sich Informationen zu beschaffen, ist durch das Internet wesentlich erleichtert worden. Diese Informationen sinnvoll zu verarbeiten, muss jedoch geübt werden. Oft übernehmen SchülerInnen unreflektiert, ohne sinnvolle Selektion und ohne Quellenangabe Texte aus dem Netz. Der Weg in die Schulbibliothek, die Literatursuche in Büchern und die Nutzung und Verarbeitung dort gefundener Informationen erscheint ihnen oft zu beschwerlich und/oder zu altmodisch.

Ein Rechercheauftrag ist ein Auftrag zur Beschaffung und Verarbeitung von Informationen. Seine Einsatzmöglichkeit ist, je nach Themenstellung und Wahl des Zeitpunkts innerhalb einer Unterrichtssequenz, ausgesprochen vielfältig.

Bei jeder individuellen Aufgabenstellung stellt sich die Frage nach den Präsentations- und Überprüfungsmodalitäten des Gelernten. Die Lehrerin / der Lehrer steht vor der oft schwierigen Entscheidung, in welcher Form und ob überhaupt eine Präsentation und/oder Überprüfung des individuell Erarbeiteten sinnvoll ist.

Wichtig dabei ist sicherlich die Vielfalt der Methoden: Man kann z.B. Kurzpräsentationen jedes einzelnen (z.B. „Fasse in EINEM Satz das Wesentliche zusammen,...“) oder gemeinsame Kurzpräsentationen von Kleingruppen veranlassen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass nur einige wenige SchülerInnen (von der Lehrkraft Bestimmte, Freiwillige oder Geloste) präsentieren bzw. dass die Lehrkraft die schrift-

³ In einer Umfrage von >1000 SchülerInnen der 7. und 8. Klassen (Klemm: 2000) galt das Thema „Suchtmittel mit Schwerpunkt Alkohol“ als das interessanteste Kapitel.

lichen Ausarbeitungen korrigiert und/oder das Gelernte in Form einer schriftlichen Überprüfung abfragt.

Bei Kurzpräsentationen aller SchülerInnen besteht die Gefahr, dass die Präsentationen vor der Klasse zu langatmig und somit langweilig werden. Werden Kurzpräsentationen nicht individuell, sondern in der Kleingruppe erarbeitet, so bietet sich die Möglichkeit, Expertengruppen nach Klippert bilden zu lassen⁴.

2.3.5.1 Individuelle, alltagsbezogene Rechercheaufträge zur Festigung - am Beispiel der Reaktionstypen

Wird ein komplexes Thema, wie beispielsweise die Reaktionstypen in der organischen Chemie, erarbeitet, so ist es unumgänglich, dass das neu Gelernte auch genügend geübt und somit gefestigt wird. Übung macht den Meister!

Eines unserer Hauptanliegen im Unterricht war/ist es, ständig zu versuchen, einen Alltagsbezug herzustellen. Es ist uns deshalb sehr wichtig, auch theoretische Übungsaufgaben möglichst lebensnah und somit interessant zu gestalten.

Zur Festigung der Reaktionstypen haben wir eine Liste organischer Reaktionen aus Natur, Alltag und Technik erstellt. Die SchülerInnen wählten eine für sie interessante Reaktion und erhielten den Auftrag, zu recherchieren, um welchen Reaktionstyp es sich dabei handelt. Sie sollten ihre Aussage anhand einer Reaktionsgleichung begründen und die Reaktion (ev. auch einen vereinfachten Reaktionsmechanismus) in eigenen Worten beschreiben, sowie mindestens eine wesentliche Eigenschaft, in der sich Edukt und Produkt unterscheiden, erwähnen. Die Liste enthielt unter anderem Reaktionen wie: „Abbau von Stärke zu Glucose“, „Zerstörung von Vitamin C an der Luft“, „Fetthärtung bei der Herstellung von Margarine“, „Gewinnung von Seife aus Fett“, „Wirkungsweise von Tintenkilern“ oder „Herstellung von TNT aus Toluol“.

Nachdem die Beispiele unterschiedlich und teilweise anspruchsvoll sind, erscheint es sinnvoll, die Ergebnisse der individuellen Rechercharbeiten auch zu vergleichen. (z.B. eine Kurzpräsentationen pro Reaktionstyp in Form einer chemischen Reaktionsgleichung, die in eigenen Worten erklärt wird).

2.3.5.2 Individuelle Rechercheaufträge zur Vertiefung - am Beispiel der Halogenkohlenwasserstoffe

Ziel dieser Unterrichtssequenz war es, dass die SchülerInnen ausgehend von den Eigenschaften der Halogenkohlenwasserstoffe (im Vergleich zu den Kohlenwasserstoffen) ihre vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten erklären können und das Gefahrenpotential bei Verwendung und Entsorgung erkennen.

Im Anschluss an einen Lehrervortrag mit besonderer Berücksichtigung der Umwelttoxizität der Halogenkohlenwasserstoffe (u.a. Dioxin) erhielten die SchülerInnen den Auftrag, zu einem exemplarischen Vertreter und seiner Verwendung zu recherchieren.

Die Themenliste enthielt unter anderem Themen wie „Perchloroethylen als Lösungsmittel in der Putzerei“, „FCKWs als Treibgas“, „DDT als Bekämpfungsmittel des Malariaerregers“, „PCB (polychlorierte Biphenyle) als Transformatorenöl“ und „der Kunststoff PVC“.

⁴ Klippert, Heinz. *Methoden-Training : Übungsbausteine für den Unterricht*. 12. Aufl., Weinheim: 2002

Folgende Punkte sollten die SchülerInnen in Erfahrung und zu Papier bringen: Strukturformel; Bezeichnung nach IUPAC, ev. Trivialname; Eigenschaften, die für die Verwendung relevant sind; Gefahrenpotential / Umwelttoxizität; ev. Herstellung.

Durch die intensive Beschäftigung mit dem von ihnen gewählten Stoff wiederholen die SchülerInnen die allgemeinen Eigenschaften der Halogenkohlenwasserstoffe. Gleichzeitig erweiterten und vertieften sie ihr Wissen an einem konkreten Beispiel.

2.3.5.3 Rechercheaufträge zur Klärung und experimenteller Überprüfung individueller Fragen - am Beispiel Lebensmittelchemie

„Lernen geschieht aufgrund von Herausforderungen durch ein Problem und nicht aufgrund von Herausforderungen durch einen Lehrer“⁵

Besonders anspruchsvoll ist ein Rechercheauftrag dann, wenn die SchülerInnen nicht aus einem Themenkatalog wählen können, sondern selbst eine „Forschungsfrage“ formulieren, der sie nachgehen wollen. Der Anspruch steigt weiter, wenn sie dabei auch experimentell arbeiten sollen.

Die SchülerInnen müssen sich zunächst überlegen, welchen Fragestellungen sie sinnvoll nachgehen können. Finden sie passende und interessante Forschungsfragen, dann bleibt noch offen, ob sie diese Fragen mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen (Wissen und Material) auch experimentell überprüfen können.

Als Abschlussbeispiel zu den Themen Nährstoffe und als Einstieg in die Lebensmittelchemie erhielten die SchülerInnen die Aufgabe, eine „Forschungsfrage“ über ein Lebensmittel ihres Alltags zu formulieren, der sie theoretisch und/oder experimentell nachgehen können.

Als Hilfestellung für die Formulierung der Frage wurde ein Leitfaden bereitgestellt. Der Leitfaden beinhaltet Fragen wie: „Wozu dienen die einzelnen Inhaltsstoffe in diesem Produkt?“ „Welche Eigenschaften werden wofür hervorgerufen?“ „Wie wird dieses Produkt beworben?“ „Kann das Experiment zumindest einen sinnvollen Beitrag zur Klärung der Frage leisten?“

Die SchülerInnen stellten im Zuge dieser Aktivität unterschiedlichste Fragen, z.B.: „Worin liegen die Unterschiede der Herstellung von Kunsthonig und Naturhonig?“, „Unterscheidet sich die Diätschokolade von der „herkömmlichen“ Schokolade bezüglich der Zuckergehalte?“ „Hält die Werbung für Orbit Drops das, was sie verspricht („hebt den pH-Wert im Mund – beugt Karies vor“)?“ „Was ist das Gesunde an der Karotte?“

Das Interesse und die Intensität, mit der die SchülerInnen selbst gestellten Fragen nachgehen, sind nach unseren Unterrichtserfahrungen deutlich höher als wenn sie einer Vorgabe folgen. Sie lieferten interessante und eigenständige Beweisführungen.

⁵ Wagemann, Carl-Hellmut 1998, S. 178: zitiert nach Anton, M.: „Evaluation“. In: *Handwörterbuch der Schulleitung*, Hrsg.: W. Honal, ecomed, Landsberg 2000.

2.4 Von uns verwendete Bücher und CDs

Die hier aufgelisteten Bücher waren sowohl für die Ideensammlung bei der Unterrichtsvorbereitung, als auch bei der konkreten Umsetzung im Unterricht eine sehr wertvolle Hilfe.

Literatur zur Didaktik / Methodik:

Gresch, E. u. w.: *Informationen beschaffen - aufbereiten – präsentieren. Methoden lernen in den Naturwissenschaften*. Friedrich Verlag, Seelze: 2001.

Gudjons, H.: *Handlungsorientiert lehren und lernen. Schüleraktivierung, Selbsttätigkeit, Projektarbeit*. Verlag Julius Klinkardt, Bad Heilbrunn: 1997.

Gudjons, H.: *Methodik zum Anfassen. Unterrichten jenseits von Routinen*. Verlag Julius Klinkardt, Bad Heilbrunn: 2000.

Häußler, P. u. w.: *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. – Kiel: IPN, 1998.

Hoppke A. u. Hoßfeld H. (Hrsg.): *Bewerten als Prozess*. Westermann, Braunschweig 2001.

Landwehr, N.: *Neue Wege der Wissensvermittlung*. Sauerländer, Aarau: 2001.

Pfeifer, P.; Häusler, K. und Lutz, B. (Autorenteam): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neuauflage 1997. R. Oldenburg: München 1992, 1997.

Stanford, G.: *Gruppenentwicklung im Klassenraum und anderswo*. Hahner Verlagsgesellschaft, Aachen 1998.

Stäudel, L. u. w.: *Naturwissenschaften - verstehen & anwenden*. Friedrich Verlag, Seelze: 2002.

Chemiebücher:

GDCh: *Green Chemistry – Nachhaltigkeit in der Chemie*. VCH, Weinheim 2003.

Grob, P.: *Einfache Schulversuche zur Lebensmittelchemie*. (Unterrichtshilfen Naturwissenschaften) Aulis Verlag, Köln 2000.

Mädefessel, K.; Hammar, F.; u. a.: *Chemie rund um die Uhr*. Hrsg. GDCh; VCH, Weinheim 2003.

Rössel, H.: *Rätsel im Chemieunterricht für die alternative Chemiestunde*. AULIS VERLAG DEUBNER & CO KG, Köln: 1999.

Sternhard, G.: *Chemie spielen. Anorganische und organische Chemie*. 2. verbesserte Auflage. D-86919 Utting, Kellersgartenstr. 7.

Wawra, E. u. w.: *Chemie verstehen*. 2. Auflage. Facultas UTB, Wien: 2003.

Wawra, E. u. w.: *Chemie erleben*. Facultas UTB, Wien: 2003.

Wawra, E. u. w.: *Chemie berechnen*. 2. Auflage. Facultas UTB, Wien: 2004.

CDs:

CD-ROM: *Methodenwerkzeuge*; & CD-ROM: *Arbeitsblätter für Chemie*, Klett Verlag.

CD-ROM: *Lernen an Stationen*, Unterricht Chemie, Verlag Friedrich: 2001.

3 WAS HABEN WIR „ERREICHT“?

Diese Frage ist genauso zentral wie schwierig zu beantworten. Um ihr einigermaßen gerecht zu werden, erscheint es uns notwendig entsprechend zwischen den SchülerInnen und LehrerInnen zu differenzieren.

3.1 Was haben die SchülerInnen erreicht?

Diese Frage wirft automatisch die nächste Frage auf: „Wie lässt sich bestimmen, was SchülerInnen hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten und ihrer emotionalen Einstellung durch den Chemieunterricht erreicht haben?“

Im Grunde fühlen wir LehrerInnen uns mit dieser Fragestellung überfordert. Im ersten Jahr unseres Projekts haben wir den Versuch unternommen, sowohl die Einstellung der SchülerInnen der 7. Klassen zu unserem Unterricht, als auch ihr „abprüfbares Wissen“ zu erheben. Die Ergebnisse der SchülerInnenbefragung bezüglich ihrer Befindlichkeit waren damals großteils sehr positiv.

Koll. Kirchsteiger hat die Befragung zur Einstellung zum Chemieunterricht am Ende dieses Schuljahrs in ihren (aufgrund ihres Schulwechsels für sie neuen) 8. Klassen wiederholt. Koll. Klemm und Steininger erachteten es als wenig sinnvoll, den gleichen Fragebogen ein zweites Mal an dieselben SchülerInnen auszuteilen und wählten deshalb andere Methoden für eine Rückmeldung. Eine gemeinsame, verallgemeinerbare Auswertung zur Einstellung zum Chemieunterricht der 8. Klasse, wie wir sie im vorigen Jahr machten, war also heuer nicht möglich.

Hier exemplarisch die Stellungnahme einer Schülerin / eines Schülers zu zwei von insgesamt sieben den SchülerInnen vorgelegten Zitaten zum „Chemieunterricht unserer Zeit“:

„Chemie ist ein unbeliebtes, als sehr schwierig und alltagsfern eingeschätztes Fach...“

SchülerIn: *„Ich sehe Chemie genau umgekehrt. Natürlich kann es schwierig sein, doch im Prinzip hat jeder Schüler sein persönliches Niveau – in diesem Bereich arbeitet er und ist ihm möglich Vorgänge nachzuvollziehen und Erklärungen zu finden. Durch das viele selbstständige Arbeiten hat jeder die Chance, seine Themen / Fragestellungen seinem Können anzupassen...Außerdem ist die Chemie alles andere als alltagsfern. Meiner Meinung nach ist kaum in einem anderen Fach mehr auf alltägliche Dinge eingegangen worden.“*

„Zu einer neuen Lern- und Leistungskultur gehören auch neue Instrumente (Portfolios, Lernpartnerschaften, Lerntagebücher, Selbstbewertung...), mit deren Hilfe die Leistungsbewertung einen betont lernförderlichen Effekt erhält.“

SchülerIn: *„Lerntagebuch und ähnliche Lernkulturen fördern Selbstständigkeit und konsequente Haltung. Zusätzlich lehren sie Inhalte klar und verständlich darzustellen, was im späteren Leben große Bedeutung hat. Außerdem weiß man so jederzeit, wo die eigenen Probleme bzw. Unverständnis liegen. Durch die intensive Auseinandersetzung beim Verfassen der Einträge wird Lernen beinahe unnötig, da man sich schon ausreichend mit dem Stoff beschäftigt hat.“*

Die Versuche, den Wissenszuwachs der SchülerInnen zu erheben, waren im Vorjahr von bescheidenem Erfolg. Wir erfuhren damals einmal mehr, was wir eigentlich ohnehin wissen: Die (auch von uns) in der Schule praktizierten Methoden der Leistungsfeststellung stellen ein unzureichendes Werkzeug zur Erhebung der kognitiven Fähigkeiten der SchülerInnen dar.

Für das heurige Projektjahr sahen wir zwei Möglichkeiten: Entweder wir verabschieden uns von dem Versuch, den Kompetenzzuwachs der SchülerInnen in einer evaluierbaren Form zu erheben, oder wir engagieren eine Expertin oder einen Experten. So wandten wir uns an Prof. Dr. M. Anton. Er bekundete seine prinzipielle Bereitschaft, uns zu unterstützen und ließ uns mehrere Artikel zum Thema „Unterrichtsevaluation“ zukommen.

Bei der Lektüre dieser Unterlagen wurde uns bewusst, dass wir im Jahr zuvor mit unserer Wissenserhebung höchst dilettantisch an die Sache herangegangen waren. Während hochqualifizierte Leute wochen- oder sogar monatelang an der Ausarbeitung einer PISA-, TIMS- oder Bildungsstandard-Aufgabe herumtüfteln, hatten wir versucht, „so nebenbei“ einen „Test“ zusammenzustellen.

Gleichzeitig wurde uns klar, dass der Aufwand, den eine fundierte Evaluation dieser Art verlangt, unsere Ressourcen bei weitem überschreiten würde. Koll. Steininger sah diese Einschätzung am Evaluationsworkshop (Quermodul) in Windischgarsten bestätigt. Aus diesen Gründen haben wir von unserem ursprünglichen Vorhaben, den Kompetenzzuwachs der SchülerInnen zu erheben, Abstand genommen.

3.2 Was haben wir Lehrerinnen erreicht?

Es war eine sehr anregende und konstruktive Zusammenarbeit, gekennzeichnet von gegenseitigem Respekt, von Wohlwollen und Vertrauen. Wir haben - so wie unsere SchülerInnen - miteinander und voneinander gelernt (vgl. Titel der vorliegenden Arbeit).

Im Zuge der gemeinsamen Unterrichtsvorbereitung der letzten beiden Jahre haben wir bereits erprobte und bewährte „Unterrichtsbausteine“ (Einstiege in ein Thema, Arbeitsaufträge und Arbeitsblätter, Experimentiervorschriften, Overheadfolien, Materialien zum offenen Üben...) zusammengetragen und gemeinsam neue Ideen entwickelt. So ist es uns gelungen, ein Konzept für den Chemieunterricht der Oberstufe zu erstellen, das uns methodisch sinnvoll, vielseitig und inhaltlich gut überdacht erscheint. Mehr als im letzten Jahr nutzten wir heuer die Möglichkeit, unsere Unterlagen auch an Dritte weiterzugeben. Ihre Rückmeldungen haben uns ermutigt und auch geholfen, einzelne Unterlagen zu überarbeiten.

In zahlreichen, zum Teil auch heftigen Diskussionen war jede von uns gefordert, ihren jeweiligen Standpunkt und ihre Argumente immer wieder zu begründen und neu zu überdenken. Dinge, die eine von uns bislang als gegeben und selbstverständlich erachtet hat, wurden von einer anderen hinterfragt und verloren damit plötzlich ihre Selbstverständlichkeit.

Diese Art der Auseinandersetzung hat uns vielfach neue Sichtweisen eröffnet und Anstöße zu Veränderungen in unserem Unterricht geliefert. Auch rein fachlich hat jede von uns auf diese Weise einiges dazugelernt.

In diesem zweiten Jahr unserer Zusammenarbeit ist uns vieles leichter gefallen als im Vorjahr. Unsere Sichtweisen haben sich einander in vielen Punkten angenähert. Dort wo die Differenzen weiterhin bestehen, sind sie uns verständlicher geworden oder zumindest vertrauter. Die Auseinandersetzungen waren daher weniger heftig, die da und dort immer noch auftretenden Kommunikationsschwierigkeiten waren leichter zu überwinden, und der Druck, die jeweils anderen zwei um jeden Preis überzeugen zu müssen, war überhaupt verschwunden.

Die Arbeitsteilung hat noch besser funktioniert. Wir haben in der praktischen Zusammenarbeit immer besser gelernt, die anstehenden Aufgaben entsprechend unseren jeweiligen Stärken zu verteilen. Jede von uns konnte aufgrund der Erfahrungen des ersten Jahres darauf vertrauen, dass wir ein gemeinsames Ziel verfolgen, vergleichbare und dazu realistische Ansprüche an uns selber stellen und daher die Arbeit zu unserer Zufriedenheit bewältigen werden. Alles in allem sind wir im Umgang miteinander gelassener geworden.

4 WIE SOLL ES WEITERGEHEN?

In den nächsten Wochen wollen wir die Verschriftlichung unserer Arbeitsunterlagen fortsetzen und die geplante CD-ROM erstellen. Sie soll ab Herbst uns selbst und interessierten KollegInnen zur Verfügung stehen und wird eine methodisch vielseitige und großteils gut erprobte Sammlung verschiedener Unterrichtsmaterialien und – ideen zum praxisorientierten Chemieunterricht der Oberstufe enthalten. Die Materialien für den Unterricht der 7. Klasse liegen bereits in einer von uns überarbeiteten Version auf, bei den Materialien zur 8. Klasse handelt es sich um eine Erstversion, die hoffentlich noch oft korrigiert, erweitert...werden wird.

Im nächsten Jahr werden wir eine „IMST/MNI-Pause“ einlegen. Wir wollen in diesem Jahr die Früchte unserer Arbeit ernten und weitertragen. Da bereits die Erstversion unserer CD für die 7. Klasse bei FachkollegInnen auf reges Interesse gestoßen ist, hoffen wir auch mit der neuen CD interessierte KollegInnen anzusprechen. Wir wünschen uns, andere Sichtweisen zu unserem Konzept kennen zu lernen, mit anderen LehrerInnen zu diskutieren und die unterschiedlichen Erfahrungen mit den von uns entwickelten Materialien auszutauschen.

Ein Thema, mit dem wir uns nach unserer Pause genauer befassen möchten, ist das Entwickeln einer Methode zur Leistungsbeurteilung, die auf unser praxis-orientiertes Unterrichtskonzept und die schulischen Rahmenbedingungen abgestimmt ist. Außerdem beschäftigt uns nach wie vor die Frage, wie wir unseren Unterricht fundiert auf seinen Effekt hin evaluieren können.

LITERATUR

ANTON, M. „Evaluation“. In: Handwörterbuch der Schulleitung, Hrsg.: W. Honal, ecomed, Landsberg 2000.

KIRCHSTEIGER, B., KLEMM, E. & STEININGER, R.: Praktisches Arbeiten, miteinander und voneinander Lernen. IMST²-Projekt S4 2003/04.

KLIPPERT, H. Methoden-Training : Übungsbausteine für den Unterricht. 12. Aufl., Weinheim: 2002

PFEIFER, P.; HÄUSLER, K. und LUTZ, B. Konkrete Fachdidaktik Chemie. Neuauflage 1997. R. Oldenburg: München 1992, 1997.