



## Chemie im Kontext - ein neues Konzept für den Chemieunterricht?

Darstellung einer kontextorientierten Konzeption für den 11. Jahrgang

Heike Huntemann, Antje Paschmann, Ilka Parchmann  
und Bernd Ralle

CHEMIEUNTERRICHT hat trotz vieler Forschungsarbeiten und zahlreicher guter Ideen bei Schülern und Schülerinnen immer noch nicht das Ansehen und die Bedeutung, die ihm gebührt. Wissen und Lernstoff aus dem Chemieunterricht werden nur selten auf reale Gegebenheiten und Problemstellungen übertragen; dieses wird nicht nur am Beispiel der i.d.R. fehlerhaften Darstellung des Treibhauseffektes [1] oder an Äußerungen wie „falsche“ bzw. „schlechte“ Kohlensäure (im Zusammenhang mit dem Coca-Cola®-Skandal in Belgien) deutlich. Als mögliche Ursachen können der häufig unklare Alltagsbezug von Schulwissen oder auch die mangelhafte Anknüpfung im Unterricht an bereits vorhandene Schüler- vorstellungen gesehen werden.

Da solche Probleme auch in anderen Ländern auftreten, hat man sich dort bemüht, grundsätzlich andere Strukturen, wie etwa den *Salters Chemistry Course* aus Großbritannien oder *Chemistry in Community* aus den USA, zu entwickeln [2, 3, 4]. Diese Kurse sind für einen breiten Schülerkreis ausgelegt; die curriculare Struktur orientiert sich nicht in erster Linie an der wissenschaftlichen Fachsystematik des Faches Chemie, sondern an forschungsrelevanten und lebensweltlichen Themengebieten. Diese werden in einer Weise miteinander vernetzt, daß die notwendigen fachimmanenten Inhalte der Chemie kontextgebunden strukturiert und vermittelt werden. Erste Untersuchungen zum *Salters Chemistry Course* zeigen, daß dieser Kurs nicht nur zu einer deutlichen Motivationssteigerung bei Schülerinnen und Schülern geführt hat [5], er berücksichtigt ebenfalls vielfache Anforderungen an einen zeitgemäßen Chemieunterricht: Er ist anspruchsvoll, enthält fächerübergreifende Aspekte, schult vernetztes Denken und liefert einen Beitrag zur Allgemeinbildung.

Unser Ziel ist es, entsprechende Konzepte auch für den bundesdeutschen Chemieunterricht zu entwickeln, wobei neben Veränderungen der inhaltlichen Gewichtung auch die methodische Komponente im Vordergrund steht. Unser Konzept *Chemie im Kontext* soll ebenfalls

- ein breites Feld der Schülerinnen und Schüler erreichen;
- zum Aufbau eines rationalen Verständnisses im Umgang mit lebensweltlichen Problemsituationen beitragen;
- den Beitrag der Chemie zur Allgemeinbildung aufzeigen;
- eigenständiges Lernen und den Umgang mit verschiedenen Methoden und neuen Medien schulen;
- Interesse an der Beschäftigung mit chemischen Fragestellungen anregen.

Die besonderen fachdidaktischen Herausforderungen liegen zum einen in der Gestaltung einer sinnvollen Symbiose zwischen fachsystematischer Notwendigkeit und der gewünschten Kontextorientierung, zum anderen aber auch in dem Wechselspiel von konzeptioneller Entwicklung, empirischer Überprüfung und daraus resultierender Überarbeitung.

Neben der Entwicklung des Gesamtkonzeptes haben wir damit begonnen, einen Vorschlag für einen konkreten Unterrichtsgang inklusive der Arbeitsmaterialien für den 11. Jahrgang zu erstellen. Im Schuljahr 1998/99 wurde der Kurs erstmalig durchgeführt, unter anderem am Niedersächsischen Internatsgymnasium Esens, das als EXPO-Schule 2000 ausgewählt wurde. Eine begleitende Evaluation hat stattgefunden.

Im Rahmen dieses Artikels wird das Teilgebiet „Treibstoffe in der Entwicklung“ vorgestellt. Die curriculare Einbettung wird aufgezeigt. Über erste Erfahrungen aus der schulpraktischen Erprobung wird ebenfalls berichtet. —

**Stichworte:** Chemie im Kontext · Chemiedidaktik · Chemieunterricht

*Heike Huntemann, Jahrgang 1972, ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für Didaktik der Chemie der Universität Oldenburg. 1992 nahm sie an der Universität Oldenburg das Studium der Chemie und Biologie für das Lehramt an Gymnasien auf und schloß dieses 1997 mit dem 1. Staatsexamen ab. Seit 1997 ist sie im Arbeitskreis von Prof. Dr. Walter Jansen mit den Arbeiten an ihrer Dissertation beschäftigt.*

*Antje Paschmann, Jahrgang 1971, ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für Didaktik der Chemie der Universität Oldenburg. 1992 nahm sie an der Universität Oldenburg das Studium der Chemie und Physik für das Lehramt an Gymnasien auf und schloß dieses 1997 mit dem 1. Staatsexamen ab. Seit 1997 ist sie im Arbeitskreis von Prof. Dr. Walter Jansen mit den Arbeiten an ihrer Dissertation beschäftigt.*

*Ilka Parchmann, Jahrgang 1969, ist zur Zeit Studienreferendarin am Studienseminar Wilhelmshaven. 1988 nahm sie an der Universität Oldenburg das Studium der Chemie und Biologie für das Lehramt an Gymnasien auf und schloß es 1993 mit dem 1. Staatsexamen ab. 1997 wurde sie im Arbeitskreis von Prof. Dr. Walter Jansen promoviert.*

*Bernd Ralle, siehe CHEMKON 3/97, S. 146 (mit Foto). Er wurde 1998 an die Universität Dortmund auf eine C4-Professur für Didaktik der Chemie berufen.*

**Anschriften:**

*Dr. Ilka Parchmann, Heike Huntemann, Antje Paschmann  
Universität Oldenburg, Fachbereich 9, Didaktik der Chemie, Postfach  
2503, 26111 Oldenburg*

*Prof. Dr. Bernd Ralle, Universität Dortmund, Fachbereich Chemie,  
Didaktik der Chemie, Postfach 50 05 00, 44221 Dortmund*

**Dieser Artikel ist Herrn Prof. Dr. Walter Jansen zum 60. Geburtstag gewidmet.**

### Chemie im Kontext - ein Konzept zur Veränderung der Akzeptanz von Chemieunterricht?

Ein Grund für das Desinteresse der Schülerinnen und Schüler am Chemieunterricht und die fehlende Übertragbarkeit auf Alltagssituationen wird darin gesehen, daß aktuelle Themen und interessante Inhalte aus der Lebenswelt nicht in hinreichender Intensität in den Unterricht eingehen (können). Es ergibt sich somit ein Mißverhältnis aus dem durchaus vorhandenen Sachinteresse und dem daraus resultierenden Fachinteresse; die Bedeutung des Chemieunterrichts wird oft als eher gering eingestuft (vgl. [6]).

Häufig wird als Ursache hierfür die mangelnde Abstimmbarkeit dieser Themenstellungen mit den Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler und die nur schwer realisierbare Verknüpfbarkeit der in der Regel komplexen Zusammenhänge mit den fachsystematischen Notwendigkeiten angegeben. Ein Blick in die niedersächsischen Rahmenrichtlinien [7] zeigt dann auch, daß sich aktuelle und für die Schüler interessante Fragestellungen in der Regel der Fachsystematik unterordnen müssen, wenn auch versucht wird, Alltagsbezüge einfließen zu lassen.

In den nordrhein-westfälischen Lehrplänen ist ein gänzlich anderer Ansatz gewählt worden [8]. Kontextorientierung, Methodenvielfalt und Fachlichkeit sind als gleichberechtigte Ansprüche formuliert und in den Vorschlägen für die einzelnen Jahrgangsstufen durchgehend umgesetzt worden.

Nun sind Forderungen, den Chemieunterricht nicht nur durch eine rein fachsystematische Aneinanderreihung einzelner chemischer Erkenntnisse zu gestalten, sondern statt dessen die Schülerinnen und Schüler durch Anbindung an Kontexte in hohem Maße zu aktiver Mitarbeit anzuhalten, schon früher an den Chemieunterricht gestellt worden, u.a. durch Rudolf Arendt, der den Begriff „Anschauungsunterricht“ prägte. Auch in der jüngeren Zeit finden sich eine Reihe von hervorragenden konzeptionellen Ansätzen [z.B. 9-11], in denen versucht wird, Chemieunterricht in neuen Zusammenhängen zu begründen und zu konzipieren. Leider haben diese Ansätze noch nicht zu einem durchgreifenden Wandel in der Praxis der Erstellung von Lehrplänen und Richtlinien in den Bundesländern geführt. Möglicherweise hat dies auch seine Ursache darin, daß aus der Vielzahl der in den letzten Jahren entwickelten Unterrichtseinheiten zu lebensweltlichen und alltagsorientierten Themen allein noch kein sinnvolles und zusammenhängendes Curriculum erstellt werden kann. Die Praxis zeigt, daß dabei vielmehr allzuleicht die Gefahr besteht, daß

- die lebensweltorientierten Themen als Nachtrag, z.B. im Rahmen eines Projekts, an den herkömmlichen, fachsystematischen Unterricht „angehängt“ werden; oder
- die unzusammenhängende Behandlung lebensweltlicher Kontexte zu einem Verlust des fachsystematischen Überblicks und damit des notwendigen Aufbaus einer Verständnisbasis führt.

Gleichwohl ist das bereits jetzt für ein solches Konzept zur Verfügung stehende fachdidaktische Material außerordentlich reichhaltig und wertvoll und kann z.T. mit geringen Anpassun-

gen genutzt werden. Die zu bewältigende Aufgabe besteht in erster Linie darin, die Kontexte sinnvoll zu einem Curriculum zu verknüpfen, so daß die notwendigen fachimmanenten Inhalte (sog. *Basiskonzepte*) erarbeitet werden können bzw. dann zur Verfügung stehen, wenn sie gebraucht werden, ohne daß sie als Selbstzweck im Unterricht im Vordergrund stehen.

Chemie im Kontext will ein alternatives Gesamtkonzept darstellen, das sich in seinen Grundzügen an den Englischen *Salter's Chemistry Course* anlehnt und auf folgenden Leitlinien basiert (vgl. [12]):

#### 1. Kontextorientierung

Der Chemieunterricht wird durchgehend kontextorientiert gestaltet, wobei *Kontexte* in dieser Konzeption (komplexe, fachübergreifend angelegte) aktuelle und lebensweltbezogene Fragestellungen sind, innerhalb derer sich die sinnstiftenden Beiträge der Wissenschaftsdisziplin Chemie einsichtig machen und Sachstrukturen erschließen lassen. Die Inhalte bei Chemie im Kontext lauten z.B. „Der Autoantrieb der Zukunft“ oder „Meer, Klima und Treibhauseffekt“ statt „Elektrochemie“ oder „Chemisches Gleichgewicht“ (natürlich werden auch im herkömmlichen Unterricht alltagsrelevante Fragestellungen eingebunden). Die ausgewählten Kontexte müssen

- einen im Vordergrund stehenden Umwelt- und Lebensweltbezug und/oder eine Forschungsrelevanz aufweisen,
- zur Vermittlung notwendiger fachsystematischer Inhalte dienen und
- mit schulischen Mitteln umsetzbar sein.

#### 2. Curriculare Vernetzung

Die notwendigen fachimmanenten Inhalte und Methoden werden mehrdimensional vernetzt bereitgestellt, vertieft und erweitert; sie sind jedoch den Kontexten zugeordnet und stehen für die Schüler nicht im Vordergrund. Die Kontexte selbst sind ebenfalls horizontal und vertikal vielfach miteinander verknüpft, so daß eine allgemeine Abstraktion ausgehend von den konkreten Beispielen möglich wird.

#### 3. Methodenvielfalt

Der Methodeinsatz soll vielfältig gestaltet werden, die kreative Eigentätigkeit der Schüler ermöglichen sowie die Selbstverantwortung für das Lernen schulen. Auch der Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien soll in dieser Konzeption stärker als bisher berücksichtigt werden [vgl. 13]. Die Unterrichtseinheiten werden in der Regel in vier Phasen unterteilt:

- |  |  |
|--|--|
| 1. <i>Begegnungsphase:</i>                   | Anknüpfung an Schülerinteressen und -vorerfahrungen  |
| 2. <i>Neugierphase:</i>                      | Erstellung eines Arbeitsplans; Formulierung von Leitfragen   |
| 3. <i>Erarbeitungsphase:</i>                 | Erarbeitung verschiedener Gebiete des Kontextes; Nutzung verschiedener Methoden; Auswertung, Zusammenfassung und Festigung |
| 4. <i>Vertiefungs- und Vernetzungsphase:</i> | Möglichkeit zur wahlfreien Vertiefung; Vernetzung des Kontextes sowie der Fachinhalte mit anderen Themen                   |

Tab 1: Kursstruktur Chemie im Kontext für den 11. Jahrgang in Niedersachsen

Kursthema	Kontext-Inhalte	Chemische Inhalte
Alkohol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wein- und Bierherstellung</li> <li>Verwendung von Alkohol</li> <li>Historische Experimente mit Alkohol</li> <li>Unterschied Ethanol – Methanol</li> <li>Physiologische Wirkung von Alkohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alkoholische Gärung</li> <li>Eigenschaften von Ethanol <math>\Rightarrow</math> Erkenntnisse über den Stoff Alkohol</li> <li>Elementaranalyse</li> <li>Struktur-Eigenschafts-Beziehungen <math>\Rightarrow</math> Erkenntnisse über das Molekül Ethanol</li> <li>Homologe Reihe / Nomenklatur</li> <li>(Dehydratisierung Ethen/Alkene)</li> <li>(Hydrierung von Ethen, Ethan/Alkane)</li> <li>Blutalkoholgehalt</li> </ul>
Seifen und Waschmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Seifensieder- Waschen früher und heute</li> <li>"Saubere und rein"- Waschmittel in der Werbung</li> <li>Waschmittel – was ist drin?</li> <li>Moderne Tenside</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau eines Tensidmoleküls</li> <li>Oberflächenspannung Benetzung, Schmutzlösung</li> <li>Micellbildung</li> <li>Tensidherstellung und -eigenschaften</li> <li>Funktion der Zeolithe</li> <li>Nachweis, Isolierung und Eigenschaften ausgewählter Begleitstoffe</li> <li>Tenside aus nachwachsenden Rohstoffen (Übergang zum Thema "Fette und Öle")</li> </ul>
Fette und Öle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geschichte der Margarineherstellung</li> <li>Fette und Öle als nachwachsende Rohstoffe</li> <li>Fett als Energie- und Nahrungsquelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau und Unterschiede der Fette und Öle</li> <li>Carbonsäuren, Ester</li> <li>Verseifung von Fetten</li> <li>Seife – ein Tensid</li> <li>Umesterung (Vernetzung mit Treibstoffen)</li> <li>(Brennwerte von Fetten)</li> </ul>
Treibstoffe in der Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benzin und Erdöl</li> <li>Kraftstoffeigenschaften</li> <li>Umweltbelastungen (z.B. Ozon, Treibhauseffekt)</li> <li>Alternative Kraftstoffe</li> <li>Biologischer und atmosphärischer Kohlenstoffkreislauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alkane, Alkene</li> <li>Isomerie</li> <li>Destillation, Cracken</li> <li>(Gaschromatographie)</li> <li>Kohlenhydrate</li> <li>(Halogenierte Kohlenwasserstoffe)</li> </ul>
wahlfreie Ergänzung:		
Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau von Kunststoffen (PE, Polyester)</li> <li>Biologisch abbaubare Kunststoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bindungs- und Reaktionstypen</li> <li>Reaktionsmechanismen</li> </ul>

### Curriculum des 11. Jahrgangs

In Zusammenarbeit mit dem Nds. Internatsgymnasium Esens (StR R. Ulses, StR T. Brede) sowie der KGS Schneverdingen (StR Dr. B. Baalman) fand ein erster Probedurchlauf des Kurses mitsamt einer ersten Revision und Beurteilung statt. Für diese Schulen galten die Niedersächsischen Rahmenrichtlinien als verbindliche Grundlage. Eine Ausnahmeregelung für die Durchführung eines Modellvorhabens *Chemie im Kontext* konnte leider nicht erteilt werden. In Klasse 11, der Vorstufe, ist die Einführung und Erarbeitung der Organischen Chemie vorgesehen [7]. Diese Einschränkungen führten dazu, daß der Kurs nicht wie ursprünglich geplant gestaltet werden konnte. So mußte in diesem Probedurchlauf beispielsweise die von uns gewünschte Thematik „Kohlenstoffkreislauf“ entfallen, die z.B. gemäß den neuen nordrhein-westfälischen Richtlinien für den 11. Jahrgang im Rahmen des Themenfeldes C (Stoffkreisläufe in Natur und Umwelt) realisierbar ist. Statt dessen trat die organische Chemie deutlich in den Vordergrund. Tab. 1 gibt einen Überblick über die in Jahrgang 11 behandelten Kontexte.

### Treibstoffe in der Entwicklung - Benzin und Alternativen

Um die angestrebte methodische Vorgehensweise zu verdeutlichen, wird im folgenden die Einheit „Treibstoffe“ detaillierter vorgestellt. Dabei wurden erste unterrichtliche Erfahrungen bereits berücksichtigt. Diese Einheit soll es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, in Diskussionen um Treibstoffe und die damit verbundenen Probleme fundiert Stellung nehmen zu können.

Das Auto ist ein Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Dabei trägt es nicht unwesentlich zum Verbrauch fossiler Rohstoffe und zur Belastung unserer Umwelt durch anfallende Emissionen bei. Um diesen Problemen zu begegnen, werden gegenwärtig mehrere Alternativen diskutiert. Wie die Mobilität in einer nachhaltigen Gesellschaft aussehen wird, ist heute noch nicht absehbar, dennoch ist es für Schülerinnen und Schüler sicherlich interessant, Einblick in den zur Zeit stattfindenden Forschungs- und Entwicklungsprozeß zu erhalten. Um an der Diskussion teilnehmen zu können, müssen sie sich mit bestimmten chemischen Inhalten auseinandersetzen. Diese werden in Tab. 2

in Stichworten aufgeführt und sollen im folgenden näher erläutert werden.

Tab. 2: Schema zum Lernzyklus „Alternative Treibstoffe“

Lernphase	Inhalt
1. Begegnungsphase:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collage zum Thema Auto und Treibstoffe</li> <li>• „Mind-mapping: Sammeln der Vorkenntnisse; eigene Bezüge zum Thema</li> </ul>
2. Neugierphase:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellen von Leitfragen</li> </ul>
3. Erarbeitungsphase:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursprung und Aufbereitung von Erdöl</li> <li>• Benzin - Zusammensetzung und Produktion</li> <li>• Genauere Betrachtung des Kfz</li> <li>• Abgasproblematik, Endlichkeit fossiler Rohstoffe, Kohlenstoffkreislauf (Erdöl/nachwachsende Rohstoffe)</li> <li>• Alternative Kraftstoffe (Biodiesel, Alkohole, Erdgas)</li> <li>• Ökobilanzen, Vor- und Nachteile einzelner Kraftstoffe</li> <li>• Experimentelle Methoden (Cracken, GC)</li> </ul>
4. Vertiefungsphase/ Vernetzungsphase:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung und Vertiefung fachlicher Inhalte, z.B. Isomerie, homologe Reihe der Alkane</li> <li>• Entstehung von Erdöl (Eiweiße, Kohlenhydrate)</li> <li>• Weitere fossile Rohstoffe; Energiegewinnung und -nutzung</li> <li>• Vernetzung zu Alkoholen und Estern</li> <li>• Ausblick auf die Elektrotraktion (Wasserstoffauto)</li> </ul>

### 1./2. Begegnungs- und Neugierphase

Da vermutlich alle Schülerinnen und Schüler in ihrem Umfeld etwas von der Diskussion um Kraftstoffe, Abgase, Geschwindigkeitsbeschränkungen etc. gehört haben, sollen sie im Rahmen der Begegnungsphase zunächst eine Gedankenlandkarte anlegen (mind mapping). Dieser Teil kann durch eine Collage verschiedener Darstellungen zum Thema „Kraftstoffe“ (z.B. Smog, Kraftfahrzeug, Wasserstoffauto, öffentliche Verkehrsmittel, Erdölraffinerie u.ä.) von der Lehrkraft unterstützt werden. Die Methode eignet sich besonders, um subjektiv vernetzt vorliegendes Wissen zum Thema deutlich werden zu lassen, aber auch, um eventuelle Fehlvorstellungen bei den Schülern offenzulegen. Nach der Diskussion dieser verschiedenen „Mind Maps“ werden die Schüleräußerungen gesammelt, sortiert und zu Leitfragen zusammengefaßt (Neugierphase).

Mögliche Leitfragen könnten sein:

- Was ist Benzin und wie stellt man es her?  
Wie funktioniert ein Verbrennungsmotor und welche Eigenschaften muß ein Kraftstoff grundsätzlich aufweisen?
- Welche Probleme ergeben sich durch den enormen Verbrauch an Kraftstoffen?
- Welche Alternativen zum Benzin gibt es?

Die gestellten Fragen werden beispielsweise so zusammengefaßt, daß folgende Schwerpunkte (Oberbegriffe) entstehen:

1) Erdöl    2) Benzin    3) Umweltaspekte    4) Alternativen

Die von den Schülern formulierten Fragen und Ideen sollen in einer Form festgehalten werden, die es ermöglicht, jederzeit

zu überprüfen, wie weit die Beantwortung bzw. Bearbeitung fortgeschritten ist, d.h. es sind konkrete Arbeitsaufträge, ggf. mit zeitlichen Vorgaben zu formulieren.

### 3. Erarbeitungsphase

#### Erarbeitung

Die Erarbeitung der zuvor ermittelten Schwerpunkte soll im Rahmen einer Gruppenarbeit mit dem Ziel der „Expertenbildung“ [vgl. 14] erfolgen.

Dafür ordnen sich die Schülerinnen und Schüler in Gruppen den Schwerpunkten zu. Ausgewähltes Informationsmaterial wird ihnen zur Verfügung gestellt, damit sie ihren Schwerpunkt anhand bestimmter Fragestellungen möglichst eigenständig erarbeiten können. Das Material umfaßt Aufgaben, Informationen sowie eine Datenbank von Versuchsvorschriften. Die Experimente werden in den Gruppen vorbereitet und in der Präsentationsphase durchgeführt.

Weiterhin soll den Schülern Gelegenheit gegeben werden, selbständig Internetrecherchen zu dem von ihnen gewählten Schwerpunkt durchzuführen oder (interaktive) Lernprogramme zu bestimmten Themenfeldern zu nutzen. Entsprechende Vorgaben (interessante URLs, ausgewählte Programme) werden vorbereitet und zur Verfügung gestellt. Im folgenden werden die von den einzelnen Gruppen zu bearbeitenden Aspekte kurz skizziert:

#### Gruppe 1: Fossiler Rohstoff Erdöl

- Entstehung, Förderung
- Erdöl als Stoffgemisch
- Stofftrennungsmöglichkeiten: Destillation

#### Gruppe 2: Benzin

- Gewinnung von Benzin: Cracken, Reforming
- Zusammensetzung von Benzin (Gaschromatogramm eines Benzins, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)
- Technische Anforderungen: saubere Verbrennung, Klopfen

#### Gruppe 3: Umweltprobleme

- Treibhauseffekt
- Bodennahes Ozon, Smog
- (Abgrenzung vom stratosphärischen Ozonabbau)

#### Gruppe 4: Biodiesel und andere Alternativen

- Nachwachsende Rohstoffe
- Wiederholung: Fette, Öle
- Herstellung (Umesterung)
- Betrachtung weiterer Alternativen (Alkohole, Erdgas)

#### Auswertung, Zusammenfassung und Sicherung

Die Schüler präsentieren ihren Mitschülern die erarbeiteten Ergebnisse. Dafür können folgende Mittel zu Hilfe genommen werden:

- Folien
- Vorführung eines Experiments
- Erstellung eines Übungsblattes
- Jede Gruppe macht für die Mitschüler ein Info-Blatt und formuliert 2-3 Schlüsselfragen, die aus ihrer Sicht für das Verständnis der Problemstellung besonders wichtig sind.

Über den daraus resultierenden Fragenkatalog, der zu Hause bearbeitet wird, kontrollieren Schülerinnen und Schüler ihr Verständnis der wesentlichen Inhalte der von den anderen Gruppen bearbeiteten Themenstellungen. Weiterhin ist es sinnvoll, daß im Anschluß an die Einzelpräsentationen eine durch den Lehrer gesteuerte Betonung, Sicherung und Verbindung der wesentlichen Inhalte erfolgt.

Nach der Ergebnisvorstellung von allen Gruppen folgt eine Abschlußdiskussion, in der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Treibstoffe verglichen werden soll. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler Stellung nehmen zu der zentralen Frage, von welchem Kraftstoff sie am ehesten eine Umweltentlastung erwarten.

Zentrale Aspekte können dabei sein:

- ♦ Vergleich von Emissionen und Umweltbelastungen
- ♦ Ökobilanzen
- ♦ Technische Realisierbarkeit; ökonomische Aspekte

#### 4. Vertiefungs- und Vernetzungsphase

Mögliche Aspekte zur Vertiefung werden von jeder Klasse frei gewählt. Dabei können noch ungeklärte Probleme oder vorhandene Schwierigkeiten wie z.B. Nomenklatur oder die Energiebetrachtung aufgegriffen und geübt werden. Ferner können angrenzende Themen (z.B. Alternativenergien in anderen Bereichen) betrachtet werden.

#### Vernetzung und Einbindung in ein Spiralcurriculum

Am Beispiel des Autos lassen sich zahlreiche weitere Kontexte bearbeiten, die miteinander vernetzt werden. So werden im 11. Jahrgang Treibstoffe hauptsächlich unter umweltrelevanten Gesichtspunkten betrachtet. In den Klassenstufen 12 oder 13 können diese Inhalte erneut aufgegriffen werden, um letztlich klassische Inhalte der chemischen Energetik zu erarbeiten. Ein von uns an dieser Stelle vorgesehener Schwerpunkt ist die einfache Betrachtung der Energiegehalte von Methanol, Methan und Ethanol im Vergleich zu Octan (stellvertretend für Benzin) in Abhängigkeit von ihrem molekularen Aufbau. Hierzu werden kalorimetrische Untersuchungen durchgeführt und anhand eines Aufgabenblattes ausgewertet. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist, daß bei der Verbrennung von Octan mehr Energie pro Masse frei wird als bei der Verbrennung von Methan. Ethanol wiederum verbrennt energiereicher als Methanol und letzten Endes verbrennen die Alkane energiereicher als die Alkohole. Daraus läßt sich schließen, daß die Verbrennungsenergie entscheidend von Kettenlänge und Oxidationsgrad abhängt. Eine Fortführung über die Betrachtung der Bindungsenthalpie sollte ebenfalls möglich sein.

Eine weitere Vernetzung führt zur Betrachtung der „zero-emission-cars“, die mit Elektromotoren betrieben werden. Hier kann insbesondere die noch recht neuartige Technologie der Brennstoffzellenfahrzeuge erörtert werden.

Ein Überblick über „Kontexte rund um das Auto“ wird in einem weiteren Artikel gegeben [15].

#### Erste unterrichtspraktische Erfahrungen

Im Anschluß an die unterrichtliche Durchführung haben wir Schüler und Lehrer nach ihren Eindrücken der oben dargestellten Konzeption befragt. Die detaillierte Auswertung dieser Befragung soll in einem späteren Beitrag Grundlage einer differenzierten Auseinandersetzung mit den Zielen „Kontextualisierung“ und „Methodik“ sein. Zu diesem Zeitpunkt können nur erste Eindrücke wiedergegeben werden. Für die weitere Arbeit sind diese ersten Aussagen bedeutsam, um Kriterien zu finden, die bei einer Überarbeitung besonders beachtet werden sollten. Hier können nach Aussage der Schüler (S) und Lehrer (L) neben positiven Kommentaren insbesondere die folgenden Kritikpunkte angesprochen werden:

##### FAKTOR ZEIT

L: „Der zeitliche Umfang der Einheiten ist zu hoch.“

Folgerung: Der Auswahlcharakter des Materials muß deutlicher hervorgehoben werden; einige Abschnitte sollten komprimiert und zusammengefaßt werden.

##### FAKTOR GRUPPENARBEIT UND ERGEBNISPRÄSENTATION

S: „Gruppenarbeit macht nur Spaß, wenn alle richtig mitmachen [...]“

L: „Ganz problematisch [...] sind die Phasen, wo die Gruppenergebnisse mitgeteilt wurden.“

Folgerung: Die Gruppenzusammensetzung sollte ggf. wechseln; die Schüler sollten gerade zu Beginn Kriterien bzw. Leitfragen als Hilfe für die Präsentation bekommen.

##### FAKTOR EIGENSTÄNDIGKEIT

S: „Man konnte einen deutlichen Unterschied zum bisherigen Unterricht feststellen, wir mußten wesentlich selbständiger arbeiten, das war gut.“

L: „Alle Schüler haben geäußert, daß der Unterricht ihnen mehr Spaß machen würde, als der Chemieunterricht, den sie sonst kennen. Sie können sich besser einbringen.“

L: „Vor allem zu Anfang waren die Schüler begeistert, eigenständig etwas ausprobieren und Experimente durchführen zu können. Das eigenständige Arbeiten hat ihnen Spaß gemacht. Mittlerweile [etwa zum Ende des ersten Halbjahres] beschwerten sie sich, weil sie nicht erkennen können, worauf es inhaltlich ankommt, was das Ergebnis ihrer Arbeitsphasen sein soll.“

Folgerung: Insbesondere zu Beginn sollten die Schüler Leitfragen erhalten oder aufstellen, die auf die wesentlichen Inhalte hindeuten; die Lehrkraft muß deutlicher auf ihre moderierende und beratende Funktion hingewiesen werden. Übungsphasen müssen von uns stärker eingebaut werden.

##### FAKTOR INHALTLICHE GESTALTUNG

S: „Die alltagsorientierten Themen waren gut, es hat mehr Spaß gemacht, es war interessanter, weil man mehr für das eigene Leben gebrauchen kann.“

L: „Einzelne Gruppen haben sich völlig begierig auf die Anleitung gestürzt und haben kein Ende finden können. Die Mehrheit der Gruppen hat wie Feuer und Flamme mitgearbeitet, die haben zu Hause im Internet recherchiert, die haben auf eigene Faust in der Bibliothek gestöbert, die waren an dem Thema [Treibstoffe] sehr interessiert.“

S: „Man hat zu wenig richtige Chemie gemacht.“

Folgerung: Der Grundansatz ist sinnvoll, die fachlichen Inhalte könnten innerhalb der Kontexte ggf. stärker hervorgehoben werden.

**FAKTOR NOTENGEbung**

S.: „Die Notengebung ist schwierig, weil der Lehrer nicht sieht, was die Einzelmitglieder machen und was zu Hause gemacht wird.“

Folgerung: Es müssen Kriterien zur Benotung überdacht werden.

**Folgerungen und Ausblick**

Vorrangiges Ziel ist die Überarbeitung sämtlicher bereits erstellter und erprobter Lernzyklen; neben den für die Klasse 11 beschriebenen handelt es sich dabei um ein Konzept zum Wasserstoffauto, um eine Einheit „Farbstoffe“ sowie um einen Projektkurs zur Chemie des Meeres. Darüber hinaus sind z.Zt. weitere Einheiten in der Entwicklung. Im Anschluss an die ersten Erfahrungen mit Gebieten der gymnasialen Oberstufe werden wir ebenfalls beginnen, ein Konzept *Chemie im Kontext* für die Sekundarstufe I zu erarbeiten.

**Dank**

Wir danken Herrn *Rolf Ulses*, Herrn *Thomas Brede* (Gymnasium Esens) sowie Frau *Dr. Bettina Baalman* (KGS Schneverdingen) für die unterrichtliche Erprobung und die konstruktiven Verbesserungsvorschläge. Wir danken Herrn *Dr. Hartwig Möllencamp* und Herrn *Prof. Dr. Reinhard Demuth* für die intensive Zusammenarbeit.

**Literatur**

- [1] I. Parchmann, Treibhauseffekt und Ozonloch - ein großes Durcheinander, PLUS LUCIS, Heft 2 (1996) 33ff
- [2] W. G. Burton et al., Salters Advanced Chemistry, J. Chem. Educ. 72 (1995) 227-230
- [3] J. N. Lazonby et al., Teaching and Learning the Salters' Way, J. Chem. Educ. 69 (1992) 899-902
- [4] C.L. Stanitski et al (Hrsg.), ChemCom, Chemistry in Community; 3<sup>rd</sup> Ed., Kendall/Hunt publ. company 1998
- [5] J. M. Ramsden, How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? International Journal of Science Education, 19/6 (1997) 697-710
- [6] V. Woest, Der ungeliebte Chemieunterricht? Ergebnisse einer Befragung von Schülern der Sekundarstufe II, MNU 50 (1997) 50-54
- [7] Nds. Kultusministerium (Hrsg.), Rahmenrichtlinien für das Gymnasium-gymnasiale Oberstufe, Chemie, Hannover 1997
- [8] Richtlinien und Lehrpläne NRW, Chemie Sekundarstufe II, Schriftenreihe Schule in NRW Nr. 4723, Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung, Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf
- [9] H. Lindemann, U. Brinkmann, Alltagschemie, NiU-C 24 (1994) 29-32
- [10] P. Pfeifer, Praxisorientierter Chemieunterricht – konkret, NiU-Ch 31 (1996) 4-6
- [11] E. Just, Themenheft Alltagsorientierter Chemieunterricht, NiU-Ch 37 (1997)
- [12] R. Demuth, I. Parchmann, B. Ralle, Chemie im Kontext - Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen in lebensweltorientierten Fragestellungen; MNU im Druck
- [13] H. Möllencamp, Multimediale Lernumgebungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, CHEMKON im Druck
- [14] M. Dlabal, H. J. Bader, Expertenunterricht, CHEMKON im Druck
- [15] H. Huntemann, I. Parchmann, das Auto - ein Rahmenkontext für einen anders gestalteten Chemieunterricht? PdN, in Vorbereitung

Eingegangen am 30. Dezember 1998

