

Chlorchemie – Fluch oder Segen ?

Eine Unterrichtseinheit mit den Schwerpunkten Kommunikation und Bewertung für die 9. Klasse

Verena Reineke*

Zusammenfassung: In diesem Artikel wird eine Unterrichtseinheit vorgestellt, in der das komplexe und zunächst recht alltagsferne Thema Chlorchemie für Schüler der 9. Klasse so reduziert ist, dass das Zusammenspiel von chemischen Inhalten und gesellschaftlicher Relevanz erhalten bleibt. Verschiedene Positionen zur Chlorchemie, die in Deutschland kontrovers diskutiert wurden bzw. werden, kommen zu Wort. So eingebettet, können ausgewählte Kompetenzen der beiden Bereiche Kommunikation und Bewertung gezielt aufgebaut werden. Die Schüler tauschen sich über die gesellschaftlichen Positionen aus und gelangen auf der Basis von Fachwissen zu einer eigenen Meinung.

Viele Vorgänge und Probleme der Chlorchemie erfordern vertiefte Kenntnisse z. B. zur chlororganischen Chemie, die in der 9. Klasse noch nicht vermittelbar sind, sodass hierfür im Rahmen einer zweiten Staatsexamensarbeit verschiedene Materialien entwickelt und in der hier vorgestellten Unterrichtseinheit erfolgreich erprobt wurden. Die Materialien sind im Internet auf der Homepage der Universität Oldenburg (<http://www.chemie.uni-oldenburg.de/didaktik/24890.html>) verfügbar.

Stichworte: Bewertungskompetenz · Chlorchemie · Kommunikationskompetenz

The chlorine chemistry – a curse or a blessing?

Abstract: In this article, a unit for Chemistry (grade 9 at a grammar school) is presented, covering the complex topic of chlorine chemistry in its double meaning as the chemical properties of chlorine and as the industrial branch of the chemical industry producing chlorine for its various uses such as making polyvinyl chloride (PVC). The teaching and learning material developed for this unit contains four perspectives from different groups in society such as the chemical industry itself but also environmental associations, thus linking scientific and social issues. The evolving conflict provides a good base for training communicative skills as well as assessing science-related social issues.

For being able to do that, students also need to learn about several chemical aspects, which are not usually part of the German Curriculum for grade 9, even though chlorine is a standard topic. Consequently, several work sheets were developed to provide teachers with the necessary material. These are available (in Germany) from the following website (in German): (<http://www.chemie.uni-oldenburg.de/didaktik/24890.html>).

Keywords: chlorine chemistry · communication skills · scientific literacy

1. Einleitung

Scientific Literacy als Lernziel stellt einen hohen Anspruch dar, da Lernende nicht nur Wissen haben und anwenden sollen, sondern auf dessen Basis Entscheidungen fällen sollen, also auf der Grundlage ihres Fachwissens naturwissenschaftliche Sachverhalte beurteilen können sollen. In den „Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in Chemie“ [1] wurden vier Kompetenzbereiche etabliert, die zur Erreichung der *Scientific Literacy* und des Schulabschlusses führen sollen: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

Im Kompetenzbereich Kommunikation geht es darum, dass Schüler Informationen sachgerecht und fachbezogen erschließen und austauschen können. Der Bereich Bewertung erfordert, chemische Sachverhalte in verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten zu erkennen und zu beurteilen [2]. Um einen Lernfortschritt zu erzielen, müssen diese Kompetenzen gezielt geübt werden, indem sie sinnvoll mit Fachwissen verbunden werden [3]. Da sich weiterhin Beweise verdichten, dass Bewertungskompetenzen kontextabhängig sind [4], ist es für den modernen naturwissenschaftlichen Unterricht unabdingbar, diese Kompetenzen an verschiedenen Fragestellungen zu üben. Allerdings sind dafür zum Teil veränderte Unterrichtsinhalte und -methoden notwendig.

1.1 Die Bedeutung von Kommunikation für das Lernen

Die Kommunikation im Unterricht hat einen entscheidenden Einfluss auf die kognitiven Prozesse und den Wissenserwerb, da mentale Prozesse und deren Kommunikation eng verbunden sind [5]. Gesprochenes bildet die gedanklichen Muster des Sprechers ab [6]. Umgekehrt bedeutet das, dass Ungenauigkeiten bei der Verbalisierung („Chlor“ vs. „Chloratom“) darauf hinweisen können, dass das zugrundeliegende Konzept noch nicht verstanden wurde [5]. Diese Zusammenhänge zeigen, dass das Üben der Versprachlichung ein wichtiger Aspekt des Lernens ist [6] und daher Raum im Unterricht einnehmen muss. Für die Unterrichtspraxis bedeutet dies, dass Methoden notwendig sind, die im Gegensatz zum Unterrichtsgespräch einen hohen Redeanteil möglichst vieler Schüler gewährleisten.

1.2 Bewertungskompetenzen: einfach so vom Wissen zum Handeln?

Es ist bereits in vielen Studien festgestellt worden, dass Schulwissen kaum vernetzt und in außerschulischen Diskussionen nicht angewendet wird. Durch die reine Vermittlung von Fachwissen wird also noch keine Bewertungskompetenz erreicht, woraus folgt, dass Bewertungskompetenz auch erlernt und geübt werden muss [z.B. 7]. Allerdings werden Urteilsprozesse und Entscheidungsfindungsprozesse nicht nur von kognitiven, sondern auch von emotionalen und moralischen Aspekten beeinflusst. Die kognitiven Schritte können systematisch geübt werden [8]. Als Ziel für den Unterricht ergibt sich daher, ein differenziertes und kritisches Abwägen von Argumenten zu lernen, zu strukturieren und um verschiedene Perspektiven zu erweitern, um darauf aufbauend eine

[*] Dr. Verena Reineke
Hofstr. 11
26127 Oldenburg
E-Mail: v.reineke@gmx.de

Tab. 1: Progression der Kompetenzen in der Abfolge der drei Abschnitte (in Klammern der Stundenbedarf)

Abschnitt	Fachwissen	Kommunikation	Bewertung
I (2 h)	Chlor Chlorverbindungen Stoffeigenschaften Chlorherstellung	erklären, protokollieren, argumentieren Stoff-Teilchen-Übergang versprachlichen	Bedeutung von Chlor/-verbindungen im Alltag (z. B. Schwimmbad)
II (3 h)	PVC: Herstellung, Verwendung (Vor- und Nachteile) Beilsteinprobe	Flussdiagramm erstellen präsentieren Darstellung überprüfen	Einblick in chemische Industrie (Fotos) erste Diskussion über Vor- und Nachteile von PVC
III (3 h)	vier gesellschaftliche Positionen zur Chlorchemie	Poster erstellen präsentieren fachlich diskutieren	Podiumsdiskussion aus verschiedenen Perspektiven Stellungnahme

begründete individuelle Einschätzung dieses Sachverhaltes vornehmen zu können.

Das Thema Chlorchemie bietet hier im Vergleich zu stark alltagsbezogenen Themen wie der Nährwert von Kartoffelchips [9] oder der Mineralstoffgehalt von Trinkwasser und Mineralwasser [8] Chancen, die kognitiven Schritte zu üben, da die Schüler weniger persönliche Vorlieben (Geschmack etc.) mitbringen, die die Entscheidungen beeinflussen. Außerdem werden die Schüler mit umfassenderen gesellschaftlichen Urteilsprozessen konfrontiert, die fundiertes Fachwissen erfordern, um den Inhalt (Chlorherstellung, PVC-Herstellung, Giftwirkungen) zu durchdringen. Damit geht einher, dass die Komplexität reduziert werden muss, um die Schüler in der abschließenden Podiumsdiskussion mit dem Thema „Chlorchemie – Fluch oder Segen?“ aus vier verschiedenen Perspektiven nicht zu überfordern.

2. Aufbau der Einheit

Mittels der Chlorchemie können auf der Grundlage von naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fakten exemplarisch Zusammenhänge zwischen Chemie, Industrie und Gesellschaft erarbeitet, kontrovers diskutiert und bewertet werden. Da Halogene ohnehin in Klasse 9/10 behandelt werden, kann das Thema gut integriert werden. In der Versuchsgruppe (9. Klasse Gymnasium) wurde die Einheit im Anschluss an die Einheiten *Alkalimetalle* und *Erdalkalimetalle* (der Aspekt der Flammenfärbung kann in der beschriebenen Einheit wieder aufgegriffen werden) unterrichtet, Ionen konnten die Schüler noch nicht.

Die Einheit umfasst drei Abschnitte, deren grober Inhalt und die zu schulenden Kommunikations- und Bewertungskompetenzen in Tab. 1 aufgeführt sind. Um eine sinnvolle Progression der Kompetenzen in der Unterrichtsreihe zu ermöglichen und da zur Anwendung von Bewertungskompetenzen ein hinreichendes Fachwissen vorhanden sein muss, wird im ersten Abschnitt der Einheit grundlegendes Fachwissen über Chlor behandelt: Der Stoff Chlor und seine Eigenschaften (siehe AB-1 in Abb. 1) und die Herstellung von Chlor aus Natriumchlorid und/oder Salzsäure.

Auf diesen Grundlagen bauen Abschnitt II und III der Einheit auf, deren Inhalte bisher nicht Thema der Mittelstufe waren: der Kunststoff PVC als eines der Hauptprodukte der Chlorindustrie und eine Diskussion über die Chlorchemie als Industriezweig. Da viele Alltagsgegenstände – von der Barbiepuppe bis zum Fensterrahmen – aus PVC gefertigt werden, besitzt der Stoff eine hohe Alltagsrelevanz. Trotzdem bringen die Schüler kaum Vorwissen und Vorurteile mit, wie in der Versuchsgruppe durch eigene Testergebnisse gezeigt werden konnte.

Die notwendige didaktische Reduktion ist in den angefertigten Unterrichtsmaterialien umgesetzt. Hierzu gehören In-

formations- und Arbeitsblätter, mit denen der Umgang mit (halb-)wissenschaftlichen Texten trainiert werden soll, um die fachspezifische Ausdrucksfähigkeit [3] und das fachbezogene, sinnentnehmende Lesen zu fördern und die Fähigkeit, verschiedene Darstellungsformen ineinander übersetzen zu können [10], zu trainieren.

Um die Kommunikations- und Bewertungskompetenzen zu trainieren, werden in Abschnitt II und III Gruppenarbeitsphasen eingesetzt, deren Ergebnisse in Schülerpräsentationen vorgestellt werden. Dabei handelt es sich um die Erstellung und Präsentation eines Flussdiagramms der PVC-Herstellung und die Erarbeitung und Vorstellung eines Posters zu der Position für die in Abschnitt III erfolgende Podiumsdiskussion mit dem Thema „Chlorchemie – Fluch oder Segen?“. Die Schüler sollen sich über ihre Erkenntnisse austauschen, diese gegenseitig präsentieren und gemeinsam kritisch diskutieren und begutachten und somit ihre Kommunikationskompetenzen schulen. Im dritten Abschnitt wird eine Podiumsdiskussion vorbereitet und durchgeführt und das fachliche Wissen aus Abschnitt I und II angewendet und vernetzt. Die motivierende Methode der Podiumsdiskussion ist besonders gut geeignet, Wissen zu vernetzen und Bewertungskompetenzen zu fördern [z. B. 8]. So müssen die Schüler sich in die Rolle eines Abgesandten einer gesellschaftlichen Gruppierung hineinversetzen und sich dementsprechend Fachwissen und Argumente zu Nutze machen. Es werden also Kompetenzen der Bereiche Fachwissen, Kommunikation und Bewertung gekoppelt angewendet. Die Podiumsdiskussion wird in einem Auswertungsgespräch reflektiert; dabei können sowohl fachliche als auch kommunikative Aspekte angesprochen werden.

3. Die Durchführung der Unterrichtseinheit

Aus Platzgründen können nicht alle Arbeitsblätter und Materialien abgedruckt werden. Tab. 2 in der Onlineergänzung zeigt eine Übersicht über die Inhalte und Kompetenzen der Stunden der Einheit und die Bezeichnung der Materialien, die kostenlos abrufbar sind unter <http://www.chemie.uni-oldenburg.de/didaktik/24890.html>



Verena Reineke studierte an der Universität Oldenburg Chemie und Englisch für das Lehramt an Gymnasien, wobei sie ein Auslandsjahr an der Universität Derby, GB, absolvierte. Im Anschluss an das 1. Staatsexamen (2002) promovierte sie in Organischer Geochemie am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) an der Universität Oldenburg, in Kooperation mit der Universität Plymouth, GB. 2005 folgte das Referendariat und seit November 2007 ist sie Lehrerin am Gymnasium Westerstedde.

Abschnitt I: Chlor**Stunde 1**

Ein möglicher Einstieg erfolgt mit dem Stoff selbst. Die Schüler kennen zwar den Geruch aus dem Schwimmbad, aber das grün-gelbe Gas weckt Interesse für seine Eigenschaften, was sich bei der Sammlung der Fragen zeigt, die im Laufe des Unterrichts abgearbeitet wurden. Es werden Stoffeigenschaften

des Chlors gesammelt, z. B. in einem Steckbrief. AB-1 enthält darüber hinaus noch weitere Informationen, z. B. zur Verwendung im Schwimmbad.

Hierbei konnten die Schüler aus eigener Erfahrung von den Nachteilen (z. B. brennende Augen nach einem Schwimmbadbesuch) berichten. So wird den Schülern bewusst, dass manche Stoffverwendungen nicht nur positiv sind.

Che

Chlor: Eigenschaften und Informationen

Datum:

Das Element Chlor, Atomsymbol Cl	
Chemische Formel: Cl_2	Aggregatzustand bei Raumtemperatur: <i>gasförmig</i>
Schmelztemperatur: -101°C	Farbe: <i>gelblich-grün</i>
Siedetemperatur: -35°C	Geruch: <i>charakteristisch, beißend-stechender Geruch</i>
Löslichkeit in Wasser: <i>Ja</i>	Dichte (bei 20°C): $2,95 \text{ g/L}$
Vorkommen: <i>Kommt in der Natur nur in Verbindungen vor</i> <i>- im Meer als gelöstes Natriumchlorid</i>	
Eigenschaften/Reaktionen: <i>- reagiert schnell</i> <i>- wirkt schon in geringen Mengen giftig</i> <i>- Chlor zerstört Farbstoffe</i>	
Giftwirkung: <i>- wirkt akut auf Atemwege / Schleimhaut</i> <i>- zerstört Lungenbläschen</i> <i>- Zerstört die Haut (Chlorakne)</i>	
Verwendung: <i>zur Desinfektion von Schwimmbadwasser</i> <i>• als Reinigungsmittel</i> <i>• Trinkwasseraufbereitung</i> <i>• zum Bleichen von Papier</i> <i>• Herstellung von Kunststoffen</i>	

Chlor kommt in der Natur nicht elementar vor, sondern ausschließlich in Verbindungen, z. B. in Lagerstätten als festes und im Meer als gelöstes Natriumchlorid (Formel: NaCl), welches du als Kochsalz kennst. Elementares Chlor kann aus seinen Verbindungen hergestellt werden.

Chlor ist ein sehr reaktionsfähiges Element und ist bereits in recht geringen Konzentrationen giftig. Daher müssen beim Umgang mit Chlor bestimmte Sicherheitsvorkehrungen eingehalten werden. Kleinere Mengen eingeatmetes Chlorgas reizen und verätzen die Atemwege; durch Einatmen großer Mengen Chlorgas werden die Lungenbläschen so geschädigt, dass Tod durch Erstickung eintreten kann. Bei Kontakt der Haut mit größeren Mengen Chlor oder bestimmten Chlorverbindungen bilden sich an den freien Hautstellen, meist im Gesicht, Bläschen, die kaum wieder verheilen („Chlorakne“).

Trotzdem wird Chlor in vielen Bereichen verwendet, z. B. zum Bleichen von Papier und Textilien oder zur Desinfektion von Wasser. In Schwimmbädern wird die abtötende Wirkung von Chlor auf Bakterien (desinfizierende Wirkung) genutzt. Dabei wird entweder mit speziellen Maschinen elementares Chlor in Wasser eingeleitet oder es werden feste Chlorverbindungen verwendet, die sich im Badewasser lösen und Chlor abspalten (solche Chlor-abspaltenden Chlorverbindungen sind auch in manchen Reinigungsmitteln enthalten). Der typische „Schwimmbadgeruch“ stammt übrigens in der Regel nicht vom elementaren Chlor, sondern von Chlorverbindungen. Die maximal erlaubte Konzentration von Chlor in Schwimmbadwasser liegt bei $0,3\text{--}0,6 \text{ mg/L}$ und damit unterhalb der schädlichen Konzentration. Personen mit Chlorallergie sollten in gechlortem Wasser nicht schwimmen gehen.

In der Trinkwasseraufbereitung wird ebenfalls die desinfizierende Wirkung von Chlor ausgenutzt. Um eine Gefährdung für die Verbraucher zu vermeiden, ist die gesetzlich maximal erlaubte Konzentration von Chlor in Trinkwasser sehr niedrig (maximal $0,1 \text{ mg/L}$) und wird ständig kontrolliert.

Elementares Chlor ist ein wichtiger Ausgangsstoff für die chemische Industrie, um z. B. Kunststoffe herzustellen. Der bekannteste Kunststoff, der Chloratome enthält, heißt Polyvinylchlorid (PVC).

Arbeitsauftrag: Lies den Text den vervollständige den Steckbrief von Chlor mit den Informationen aus dem Text!

Abb. 1: Das erste Arbeitsblatt (AB-1) der Einheit mit von einem Schüler ausgefülltem Chlor-Steckbrief und didaktisch reduzierten Informationstext

Stunde 2

Die Schüler werden über die hohe Jahresproduktion von Chlorgas informiert, woraus sich ihnen die Frage nach der Herstellung und Verwendung solch enormer Mengen geradezu aufdrängt. Die Frage nach der Herstellung von Chlorgas kann zunächst beispielhaft anhand der Reaktion von Salzsäure und Kaliumpermanganat behandelt werden (Lehrerdemonstrationsexperiment), wobei die Chlorentwicklung gut sichtbar ist. Die Chloralkali-Elektrolyse als industrielle Herstellungsmethode wird im U-Rohr demonstriert (AB-2). Je nach Stellung der Reihe im Schuljahr kann bereits die Ionenwanderung bei der Elektrolyse behandelt, oder auch nur einer der beiden Herstellungswege besprochen werden.

Die Frage nach der Verwendung des Chlors wird mit einem Informationstext über PVC (AB-3; evtl. in der Hausaufgabe) beantwortet, sodass sich der Fokus auf PVC in den nächsten Stunden ergibt.

Abschnitt II: Polyvinylchlorid – PVC

Stunde 3 und 4

Im Mittelpunkt steht einer der zwei zentralen kommunikativen Bausteine der Reihe, nämlich die PVC-Herstellung. Um Einblicke in die komplexen Vorgänge eines chemisch-großtechnischen Prozesses zu bekommen, sollen die Schüler erarbeiten, aus welchen Rohstoffen und Edukten dieser weitverbreitete Kunststoff hergestellt wird. Dabei sollen sie erkennen, dass viele Schritte bis zur Fertigstellung des Produktes notwendig sind und anfangen, ein Gespür dafür zu entwickeln, dass viele Gegenstände, die wir als selbstverständlich hinnehmen, erst in vielen Schritten hergestellt werden müssen.

Für die Erstellung des Flussdiagramms haben alle Schüler dieselben Informationen und dasselbe Material als Grundlage (AB-3), sodass vor allem die fachlich korrekte Übertragung des Textes in ein Diagramm und dessen Versprachlichung im Mittelpunkt stehen. Die Erstellung des Diagramms erfolgt in Gruppen mithilfe von vorgegebenen zentralen Begriffen auf Folienschnipseln.

Die vorgestellten Diagramme werden von den Zuhörern kritisch betrachtet und gegebenenfalls korrigiert. So ergibt sich nach der Erarbeitungsphase in den Gruppen ein Anlass für die fachliche Diskussion mit Schülern, die in anderen Gruppen gearbeitet haben. Dabei sollen Fehler und Fehlvorstellungen diskutiert und geklärt werden. Es hat sich bewährt, allen Mitgliedern einer Gruppe eine Kopie ihres jeweiligen Diagramms auszuhändigen, damit sie es gegebenenfalls zu Hause überarbeiten können. Abb. 2 zeigt ein unübersichtliches und zunächst fehlerhaftes Diagramm und Abb. 3 ein übersichtliches und richtiges Diagramm nach Überarbeitung.

Generell hat sich das Vorgehen zur Erstellung der PVC-Diagramme bewährt; zuerst lesen die Schüler einen Text, dann erstellen sie daraus gemeinsam ein Diagramm und festigen dabei den fachlichen Inhalt anhand der vorgegebenen zentralen Begriffe. Dieses Diagramm wird nun wiederum anhand der OHP-Präsentation versprachlicht und in der Diskussion mit den Mitschülern optimiert. Dabei vertiefen die Schüler das Verständnis des betreffenden Prozesses.

In Stunde 3 und 4 sollten verschiedene Kunststoffgegenstände und reines PVC-Pulver als Anschauungsmaterial in den Unterricht mitgebracht werden. Dabei ergibt sich, dass häufig gar nicht angegeben ist, aus welchem Kunststoff ein Gegenstand besteht. So ergibt sich die Frage, ob es eine Untersuchungsmethode auf PVC gibt: In Stunde 5 wird mit der Beilsteinprobe eine Methode eingeführt, Kunststoffgegenstände auf enthaltene Chloratome zu überprüfen. Dabei lernen die Schüler auch, dass Kunststoff die Bezeichnung für eine Stoffgruppe ist und keinen einzelnen Stoff bezeichnet.

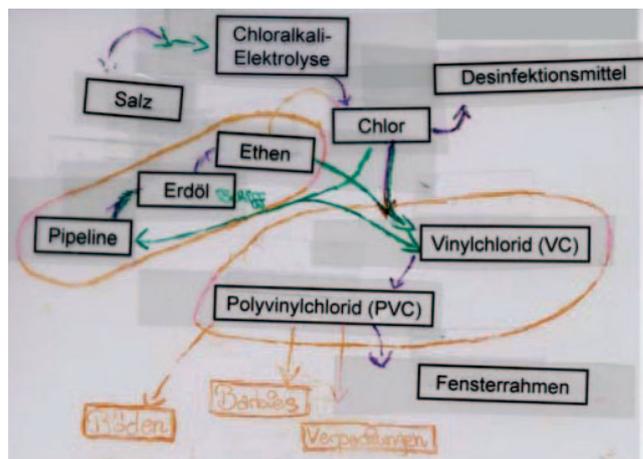


Abb. 2: Diagramm mit hohem Bedarf an Verbesserung. Ursprüngliche Farbe: orange; grün und violett zur Überarbeitung. Die Schüler diskutieren Übersichtlichkeit, fachliche Zusammenhänge, einzelne Begriffe, Produkte aus PVC

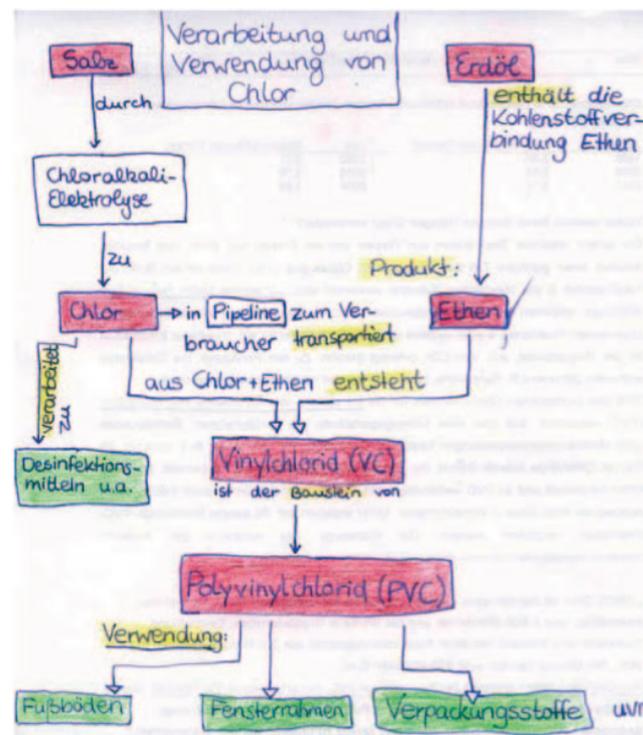


Abb. 3: Übersichtliches und fachlich richtiges Diagramm nach Überarbeitung

Um den Schülern die fremde und schwer vorstellbare Welt der chemischen Industrie näherzubringen, werden die industriellen Anlagen mit Fotos [11–13] in einer Beamerpräsentation veranschaulicht, bei der die Schüler die Fotos den Schritten in der PVC-Herstellung zuordnen. Hier kann noch einmal auf das den Schülern bisher unbekannt Gas Vinylchlorid und seine Giftigkeit eingegangen werden.

Stunde 5

In dieser Stunde arbeiten die Schüler arbeitsteilig in zwei großen Gruppen. Jeweils eine Gruppe soll als Schülerdemonstrationsversuch verschiedene Kunststoffproben und mitgebrachte Verpackungen und Gegenstände mit der Beilsteinprobe im Abzug auf PVC testen, die andere Gruppe führt eine erste Gruppendiskussion zum Thema PVC durch. Nach 10–15 Minuten wechseln die Gruppen.

Zuerst wird die Beilsteinprobe von der Lehrkraft mit PVC-Pulver unter dem Abzug demonstriert (AB-5). Da das Experiment relativ einfach durchzuführen ist, kann es als Schülerdemonstrationsexperiment (im Abzug!) durchgeführt werden, sodass die Lehrkraft Zeit hat, die parallel ablaufende Gruppendiskussion über PVC zu beobachten und sie ggf. durch neue Impulse anzuregen (z. B. mit der These „PVC ist der beste Kunststoff überhaupt, weil er so viel aushält!“ oder „Ich würde immer Holzfenster einbauen, denn bei einem Hausbrand können aus PVC sehr giftige Gase entstehen.“). Diese Impulse der Lehrkraft sind wichtig, damit die Diskussion nicht zum Erliegen kommt oder zu oberflächlich bleibt. Die Schüler sollen Argumente aus dem Text austauschen, üben, auf Argumente der anderen einzugehen und diese zu widerlegen, und über einige Vor- und Nachteile von PVC-Produkten diskutieren.

Die experimentierenden Schüler notieren die Beobachtung der Flammenfarbe der jeweils untersuchten Kunststoffproben auf Folie, sodass bei der Auswertung deutlich wird, dass viele Alltagsgegenstände PVC enthalten.

Als Abschluss der Stunde stellt die Lehrkraft kurz das weitere Vorgehen mit der Podiumsdiskussion „Ist die Chlorchemie ein Fluch oder ein Segen?“ und die vier Positionen vor, denen die Schüler sich zuordnen (AB-6 bis AB-9). Dabei hat es sich aus motivationalen Gründen bewährt, die Schüler selbst ihre Position aussuchen zu lassen. Pro Gruppe sollten sich fünf bis zehn Schüler zuordnen. Als Hausaufgabe lesen sie den Informationstext zu ihrer Position und unterstreichen wichtige Argumente als Vorbereitung für Abschnitt III der Einheit.

Abschnitt III: Podiumsdiskussion

Stunde 6

Als Vorentlastung der Podiumsdiskussion werden die vier möglichen gesellschaftlichen Positionen thematisiert, indem jede Gruppe über ihre Position ein Poster erstellt. So wird einerseits gewährleistet, dass die Podiumsdiskussion des sehr komplexen Themas Chlorchemie nicht zu schwierig wird, andererseits kennen nicht alle Schüler alle Argumente aller Positionen im Detail, sodass eine gewisse Spannung oder Neugier aufgebaut bzw. aufrecht erhalten wird.

In den vier Gruppen sollen die Schüler ihre Position anhand der gelesenen Texte erarbeiten und anschließend ihr Poster planen (vorgegebene Qualitätskriterien) und die Aufgaben zur Erstellung verteilen. Zur nächsten Stunde soll dann jeder seinen Posterbeitrag gestalten, sodass in der Stunde einige Sachen nur aufgeklebt werden müssen und so die Anfertigungszeit im Unterricht verkürzt wird.

Stunde 7

Zu Beginn erhalten die Gruppen Zeit, ihre Poster anzufertigen und zu verteilen, wer das Poster vorstellt und wer sich auf das Podium begeben soll. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass möglichst viele verschiedene Schüler beteiligt werden, um den Redebeitrag jedes einzelnen Schülers zu erhöhen (bis zu drei Schüler präsentieren das Poster, zwei Schüler sitzen auf dem Podium). Im Anschluss der Postervorstellung werden die Poster von den anderen Schülern kurz diskutiert und bewertet (Bewertung je nach Zeit auch in Stunde 9 möglich). Abb. 4 zeigt das Poster der Gruppe, die die Positionen des Verbraucherschutzes bearbeitet hat.

Als Abschluss der Stunde erhalten die Schüler Zeit, Eingangs- und Ausgangsstatements für die Podiumsdiskussion zu formulieren.

Die Postervorstellungen in der Testklasse sind gut gelungen, was sich auch darin äußerte, dass die anderen Schüler jeweils gebannt zuhörten und im Anschluss einige am liebsten direkt anfangen wollten zu diskutieren. Diese Spannung konnte in

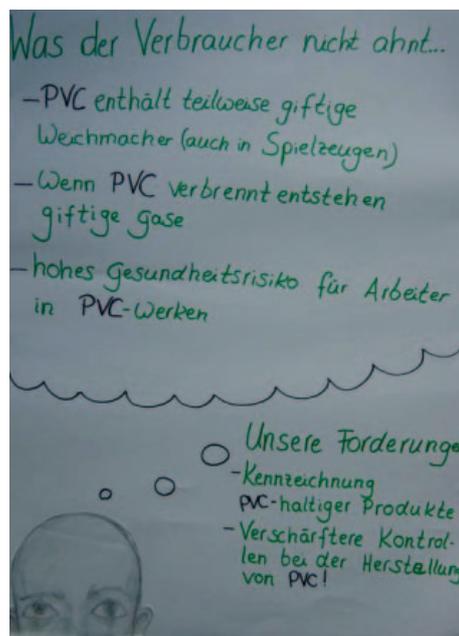


Abb. 4: Das Poster der Verbraucherschutz-Gruppe enthält die wichtigsten Argumente und Forderungen und hat ein ansprechendes Layout

der fachlichen Diskussion auf dem Podium und mit den Zuschauern wiederhergestellt werden – auch hier waren die Aufmerksamkeit und die Beteiligung aller Schüler hoch. Die inhaltliche Vorentlastung durch die Poster hat sich bewährt, weil so die Schüler weder überfordert waren, auf die Argumente der anderen zu reagieren, noch die Diskussion insgesamt langweilig war, weil alle Schüler bereits im Vorfeld alle Positionen im Detail kannten.

Stunde 8

Bei der Podiumsdiskussion sollen die Schüler im Sinne steigender Anforderungen an die Kommunikations- und Bewertungskompetenzen zuerst eine bestimmte Position vertreten, die nicht mit ihrer persönlichen Meinung übereinstimmen muss. Darauf aufbauend sollen sie die Argumente aller Positionen kritisch abwägen und sich eine eigene Meinung bilden. Für die Podiumsdiskussion stehen vier gesellschaftliche Gruppierungen zur Verfügung, die jeweils von zwei Abgeordneten auf dem Podium vertreten werden. Die zwei Gruppierungen, die für die Notwendigkeit der Chlorchemie argumentieren, sind der Verband der Chemischen Industrie (VCI) und der Konzern INEOS, welcher Chlor- und PVC-Werke in Wilhelmshaven betreibt [14–17]. Der Verbraucherschutz und Greenpeace stellen die zwei Gruppierungen dar, die gegen die Notwendigkeit der Chlorchemie argumentieren [18, 19]. Es gibt somit nicht nur zwei, sondern vier Positionen, um Abstufungen verschiedener Argumente und Forderungen zu ermöglichen, aber auch um Unterschiede in der Schwerpunktsetzung von z. B. Verbraucherschützern und Umweltschützern anzudeuten. Zu Beginn der Stunde erhalten die Schüler Gelegenheit, sich inhaltlich auf das Thema der Podiumsdiskussion einzustimmen. In dieser Phase können einige Schüler pro Gruppe die Eingangs- und Ausgangsstatements überarbeiten, andere antizipieren anhand der Poster der anderen Positionen Gegenargumente und planen mögliche Reaktionen darauf, die restlichen schreiben für die inhaltliche Auswertung die Hauptargumente ihrer Position auf Folie.

Als organisatorische Vorbereitung der Diskussion erläutert die Lehrkraft die Regeln (siehe Material-Ordner PD) und den Ablauf der Podiumsdiskussion, die Beobachtungsbögen werden verteilt und die Hausaufgabe (Verfasse einen Brief an die Veranstalter der Podiumsdiskussion zum Thema „Chlorche-

mie – Fluch oder Segen“, in dem du Stellung nimmst, ob die Chlorchemie für dich einen Fluch oder einen Segen darstellt. Wäge in dem Brief die für dich wichtigsten pro- und contra-Argumente ab und begründe deine persönliche Bewertung der Chlorchemie) angekündigt, damit die Schüler sich dazu Notizen machen können und gezielt zuhören können.

Die Durchführung der Diskussion sollte auf ungefähr 20 Minuten begrenzt werden. Es muss deutlich gemacht werden, dass Zuschauerbeiträge erwünscht sind, damit die acht Schüler auf dem Podium nicht alleine reden. Die Moderation sollte die Lehrkraft übernehmen, um bei Bedarf lenkend eingreifen zu können. Im Anschluss sollen die Schüler mit Hilfe der Argumente-Folien und ihrer Notizen die Diskussion reflektieren.

Stunde 9

In der letzten Stunde können noch offene Fragen beantwortet und, falls dies vorher zeitlich nicht möglich war, die Poster bewertet werden. Das Material schließt ebenso eine Lernzielkontrolle („Nachtest“) ein, die Anregungen zu Aufgabenstellungen enthält.

4. Abschließende Evaluation und Fazit

Die Durchführung und die Auswertung der Einheit ergeben, dass die Schüler der Versuchsklasse (9. Klasse Gymnasium) das ausgewählte Fachwissen über Chlor, PVC, Dioxine etc. lernen und einen Einblick in die Abläufe der chemischen Industrie erhalten. Es werden verschiedene Alltagsbezüge hergestellt und das Fachwissen wird mit unterschiedlichen gesellschaftsrelevanten Aspekten verknüpft (z. B. Unfallgefahr, Giftigkeit, Zusatzstoffe). Die Auswahl der so didaktisch reduzierten Themen erwies sich als nicht zu schwierig für die Schüler.

Insgesamt kann aus der Durchführung geschlossen werden, dass sich die Vorgehensweisen mit dem Flussdiagramm und mit der Podiumsdiskussion bewährt haben. Diese Vorgehensweisen sind prinzipiell auf andere Themen übertragbar. Generell kann die Einheit auch in Teilen eingesetzt werden, je nachdem, wie viel Fachwissen die Lerngruppe über Chlor hat und wie geübt sie bereits in den Bereichen Kommunikation und Bewertung ist.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass alle Schüler der Lerngruppe das Fachwissen über Vor- und Nachteile erfolgreich als Basis nutzen konnten, um sich eine eigene Meinung zu bilden. Das war zuvor nicht der Fall.

In einer Aufgabe der Lernkontrolle, die anhand einer Kaufentscheidung eine emotionale Auseinandersetzung provozieren soll, sollten die Schüler einige Vor- und Nachteile von PVC nennen und in einer fiktiven Situation anwenden: *„Deine Eltern wollen in der Küche einen neuen Fußboden legen lassen. Sie überlegen gerade, ob sie sich für einen PVC-Boden oder für Steinfliesen entscheiden sollen. Die Fliesen sind teurer als PVC. Sie fragen Dich nach Deiner Meinung. Was empfiehlst Du ihnen? Begründe Deine Entscheidung.“* Wenn nicht-chemische Argumente und Vorlieben genannt werden (z. B. *„auf Steinfliesen bekomme ich immer kalte Füße“*), sollten sie sinnvoll integriert sein (Argumentationslinie). Die Entscheidung wurde von der Mehrheit der Schüler erfolgreich abgewogen und nachvollziehbar getroffen. Eine Schülerin schrieb: *„Die Steinfliesen sind zwar teurer, trotzdem würde ich keinen PVC-Boden empfehlen. Er ist zwar günstiger, hat aber auch mehr Nachteile. Die Herstellung ist schon giftig: Dafür wird das giftige Vinylchlorid gebraucht (es wird daraus hergestellt). PVC ist zwar schwer entflammbar, doch wenn es doch zum Beispiel bei einem Brand in Flammen gerät, werden giftige Stoffe frei, die gefährlich für den Menschen sind.“*

Zusätzlich wurde die Erprobungsklasse selbst nach ihrer Meinung zu der Unterrichtsreihe befragt. Es ergab sich, dass zwei Drittel der Neuntklässler sich vermehrt gesellschaftsrelevante Themen im Chemieunterricht wünschen. Einige Schüler fanden die Einheit zu textbasiert und vermissten mehr Experimente. Dieser Rückgang von Experimenten zugunsten eines stärkeren Einsatzes von Texten ist aber wahrscheinlich symptomatisch für Einheiten, die Kommunikations- und Bewertungskompetenzen im gesellschaftlichen Kontext üben, eben weil der Fokus und die Ziele andere sind als im klassischen Unterricht, der sich fast ausschließlich auf Fachwissen und Erkenntnisgewinnung konzentriert.

Die Methode der Podiumsdiskussion war bei den Schülern sehr beliebt. Besonders erfreulich im Sinne der Ziele der Einheit war die Rückmeldung von zwei Drittel der Schüler, dass die Methoden (Gruppenarbeiten, Präsentationen, Podiumsdiskussion) ihnen inhaltlich bei der Vernetzung der Aspekte halfen.

Literatur

- [1] Kultusministerkonferenz (2005). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München.
- [2] Niedersächsisches Kultusministerium (2007). Hannover.
- [3] Stephani, R., Campo A. A. (2006). Konkretisierung der Bildungsstandards und Kompetenzbereiche an Beispielen für den Chemieunterricht. MNU 59/7, I–XX.
- [4] Stark, R. (2002). Conceptual Change: kognitivistisch oder kontextualistisch? Forschungsbericht Nr. 149, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. München.
- [5] Stäudel, L., Franke-Braun, G. (2006). Über die Sache sprechen – Ansätze zur Förderung der sachbezogenen Diskussion im Unterricht. NiU-Ch 17/94/95, 58–63.
- [6] Merzyn, G. (1998). Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht – Teil 1. Physik in der Schule 36/6, 203–206.
- [7] Menthe, J., Parchmann, I. (2006). Trink- oder Mineralwasser? Bewerten – ein Kinderspiel? NiU-Ch 17/94/95, 80–84.
- [8] Menthe, J. (2006). Urteilen im Chemieunterricht – Eine empirische Untersuchung über den Einfluss des Chemieunterrichts auf das Urteilen von Lernenden in Alltagsfragen. Der andere Verlag, Tönning, Lübeck und Marburg.
- [9] Marks, R., Eilks, I. (2005). Low Fat oder Low Carbs? Kooperatives Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. NiU-Ch 16/88/89, 66–70.
- [10] Stäudel, L. (2006). Literacy und Methodenwerkzeuge. NiU-Ch 17/94/95, 53–57.
- [11] Tügel, H., Müller-Elsner H. (1996). Chlorchemie – die gelbe Gefahr. GEO 101, 50–170.
- [12] Schmittinger, P. (2001). Chlorerzeugung heute. PdN-Ch 50/8, 30–36.
- [13] Zündorf, U. (1995). Chemie mit Chlor. Bayer AG Leverkusen.
- [14] Krautter, M. (1991). Chlorchemie – die organisierte Vergiftung. Greenpeace Hamburg.
- [15] INEOS-homepage [zitiert am XY. 2020].
- [16] Fonds der Chemischen Industrie (1992). Folienserie des Fonds der Chemischen Industrie. Frankfurt am Main.
- [17] Rothert, A. (2005). Positionen zur Chlorchemie. Verband der Chemischen Industrie.
- [18] Dullin, J., Meyer, U., Ritterhoff, J. (1995). Chlorchemie – Materialien für Schule, Fortbildung und Öffentlichkeitsarbeit. Aktionskonferenz Nordsee e.V. Bremen.
- [19] Mühlendorfer, H. (2000). Bunte, bedrohliche Welt – Kunststoffe bergen Risiken für Umwelt und Gesundheit. World Wide Fund for Nature (WWF) und Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen.

Eingegangen am 10. August 2008

Angenommen am 01. April 2010

Online veröffentlicht am 22. Dezember 2010