

Neugierig auf das, was kommt?

Einstiege in Unterrichtsvorhaben nach Chemie im Kontext gestalten

Klasse:	9–11
Themen:	Sportgetränke; Alkohol; Lebensmittel-farbstoffe
Methode/ Konzept:	Chemie im Kontext (ChiK)

Nicht nur in einer einzelnen Chemie-stunde, sondern auch beim Beginn eines neuen Unterrichtsvorhabens bzw. einer neuen Unterrichtssequenz spielt die Einstiegssituation eine wichtige Rolle. So lassen sich die von Hilbert Meyer formulierten Funktionen eines Stundeneinstiegs auch auf den Einstieg in eine neue Unterrichtsreihe übertragen [1] (s. S. 2 ff. in diesem Heft): Der Einstieg in das neue Vorhaben sollte das Interesse der Schülerinnen und Schüler am neuen Thema wecken, Fragen hervorrufen und sie neugierig machen auf das, was in den kommenden Unterrichtsstunden inhaltlich auf sie zukommen wird. Außerdem sollte die Einstiegssituation an Vorkenntnisse und Vorerfahrungen anknüpfen und ggf. schon eine erste Verknüpfung des Bekannten mit dem neuen Stoff ermöglichen.



1 | Die drei Säulen der Konzeption „Chemie im Kontext“

Letztendlich soll den Lernenden die Chance gegeben werden, die weiteren Schritte des Vorgehens im Unterricht mitzuplanen und mitzubestimmen. Das Konzept „Chemie im Kontext“ bietet hierzu mit seinen beiden Einstiegsphasen (Begegnungsphase, Neugier- und Planungsphase) eine sehr gute Möglichkeit, diese Aspekte beim Einstieg in ein neues Thema zu realisieren.

Das Konzept „Chemie im Kontext“

Chemie im Kontext [2, 3] beruht auf drei Säulen (Abb. 1) und geht, wie der Name schon sagt, von lebensweltbezogenen, alltagsrelevanten Kontexten aus. Die Kontexte zeigen den Lernenden Anknüpfungspunkte zwischen ihrer Alltagswelt und dem Fach Chemie auf und schaffen nachvollziehbare Anlässe und Gründe für die Beschäftigung mit der Chemie. Diese Kontexte bilden den „roten Faden“ durch eine Unterrichtsreihe und ermöglichen die Erarbeitung der zentralen Basiskonzepte der Chemie. Die Basiskonzepte strukturieren die Vielfalt fachlicher Inhalte und sind die Basis für den systematischen und kumulativen Wissensaufbau. Für die Planung und Durchführung eines Unterrichts nach Chemie im Kontext wird ein Vier-Phasen-Modell vorgeschlagen (Abb. 2). Innerhalb dieser vier Phasen kommen zahlreiche unterschiedliche Unterrichtsmethoden zum Einsatz, die vor allem das selbstständige, selbstgesteuerte und kooperative Lernen unterstützen.

Das Unterrichtskonzept „Chemie im Kontext“ wurde zwischen 2002 und 2008 in nahezu allen Bundesländern eingeführt und hat im Anschluss Einzug in zahlreiche Lehrpläne gehalten

[4]. So ist z. B. in NRW seit 2008 das Lernen in Kontexten verbindlich vorgeschrieben [5].

Unterrichtseinstiege nach Chemie im Kontext

Begegnungs-, Neugier- und Planungsphase

Nach Chemie im Kontext werden die Lernenden zu Beginn einer neuen Unterrichtsreihe in der Begegnungsphase mit dem neuen Thema vertraut gemacht. Dabei sollte der Kontext so gewählt werden, dass er für die Lernenden eine Relevanz aufweist und Fragen aufwirft, die sich mithilfe chemischer Kenntnisse erklären lassen und die sich dazu eignen, neue fachliche Konzepte möglichst eigenständig zu erarbeiten [3]. Dazu werden die Schülerinnen und Schüler mit einer authentischen, komplexen Fragestellung oder einem entsprechenden inhaltlichen Zusammenhang aus ihrer Erfahrungswelt konfrontiert und können so schon zu Beginn der Einheit ihre Vorkenntnisse und Alltagserfahrungen einbringen. Für die Konfrontation bieten sich zahlreiche Möglichkeiten an:

- Vorstellung von Produkten bzw. Etiketten von Produkten, z. B. von Produkten, die Alkohol(e) enthalten,
- Abbildungen, Fotos, z. B. mit verschiedenen Batterien und Akkus,
- Diagramme und Statistiken, z. B. über die Kohlenstoffdioxidentwicklung in der Atmosphäre
- Videos, z. B. zur Anwendung von verschiedenen Reinigungsmitteln im Haushalt,
- Zeitungsartikel zu aktuellen Themen aus Forschung und Technik, z. B. zur Wasserstofftechnologie

- Testberichte verschiedener Produkte, z. B. von Sportgetränken,
- Verkostungen, z. B. von Produkten mit Aromastoffen,
- Auszüge aus Internetforen, z. B. zu gesundheitlichen Fragestellungen wie der Kariesentstehung,
- Concept Cartoons, z. B. mit unterschiedlichen Verbraucherausagen,
- Werbung, z. B. zu Zahnpflegekaugummi,
- Interviews, z. B. mit Wissenschaftlern zu erneuerbaren Energien
- ...

In der anschließenden Neugier- und Planungsphase werden Fragen zum Kontext aufgeworfen und gesammelt, die eine schrittweise Erarbeitung des aufgeworfenen Problems zulassen [3]. Diese Fragen sind Ausgangspunkt für die Erarbeitungsphase und strukturieren den weiteren Unterricht. Diese Phase bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, eigene Ideen und Interessen in den Unterricht mit einzubringen und schafft Transparenz bezüglich des weiteren Vorgehens. Von daher sollte am Ende der Neugier- und Planungsphase eine Art „Fahrplan“ für den folgenden Unterricht stehen, der den Unterricht begleitet und als Orientierungshilfe während der Erarbeitungs- und Vertiefungsphase dient. Im einfachsten Fall handelt es sich dabei z. B. um ein Plakat mit den geclusterten Fragen, das während des gesamten Unterrichtsvorhabens im Chemieraum präsent ist (**Beispiel 1:** Sportgetränke) und mit dem die Lernenden sukzessive ihren Lernfortschritt verfolgen können. Weitere methodisch gut geeignete Möglichkeiten sind z. B. eine mitwachsende Mindmap (**Beispiel 2:** Alkohol) oder ein Advanced Organizer (**Beispiel 3:** Lebensmittelfarbstoffe).

Unterrichtspraktische Beispiele

Beispiel 1: Sportgetränke – überflüssig oder unentbehrlich?

Mit dem Unterrichtsvorhaben „Sportgetränke – überflüssig oder unentbehrlich?“ [6] werden die Ionenbildung und -bindung, die Eigenschaften

der Salze und Aspekte der Formelsprache erarbeitet.

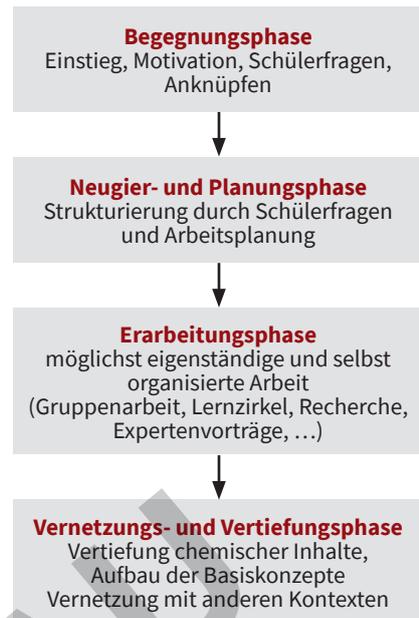
Die **Begegnungsphase** beginnt mit einem kleinen Stationenbetrieb, der Fragen rund um die Sportgetränke aufwirft. Wichtig dabei ist, dass sich diese Fragen auf den Aspekt „Mineralstoffe in Sportgetränken“ fokussieren lassen. Geeignet dazu sind Fotografien z. B. von Getränkestationen beim Marathonlauf oder schwitzenden Sportlern, Produktauswahl an Sportgetränken, Zeitungsartikel wie z. B. über Gefahren durch zu viel trinken, Verkostung von Sportgetränken, Testberichte zu Sportgetränken, Werbung für Sportgetränke oder Forenbeiträge.

In der in NRW entwickelten Unterrichtsreihe zu Sportgetränken startet das Vorhaben mit diesen 6 Materialstationen (**Abb. 3**, S. 10):

1. Sportgetränke im Vergleich (Testbericht zu Sportgetränken)
2. Sportgetränke in der Werbung (Werbespot zu Sportgetränken)
3. Sportgetränke als Durstlöscher (Warenkorb mit Sportgetränken)
4. Verkostung von Sportgetränken
5. Impressionen vom Köln-Marathon
6. Herstellung eines Sportgetränks

An den Stationen werden verschiedene Fragestellungen zum Thema gesammelt. Dabei sollen die Lernenden nur solche Fragen formulieren, die von Chemikern bzw. Chemikerinnen beantwortet werden können. Im Anschluss werden die Fragen geclustert und mithilfe des Testberichts (**Station 1**) auf die Mineralstoffe und ihre Funktion fokussiert. Zum Abschluss wird eine Reihenfolge, in der die Fragen beantwortet werden, festgelegt. Die Fragen werden in der entsprechenden Reihenfolge auf einem Plakat festgehalten und dienen der Strukturierung des weiteren Unterrichts. Folgende Fragen kristallisierten sich bei den praktischen Erprobungen als Standardfragen heraus:

1. Was sind Mineralien (Salze)?
2. Wie lassen sich Mineralien (Salze) herstellen bzw. gewinnen?
3. Welche besonderen Eigenschaften haben Mineralien (Salze)?
4. Warum bilden die Mineralien (Salze) Kristalle?
5. Welche Funktionen erfüllen die Mineralien im menschlichen Körper?
6. Warum ist Kochsalz zum einen lebenswichtig, zum anderen gesundheitsschädlich?
7. Braucht man überhaupt Sportgetränke bei sportlichen Betätigungen?
8. Welche Sportgetränke sollte man beim Sport trinken und warum?
9. ...



© Grafik: Sabine Duffens; Vorlage: Chik

2 | Vier-Phasen-Modell für die Planung und Gestaltung eines Unterrichts nach Chemie im Kontext

6. Warum ist Kochsalz zum einen lebenswichtig, zum anderen gesundheitsschädlich?
7. Braucht man überhaupt Sportgetränke bei sportlichen Betätigungen?
8. Welche Sportgetränke sollte man beim Sport trinken und warum?
9. ...

Mithilfe der Fragen wird die **Erarbeitungsphase** strukturiert (**Tab. 1**). Nach der Erarbeitung eines Unterrichtsbausteins erfolgt anhand des Plakats zusammenfassend die Beantwortung der entsprechenden Frage. Die Antwort kann schriftlich fixiert und am Plakat angebracht werden. Das Plakat fungiert somit, ähnlich einem Advanced Organizer, während der Unterrichtseinheit als Orientierungshilfe und macht den Schülerinnen und Schülern den Lernfortschritt transparent.

Beispiel 2: Alkohol – nicht nur zum Trinken

Mit dem Unterrichtsvorhaben „Alkohol – nicht nur zum Trinken“ wird zunächst am Beispiel von Ethanol der Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung thematisiert. Außerdem wird Alkohol durch die Gärung und Destillation hergestellt und es wird über die Wirkung



Station 1

© Denis Mart/Shutterstock.com



Station 2

© rebeccashworth/Shutterstock.com



Station 3

© AlenKadr/Shutterstock.com



Station 4

© sirtravelalov/Shutterstock.com



Station 5

© Tenreiro/Shutterstock.com



Station 6

© jennywonderland/Shutterstock.com

3 | Materialecken als Einstieg in ein Unterrichtsvorhaben „Sportgetränke – überflüssig oder unentbehrlich“

von Ethanol auf den menschlichen Körper informiert. In einer zweiten Unterrichtssequenz werden weitere Alkohole (Polyalkohole, Fettalkohole) vorgestellt und die Kenntnisse zu den Struktur-Eigenschaftsbeziehungen vertieft. In einer dritten Sequenz wird über den Alkoholabbau in der Leber zur Oxidation der Alkohole zu organischen Säuren übergeleitet.

Das Unterrichtsvorhaben beginnt damit, dass den Schülerinnen und Schülern verschiedene Produkte, die Ethanol enthalten, vorgestellt werden. Folgende Produkte sind für einen solchen Warenkorb geeignet:

- Fensterputzmittel
- Parfüm
- Rasierwasser

- Franzbranntwein
- Medikamente wie z. B. Iberogast
- Desinfektionsmittel
- Spiritus
- Alkoholhaltiges Konfekt/Pralinen
-

Die Lernenden werden aufgefordert, nach Gemeinsamkeiten zwischen den verschiedenen Produkten zu suchen. Anhand der Etiketten wird Trinkalkohol bzw. Ethanol sehr schnell als gemeinsamer Inhaltsstoff identifiziert. In einer anschließenden Diskussion, warum Ethanol in diesen unterschiedlichen Produkten enthalten ist, wird an das Vorwissen angeknüpft und mögliche Fragen gesammelt. Danach werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, eine Mindmap, die

die verschiedenen Aspekte/Fragen zum Thema „Alkohol“ beinhaltet, zu entwickeln. Dabei entsteht eine Basismap, die in der Regel die in **Abbildung 4** angegebenen Äste beinhaltet. Meist werden die Äste „Verwendung“ und ggf. die Äste „Wirkung“ und „Herstellung“ schon aufgrund des Vorwissens der Lernenden weiter ausdifferenziert. Zum Abschluss der Neugier- und Planungsphase wird mit den Schülerinnen und Schülern der Fahrplan für die nächsten Unterrichtsstunden, d. h. die Reihenfolge, in der die einzelnen Themen bearbeitet werden, festgelegt. Während der Erarbeitungsphase wird dann die Mindmap immer wieder um die neu gelernten Aspekte ergänzt, sodass am

Frage	Unterrichtsbaustein
<ul style="list-style-type: none"> Was sind Mineralien (Salze)? Wie lassen sich Mineralien gewinnen? 	<ul style="list-style-type: none"> Eindampfen von Natriumchlorid reichem Mineralwasser zur Identifizierung der Mineralien als „Salze“
<ul style="list-style-type: none"> Welche besonderen Eigenschaften haben Mineralien (Salze)? 	<ul style="list-style-type: none"> Praktische Untersuchung verschiedener Salzeigenschaften (Leitfähigkeit, Sprödigkeit, Schmelztemperatur, Kristallformen) am Beispiel von Kochsalz
<ul style="list-style-type: none"> Wie lassen sich Mineralien (Salze) herstellen? Warum bilden Mineralien Kristalle? Was sind Mineralien (Salze)? 	<ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung am Beispiel der Kochsalzsynthese Erarbeitung der Verhältnisformel einfacher Salze
<ul style="list-style-type: none"> Welche besonderen Eigenschaften haben Mineralien? Warum bilden Mineralien Kristalle? 	<ul style="list-style-type: none"> Erklärung der im Praktikum untersuchten Salzeigenschaften auf Teilchenebene
<ul style="list-style-type: none"> Was sind Mineralien (Salze)? 	<ul style="list-style-type: none"> Analytikpraktikum (Nachweis verschiedener Ionen in Mineralwasser und Sportgetränken) fakultativ
<ul style="list-style-type: none"> Welche Funktionen erfüllen die Mineralien im menschlichen Körper? Warum ist Kochsalz zum einen lebenswichtig, zum anderen gesundheitsschädlich? 	<ul style="list-style-type: none"> Stationenbetrieb zur Funktion der verschiedenen Ionenarten im menschlichen Körper
<ul style="list-style-type: none"> Braucht man überhaupt Sportgetränke bei sportlichen Betätigungen? Welche Sportgetränke sollte man beim Sport trinken und warum? 	<ul style="list-style-type: none"> Bewertungsaufgabe zur Anwendung und Überprüfung des Gelernten

Tab. 1 | Möglicher Unterrichtsgang bei der Einheit „Sportgetränke – überflüssig oder unentbehrlich?“

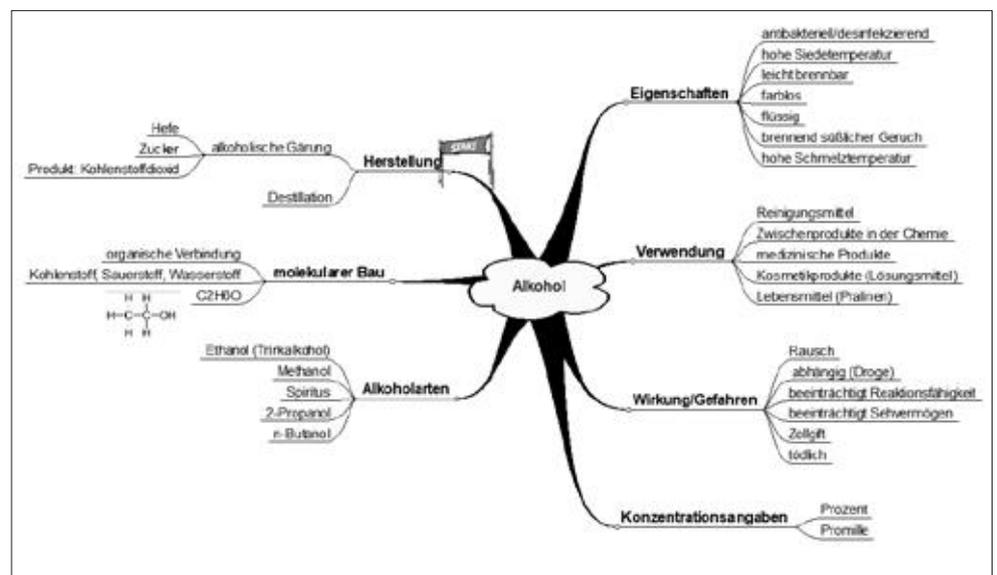
Ende des Unterrichtsvorhabens eine ausführliche Übersichtsmap entstanden ist (Abb. 5, S. 12). Mithilfe dieser Mindmap haben die Lernenden einen Überblick über alle Fachinhalte, die in dieser Einheit neu gelernt wurden.

Beispiel 3: Lebensmittelfarbstoffe – auch das Auge isst mit!

Mit dem im Folgenden dargestellten Einstieg wird in ein Unterrichtsvorhaben zu Farbstoffen eingeführt. Fachlich wird der Zusammenhang zwischen Licht, Farbe eines Farbstoffs und Struktur der entsprechenden Farbstoffmoleküle erarbeitet. Die Untersuchung weiterer Eigenschaften von Lebensmittelfarbstoffen wie die Abhängigkeit der Farbe vom pH-Wert (z. B. von Patentblau oder Rotkohlsaft) oder die Anfärbbarkeit verschiedener Fasertypen (z. B. Wolle und Baumwolle) vertiefen das Basiskonzept Struktur-Eigenschaftsbeziehungen. Außerdem werden die Strukturmerkmale der verschiedenen Farbstoffklassen (Carotinoide, Cyanidine, Carbonylfarbstoffe, Azofarbstoffe und Triphenylfarbstoffe) thematisiert und die Synthese von Azofarbstoffen (elektrophile Substitution) besprochen.

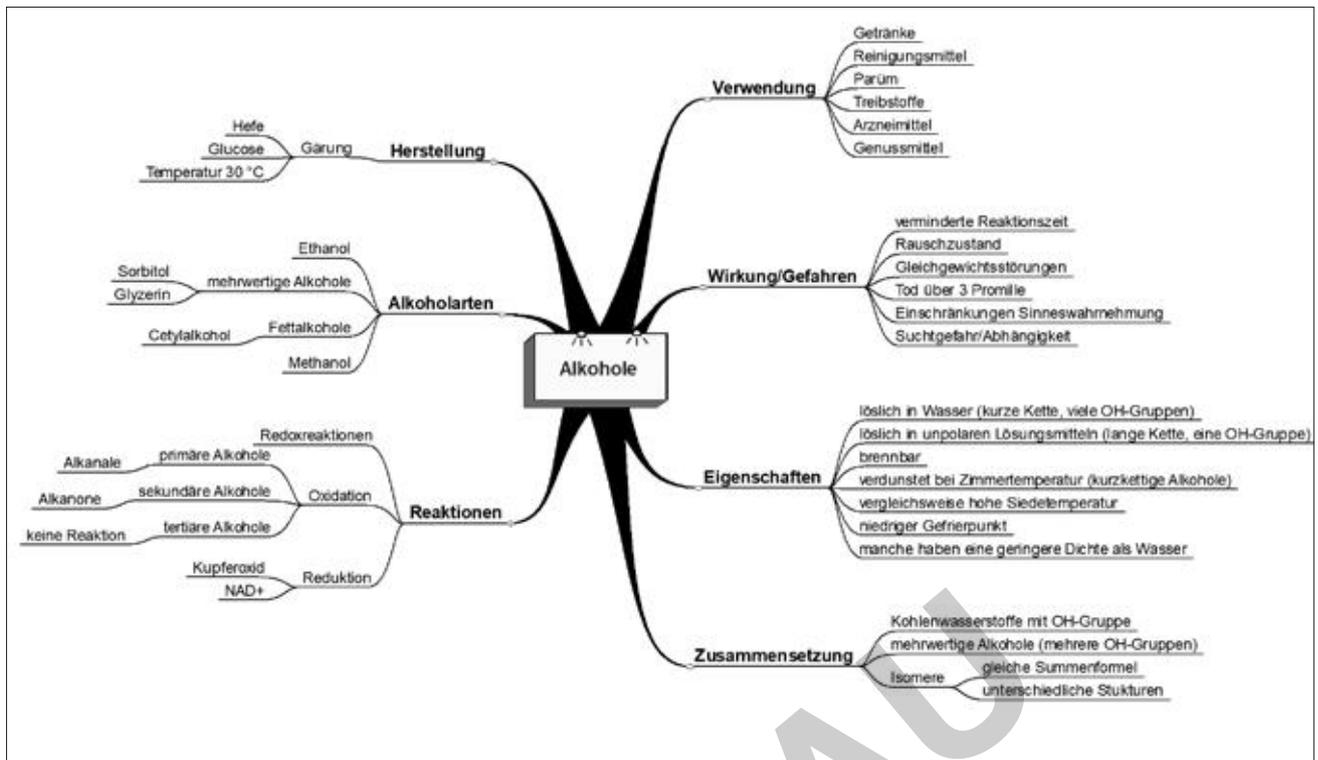
In der Begegnungsphase wird den Schülerinnen und Schülern ein Korb mit Produkten, die sowohl natürliche als auch synthetische Lebensmittelfarbstoffe enthalten, präsentiert (Abb. 6, S. 12). Bei der Produktauswahl sollte darauf geachtet werden, dass nur Produkte mit solchen Farbstoffen ausgewählt werden, die im anschließenden Unterricht auch eine Rolle

spielen. Anhand der E-Nummern recherchieren die Schülerinnen und Schüler arbeitsteilig zu den verschiedenen Farbstoffen und sammeln so erste Informationen (Name des Farbstoffs, mögliche Gesundheitsgefährdungen, Farbstoffklasse, Einsatzmöglichkeiten des Farbstoffs, ...). Im Anschluss an diese Phase werden weitere Aspekte zum Thema Lebensmit-



4 | Basis-Mindmap als Ergebnis der Neugier- und Planungsphase

© Grafik: Petra Wlotzka



© Grafik: Petra Wlotzka

5 | Übersichtsmindmap am Ende des Unterrichtsvorhabens (Schülerprodukt)

telfarben genannt bzw. Schülerfragen gesammelt. Diese Fragen können entweder auf einem Plakat festgehalten und geclustert oder in eine Mindmap übertragen werden.

Am Ende der Neugier- und Planungsphase wird das weitere Vorgehen mithilfe eines *Advanced Organizers* präsentiert (Abb. 7). Dieser *Advanced Organizer* wird den Lernenden auch

in ausgedruckter Form zur Verfügung gestellt und begleitet das gesamte Vorhaben als roter Faden. Er kann ggf. um weitere Aspekte ergänzt werden.

Fazit

Die hier vorgestellten Unterrichtsbeispiele sind im Rahmen des Projekts

„Chemie im Kontext“ in NRW entwickelt und auch nach der Erprobung an vielen verschiedenen Schulen mit kleineren Modifikationen immer wieder durchgeführt worden. Dabei hat sich gezeigt, dass besonders Fragestellungen, die einen direkten Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler haben, geeignet sind, das Interesse für chemische Inhalte zu wecken. Insbesondere Themen, die sich mit Ernährungsfragen, Lifestyle oder Nachhaltigkeit beschäftigen, machen neugierig und fördern die Motivation, sich im weiterführenden Unterricht auch mit theoretischen Fragestellungen wie z. B. dem Zusammenhang von Molekülstruktur und Stoffeigenschaften oder Reaktionsmechanismen zu beschäftigen. Voraussetzung ist allerdings, dass die Fragen der Schülerinnen und Schüler ernst genommen werden und auch solche Fragen beantwortet werden, die über die Curriculumsvorgaben hinaus gehen. So muss in einem Kontext Sportgetränke auch auf die Funktion der Mineralien in den Getränken eingegangen werden oder im Kontext Alkohole auch die Wirkung und die Gefahren alkoholischer Getränke thematisiert werden. Nur so kann es gelingen, beim Einstieg in ein neues Vorhaben, die Neugier der Lernenden



© Foto: Petra Wlotzka

6 | Korb mit farbigen Lebensmitteln zum Einstieg in ein Unterrichtsvorhaben, Lebens-

Katrin Sommer, Katharina Emmerich und Peter Pfeifer

Brennender Geldschein & Co

Mit Experimenten in den Unterricht einsteigen

Eine Balkenwaage steht auf dem Lehrertisch. An einer Seite der Balkenwaage ist ein Bündel Eisenwolle angebracht und die Waage ist austariert (**Abb. 1a**). Die Lehrkraft entzündet mit einem Brenner die Eisenwolle, die Eisenwolle glüht durch. Nach dem Abkühlen wird deutlich, dass die Waage nicht mehr im Gleichgewicht ist. Sie zeigt an, dass die „Eisenwolle“ nun schwerer ist (**Abb. 1b**). Die Schülerinnen und Schüler verbalisieren ihre Beobachtungen und idealerweise ermuntert die Lehrkraft die Lernenden zu einer Bewertung im Zusammenhang mit ihren zuvor geäußerten Erwartungen. Es wird deutlich, dass diese Beobachtung in absolutem Widerspruch zu den Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schülern steht. Sie haben bis dato immer erlebt, dass durch Verbren-

nung die Masse abnimmt – das stimmt sowohl für die abgebrannte Kerze als auch für das abgebrannte Lagerfeuer. Das Experiment, welches hier als Unterrichtseinstieg genutzt wird, soll einen kognitiven Konflikt hervorrufen und dient als Einstieg in die Auseinandersetzung mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse. Das Beispiel verdeutlicht, dass Experimente die Funktion eines Unterrichtseinstiegs übernehmen können.

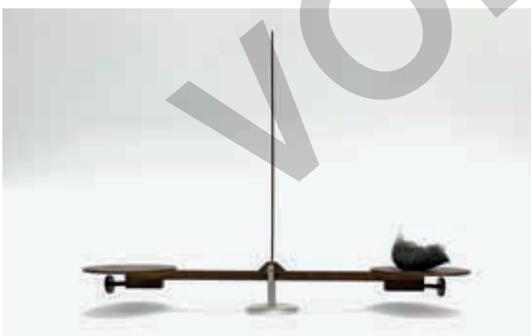
Funktionen des Einstiegs-experiments

Experimente können im Unterrichtseinstieg verschiedene didaktische Funktionen übernehmen: **1. Motivati-on**, **2. Zielorientierung**, **3. Sicherung des Ausgangsniveaus** [1, 2].

Klasse:	7–12
Thema:	Experimentelle Einstiege in verschiedene Unterrichtsthemen
Methoden:	Lehrerdemonstrations- und Schülerdemonstrationsexperimente

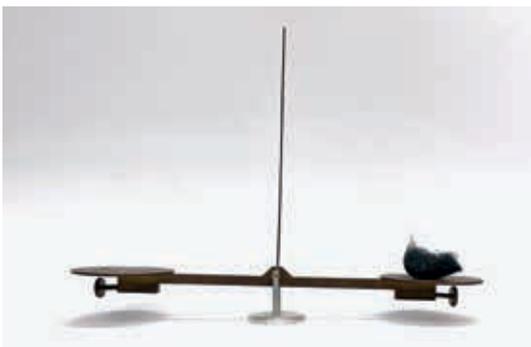
1. Motivation Show-Versuche

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit dem Experiment für die Unterrichtsstunde „aufgeschlossen“ und ihre Lernbereitschaft so sichergestellt werden. Das gelingt zum einen mit besonders faszinierenden Experimenten [3], welche die Lernenden emotional auch erreichen können. Solche Experimente können klassische Showexperimente sein, wie der Versuch „**Brennender Geldschein**“



© Foto: Doriano Thiele

1a | Balkenwaage vor dem Entzünden der Eisenwolle



© Foto: Doriano Thiele

1b | Balkenwaage nach dem Entzünden der Eisenwolle



© Foto: Doriano Thiele

2 | Ein Taschentuch brennt, ohne zu verbräunen

Geldschein in Flammen

Geräte

Taschentuch oder Geldschein, Tiegellzange, Becherglas, Messzylinder (25 mL), Feuerzeug (Brenner)

Chemikalien

Ethanol () , destilliertes Wasser

Durchführung

Man stellt eine Mischung aus 10 mL Ethanol und 10 mL Wasser her. Das Taschentuch wird in der Ethanol-Wasser-Mischung getränkt. Man hält das Taschentuch mit einer Tiegellzange fest und entzündet es. Bitte ausprobieren, was passiert, wenn man das Taschentuch oben bzw. unten entzündet.

Will man diesen Versuch mit einem Geldschein durchführen, so muss dieser intensiv in der Ethanol-Wasser-Mischung getränkt und anschließend am unteren Ende entzündet werden.

Hinweis

Durch die Verwendung von Salzen (z. B. Natriumchlorid, Calciumchlorid, Lithiumchlorid) kann man die Flamme „färben“.

Quelle: [3]

der Brennerflamme zur Entzündung führen. Man kann darüber hinaus den Aspekt Entzündungstemperatur vor dem Hintergrund des vorliegenden Ethanol-Wasser-Gemisches thematisieren. Der Showversuch könnte auch genutzt werden, um in eine Unterrichtsstunde zum Thema „Brandbekämpfung“ einzusteigen – schließlich bleibt der Geldschein, obwohl er von einer Flamme umgeben ist, unversehrt. So sorgt u. a. die hohe Verdampfungswärme des Wassers dafür, dass die Entzündungstemperatur des Geldscheins nicht erreicht wird. Zugleich hemmt das Verdampfen des Wassers den Zutritt von Sauerstoff.

Kognitive Konflikte

Auch das Erzeugen eines kognitiven Konfliktes kann die Lernenden zur Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsthema motivieren [4]. Ein solcher Konflikt ergibt sich durch die Kluft zwischen Alltagserfahrungen und fachspezifischen Phänomenen.

Beispiel Gesetz von der Erhaltung der Masse (Sek. I): Den Lernenden ist nicht immer bewusst, dass Gase eine Masse und damit ein Gewicht haben. Im Einstiegsexperiment wird ein intaktes Streichholz in ein Reagenzglas gegeben, das mit einem Luftballon verschlossen wird. Der Versuchsaufbau wird gewogen. Der Bunsenbrenner wird unter das Reagenzglas gehalten und das Streichholz entzündet sich. Nach kurzer Zeit geht die Flamme aus und es verschwelt (Pyrolyse); der Luftballon dehnt sich aus. Nach dem Abkühlen wird die Masse erneut bestimmt. Es lässt sich feststellen, dass sich die Masse nicht verändert hat, obwohl das Streichholz verbrannt bzw. verschwelt ist. Damit wird der Blick auf die gasförmigen Reaktionspartner und Reaktionsprodukte gelenkt.

Beispiel Zwischenmolekulare Wechselwirkungen (Sek. I/II): Bei einem anderen Experiment werden 50 mL Wasser und 50 mL Ethanol vermischt. Die beobachtete Volumenabnahme löst einen kognitiven Konflikt bei den Schülerinnen und Schülern aus. Zur Konfliktlösung wurde eine Modellvorstellung herangezogen, die das Vermischen gleicher Volumina unterschiedlich großer Kügelchen (z. B. Erben

Brummender Gummibär light (Holzkohletanz)

Geräte

Schwer schmelzbares Reagenzglas, Stativmaterial, Brenner, Spatel

Geräte

Kleiner Gummibär, Holzkohlestückchen, Kaliumnitrat () , destilliertes Wasser

Durchführung

Abzug! Das schwer schmelzbare Reagenzglas wird leicht schräg eingespannt und ca. 3 cm hoch mit Kaliumnitrat gefüllt. Dann erhitzt man kräftig mit der Brennerflamme. Wenn Gasblasen aufsteigen, wirft man kleine Holzkohlestückchen oder ein kleines Gummibärchen auf die Schmelze.

Quelle: [3]

(Abb. 2, Versuch 1, [3]) oder der Versuch „Brummender Gummibär light“ (Versuch 2, [3]). Diese Experimente überzeugen mit ihren Effekten und rufen Staunen hervor. Sie sollten im Verlauf der Unterrichtsstunde für die Lernenden durchschaubar werden, sodass sie nicht im Sinne eines „Wunderversuches“ [2] unerklärt bleiben.

Beispiel Brandentstehung und Brandbekämpfung (Sek. I): Eine Unterrichtsstunde zum Thema „Brandentste-

hung – unter welchen Bedingungen entstehen Brände?“ kann mit dem Showversuch „Brennender Geldschein“ begonnen werden. Im weiteren Verlauf der Stunde werden dann die Voraussetzungen für einen Brand erarbeitet und in der didaktisierten Form des Verbrennungsdreiecks festgehalten. Nun kehrt man zum Showversuch zurück und erkennt, dass der Brennstoff Ethanol, Luft/Sauerstoff und die notwendige Energie in Form

Versuch

Sek. I/II
Schüler

Versuch 1: Herstellung von Bromwasser mittels Elektrolyse

von Klaus Müller und Wolfgang Kirsch

Zeit

5 Minuten

© Zeichnung: Judith Mörschbach

1 | Herstellung von Bromwasser mittels Elektrolyse

Geräte und Chemikalien

Stabilisiertes Netzgerät (auf 12 V eingestellt), Graphit-Fallminen (Typ Faber-Castell TK9071; $\varnothing = 3,15$ mm), Lüsterklemme, 2 Stromkabel mit isolierten Krokodilklemmen an beiden Enden, Injektionsflasche (100 mL) mit passenden Chlorbutyl-Stopfen, in den 2 Löcher im Abstand von ca. 1 cm mit einem heißen Senkkopf-Nagel ($\varnothing \times L$: 2,2 x 50 mm, Blank, Stahl) eingebrannt worden sind, Kunststoffspritze (20 mL) mit Kanüle, Kaliumbromid-Lösung ($w = 10\%$), Schwefelsäure ($w = 96\%$)

Durchführung

100 mL der Kaliumbromidlösung werden mit 1 mL Schwefelsäure ($w = 96\%$) angesäuert, die Graphitelektroden werden in die eingebrannten Löcher des Stopfens eingeschoben und mit der Lüsterklemme fixiert. Der zylindrische Hohlraum der Kunststoffspritze (20 mL) wird von der Düsenseite her folgendermaßen geschichtet (vgl. **Abb. 1**): zuunterst eine 1 cm hohe Schicht Glaswolle, darauf eine 1 cm hohe Schicht gekörnte Aktivkohle und abschließend eine 1 cm hohe Schicht Glaswolle. Die Kunststoffspritze wird mit einer Kanüle verbunden und die Kanüle durch den Gummistopfen gestochen, sodass die Spitze der Kanüle etwa 1 cm über der Flüssigkeitsoberfläche endet.

Die Graphitminen werden mittels Stromkabel mit dem Netzgerät verbunden, und bei 12 V ungefähr vier bis fünf Minuten elektrolysiert (**Abb. 1**). Die Elektrolyse ergibt für die Versuche ausreichend konzentriertes Bromwasser.

Hinweis: Eventuell entstehende Bromdämpfe werden durch die Aktivkohle adsorbiert.

Während der Elektrolyse können sich Graphitteilchen von der Elektrode lösen, die sich durch Filtration unter dem Abzug leicht entfernen lassen [1].

Versuch

Sek. I/II
Schüler

Versuch 2: Bromierung eines Alkans am Beispiel von Heptan

von Klaus Müller und Wolfgang Kirsch

Zeit

5 Minuten

© Zeichnung: Judith Mörschbach

1 | Bromierung von Heptan

Geräte und Chemikalien

50-mL-Becherglas, drei Kapillarpipetten aus Kunststoff, Handy-LED-Taschenlampe, angefeuchteter Streifen Universalindikatorpapier, Alu-Haushaltsfolie (Streifen von ca. 5 cm Breite), 5 mL des durch Elektrolyse hergestellten Bromwassers aus **Versuch 1**, n-Heptan, konzentrierte Ammoniak-Lösung

Durchführung

1. Man zieht in zwei Kapillarpipetten jeweils etwa 1 mL des durch Elektrolyse hergestellten Bromwassers ein und dreht die Pipetten um, sodass der Auslauf nach oben gerichtet ist. Nun drückt man jeweils den Ansaugball über der Flüssigkeit zusammen und zieht anschließend mit dem gebogenen Auslauf aus dem Becherglas jeweils etwa 1 mL Heptan ein. **Wichtig:** Der Ansaugball sollte jetzt maximal nur bis zu zwei Drittel des Volumens gefüllt sein!

2. Die beiden Pipetten mit Heptan und Bromwasser werden mit dem Auslauf nach oben gut geschüttelt, bis sich das Brom in der organischen Phase quantitativ gelöst hat (diese färbt sich dann bräunlich gelb). Anschließend wird der Ansaugball einer der beiden Pipetten mit Alu-Folie umwickelt und mit dem Auslauf nach oben zur Seite gestellt. Die braun gefärbte organische Flüssigkeit im Ansaugball der zweiten Pipette wird mit der Handy-LED-Taschenlampe etwa 1 bis 2 Minuten bestrahlt und dabei hin und wieder geschüttelt [2].