

Chemische Haushaltsdetektive

Eine Einführung in chemische Denk- und Arbeitsweisen am Beispiel von Reinigungs- und Pflegemitteln

Von Ilka Parchmann und Stefanie Herzog

Wie werden Kinder oder Jugendliche im Anfangsunterricht an die Welt der Chemie herangeführt? Üblicherweise behandelt der erste Themenkomplex Stoffnachweise und Trennverfahren, dabei wird auch in das chemisch-naturwissenschaftliche Experimentieren eingeführt.

Neben einfachen Stoffgemischen wie Sand oder Salz und Wasser gibt es Vorschläge für Untersuchungen im Kontext Lebensmittel (z. B. [1]). Auch der Kontext Kosmetik und Hygiene bietet interessante Zugänge, die in diesem Beitrag aufgegriffen werden. Über eine „Detektivstory“ lernen idealerweise schon

Fünft- und Sechstklässler grundlegende Denk- und Arbeitsweisen der Chemie bzw. der Naturwissenschaften kennen. Inhaltlich behandelt werden Löslichkeiten und Mischungen, letztere werden von Veränderungen durch chemische Reaktionen als Ausblick abgegrenzt. Wasserlöslichkeit wird als ein wichtiges Merkmal von Stoffen eingeführt. Auch der Stoffbegriff selbst, bzw. der Begriff „Chemikalie“, wird thematisiert, und zwar sowohl aus Sicht der Chemie als auch der Verwendung im Alltag (mit Anbindung an Bewertungskompetenz sowie Fachsprache/Alltagssprache). Die Einheit verbindet damit die Chemie mit

dem Alltag und Umfeld der Schülerinnen und Schüler, indem diese in ihrem Haushalt zu „Chemiedetektiven“ werden. Die Materialien bieten ebenfalls Zugänge, die über den grundlegenden Inhalt des Anfangsunterrichts hinausgehen, aber natürlich wahlweise genutzt oder ausgewählt werden können.

Grundlage für die Vorschläge stellt eine Ausarbeitung des EU-Projekts ESTABLISH dar (www.establish-fp7.eu), das das Ziel verfolgt, forschendes Lernen mit Anbindung an Alltag und Industrie für alle naturwissenschaftlichen Fächer umzusetzen (vgl. Tab.1). Die Einheiten zur Chemie

Thema/Aufgabe	Zielsetzung	Anschlussfähigkeit im Lehrplan/ Curriculum, Bezüge zu Kompetenzbereichen
Einführung	Neugier, erste Hinweise auf bedeutsame Aspekte wie die Nutzung von Experimenten zur Untersuchung von Hypothesen oder die Notwendigkeit von Sicherheitsregeln	Einführung in das naturwissenschaftlich-experimentelle Arbeiten (Erkenntnisgewinnung); Laborführerschein
A1: Auf die richtigen Fragen kommt es an!	Anregen und Formulieren von Fragen, Zuordnung von Methoden zur Bearbeitung der gewählten Fragen; Duftstoffe als Anregung zum Nachdenken über Unsichtbares	Differenzieren von chemisch relevanten und anderen Fragen, Einführung in Kompetenzbereiche und Methoden
A2: Ohne Informationen geht nichts!	Recherche, Einführung der Begriffe „Stoffe“ und „Chemikalien“	Übergang Gegenstände/Produkte → Stoffe (Fachwissen); Definition; kritische Reflexion von (Vor-)Urteilen (Bewertung), Quellenkritik (Kommunikation)
A3: Experimente – endlich!	Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren, Aufbau eines Protokolls; Untersuchungen zur Löslichkeit und Mischbarkeit	Stoffeigenschaften: Löslichkeit in Wasser und Öl (Fachwissen); Sicherheit beim Experimentieren (Erkenntnisgewinnung und Bewerten; Protokolle (Kommunikation)
A4: Wissen nutzen – Stoffe untersuchen, entwickeln und anwenden	Übung: Wiederholung der Versuchsreihe in Öl, Beobachtungen und Protokoll; Unerwartetes hinterfragen, chemische Problemlösung am Beispiel Emulgator, Einführung von Modellen und Teilchenvorstellungen; Reinigung als Nutzung chemischer Prinzipien: Löslichkeit/Mischbarkeit oder chemische Reaktion; Indikatoren für Stoffnachweise	Modelle zur Deutung (Fachwissen und Erkenntnisgewinnung); Abgrenzung Mischung – chemische Reaktion (Fachwissen); Indikatoren (Fachwissen und Erkenntnisgewinnung); Klassifikation von Stoffen und Prozessen (alle Bereiche)
A5: Übung und Wiederholung		

Tab. 1 | Übersicht über die ausgewählten übersetzten oder adaptierten Materialien aus dem Grundmodul der Einheit „Chemical Care“ des EU-Projekts ESTABLISH

Werde ein Haushaltsdetektiv!

Benutze und entwickle dein naturwissenschaftliches Können



Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler untersuchen Phänomene in der Natur und in der von Menschen gestalteten Umwelt. Sie überlegen sich auf Basis ihres Wissens Erklärungen. Danach führen sie Experimente durch, um zu prüfen, ob ihre Annahmen – Hypothesen genannt – zutreffen oder nicht. Sie benutzen ihr Wissen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen oder um Produkte weiter zu entwickeln!

Wissenschaftler haben dafür natürlich ein Labor mit speziellen Geräten und Computern. Aber auch im Haushalt kannst du Experimente durchführen, wenn du sie richtig vorbereitest und die Sicherheitsbedingungen beachtest! In diesem Projekt lernst du einige davon kennen – viel Spaß auf deiner ersten chemischen Entdeckungsreise als Haushaltsdetektiv!

Aufgabe 1: Auf die richtigen Fragen kommt es an!

Bevor du anfängst überlege genau, welche Fragen du untersuchen möchtest und welche Ideen du dazu schon hast. Wo gibt es denn Chemie in eurem Haushalt? Wie kannst du Chemikalien auf die Spur kommen? Wir geben dir einen Tipp: Du benutzt sie täglich, zum Beispiel bei der Körperpflege! Du könntest zum Beispiel den folgenden Fragen nachgehen:

- Wo findest du in eurem Haushalt „Chemikalien“ und wofür werden diese benutzt?
- Was sind überhaupt „Chemikalien“?
- Welche Funktionen haben bestimmte Chemikalien in den Produkten, die du gefunden hast?
- Welche Sicherheitsvorkehrungen musst du beachten, wenn du diese Chemikalien oder Produkte benutzt?
- Welche Chemikalien oder Produkte helfen, Risiken und Gefahren zu vermeiden?
- ...

Vielleicht fallen dir noch weitere Fragen ein, dann schreibe sie hier auf! Notiere auch, wie du bei deiner Spurensuche vorgehen könntest!

Bei der Spurensuche helfen dir nicht nur deine Augen. Für Chemiker sind sogar oft Stoffe interessant, die man nicht sieht! Wo bleiben das Salz in der Suppe oder der Zucker im Tee? Weshalb duften Deos, Parfums oder Shampoos? Die Frage, weshalb man Stoffe riechen kann, die man nicht sieht, haben sich Menschen schon vor mehr als 2000 Jahren gestellt. Diese ersten Ideen von Aristoteles, Demokrit und anderen haben geholfen, unsere heutigen Vorstellungen von Stoffen zu entwickeln.



Aufgabe 2: Ohne Informationen geht nichts!

Bevor man anfängt zu experimentieren, muss man erst auf Informationssuche gehen. Und nachdenken! Was versteht man zum Beispiel unter „Chemikalien“? Sind diese alle gefährlich oder darf man sie sich ruhig auf die Haut schmieren, zum Beispiel als Seife oder Creme? Finde dies heraus und notiere deine Antwort! Tauscht eure neuen Erkenntnisse aus, so wie echte Wissenschaftler!

Ihr habt bestimmt festgestellt, dass man verschiedene Beschreibungen oder Definitionen für „Chemikalien“ findet. Im Alltag bezeichnet man von chemischen Unternehmen hergestellte Stoffe als Chemikalien. Chemiker selbst verwenden diesen Begriff aber breiter, für sie sind eigentlich alle Stoffe Chemikalien, sogar Wasser! Daher findet man Stoffe in einem Chemikalienkatalog, die es auch in der Natur gibt, z. B. Traubenzucker, der für Chemiker „Glucose“ heißt.

Es ist wichtig, dass man immer genau weiß, wie man mit verschiedenen Stoffen oder Chemikalien umgehen muss. Wenn man Vorgaben nicht beachtet, kann es eine ganze Menge unerwünschter Nebenreaktionen geben! Du fändest es bestimmt nicht klasse, wenn dein T-Shirt plötzlich verfilzt und zu klein wäre, bloß weil Waschmittel und Temperatur nicht stimmten. Oder wenn deine Haut anfängt zu jucken, weil du ein falsches Reinigungsmittel benutzt hast. Oder wenn du den Dreck von deinen Fingern einfach nicht weg bekommst?! Deswegen muss man vieles über die Stoffe wissen, die man nutzen möchte. Und dabei helfen Experimente!



Aufgabe 3: Experimente – endlich!

Für die richtige Anwendung von Reinigungs- und Pflegemitteln sind bestimmte Stoffeigenschaften wichtig. Die musst du nicht nur für die Reiniger- und Pflegeprodukte kennen, sondern auch für die zu reinigenden oder zu pflegenden Dinge. Und natürlich für den Schmutz selbst, auch wenn sich das im ersten Moment vielleicht nicht lecker anhört ... Eine wichtige Voraussetzung ist die Löslichkeit, denn den meisten Schmutz wäscht man mit Wasser weg. Dazu kannst du ein erstes Experiment durchführen. *Aber Vorsicht, erst die Sicherheitsvorschriften prüfen!* In der Chemie trägt man immer eine Schutzbrille und darf niemals etwas einfach probieren. Suche weitere wichtige Vorsichtsmaßnahmen heraus!

Nun darfst du anfangen: Untersuche, welche Stoffe ihr in eurem Haushalt findet, die sich in Wasser lösen oder mit diesem mischen! Entwickelt dazu eine möglichst systematische Versuchsreihe und beschreibt diese so, dass auch andere eure Experimente durchführen könnten. Chemiker nutzen dafür Protokolle, die etwa so aufgebaut sind:

Fragestellung → **Erwartung** → **Geräte** → **Chemikalien**
→ **Aufbau** → **Durchführung** → **Beobachtung** → **Deutung**

Diskutiert in eurer Gruppe, weshalb diese Schritte alle wichtig sind, wenn ihr anderen erklären müsst, wie ihr zu euren Ergebnissen gelangt seid!

Habt ihr euer Experiment zur Wasserlöslichkeit durchgeführt? Dann habt ihr bestimmt entdeckt, dass sich zum Beispiel Salz sehr gut in Wasser löst, Öl aber nicht. Damit hast du schon eine ganz wichtige Einteilung kennen gelernt: Es gibt wasserlösliche und wasserunlösliche Stoffe! Worin könnte man wasserunlösliche Stoffe lösen? Genau, zum Beispiel in Öl! Und was passiert mit Stoffen wie dem Salz, die sich in Wasser lösen, wenn man sie in Öl gibt? Wiederholt die Versuchsreihe noch einmal mit Öl!



Aufgabe 4: Wissen nutzen – Stoffe untersuchen, entwickeln und anwenden

Jetzt habt ihr als Chemiedetektive schon einige Aufgaben gelöst: Ihr habt Chemikalien in eurem Haushalt gefunden. Ihr habt festgestellt, dass diese bei richtiger Anwendung nicht alle gefährlich, sondern viele sogar nützlich oder ganz normal (wie Wasser!) sein können. Und ihr habt eine erste wichtige Einteilung von Stoffen kennengelernt: Es gibt wasserlösliche und wasserunlösliche Stoffe.

Wie könnt ihr dieses Wissen nutzen? Natürlich für die Reinigung, denn wasserunlösliche Stoffe kann man wohl kaum mit Wasser entfernen, zum Beispiel die Schmiere auf der Haut. Nun wird's etwas kniffliger für die Detektive! In manchen Pflegemitteln findest du tatsächlich Öl und Wasser, ebenso in Milch oder Mayonnaise. Wie kann das sein, wo sich die beiden doch nicht mischen? Nun, Chemiker haben dafür Stoffe gefunden und hergestellt.

Damit können sie beide, wenn sie in ganz kleine Tropfen zerteilt sind, mischen! Diese Stoffe nennt man „Emulgatoren“, Chemiker haben für alles spezielle Begriffe ... Sie konnten diese Emulgatoren herstellen, weil sie etwas über die Chemie der Stoffe gelernt haben. Dafür nutzen Chemiker Modelle, die du später im Chemieunterricht noch oft kennenlernen wirst. In diesen Modellen stellen sie sich Stoffe so vor, dass sie aus unzählbar vielen, winzig kleinen Teilchen oder Bausteinen aufgebaut sind. Dieses Modell hilft tatsächlich, um viele Eigenschaften von Stoffen zu verstehen! So kann man sich die Wirkung eines Emulgators erklären, wenn man annimmt, dass sich seine Teilchen zwischen die Teilchen des Wassers und die des Öls legen und beide damit mischbar werden.

Und wie es weiter geht

Die Reise durch die Chemie ist hier natürlich nicht zu Ende, sie fängt genau genommen erst an! Selbst für einen Haushaltsdetektiv reicht es nicht zu wissen, dass sich Stoffe

(z. B. „Chemical Holes“, „Chemical Care“ oder „Plastics“) sind in drei Stufen eingeteilt: Eine erste Betrachtung erfolgt auf Ebene der Stoffe und Stoffeigenschaften, eine zweite auf Ebene einfacher Bausteinmodelle und eine dritte durch die Nutzung und Anwendung komplexerer bzw. differenzierterer Modelle. In der Einheit „Chemical Care“, die für diesen Beitrag herangezogen wurde, stehen die Basiskonzepte Stoff-Teilchen und Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

im Fokus. Ziel ist die Betrachtung von Stoffeigenschaften in Abhängigkeit von ihrer Umgebung. Dies kann am Beispiel Hygiene und Reinigung gut aufgezeigt werden, denn entscheidend ist die chemische „Passung“ zwischen dem Schmutz oder Pflegeobjekt und dem Reiniger bzw. Pflegemittel. In diesem Beitrag wird das Einführungsmodul der Einheit aufgegriffen, das zugleich der Thematisierung chemischer Denk- und Arbeitsweisen dient.

Aufbau des Projekts

Die gewählten Materialien können zum Beispiel im Rahmen eines Projekts eingesetzt werden, mit dem Schülerinnen und Schüler im Anfangsunterricht in die „Welt der Chemie“ eingeführt werden. Sie können selbstverständlich durch andere Vorschläge zur Untersuchung und Herstellung von Kosmetika und Reinigern erweitert werden. Wie arbeiten Chemikerinnen und Chemiker, mit wel-

in Wasser lösen oder nicht. Welcher Schmutz lässt sich mit welchen Reinigern entfernen, welche darf man zum Schutz der Produkte aber auch nicht nehmen? Das kann man verstehen, wenn man die Reinigung selbst versteht. Die Löslichkeit ist eine wichtige Eigenschaft. Hier gilt es, wie du oben gesehen hast, das richtige Lösungsmittel für den richtigen Schmutz zu finden. Das zweite wichtige Prinzip, das Chemiker nutzen, sind „chemische Reaktionen“. Hier mischen sich Stoffe nicht nur, sondern bilden neue Stoffe. Die Ausgangsstoffe sind dann gar nicht mehr, oder nicht mehr in gleicher Menge da wie vorher! Bei Gemischen ist das anders, hier liegen die Stoffe gut vermischt vor, sie sind noch da. Im Chemieunterricht lernst du viele solcher Reaktionen kennen und kannst damit viele neue Stoffe herstellen! Oder eben unerwünschte loswerden, wie zum Beispiel Schmutz. Woher weiß man, ob ein Stoff noch da ist oder nicht? Auch wenn sich Salz im Wasser löst, siehst du es ja nicht mehr ... Chemiker nutzen dafür zum Beispiel andere Stoffe als Nachweise, sogenannte Indikatoren. Nimm einen Indikator für Säuren (z. B. Rotkohlsaft) und gib diesen zu verschiedenen Reinigern (Wasser, Seifenlauge, Waschpulverlauge, Essigreiniger, Zitronenreiniger). Was passiert? Wie man beim Experimentieren und Protokollieren vorgeht, weißt du ja jetzt, es gilt wieder: *Sicherheit zuerst!*

In Zitronen- oder Essigreiniger verfärbt sich der Indikator, diese beiden Produkte enthalten Säuren. In Wasser zeigt sich keine Farbänderung, in Seifen- und Waschmittellauge zeigt der Indikator eine andere Farbe, diese Lösungen sind Laugen oder alkalisch. Auch diese Unterscheidung – Säure oder Lauge, saure oder alkalisch Lösung – ist eine ganz wichtige zur Kennzeichnung von Stoffen, über die du später noch mehr lernst.

Was passiert nun, wenn ein Reiniger mit Schmutz in Berührung kommt? Wenn du Salz in die beiden Lösungen gibst, ändert sich die Farbe nicht. Das Salz hat sich gelöst und kann entfernt werden, es ist aber immer noch da. (Wie kannst du es wiedergewinnen?) Auch die Säure ist noch in der Lösung. Der Indikator zeigt dir das an, weil sich die Farbe nicht geändert hat. Das Entfernen von Salz ist also nur ein Lösungsprozess, es findet keine chemische Reaktion statt. Gib nun Kalk statt Salz hinzu, was passiert jetzt? Es fängt an zu sprudeln! Und die Probe verfärbt sich! Hier findet tatsäch-

lich eine chemische Reaktion statt, so dass sowohl der Kalk als auch die Säure aus dem Reiniger nach der Reaktion nicht mehr in gleicher Menge vorhanden sind. Deswegen kannst du den Kalk auch nicht einfach wiedergewinnen. Hier ist das reinigende Prinzip also eine chemische Reaktion.

Du kannst noch weitere Untersuchungen machen und den Indikator nutzen: Darfst du dein Fahrrad aus Metall mit einem sauren Reiniger putzen oder reagieren auch Metalle mit Säuren? Darfst du einen Wollpulli oder ein T-Shirt aus Baumwolle oder Polyester in Säuren oder Laugen reinigen oder reagieren diese Stoffe mit Säuren oder Laugen? Überlege dir Experimente, um diese Fragen zu beantworten! Auch für die Pflege deiner Haut, also für die Herstellung und Nutzung von Kosmetik, ist diese Frage ganz wichtig, weil deine Haut selbst einen sogenannten Säureschutzmantel an der Oberfläche hat. Durch alkalische Reinigungsmittel wie Kernseife kann dieser gestört werden. Deshalb haben Chemiker Seifenersatzstoffe hergestellt, auch dies lernst du später im Chemieunterricht noch besser kennen!

Aufgabe 5: Übung und Wiederholung

Was hast du jetzt alles gelernt als Haushaltsdetektiv? Die folgenden Fragen solltest du beantworten können:

- Was sind Chemikalien?
- Wo kommen sie im Haushalt vor?
- Welche Sicherheitsbedingungen musst du beachten beim Experimentieren und sicheren Umgang mit Chemikalien?
- Welche wichtigen Eigenschaften hast du kennengelernt, um Stoffe einzuteilen oder zu kennzeichnen?
- Wie kann man mit Hilfe von Modellen zeigen, dass sich Wasser und Öl mischen lassen, wenn man einen „Emulgator“ zugibt?
- Welchen Schmutz kann man mit welchen Reinigern entfernen, welche Prozesse laufen dabei ab?
- Wie kann man nachweisen, ob der Schmutzstoff nach einem Reinigungsprozess mit einem sauren Reiniger noch vorhanden ist?

© Zeichnungen (4): I. Parchmann

chen Fragen beschäftigen sie sich, wie gehen sie vor? Das Projekt ist angelehnt an eine Detektivgeschichte (z. B. [2]) oder Entdeckungsreise, die natürlich auch zu einem richtigen „Fall“ ausgebaut werden kann. Hier sollen die Lernenden anhand von Haushaltsprodukten erfahren, dass Chemie und Chemikalien in ihrem alltäglichen Leben eine unverzichtbare Rolle spielen. Potenzielle Konflikte, wie die Tatsache, dass Chemikalien überall vorkommen, aber doch oft einseitig als

gefährlich dargestellt werden, sollen zu einem frühen vernünftigen Umgang und aufgeschlossenen, aber reflektierten Einstellungen beitragen. Auch die Neugier auf weitere „Entdeckungsreisen“ soll geweckt werden.

Literatur

- [1] Demuth, R.; Parchmann, I.; Ralle, B. (Hrsg.): Chemie im Kontext – Themenbände für die Sekundarstufe I. Band 1: Der Vorkoster in Not – die Chemie ersetzt den Vorkoster. Cornelsen Verlag, Berlin 2008

- [2] Bertelsen, G.: Ein rätselhafter Todesfall. In H. Precht, R. Demuth. Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht Klassen 5/6. Schneider, Baltmannsweiler 2011

Danksagung

Wir danken Herrn Stelter von der Firma Henkel sowie Kirsten Fischmann für die hervorragende Zusammenarbeit bei der Erstellung der Projektmaterialien.

Silvia Schmidt und Markus Krömer danken wir für die Anregungen aus ihrer CHiK-Einheit „Perfekte Flecken“!

