



Chemie und Physik im Alltag

Kurs 1: Bunte Küchenchemie

+++ Dieses Experiment stellen wir ausführlich vor, damit Sie sich an diesem Beispiel ein Bild darüber verschaffen können, welches unser Ansatz und unser methodisches Konzept ist. Unsere anderen experimentellen Angebote für die Grundschule verlaufen analog. +++

Didaktischer, methodischer und fachlicher Hintergrund

Grundsätze

- Geeigneter Einstieg in das Thema durch altersbezogene Alltagsbezüge,
- ungefährliche und sichere Versuchsdurchführung,
- preiswerte, leicht erhältliche und aus dem Alltag bekannte Materialien,
- systematische Reihenfolge der Experimente,
- zuverlässiges Gelingen der Experimente mit deutlichen Phänomenen,
- alle Schülerinnen und Schüler experimentieren selbständig und eigenhändig,
- einfach vermittelbare und verständliche Deutung der Beobachtungen,
- Versuchsdauer ca. 45 Minuten.

Die Schülerinnen und Schüler

- lernen ihre Sinne sinnvoll und sicher einzusetzen,
- üben den Umgang mit dem Arbeitsgeräten wie Spritzen, Pipetten etc.,
- lernen, was ein Indikator ist und wie man diesen einsetzen kann,
- können eine chemische Reaktion mit Gasentwicklung erkennen,
- können das entstandene Gas als Sprudelgas (CO₂) deuten,
- können Beispiele benennen, wo Farbstoffe und Sprudelgas eine Rolle spielen.

Themenkreis

- Stoffe und ihre Eigenschaften
- Säuren und Basen im Alltag
- Chemische Verbindungen

Vorkenntnisse

- Es sind keine speziellen Vorkenntnisse nötig.

Altersempfehlung

- Wir empfehlen dieses Experiment für die Klassenstufen 3 bis 6 (= 8 bis 11 Jahre).
- Inhalte und Schwierigkeitsgrad der Experimente werden an das jeweilige Alter angepasst.

Der Experimentierkurs

Im Rahmen des Küchenchemiekurses lernen die Schülerinnen und Schüler durch die Arbeit mit einem Pflanzenfarbstoff als Indikator eine wichtige wissenschaftliche Arbeitsmethode zur Bestimmung unbekannter Substanzen kennen.

Als Einstieg und um die volle Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler zu gewinnen, stellen wir ein Problem aus der Praxis in den Vordergrund: Eine unbekannte Substanz muss identifiziert werden.

Durch angeleitetes und eigenständiges experimentelles Handeln und Beobachten werden im Laufe der Experimentiereinheit folgende Fragen eingehend behandelt:

- Wie gehen wir mit unbekanntem Stoffen um?
- Wie lässt sich herausfinden, um welche Stoffe es sich dabei handelt?
- Welche Sinne helfen das Problem zu lösen?
- Darf man seine Sinne unbedenklich einsetzen?
- Wie kann man sich eventuell helfen lassen?
- Was ist das für eine blaue Flüssigkeit?
- Wie finden wir heraus was für eine Flüssigkeit das ist?
- Rotkraut oder Blaukraut – zwei Namen für ein und denselben Rotkohl? Auf welche Art wird Rotkohl beziehungsweise Blaukraut in der Küche zubereitet?
- Was ist ein Indikator?
- Was sagt uns der pH-Wert?
- Was für ein Gas entsteht beim Mischen?
- Was hat das mit Brausepulver zu tun?
- Wie kann man CO₂ in der Atemluft nachweisen?



Chemie und Physik im Alltag

Kurs 1: Bunte Küchenchemie

Pflanzenfarbstoffe als Indikatoren

Durchführung

Die Schülerinnen und Schüler bekommen ausreichend Zeit und Gelegenheit mit den bereit gestellten Materialien und Stoffen zu experimentieren.

Neben Spritzen, Pipetten und Reagenzgläsern sehen die Schülerinnen und Schüler eine blaue Flüssigkeit vor sich auf dem Tisch. Bevor sie mit den Materialien anfangen zu arbeiten, sollen sie zuerst ihre Sinne einsetzen, um herauszufinden, um was für eine Flüssigkeit es sich handeln könnte. Nachdem erste Vermutungen geäußert wurden und geklärt worden ist, welche Sinne überhaupt sinnvoll einsetzbar sind, wird die eingangs gestellte Frage von den Schülerinnen und Schülern selbstständig oder mit Hilfestellung beantwortet: Rotkohlsaft.

Wozu Pflanzenfarbstoffe dienen können, spielt im Weiteren bei der Bestimmung von unbekanntem Substanzen eine Rolle. Die Schülerinnen und Schüler überlegen sich, wie sie dabei systematisch vorgehen. Als erstes ist zu klären, ob es sich tatsächlich um verschiedene Stoffe handelt. Diese müssen dafür auf ihre Eigenschaften getestet und miteinander verglichen werden. Sinnvollerweise werden diese zuerst in Wasser gelöst und erste Beobachtungen festgehalten: klare und trübe, zum Teil sprudelige Lösungen.

Dann werden die angesetzten Lösungen mit dem Indikator Rotkohlsaft vermischt. Nach Zugabe der Lösungen zum Indikator können alle Schülerinnen und Schüler einen für den jeweiligen Stoff typischen Farbumschlag beobachten.

Die verwendeten Substanzen werden benannt und vorgestellt. Danach können die Schülerinnen und Schüler frei mit den bereit gestellten Materialien experimentieren. Beim freien Experimentieren tauschen die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen untereinander aus und nehmen eigenständig erste Deutungen vor.

So lassen sich die unterschiedlich gefärbten Lösungen in den Reagenzgläsern mit etwas Geschick erkennbar übereinander schichten, weil diese eine jeweils unterschiedliche Dichte aufweisen. Oder es kommt zu einer Gasentwicklung (Sprudelbläs-

chen), wenn Natron und Zitronensäure in Wasser gemischt werden. Das entstehende Sprudelgas wird vorgestellt als das allseits aus sprudeligen Getränken bekannte CO_2 . Auf Getränkeflaschen steht als Inhaltsstoff Kohlensäure. Diese entsteht, wenn sich CO_2 mit Wasser verbindet. In unserer Atemluft befindet sich etwas CO_2 . Die Schülerinnen und Schüler blubbern mit Hilfe von Trinkhalmen Atemluft in das blaue Rotkohlwasser. Ein Farbumschlag ins Rötliche verweist auf die entstehende Kohlensäure.

Am Ende weisen alle Reagenzgläser die gleiche Färbung auf, weil durch mehrmaliges Vermischen der Inhalte eine Gleichverteilung entsteht.

Hintergrundinformationen

Es werden bekannte Stoffe aus dem Haushalt benutzt, nämlich Zitronensäure, Backpulver, Natron und Waschmittelpulver (Soda). So wird für alle zu sehen sein, dass sich der Rotkohlsaft mit der Zitronensäure **rot**, mit Backpulver **violett**, mit Natron **blaugrün**, mit Waschmittel **grün** verfärbt.

Die Schülerinnen und Schüler beobachten, dass Farbstoffe aus der Natur unter geeigneten Umständen ihre Farbe wechseln können und wie so ein Farbwechsel zur Bestimmung von unbekanntem Substanzen sinnvoll eingesetzt werden kann. Im Umgang mit ungefährlichen Stoffen aus dem Haushalt üben sie außerdem ganz nebenbei den feinmotorischen Einsatz der Arbeitsgeräte ein. Sie lernen, dass bestimmte Stoffe mit einem Lösungsmittel (Wasser) gelöst werden und miteinander zu etwas Neuem reagieren können. Sie erfahren, dass Kohlenstoffdioxid (CO_2) nicht nur als Sprudelgas in der Limonade oder für Brausepulver Bedeutung hat. Es spielt eine wichtige Rolle im Kohlenstoffkreislauf (Fotosynthese) und hat als Treibhausgas großen Einfluss auf den Klimawandel (Klimaerwärmung durch Verbrennung fossiler Brennstoffe).

Die Schülerinnen und Schüler wissen am Ende auch, wie in der Küche zwischen Blaukraut und Rotkraut unterschieden wird: Der zunächst blaue Rotkohl wird zu rotvioletterem Rotkraut, wenn während der Zubereitung etwas Saures dazu gegeben wird, zum Beispiel Apfel oder Essig.

Wissenswertes

Etymologie

Die Wortherkunft zu klären, führt oft zu einem Grundverständnis des behandelten Phänomens. *Etymologie* leitet sich aus dem griechischen *étymos* (= wahr) und *λόγος* *lógos* (= Wort) ab und meint so viel wie eine Erklärung der einem Wort innewohnenden Wahrheit. Die Wortherkunft zu klären, führt daher oft zu einem Grundverständnis des behandelten Phänomens.

Der Rotkohlsaft erhält seine blaue Farbe durch den in ihm steckenden Farbstoff. Dieser gehört zu den *Anthocyanen*, was aus dem Griechischen übersetzt so viel wie *blaue Blüte* heißt.

Der gleiche Farbstoff lässt auch andere Pflanzen blau erscheinen: blaue Stiefmütterchen, Blaubeeren usw. Dieser Farbstoff reagiert mit einem Farbumschlag, wenn er mit sauren oder alkalischen Stoffen in Berührung kommt. Und weil uns der Rotkohlsaft dies anzeigt, nennt man ihn auch Anzeiger oder **Indikator** - *indicare* kommt aus dem Lateinischen und heißt *anzeigen*.

Der Farbumschlag als Nachweis von Säuren und Laugen

Mit Hilfe entsprechender Farbtabelle kann man über den Farbton den pH-Wert der untersuchten Lösung sehr genau feststellen. Er ist ein Maß für den sauren bzw. basischen (seifigen) Charakter einer Substanz bzw. eines in Wasser gelösten Stoffes.

Ein geübter Experimentator kann allein durch die Wahl eines geeigneten Indikators wichtige Erkenntnisse erhalten und so in einfachen Fällen sehr schnell einen unbekannten Stoff bestimmen.

Mit Indikatoren lassen sich saure, neutrale und alkalische Lösungen unterscheiden. Der pH-Wert gibt an, wie stark sauer oder seifig eine Lösung ist.

Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Der pH-Wert 7 kennzeichnet neutrale Lösungen.

pH-Wert	Lösung	Farbe	Beispiel
2	sehr sauer	intensiv rot	Zitronensaft
3	sauer	rot	Speiseessig
4	schwach sauer	lila	Apfelsaft
7	neutral	blau	Wasser
8	schwach alkalisch	türkis	Natron
10	alkalisch	grün	Soda
12	sehr alkalisch	gelb	Natronlauge

Tabelle: Farbumschlag mit Rotkohlsaft bei unterschiedlichen pH-Werten

Der Blick über den Tellerrand – Hinweise für Querbezüge

Bodenkunde

Findige Landwirte erfahren anhand von Farbveränderungen einiger Pflanzen etwas über die Beschaffenheit des Bodens. So genannte Anzeigerpflanzen haben generell eine geringe Toleranz gegenüber Veränderungen und können zum Beispiel die Übersäuerung des Bodens erkennen lassen.

Küche

Wächst Rotkohl auf übersäuertem Boden, sind Kohl und Saft beim Kochen nicht blau, sondern violett. Der Koch, der sich mit Chemie auskennt, weiß nun, wenn er Blaukraut servieren soll, kann er den violetten Kohl mit Natron (statt mit Kochsalz) salzen. Weil Natron leicht basisch ist, verschiebt sich die Farbe in Richtung Neutralität, also Blau, denn das schwach basische Natron neutralisiert den schwach sauren Charakter des Kohls.

Ernährung

Vor etwa 80 Jahren entdeckten Biochemiker, dass Pflanzen ein besonderes Gas herstellen, das insbesondere bei der Fruchtreifung eine große Rolle spielt. Man kann damit den Reifeprozess gezielt beeinflussen. Das Gas wirkt universell. Legt man überreife Bananen zusammen mit unreifen Tomaten in eine Schüssel, reifen die Tomaten schneller, weil die Bananen das Reifegas Ethylen abgeben. Damit ist es möglich Früchte in ihrem weit entfernten Herkunftsland unreif zu ernten und erst kurz vor dem Verkauf durch die Begasung mit Ethylen reifen zu lassen. Ein Beitrag der Chemie zur Versorgung mit Nahrungsmitteln.

Botanik

Eine bekannte heimische Pflanze mit blauer Blütenfarbe ist die Kornblume. Der Name „Kornblume“ ist seit dem 15. Jahrhundert nachgewiesen und geht einher mit dem fortschreitendem Anbau von Getreide (= Korn) auf den Feldern.



Ackerunkräuter, zu denen zum Beispiel auch Ackermohn, Hirtentäschelkraut oder Kamille gehören, verbreiteten sich durch verunreinigtes Saatgut vom Mittelmeerraum oder Vorderasien aus in ganz Europa und gediehen schon auf den Getreidefeldern der vor- und frühgeschichtlichen Ackerbauern. Hin und wieder wurden dabei die Vorzüge von einigen dieser Unkräuter entdeckt. Der Senf zum Beispiel entwickelte sich aus einem Ackerunkraut!

Geschichte

Natron und Soda sind schon seit dem frühen Altertum bekannt. Das Wort *Natron* stammt in dieser Form aus dem Griechischen, hat aber seinen Ursprung im Ägyptischen.

Die bekanntesten Natron- und Sodaseen findet man vor allem in Ostafrika. Das im *Wadi Natrun* (aus dem Arabischen übersetzt bedeutet dies: *Natrontal*) in acht verschiedenen Seen natürlich vorkommende Gemisch aus Natron, Soda und Salz verwendeten die alten Ägypter zur rituellen Reinigung und zur Präparation ihrer Mumien.

Wegen des großen Bedarfs werden Natron und Soda nicht mehr ausschließlich aus natürlichen Quellen, sondern durch großchemische Verfahren gewonnen.

Arbeitsblatt

Kurs 1: Bunte Küchenchemie

Pflanzenfarbstoffe als Indikatoren

A) Wie können saure und seifige Lösungen, ohne zu schmecken oder zu riechen, unterschieden werden?

B) Weißt du noch, welche Farben wir beim Rotkohlsaft bei Zugabe von Zitronensäure, Backpulver, Natron und Waschmittel (Soda) beobachten konnten?

C) Kannst du dich noch erinnern, welches Gas beim Zusammenmischen der Lösungen von Zitronensäure und Natron entstanden ist? Was hat das mit Brausepulver zu tun?

Lösungszettel für das Arbeitsblatt zum Experimentierkurs

Kurs 1: Bunte Küchenchemie

Pflanzenfarbstoffe als Indikatoren

A) Wie können saure und seifige Lösungen, ohne zu schmecken oder zu riechen, unterschieden werden?

Indem wir nicht selbst kosten, sondern ein geeignetes Nachweismittel benutzen (z.B. Rotkohlsaft). Indikatoren (lateinisch *indicare* = anzeigen) sind allgemein Hilfsmittel, die gewisse Informationen anzeigen sollen. Sie gestatten die Verfolgung von Abläufen, indem sie das Erreichen oder Verlassen bestimmter Zustände anzeigen.

In der Chemie versteht man unter einem Indikator einen Stoff oder auch ein Gerät, das zur Überwachung einer chemischen Reaktion beziehungsweise eines Zustandes dient. Häufig wird die Änderung durch eine Farbveränderung angezeigt.

Teetrinker kennen auch Tee als Indikator: Wird dem Schwarztee Zitronensaft zugegeben, dann wechselt die Farbe von dunkelbraun auf hell rötlichbraun. Auch dieser Farbumschlag ist auf Farbstoffe im Tee zurückzuführen, die als Indikator wirken.

Der im Rotkohlsaft enthaltene Anthocyan-Farbstoff kann dabei Farben von Rot (= sauer), über Blau (= neutral) bis Grün oder sogar Gelb (= alkalisch, basisch, seifig) anzeigen. Die stärker alkalischen Lösungen färben sich mit der Zeit über Grün bis tief Gelb. Gelb ist übrigens eine Farbe, die die unumkehrbare Zerstörung des Farbstoffs anzeigt. Bei Zugabe von Säure wird er dann nicht wieder rot.

B) Weißt du noch, welche Farben wir beim Rotkohlsaft bei Zugabe von Zitronensäure, Backpulver, Natron und Waschmittel (Soda) beobachten konnten?

Die blaue Farbe des Rotkohlsaftes schlägt bei Säuren nach Rot um. Die Zitronensäure ist sehr sauer, weswegen ein intensives Rot entsteht. Das Backpulver ist schwach sauer, weswegen ein schwacher Übergang ins Rote erkennbar ist: Violett. Seifige (alkalische, basische) Lösungen färben den blauen Saft grün. Das Natron ist nur schwach seifig, was zu einer schwachen Grünfärbung führt: türkis. Soda ist seifiger: grün. Lässt man die grüne Seifenlauge länger stehen, dann wird sie nach und nach sogar gelb.

C) Kannst du dich noch erinnern, welches Gas beim Zusammenmischen der Lösungen von Zitronensäure und Natron entstanden ist? Was hat das mit Brausepulver zu tun?

In Wasser gelöstes Zitronensäurepulver mit Natriumhydrogencarbonat (Natron) lässt Kohlenstoffdioxid (CO_2) entstehen.

Zucker, Zitronensäurepulver und Natron sind die Hauptbestandteile von Brausepulver. Hinzu kämen eigentlich nur noch Geschmacks- und Farbstoffe. Bei Zugabe von Wasser löst die Zitronensäure das CO_2 aus dem Natron und es fängt an zu sprudeln.

Das Brausen wird durch das Gas Kohlenstoffdioxid (CO_2) hervorgerufen, welches sich beim Ansäuern aus dem Hydrogencarbonat (NaCO_3) herauslöst. *Carbon* bedeutet auf Englisch *Kohle*. Carbonate bilden zudem eine wichtige Mineralklasse, zu der unter anderem auch die Calcite oder Kalkspate zählen. Viele historisch bedeutsame Skulpturen und Bauwerke aus Kalkstein lösen sich daher bei „saurem Regen“ (Ja, den gibt es noch!) langsam auf. Zum Beispiel leiden die vielen Figuren des Kölner Doms darunter, langsam ihre Konturen zu verlieren, weswegen – weil man die Figuren nämlich erhalten möchte – der Kölner Dom eine ewige Baustelle ist. Woher stammt der saure Regen? – Verbrennt man fossile Brennstoffe (Kohle, Erdgas, Erdöl), gelangen CO_2 und Schwefelanteile in die höheren Luftschichten, wo sie mit dem Wasser in den Wolken Kohlensäure und schweflige Säure erzeugen. Zwar stark verdünnt, dafür kontinuierlich regnet dieses leicht saure Wasser ab und schädigt alles, was sich dem Regen nicht entziehen kann (Bäume, Sandsteinskulpturen etc.).