**Lehrerblatt**

Beim Zusammengeben einer Brausetablette mit Wasser kommt es zu einer Gasentwicklung, weil die in der Brausetablette enthaltenen Stoffe – Natrium­hydrogencarbonat (oder andere Carbonate) und Zitronensäure – mit Wasser Kohlenstoffdioxid bilden.



Das bei der Reaktion entstehende gasförmige Kohlenstoffdioxid löst sich sehr gut in Wasser: In 1 l Wasser können sich bei Raumtemperatur 880 ml Kohlen­stoffdioxid lösen.

**Materialien, die evtl. Vorlauf für das Anschaffen benötigen:**

* In den Versuchen werden Wasserwannen benötigt. Dafür kann man transparente Kunst­stoff­boxen im Möbel-, Bau- oder Supermarkt (Höhe ca. 12 cm oder mehr, Grundfläche ca. A4) anschaffen.
* Um das Kohlenstoffdioxid aufzufangen dienen entweder 1 l-Flaschen mit großer Öffnung (Milch- oder Saftflaschen aus dem Supermarkt) oder Sie verwenden 1 l – Standmesszylinder mit einer ebenen und daher vollständig abdeckbaren Oberkante. Letztere sind bei Händlern für Chemieausstattung an Schulen erhältlich. Für Mkid empfiehlt sich die Kunststoffausführung.

**Materialliste je Schülergruppe:**

* Kunststoffbox (siehe oben)
* 1 l-Flasche mit großer Öffnung und Deckel oder   
  1 l-Standmesszylinder mit Brettchen o.Ä. zum Abdecken der Öffnung (siehe oben)
* Bei Verwendung einer Flasche: Messbecher zum späteren Abmessen der Gasvolumina
* Bei Verwendung einer Flasche: Tesastreifen und nicht wasserlösliche Folienstifte zum Markieren der Gasvolumina (Erst einen langen Tesastreifen auf die Flasche kleben und nur auf diesem die Wasserstände nach dem Auflösen der einzelnen Tabletten markieren. So bleibt die Flasche selbst unbeschriftet und kann widerverwendet werden.)
* Brausetabletten in Tablettenröhrchen, z.B. Multivitamintabletten
* Becherglas oder Trinkglas
* Teelicht
* Streichhölzer
* Holzstab, z.B. langer Schaschlikstab
* evtl. Trinkglas, Trinkwasser, Zucker oder Salz, Teelöffel (Löslichkeit von Zucker oder Salz)
* Küchenpapier o.Ä. zum Aufwischen bei verschüttetem Wasser

**SV 1: Auflösen einer Brausetablette**Beobachtungen:

* Starke Gasentwicklung
* Brausetablette wird kleiner und verschwindet schließlich

**SV 2: Messen der Gasmengen**

Messzylinder

Wasserwanne

Brausetablette

Durchführung:

* Damit man das jeweils gebildete Gasvolumen messen kann, fängt man das Gas in einem großen, umgedrehten und mit Wasser gefüllten Messzylinder auf, dessen Öffnung in die Wasser­­wanne getaucht ist. An dem Messzylinder werden die Gasvolumina nach einer, zwei, … Tabletten direkt abgelesen.
* Die je Tablette neu hinzugekommene Gasmenge erhält man durch Differenzbildung.
* Alternativ kann statt des Messzylinders eine Flasche mit großer Öffnung verwendet werden. Dann markiert man die gebildeten Gasvolumina nach einer, zwei, drei, … Tabletten auf der Flasche. Nach der eigentlichen Messung wird die Flasche bis zu den jeweiligen Markierungen mit Wasser gefüllt, wonach jeweils das Wasservolumen (und somit auch das Gasvolumen) durch Umschütten in einen Messbecher bestimmt wird.

Beobachtungen:

* Bei der ersten Tablette werden trotz der starken Gasentwicklung nur 15 ml Gas aufgefangen. Nach dem Auflösen der zweiten und dritten Tablette stellt man einen verblüffenden Anstieg bei der hinzugekommenen Gasmenge fest. Später kommt je Tablette eine konstante Gasmenge hinzu.
* Ergebnisse einer Beispielmessung:

erste Tablette: 15 ml

zweite Tablette: 50 ml

dritte Tablette: 170 ml

vierte Tablette: 310 ml

fünfte Tablette: 310 ml

Es stellt sich die Frage: „Warum nimmt das zusätzliche Gasvolumen jeweils zu?

* Das entstehende Gas löst sich sehr gut in Wasser (880 ml pro Liter Wasser, s.o.)
* Bei der ersten Tablette steigt nur die Gasmenge nach oben, die sich nicht so schnell in Wasser lösen kann: im Beispiel ca. 15 ml. Der Rest (310 ml – 15 ml = 295 ml) wurde im Wasser gelöst.
* Bei der zweiten Tablette steigt schon ein bisschen mehr Gas auf (hier 50 ml), weil ja schon Kohlenstoffdioxid im Wasser gelöst ist. (Im Wasser zusätzlich gelöst: 260 ml = 310 ml – 50 ml)
* Bei der dritten Tablette kann noch weniger in Wasser gelöst werden, weil schon ca. 555 ml Kohlenstoffdioxid gelöst sind. Deshalb unterscheidet sich die nun messbare Gasmenge deutlich von den ersten beiden Durchgängen.
* Bei der vierten und fünften Tablette ist die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in der jetzt noch vorliegenden Wasserportion schließlich erschöpft.

Anmerkung:

Dass der Wert von 880 ml gelöstem Gas nicht erreicht wird, lässt sich dadurch erklären, dass die Wassermenge im Messzylinder von Tablette zu Tablette kleiner wird, weil jedes Mal Wasser aus dem Messzylinder entweicht, wenn weiteres Gas aufgefangen wird.

**Mögliche Ergänzung (Demo-Versuch): Lösen von Zucker / Salz in Wasser**

Zur Demonstration des Lösens eines Stoffes in Wasser kann während der Erklärung zu SV2 auf das Lösen von Zucker oder Salz in Wasser zurückgegriffen werden. Dazu löst man Zucker oder Salz in einem Glas Trinkwasser.

Hinweise:

* Wenn die Geschmacksprobe (durch eine Schülerin / einen Schüler) vorgenommen werden soll, unbedingt auf Lebensmittelhygiene achten und z.B. nur mit sauberen Küchen-Löffeln umrühren.
* Hier ist auch eine experimentelle Hausaufgabe möglich: Wie viel Zucker kann man in 200 ml Wasser bei Raumtemperatur auflösen? Dabei kann auch jeder selbst die Geschmacksprobe machen.

**V 3: Welches Gas hat eine so hohe Löslichkeit in Wasser?**

Sicherheitshinweise:



Dieser Versuch kann je nach Zeit als Demonstrationsversuch oder als Schülerversuch durchgeführt werden. Falls Sie den Schülerversuch wählen, weisen Sie bitte die Schülerinnen und Schüler auf den sorgfältigen Umgang mit Streichhölzern und ggf. Kerzen hin: Keine glimmenden Streichhölzer in den Müll werfen, sondern die Streichhölzer vor dem Wegwerfen kurz unter Wasser halten. Kerzenwachs nicht verschütten. Haare nicht in die Kerzenflamme kommen lassen.

Durchführung:

* Die Flasche / der Messzylinder werden unter Wasser mit einem Deckel verschließen, langsam aus dem Wasser nehmen und aufrichten. Da die Dichte von Kohlenstoffdioxid größer als die von Luft ist, bleibt das Kohlenstoffdioxid in der Flasche / im Messzylinder, wenn nun der Deckel wieder entfernt wird.
* Nun wird ein glimmender Holzspan in das Gas gehalten.
* Das entstandene Gas löscht einen brennenden Holzspan, deshalb kommen Gase in Frage, die eine Flamme ersticken, z.B. Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid. Mit einer Kalkwasserprobe (Kohlenstoffdioxid trübt Kalkwasser milchig) könnte man das Gas eindeutig identifizieren. Da es sich hierbei aber um eine alkalische Lösung handelt und die Schüler das Gas Stickstoff noch nicht kennen, wird auf diesen Versuch verzichtet und das Erlöschen des brennenden Spans als Nachweis für Kohlenstoffdioxid genommen.

Effektreiche Ergänzung:

* Ein brennendes Teelicht wird in ein Becherglas gestellt. Gießt man nun vorsichtig das Kohlenstoffdioxid aus der Flasche in das Becherglas, erlischt das Teelicht.   
  Achtung: Es muss genügend Kohlenstoffdioxid vorhanden sein, um das Becherglas deutlich über das Teelicht hinaus mit Kohlenstoffdioxid zu füllen.
* Diese Ergänzung kann ggf. auch als „Zaubertrick vorgeführt werden.   
  (Falls die Schülerinnen und Schüler das zuhause vorführen wollen, verlangen Sie aus Sicherheitsgründen – genauer aus Gründen der Haftung – unbedingt die Anwesenheit der Eltern beim Experimentieren mit Kerzen.)

**V 3a: (Demo-Versuch) Im Wasser gelöstes Kohlenstoffdioxid demonstrieren [je nach Zeit/ Wahl]**

* Wenn man nachweisen möchte, dass sich Kohlenstoffdioxid tatsächlich in der Wasserportion gelöst hat, muss man dieses Gases wieder aus der Lösung freisetzen. Dies kann man durch Erwärmen der Lösung erreichen, Kohlenstoffdioxid wird freigesetzt (wie z.B. beim Sprudel, der in der Sonne steht…). Zum Nachweis füllt man einen Teil der entstandenen Lösung in ein Reagenzglas (ca. 1/3 voll) und hält das Reagenzglas über ein brennendes Teelicht. Dadurch wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt, sammelt sich über der Lösung an und kann hier durch Erlöschen eines brennenden Spans nachgewiesen werden.
* Steht genügend Zeit zur Verfügung (z.B. wenn das Thema auf 2 x 60 min aufgeteilt wird), kann dieser Versuch auch als Schülerversuch durchgeführt werden. In diesem Fall auch hier die Sicherheitshinweise aus Versuch V3 geben und deren Einhaltung überprüfen.

**Bemerkung zu den Versuchen V 3a, SV 4 und SV 5:**

Diese Versuche ergänzen die ersten Versuche und können je nach Zeit entfallen oder zusammen mit Versuch V 3 in der folgenden Mkid-Stunde behandelt werden.  
Versuch V 3a ist etwas anspruchsvoller als die anderen Versuche in dieser Mkid-Einheit.

**SV 4: Wie schützt man Brausetabletten im Tablettenröhrchen vor Feuchtigkeit? [je nach Zeit]**Kommen Brausetabletten ungewollt mit Wasser in Berührung kommen, entstehen große Gasmengen, was zur vorzeitigen Reaktion der Brausetabletten und zum Aufspringen der Tablettenröhrchen führt.

Der Deckel des Brausetablettenröhrchens ist deshalb speziell aufgebaut:

* Eine Kunststoffspirale fixiert in der vollen Packung die Tabletten und verhindert, dass die Tabletten zerbrechen.
* Im Innern des Deckels befindet sich Silikagel, auch Kieselgel genannt, das stark hygroskopisch ist und verhindert, dass Wasser, z.B. aus der Luftfeuchtigkeit an die Tabletten gelangt. Schüttelt man den Deckel, kann man das Silikagel, das z.B. auch in kleinen Beutelchen in körniger Form bei neuen Lederwaren verwendet wird, bzw. die körnige Struktur hören.
* Tropft man mit einer Pipette Wasser auf das Silikagel kann man beobachten, dass das Wasser unter Erwärmen sehr schnell „aufgesaugt“ wird. Dadurch wird verhindert, dass Feuchtigkeit an die Brausetabletten gelangt und Kohlenstoffdioxid gebildet wird.

**SV 5: Brausetablettenraketen-Wettbewerb [je nach Zeit]**

* Die bei der Reaktion von Natriumhydrogencarbonat- (oder Carbonat-) und Zitronensäure-Lösung entstehende große Kohlenstoffdioxidmenge wird in einem Brausetablettenröhrchen dazu genutzt, den Deckel des Röhrchens weit weg zu schießen. Dazu füllen die Schüler ca. 25 ml Wasser in das Röhrchen und stellen sich nebeneinander auf. Zeitgleich werfen Sie eine Brausetablette ins Röhrchen und verschließen es sofort mit dem Deckel. Ohne zu Schütteln dauert es nun ca. 25 s, bis der Druck im Innern so groß ist, dass der Deckel ca. 5 m weit fliegt.
* Bei wem fliegt der Deckel am weitesten?