

### Infoblatt

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 Gruppe:

- 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: Ein Streifen Tesafilm und nicht wasserlösliche Folienstifte zum Markieren der Gasvolumina (Erst einen langen Streifen Tesafilm 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 wiederverwendet werden.)
- Brausetabletten in Tablettenröhrchen, z.B. Multivitamin-tabletten
- 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

### Versuch 1: Auflösen einer Brausetablette (vgl. Arbeitsblatt)

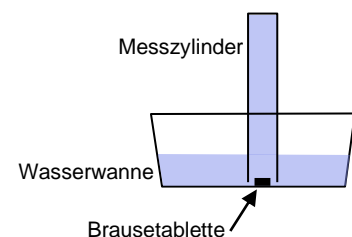
Beobachtungen:

- Starke Gasentwicklung
- Brausetablette wird kleiner und verschwindet schließlich

### Versuch 2: Messen der Gasmengen (vgl. Arbeitsblatt)

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 ( $310 \text{ ml} - 15 \text{ ml} = 295 \text{ ml}$ ) 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:  $260 \text{ ml} = 310 \text{ ml} - 50 \text{ ml}$ )
- 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 oder Salz in Wasser**

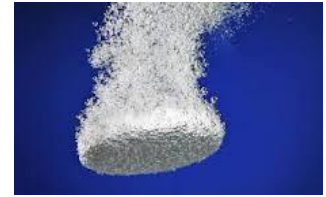
Zur Demonstration des Lösens eines Stoffes in Wasser kann während der Erklärung zum Versuch 2 auf das Lösen von Zucker oder Salz in Wasser zurückgegriffen werden. Dazu löst man Zucker oder Salz in einem Glas Trinkwasser.

**Hinweise:**

- Wenn die Geschmacksprobe (durch eine Schülerin bzw. 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 jede bzw. jeder selbst die Geschmacksprobe machen.

**Didaktischer Kommentar**

Mit diesem Experiment sollen die Schülerinnen und Schüler (SuS) an **Experimente** aus dem Bereich der Chemie herangeführt werden. Ausgangspunkt ist mit einer Brausetablette ein bekanntes Alltagsprodukt, bei dem sich ein verblüffendes Phänomen beobachten lässt: Löst man nacheinander ein, zwei, drei, ... Brausetabletten in Wasser und fängt dabei das entstehende Gas auf, ist die Gasmenge – anders als man vielleicht erwarten würde – nicht proportional zur Anzahl der Tabletten.

**Wichtige Aspekte in diesem Modul:**

- Genaues Beobachten bei Experimenten
- Präzises und geschicktes Vorgehen beim Experimentieren einüben
- Hypothesengeleitetes Vorgehen beim Experimentieren: Vor dem Experiment sollen die SuS ihre Vermutungen festhalten
- Ergebnisse und Hypothesen vergleichen und Abweichungen beschreiben
- An einem Beispiel sehen, dass nicht alle Zusammenhänge proportionale Zusammenhänge sind.
- Löslichkeit von Gasen in Wasser kennen lernen

**Unerwartete Beobachtungen**

Das besondere „etwas“ in dieser Stunde sind die unerwarteten Gasmenngen beim Auflösen mehrerer Brausetabletten hintereinander in der gleichen Flüssigkeit. Durch diesen kognitiven Konflikt wird das Interesse am Phänomen und einer möglichen Erklärung gesteigert.

**Hinweise zur Planung der Durchführung von Versuch 2**

Das eigenständige Planen von Versuchen ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die über viele Schuljahre hinweg entwickelt werden muss. Daher würden die SuS hier vermutlich einige Aspekte übersehen oder sie würden in der Stunde schwer umsetzbare Vorschläge machen.

Darüber hinaus können die SuS ohne vorherige Kenntnis des Tricks zum Auffangen und Messen des Gases (siehe unten) nicht selbstständig auf die hier eingesetzte Methode kommen.

Daher wird die Planung des Experiments im Wesentlichen von der Lehrkraft beigesteuert werden. Im Unterrichtsgespräch dazu können die SuS aber bei einigen Aspekten eingebunden werden:

„Was sollte bei Hinzugeben der Braustablette besser nicht passieren?“

„Wie könnt ihr, nachdem ihr die Gasmenngen mit Strichen auf der Flasche markiert habt, herausbekommen wie viel ml Gas das sind?“ usw.

**Bestimmen der Gasmenngen bei den einzelnen Brausetabletten**

Wie kann man die unterschiedlichen Gasvolumina nach ein, zwei, drei, ... Brausetabletten bestimmen? Damit das entstehende Gas aufgefangen und anschließend gemessen werden kann, benutzt man einen umgedrehten und mit Wasser gefüllten Messzylinder (bzw. eine Flasche), in dem (bzw. der) das Gas unter Verdrängung von Wasser aufgefangen wird – vgl. die Hinweise zum Versuch 2 auf dem Infoblatt.

Den SuS ist in der Regel nicht bekannt, dass eine umgedrehte wassergefüllte Flasche, die mit der Öffnung in ein Wasserbecken eingetaucht wird, nicht ausläuft. Daher empfiehlt es sich, dies vor der Planung des Experiments zu demonstrieren und diesen erstaunlichen Effekt ein wenig zu zelebrieren. Die Ursache ist der Luftdruck auf die Wasseroberfläche des Wassers im Becken.

Da wir in der Stunde jedoch mit diesem Trick das entstandene Gas auffangen, muss diese Methode von der Lehrkraft vor Beginn der Versuchsplanung vorgestellt werden.

Sowohl die Durchführung als auch die Auswertung verlangen bei diesem Versuch konzentriertes und geschicktes Arbeiten. Daher sollte auch das Handling zum Lösen einer Tablette und Auffangen des Gases sowie das anschließende Ablesen der Gasmenge (oder bei der Flasche: Markieren der Gasmenge) im Laufe der Versuchsplanung von der Lehrkraft vorgeführt werden.

Zum Bestimmen der hinzugekommenen Gasmengen ist die folgende Tabelle hilfreich:

Brausetablette Nr. ...	1	2	3	4	5
gesamte Gasmenge	15 ml	65 ml	...		
neu hinzugekommene Gasmenge	15 ml	50 ml	...		

### Hinweise zur Erklärung der Beobachtungen beim Versuch 2

Die SuS werden ohne Vorkenntnisse aus der Chemie in dieser Stunde in der Regel selbst keine Erklärung finden können. Diese wird daher in weiten Teilen von der Lehrkraft werden. Die SuS sollten aber die Erklärung ihrer Nebensitzerin bzw. ihrem Nebensitzer in eigenen Worten wiedergeben und ggf. bei Unklarheiten bei der Lehrkraft nachfragen.

Für die Erklärung ist es sinnvoll, „rückwärts“ vorzugehen – Strategie: *vom Ende her denken*.

Wenn wir annehmen, dass bei jeder Brausetablette die gleiche Gasmenge entsteht, so wie wir es bei den letzten Tabletten sehen konnten, brauchen wir eine Erklärung, wo das fehlende Gas bei den ersten Tabletten „hingegangen“ ist. Da kein (oder nur sehr wenig) Gas in den Versuchen entwichen ist, kann es eigentlich nur noch im Wasser sein. Tatsächlich ist Gas in Wasser löslich.

Je mehr des Gases im Wasser bereits gelöst ist, desto weniger weiteres Gas kann gelöst werden. Ab der vierten (oder fünften) Tablette ist dieser Fall in der Regel erreicht.

Andere Beispiele zur Löslichkeit in Wasser können hier hilfreich sein, z.B. das Lösen von Zucker oder Salz in Wasser. Dass das Wasser nachher süß oder salzig schmeckt „bestätigt“ die Tatsache, dass der Zucker bzw. das Salz sich im Wasser befinden, auch wenn wir das nicht mehr sehen können.

### Versuch 1: Eine Brausetablette in Wasser

Werfe zunächst eine Brausetablette in ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Glas und schau genau hin. Schreibe anschließend deine Beobachtungen auf.



Meine **Beobachtungen**:

---



---

Überlege dir weitere Beispiele, bei denen Gasbläschen in einer Flüssigkeit aufsteigen:

---



---

### Versuch 2: Auffangen des entstehenden Gases

Im nächsten Experiment sollst du untersuchen, wie viel Gas entsteht, wenn man nacheinander eine, zwei, drei, vier, ... Brausetabletten in Wasser auflöst.

#### Materialien:

Wasser, Plastikwanne, Glasflasche mit Deckel oder Messzylinder mit Deckel, Braustablette, Messbecher, Klebeband, wasserunlöslicher Stift.

#### 1. Vermutung notieren

Notiere deine Vermutung, wie viel Gas bei der zweiten, dritten, vierten und fünften Brausetablette dazukommen wird.

Brausetablette Nr. ...	1	2	3	4	5
neu hinzugekommene Gasmenge	Messung aus Versuch 1	Vermutung	Vermutung	Vermutung	Vermutung

Stopp → Beginne mit dem Experimentieren erst nach der gemeinsamen Besprechung zum Vorgehen.

#### 2. Experiment durchführen

Messe nun nach, wie viel Gas bei der ersten, zweiten, dritten, ... Brausetablette entsteht und notiere deine Ergebnisse. Merke dir auch das Vorgehen bei der Durchführung des Versuchs ganz genau.

Brausetablette Nr. ...	1	2	3	4	5
gesamte Gasmenge					
neu hinzugekommene Gasmenge					

#### 3. Protokollieren

a) Fertige, wie eine Forscherin bzw. ein Forscher, ein Protokoll deines Experimentes an:  
Zeichne eine Skizze zum Versuchsaufbau und schreibe genau auf, wie du vorgegangen bist.

Notiere alle deine Beobachtungen und Messwerte.

b) Vergleiche deine Versuchsergebnisse mit deiner Vorhersage und halte deinen Vergleich schriftlich fest.

### Verlaufsplan

SuS ... Schülerinnen und Schüler L ... Lehrerin bzw. Lehrer

EA ... Einzelarbeit PA ... Partnerarbeit GA ... Gruppenarbeit UG ... Unterrichtsgespräch

Die Zeitangaben sind Zirka-Werte.

Phase / Zeit	L / SuS	Medien
<b>1. Einstieg</b> 5 min UG	L hält eine Brausetablette hoch und fragt, was das ist. L kündigt an, dass die SuS heute experimentell genau untersuchen werden, was passiert, wenn Brausetabletten in Wasser gelangen. L stellt die Bedeutung des sehr genauen Beobachtens in den Naturwissenschaften heraus und gibt <b>organisatorische Hinweise</b> zum Versuch 1.	
<b>2. Erarbeitung I</b> 10 min Versuch 1 in GA   kurzes UG	Versuch 1: SuS bearbeiten den Versuch und beantworten die Fragen.  L beobachtet und fragt nach (z.B. zu Details der Beobachtungen). Hinweise: Auf den Unterschied zwischen Erklärung und Beobachtung achten und ggf. die SuS darauf hinweisen.  Die zweite Frage dient vor allem als Zeitpuffer für schnelle Gruppen und muss nicht von allen beantwortet werden. Sammeln und Vergleichen der Beobachtungen	Arbeitsblatt, Material: vgl. Infoblatt
<b>3. Experiment planen</b> 5 min Plenum   5 min EA und Plenum	L stellt vor, dass eine umgedrehte Wasserflasche (bzw. ein gefüllter Messzylinder) nicht ausläuft, wenn die Öffnung in ein Wasserbecken getaucht wird. L zeigt, wie man dieses Phänomen nutzen kann, um das entstehende Gas aufzufangen und zu messen. Gasmenge für die erste Tablette auf dem AB unter 1. notieren SuS notieren Vermutungen für die zweite, dritte, ... Brausetablette; Sammeln der Vermutungen; L gibt <b>weitere Hinweise</b> zur Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung.	Material: vgl. Infoblatt   Arbeitsblatt
<b>4. Erarbeitung II</b> 20 min Versuch 2 in GA	Versuch 2: SuS führen den Versuch durch, bestimmen die entstandenen Gasmengen und notieren diese und die jeweils neu hinzugekommenen Gasmengen in der Tabelle des Arbeitsblattes.  SuS <b>räumen Versuchsmaterialien</b> an Ende <b>weg (!)</b> .	Material: vgl. Infoblatt, Arbeitsblatt
<b>5. Besprechung, Erklärung</b> 15 min UG, Plenum	Beobachtungen sammeln und mit Vermutungen vergleichen  Erklärung der Beobachtungen  Ggf. Demo-Versuch (vgl. Infoblatt): Lösen von Zucker oder Salz in Wasser	
<b>[Protokollieren]</b> [10 min], EA	Das Protokoll (Arbeitsblatt, Versuch 2 – Auftrag 3.) dient bei diesem Einstieg in das Experimentieren als optionale Ergänzung und kann ggf. entfallen.	Arbeitsblatt Heft