**Didaktischer Kommentar**

Mit diesem Experiment sollen die Schüler an **problemorientiertes Experimentieren** herangeführt werden. Ausgangspunkt ist ein Alltagsprodukt SV 1. Dazu dient ein Phänomen, das nicht nur spannend und motivierend ist, sondern die Schüler darüber hinaus verblüfft.



**Problemorientierung:**

Das zentrale Problem wird durch kognitive Dissonanz erzeugt: Warum führen die vier Brausetabletten zu unterschiedlichen Gasvolumina bzw. warum steigt das beobachtbare bzw. messbare Gasvolumen von Brausetablette zu Brausetablette immer stärker an? SV 2

Beispielwerte einer Messung :

* Die erste Braustablette führt zu 15 ml sichtbarem Gas in der Glasflasche.
* Die zweite Brausetablette bildet 50 ml sichtbares Gas in der Glasflasche.
* Die dritte Tablette schließlich führt zu 170 ml Gas in der Glasflasche.
* Die vierte Brausetablette ergibt weitere 310 ml in der Glasflasche.
* Die fünfte Tablette liefert ebenfalls 310 ml.

Die gleiche Menge würde man bei einer sechsten und siebten Tablette erhalten.

**Problemlösungsstrategie: Vom Ende her denken**

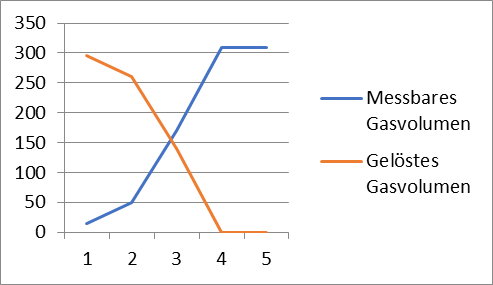
Warum sind bei den ersten vier Brausetabletten unterschiedliche Gasmengen im Zylinder messbar? Hier ist es hilfreich vom Ende her, d.h. vom Versuch mit der vierten bzw. fünften Brausetablette zu denken. Die vierte und fünfte Brausetablette liefern jeweils ca. 300 ml Kohlenstoffdioxid. Die gleiche Menge liefert auch die erste, zweite und dritte. Allerdings wird hier das Gas nicht frei, sondern „verschwindet“. Es erscheint nicht an der Oberfläche, sondern es wird im Wasser „zurückgehalten“. Es bildet sich eine wässrige Lösung. Es gilt nun diesem Phänomen, der enormen und scheinbar unterschiedlichen Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser auf den Grund zu gehen.

**Naturwissenschaftliche Problemlösung durch quantitatives Experimentieren**

Wie kann man die unterschiedlichen Gasvolumina zunächst bestimmen? Damit das entstehende Gas aufgefangen und anschließend gemessen werden kann, benutzt man ein mit Wasser gefülltes Gefäß, in dem das Gas pneumatisch, d.h. unter Verdrängung von Wasser aufgefangen wird. Damit man das jeweils gebildete Volumen messen kann, fängt man es entweder in einem großen, umgedrehten und mit Wasser gefüllten Messzylinder auf, in dem man die Gasvolumina direkt ablesen kann. Alternativ kann man die gebildeten Gasvolumina auf einer Flasche markieren, indem man jeweils die Wasserfrontlinie mit einem wasserunlöslichen Stift nachzeichnet und anschließend durch Auffüllen von Wasser aus einem Messbecher das gebildete Gasvolumen bestimmt. Die zentrale Aufgabe der Schüler ist das genaue Beobachten und das anschließende Protokollieren. Hier gehen sie, wie im Fach NT erlernt vor: Fragestellung, Versuchsaufbau und Durchführung, Beobachtungen und eine Erklärung.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Messbares Gasvolumen |  | Gelöstes Gasvolumen |
| Tablette 1 | 15 ml | 310 ml – 15 ml = | 295 ml |
| Tablette 2 | 50 ml | 310 ml – 50 ml = | 260 ml |
| Tablette 3 | 170 ml | 310 ml – 170 ml = | 140 ml |
| Tablette 4 | 310 ml | 310 ml – 310 ml = | 0 ml |
| Tablette 5 | 310 ml | 310 ml – 310 ml = | 0 ml |
| Summe |  |  | 695 ml |

Ab der vierten Tablette ist die maximale Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser erreicht, d.h. ab diesem Zeitpunkt wird kein Kohlenstoffdioxid mehr in Wasser gelöst und das gesamte gebildete Kohlenstoffdioxid erscheint im darüberliegenden Gasraum. Verdeutlicht bzw. visualisiert kann die gebildete Gasmenge auch durch eine grafische Darstellung:



Anmerkung:

Dass der Idealwert von 880 ml nicht erreicht wird, lässt sich leicht dadurch erklären, dass die Wassermenge im Glaszylinder von Tablette zu Tablette kleiner wird.

Naturwissenschaftlich von Bedeutung ist auch, um welches Gas es sich handelt, deshalb wird das Gas mit einer Nachweisreaktion identifiziert. SV 3

**Anwendung des Phänomens:**

Die Entstehung von großen Mengen Kohlenstoffdioxid bei der Reaktion von Carbonaten und Zitronensäure bei Kontakt mit Wasser kann im Alltag zum Problem werden. Deshalb ist im Deckel ein Trockenmittel, d.h. die noch stärkere Affinität des Silikagels verhindert, dass Wasser und die Brausetablette in Kontakt kommen. Auch diese Hypothese wird untersucht, indem sie experimentell überprüft wird. SV 4

Was würde passieren, wenn eine Brausetablette im Röhrchen in Kontakt mit Wasser kommen würde. Dies wird mithilfe eines Experimentes überprüft. SV 5

Die bei der Reaktion entstehenden 310 ml Gas führen dazu, dass im Röhrchen ein enormer Überdruck entsteht und irgendwann der Deckel weit weg fliegt.

D.h. das erworbene Wissen wird dazu genutzt, ein für die Schüler dieser Altersgruppe motivierendes aber ungefährliches Experiment durchzuführen, das auch leicht zuhause wiederholt werden kann: die Brausetablettenrakete.

Der Motivationsgrad kann dadurch noch erhöht werden, dass das Experiment als Wettbewerb durchgeführt wird.