

# Trockeneis mit und ohne Steigrohrflasche

Ein Trockeneisgerät wird auf eine CO<sub>2</sub>-Steigrohrflasche geschraubt. Das Gerät wird verschlossen und der Haupthahn der Gasflasche aufgedreht. Nach kurzer Zeit sammelt sich im Gerät festes Kohlendioxid (Trockeneis) an. Ein alternativer Weg ohne Steigrohr wird aufgezeigt.

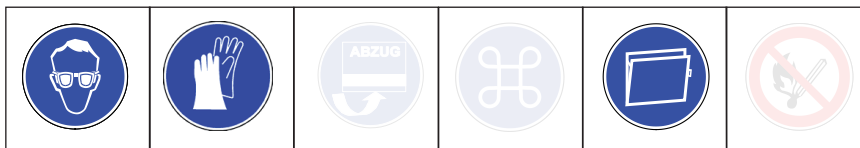
## Hintergrund

Kleine Mengen, wie sie für die Demonstration des Phänomens der Sublimation im Unterricht benötigt werden, können auf diese Art und Weise schnell und unproblematisch vor den Augen der Schüler hergestellt werden. Mit einer Temperatur von - 78 °C wird Trockeneis zum Kühlen verwendet. Da es sublimiert, kann es z.B. als Kühlmittel in Postsendungen von temperaturempfindlichen Materialien verwendet werden.

## Gefahren




Signalwort: Achtung



Handschuhe gegen die Kälte und Schutzbrille tragen. Vorsicht im Umgang mit Druckgasflaschen. Auf sicheren Stand achten. Eine Steigrohrflasche darf nie mit Druckminderer betrieben werden. Schutzbrille tragen. An gut belüfteten Orten arbeiten.

## Chemikalien

■ Kohlendioxid, mit oder ohne Steigrohr H280  P403

## Materialien

■ Trockeneisgerät Snowpack (Bezugsquelle 1)  
 ■ Schutzhandschuhe gegen Kälte  
 ■ Maulschlüssel Größe 30 mm

## Durchführung (mit Steigrohrflasche)

1. Schutzkappe abschrauben und das Trockeneisgerät, das häufig auch als Pralldüse bezeichnet wird, direkt auf das Gewinde der Steigrohrflasche aufschrauben.
2. Je nach Ausführung der Pralldüse wird ein Säckchen oder ein Klettverschluss verwendet, um das entstehende Trockeneis aufzufangen. Daher wird entweder das Säckchen über die Düse gestülpt und zugebunden oder der Klettverschluss verschlossen.
3. Der Haupthahn der Gasflasche wird für etwa 30 Sekunden aufgedreht. Das Trockeneis kann nun entnommen werden.

# Trockeneis mit und ohne Steigrohrflasche

## Beobachtung

Unter Zischen und weißem Nebel füllt sich der Behälter mit Trockeneis. Dies ist sehr spektakulär. Bei Verwendung des Snowpack-Aufsatzes erhält man das Trockeneis in Tablettenform.



Abb. 1. Herstellung von Trockeneis mit dem Snowpack - Aufsatz und einer Steigrohrflasche (Bildquelle: LD-Didactic)

## Erklärung: Was ist eine Steigrohrflasche

In jeder Kohlendioxidflasche liegt neben der flüssigen auch eine gasförmige Phase vor. Öffnet man eine Druckflasche ohne Steigrohr, tritt gasförmiges Kohlendioxid aus. Die Besonderheit der Steigrohrflasche liegt darin, dass durch das Steigrohr flüssiges und nicht gasförmiges Kohlendioxid aus der Flasche austritt. Man kann eine Steigrohrflasche mit einer Spritzflasche vergleichen, bei der, wenn man drückt, Wasser und nicht Luft herauskommt.

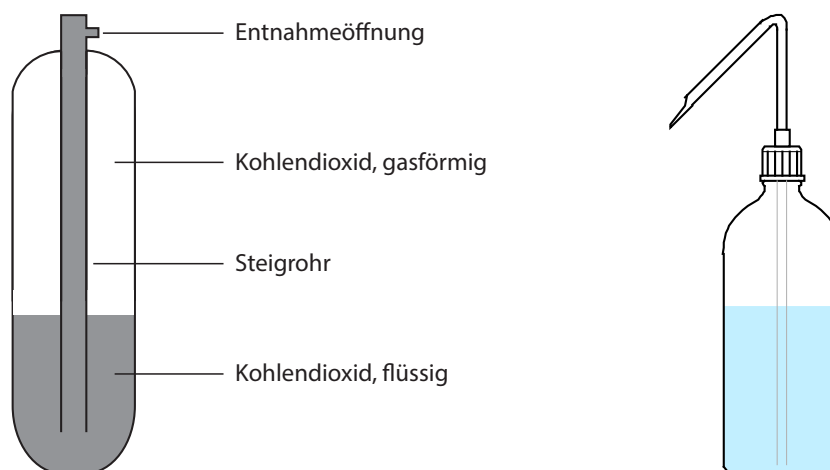


Abb. 2: Vergleich einer Steigrohrflasche mit einer Spritzflasche

Die Gemeinsamkeit ist das Rohr, das bis fast auf den Boden der beiden Flaschen reicht. Die Flaschen unterscheiden sich aber darin, wie es zum Austritt der Flüssigkeit kommt. Bei einer Spritzflasche kommt der Druck von außen auf die nachgebende Flaschenwand, bei der Trockeneisflasche befindet der Druck im inneren der Flasche. Hier befinden sich die flüssige und die gasförmige Phase miteinander im Gleichgewicht bei einem Druck von 57,5 bar (Lit. 1). Öffnet man nun den Haupthahn, tritt flüssiges Kohlendioxid aus.

# Trockeneis mit und ohne Steigrohrflasche

## Erklärung: Warum entsteht festes Kohlendioxid (Trockeneis)?

Durch den plötzlichen Druckverlust dehnt sich das Gas aus, die dazu nötige Energie wird aus der Bewegungsenergie der Kohlendioxidteilchen genommen, dadurch kommt es zur Abkühlung. Diese Abkühlung reicht aus, das Kohlendioxid zu resublimieren, also zu verfestigen.

In einem Experimentierbuch von 1913 (Lit. 2) wird die Herstellung von Trockeneis in Dialogform (ein erfahrener Chemiker erklärt seinem Schüler den Sachverhalt) folgendermaßen erklärt:

W. „Wie sich beim Komprimieren jedes Gas erwärmt, so kühlt es sich beim Entspannen ab. .... Wenn wir immer mehr flüssige Kohlensäure (Anmerkung: gemeint ist Kohlendioxid) länger ausströmen lassen, so wird immer mehr Wärme zu ihrer Vergasung nötig; wo könnte die herkommen?“

F. „Aus der Flasche.“

W. „Die kühlt sich nur im oberen Teil ab, denn das Eisen leitet Wärme nur langsam.“

F. „Aus der umgebenden Luft.“

W. „Ja, aber die Wärmemenge, die ein ganzes Zimmer voll Luft aufnehmen - und abgeben - kann, ist nur sehr gering.“

F. „Ja, dann weiß ich ´s nicht.“

W. „Nun, aus sich selbst. Der innere Teil des austretenden Strahles gibt an die äußeren verdampfenden Schichten Wärme ab und wird dabei schließlich vor lauter Frost fest.“

## Alternative Durchführung (ohne Steigrohrflasche)

Wenn man keine Steigrohrflasche zur Verfügung hat, erreicht man den gleichen Effekt dadurch, die Druckgasflasche auf den Kopf zustellen oder, was von der Handhabung einfacher ist, sie leicht schräg auf den Tisch zu legen. Das leichtere Gas befindet sich wie immer oben, aber am Ventil steht jetzt flüssiges Kohlendioxid an.

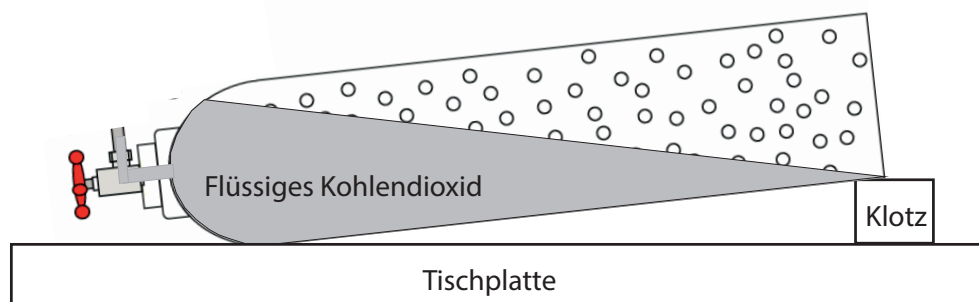


Abb. 3: Herstellung von Trockeneis ohne Steigrohrflasche

Auch hier darf, wie bei der Steigrohrflasche, kein Druckminderer verwendet werden, da durch die Wucht des ausströmenden flüssigen Kohlendioxids die empfindliche Mechanik zerstört wird. Über die Öffnung der Flasche wird z. B. der Ärmel eines Labormantels gezogen und nach 30 cm abgebunden. Darin sammelt sich das Trockeneis an. Eine Pralldüse ist nicht notwendig, kann aber verwendet werden, um z. B. Trockeneis in Tablettenform zu erhalten.

Je mehr sich die Flasche entleert, um so steiler muss man die Flasche aufstellen, die letzte Menge kann man nur nutzen, wenn man die Flasche auf den Kopf stellt.

Mit dieser Methode kann man im Prinzip mit jeder Kohlendioxidflasche Trockeneis gewinnen, auch mit den kleinen Flaschen aus dem Wassersprudler. Allerdings ist dies ökonomisch nicht sinnvoll, da diese Flaschen nur sehr geringe Mengen Trockeneis für einen sehr hohen Preis liefern.

# Trockeneis mit und ohne Steigrohrflasche

---

## Tip

Es ist sinnvoll, in der Chemiesammlung eine Steigrohrflasche und eine normale Kohlendioxidflasche zu besitzen. Die Steigrohrflasche sollte von der Größe 20 kg Kohlendioxid fassen, für die normale Flasche reicht ein Füllvolumen von 5 kg.

Die 5 kg Flasche gibt es in einer Variante, die einen Schutzkragen aus Kunststoff um das Hauptventil der Flasche besitzt, so dass beim Umfallen das Ventil nicht abbrechen kann. Dadurch ist kein Flaschenwagen notwendig.

Alle Druckgasflaschen sollten als sogenannte Mietflaschen genutzt werden (Bezugsquelle 2). Bei diesem System ist die Schule nicht mehr Eigentümer der Flasche, die Schule mietet die Flasche für einen bestimmten Zeitraum (5 oder 10 Jahre). Leere Flaschen werden einfach gegen gefüllte Flaschen getauscht, jede Füllung muss natürlich extra bezahlt werden (näheres über Druckgasflaschen Lit. 3). Der Vorteil liegt darin, dass sich die Schule nicht mehr um den TÜV der Druckgasflaschen kümmern muss und nie mehr lange Wartezeiten entstehen, wenn eine Flasche leer ist.

## Entsorgung

Es fällt kein Abfall an.

## Bezugsquellen

- (1) LD-Didactic, Hürth: Trockeneisgerät Snowpack 661 0122
- (2) Örtlicher Gasversorger, z. B. Schweißerbedarf

## Literatur

- (1) [http://www.kjlnet.de/pdf/Sicherheitshinweis\\_12.pdf](http://www.kjlnet.de/pdf/Sicherheitshinweis_12.pdf)
- (2) Notdurst, D.: Chemisches Experimentierbuch. Praktische Einführung in das Studium der Chemie aufgrund leicht ausführbarer Versuche. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Berlin, Leipzig, 28. Auflage, 1913.
- (3) Schwab, Martin: Keine Angst vor Druckgasflaschen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 27 (2016) 156, S. 30 - 33.