

# Kohlenstoffdioxid und Trockeneis

**Sicherheit** Trockeneis gegen die Haut gedrückt erzeugt Brandblasen. **Schutzbrille tragen.**  
Achtung: Trockeneis nicht in einem geschlossenen Gefäß, erzeugt einen gefährlichen Druck.

## Versuch 1 Kohlenstoffdioxid-Kissenboot

Nimm vorsichtig ein Stück Trockeneis  $\text{CO}_2$  (s) aus dem Dewar-Gefäß.  $\text{CO}_2$  (s) sublimiert bei  $-78^\circ\text{C}$ , die Raumtemperatur ist  $20^\circ\text{C}$ : Wieso verwandelt sich das Trockeneis nicht schlagartig in  $\text{CO}_2$  (g), wieso bleibt das Trockeneis ständig auf  $-78^\circ\text{C}$ ?

- Lege das Trockeneis-Stück auf eine glatte Tischfläche und gib ihm einen Schubs.  
Du beobachtest das Leidenfrostsche Phänomen. J. H. Leidenfrost (1715-1794) beobachtete es ursprünglich bei Wassertropfen auf heißen (Herd-) Platten.  
Wieso gibt das Stück Trockeneis ( $-78^\circ\text{C}$ !) auf der Hand keinen Frostschaden?

## Versuch 2 Trockeneis und Wasser

- Gib ein haselnussgroßes Stück Trockeneis in ein mit Wasser gefülltes 100mL Becherglas.  
Was passiert auf der Oberfläche des Trockeneises?  
Woraus bestehen die weißen Schwaden? Wie entstehen sie?  
Gib später noch etwas Spülmittel dazu.
- Gib etwas Trockeneis in kochendes Wasser. Was macht den Unterschied zum kalten Wasser?
- Fülle ein Reagenzglas etwa 2cm hoch mit Trockeneis und stelle es in ein Becherglas mit Wasser.  
Was ist anders als beim ersten Punkt, wo das Trockeneis direkt ins Wasser kam?

## Versuch 3 Trockeneis im Ballon

- Fülle etwas Trockeneis in einen Ballon, verschliese und tauche ihn in warmes Wasser.  
Beobachte und Interpretiere.

## Versuch 4 Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser

- Nimm mit der Nase einen tüchtigen Atemzug an der Öffnung des Trockeneis-Dewars. Was spürst Du? Was ist passiert? Erinnerst Dich die Empfindung an etwas?

## Versuch 5 Brennt Kohlenstoffdioxid?

- Lege etwas Trockeneis in ein hohes Becherglas. Versuche das Kohlenstoffdioxid mit einer brennenden Kerze auf einem Verbrennungslöffel anzuzünden. Beobachte und Interpretiere.

---

**Trockeneis herstellen und aufbewahren:** Kohlenstoffdioxid  $\text{CO}_2$  existiert bei Normdruck nur als Festkörper oder Gas. Erst bei 55.7bar Druck wird  $\text{CO}_2$  flüssig und kann in Gasflaschen gefüllt werden. Wird das Ventil der aufrecht stehenden Gasflasche geöffnet, entweicht Kohlenstoffdioxidgas. Die Gasflasche kühlt sich ab, wenn das flüssige  $\text{CO}_2$  (l) in der Bombe endotherm verdampft. Wird die Gasflasche nach unten entleert, läuft flüssiges Kohlenstoffdioxid aus. Ein Teil davon verdampft endotherm und braucht Wärme, der andere Teil gibt diese Wärme ab und erstarrt dabei exotherm zu Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  (s). Zusammengepresst entsteht daraus Trockeneis  $\text{CO}_2$  (s). Trockeneis hat ein Molekül-Kristallgitter wie andere feste Molekularstoffe, z. B. Eis  $\text{H}_2\text{O}$  (s). Trockeneis  $\text{CO}_2$  (s) sublimiert unter Normdruck bei  $-78^\circ\text{C}$  direkt zu gasförmigem  $\text{CO}_2$  (g). Das Trockeneis für unsere Versuche wurde von der Firma Carbagaz (Liebefeld) hergestellt und per Express versandt. Trockeneis wird in isolierten Dewar-Gefäßen aufbewahrt. Sir James Dewar (1842-1923), ein Energiesparsamer schottischer Physiker und Chemiker entwickelte sie und verflüssigte darin Fluor bei  $-188^\circ\text{C}$  und Wasserstoff bei  $-253^\circ\text{C}$ . Diese Gefäße isolieren sehr gut, sie verhindern also die Wärmeleitung. Die Thermosflasche ist ein einfaches Dewar-Gefäß.

## Versuch 6 Säure/Base-Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid

- Gib in ein 600 ml Becherglas 300 ml entmineralisiertes Wasser, 5 ml Natronlauge NaOH (aq) und Bromthymolblau-Lösung, bis der Inhalt des Becherglases satt gefärbt erscheint. Gib etwa eine haselnussgrosse Menge Trockeneis dazu und nimm Dir Zeit zum Beobachten.

## Versuch 7 Kohlenstoffdioxid und Calciumhydroxid-Lösung Ca(OH)<sub>2</sub> (aq)

- Fülle ein 250mL-Becherglas mit etwa 200mL Calciumhydroxid-Lösung Ca(OH)<sub>2</sub> (aq). Gib ein haselnussgrosses Stück Trockeneis dazu.

### Beobachtungen und Erklärungen

- Zuerst **trübt** ein fein verteilter Niederschlag (Symbol ↓) von Kalk CaCO<sub>3</sub> (s) die Lösung. Das CO<sub>2</sub> reagiert mit den Hydroxidionen OH<sup>-</sup>, gibt das Carbonat-Anion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, das sich im Kalk mit Ca<sup>2+</sup> verbindet. Reaktionsgleichung: CO<sub>2</sub> (g) + Ca(OH)<sub>2</sub> (aq) → CaCO<sub>3</sub> (s) ↓ + H<sub>2</sub>O
- Später **löst sich die Trübung** wieder. Überschüssiges CO<sub>2</sub> (aq) bildet Kohlensäure H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (aq) nach der Reaktionsgleichung: H<sub>2</sub>O (l) + CO<sub>2</sub> (aq) → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (aq). Kohlensäure löst wie auch andere Säuren den Kalk auf. Reaktionsgleichung: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (aq) + CaCO<sub>3</sub> (s) → Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (aq)

Die beobachtete Trübung von Calciumhydroxid-Lösung dient als Nachweis von CO<sub>2</sub>. Noch schneller trübt sich (die giftige) Bariumhydroxid-Lösung Ba(OH)<sub>2</sub> (aq) und der Bariumcarbonat-Niederschlag BaCO<sub>3</sub> (s) wird von Säuren nicht mehr aufgelöst.

## Versuch 8 Kältebad

- Fülle ein Dewar-Gefäss zur Hälfte mit Ethanol aus der Brennspritflasche. Stelle ein Kältethermometer in den Alkohol. Wirf nun vorsichtig immer wieder kleine Trockeneisstücke in die Flüssigkeit, bis das Gefäss zu drei Vierteln voll ist. Die "Suppe" darf nicht "überkochen". Welches ist die tiefstmögliche Temperatur?

## Versuch 9 Stoffe im Kältebad

- Führe langsam ein Stück alten Gummischlauchs in das Kältebad ein, ohne dass der Inhalt überfließt. Nimm nach etwa 5 min den Gummi aus dem Topf und zerschlage ihn **sofort** in der Kapelle mit dem Hammer auf einem Ziegelstein (**Schutzbrille!**). Mach dasselbe mit Apfelstücken. Räume die Überreste möglichst schnell weg (aufgetaut gibt es eine Sauerei) und gib sie in den Kehrriech.

## Versuch 10 Seifenblase gefrieren und Diffusion durch eine semipermeable Seifenmembran

- Bedecke den Boden eines hohen 2L-Becherglases mit Trockeneis. Bringe an einem Ring haftende Seifenblase in das Becherglas. Wird sie grösser oder kleiner? Erkläre!
- Stelle einen Erlenmeyerkolben, dessen Öffnung mit einer Seifenmembran verschlossen ist, in das Becherglas mit Trockeneis.