

Flüssiger Stickstoff als Demoversuch

Flüssiger Stickstoff ist ein Highlight im Chemieunterricht. Vor allem kann der kognitive Konflikt zwischen Beobachtung und bisheriger Erfahrung genutzt werden, um das Verständnis von naturwissenschaftliche Grundphänomenen zu schärfen.

Hintergrund:

Jeder Chemielehrer sollte seinen Schülern ermöglichen, einmal mit flüssigem Stickstoff zu arbeiten. Dabei sollte der flüssige Stickstoff nicht als Spektakulum kurz vor Ende des Schuljahres vorgestellt werden, sondern im Laufe des Unterrichts, an geeigneten Stellen, z. B. bei der Zusammensetzung der Luft.

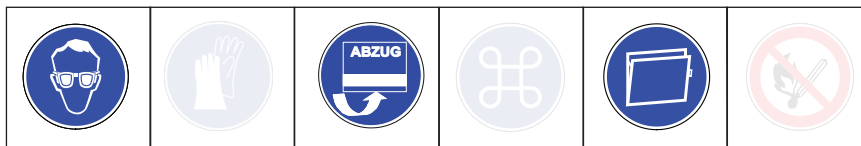
Oft kann man sich von den Lieferanten von technischen Gasen flüssigen Stickstoff ins Haus liefern lassen, eine Isolierkanne kann gegen geringe Gebühr glichen werden.

Als billige Isolierbehälter kann man Styroporverpackungen von Lösemitteln verwenden, für die Demonstration ist aber ein unverspiegelter Dewar aus Glas besonders geeignet. .

Gefahren



Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Gefahr durch extreme Kälte. Kontakt mit flüssigem Stickstoff vermeiden. Beim Umgang mit flüssigem Stickstoff keine Ringe oder Uhren tragen. Auf gute Lüftung achten. Verdampfen größere Mengen, verdrängt das Gas in geschlossenen Räumen die Luft. Erstickungsgefahr.

Chemikalien

■ Stickstoff, flüssig H 280, H281  P403

Materialien

■ Dewar aus Glas, unverspiegelt, 250 ml (Bezugsquelle: <https://www.vsn-shop.ch/produkte/dewar/>)
 Dewar, 1 - 2 l, z. B. auch Styroporumverpackung von Lösungsmittelflaschen
 Temperaturmessgerät mit NiCr-Ni-Messfühler (z. B. Messwerterfassungssystem z. B. CASSY)
 Holzspan
 Modellierballons
 Luftpumpe zum Aufblasen

Flüssiger Stickstoff als Demoversuch

Versuch 1: Umschütten von flüssigem Stickstoff

Flüssiger Stickstoff wird aus dem Vorratsdewar oder einem kleineren Vorratsgefäß in ein 250 ml Becherglas und in einen Glasdewar, 250 ml (beide sollen Raumtemperatur besitzen) gefüllt.

- **Beobachtung:**
Ein wasserklarer Flüssigkeitsstrahl ergießt sich in das Becherglas bzw. das Dewargefäß, die Flüssigkeit siedet heftig. Es muss mehrmals nachgeschüttet werden, um das Glas vorübergehend zu füllen. Über beiden Gefäßen liegt eine Schicht Nebel, Reif bildet sich mit der Zeit an der Außenwand des Becherglases. Nach kurzer Zeit ist die Flüssigkeit verschwunden.

Die Flüssigkeit im durchsichtigen Dewar „köchelt“ nach einiger Zeit nur noch, sie hält sich viel länger als im Becherglas.
- **Konflikt:**
Schüler assoziieren mit der Flüssigkeit Wasser, aber Wasser siedet nicht bei Raumtemperatur. Außer dem muss die Flüssigkeit sehr kalt sein, da sich Reif an der Außenseite des Becherglases bildet.
- **Erklärung:**
Die Flüssigkeit kann kein Wasser sein, da sie bei niedrigen Temperaturen (Reifbildung an der Außenwand des Reagenzglases!) siedet.

Versuch 2: Temperaturmessung

Mit einem NiCr-Ni-Temperaturfühler (Messbereich - 200 ... 1200 °C) wird die Temperatur des flüssigen Stickstoffs gemessen.

- **Beobachtung:**
Die Temperatur fällt von Raumtemperatur rapide auf Werte um die - 200 °C.
- **Konflikt:**
Die Temperatur von flüssigem Stickstoff liegt außerhalb des Erfahrungsbereichs von Schülern/innen. Sieden wird aus der Erfahrung mit Wasser heraus mit Hitze assoziiert.
- **Erklärung:**
Die Temperaturmessung, eine der Grundtechniken der Naturwissenschaften, bestätigt die Vermutung, dass es sich um eine sehr kalte Flüssigkeit und daher nicht um Wasser handeln kann. Sieden ist der Vorgang, bei dem alle Teilchen so schnell sind, dass sie vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übertreten können. Die Siedetemperatur ist ein charakteristischer Wert für Stoffe, bei diesem Stoff liegt sie bei etwa - 196 °C.

Versuch 3

An dieser Stelle liegt bereits oft die Vermutung (Hypothese) in der Luft, dass es sich um flüssigen Stickstoff handelt. Dies wird überprüft, indem ein brennender Holzspan in die Gasatmosphäre über den flüssigen Stickstoff hineingehalten wird

- **Beobachtung:**
Die Flamme geht sofort aus.
- **Erklärung**
In einer Atmosphäre ohne Sauerstoff erstickt die Flamme. An dieser Stelle kann der Lehrer nur bestätigen, dass es sich um flüssigen Stickstoff handelt (auch andere Gase, wie z. B. Argon, würden die Flamme löschen).

Flüssiger Stickstoff als Demoversuch

Versuch 4: Der schwebende Tropfen (Leidenfrostsches Phänomen)

Oft wird flüssiger Stickstoff beim Umfüllen verschüttet. Damit alles das Phänomen besser beobachtet werden kann, wird extra etwas flüssiger Stickstoff auf den Labortisch geschüttet.

- **Beobachtung:**
Tropfen wabern scheinbar ohne Widerstand über den Boden oder Tisch, bis sie verdampft sind oder vom Tisch gefallen sind.
- **Erklärung:**
Vergleich mit heißer Herdplatte und Wassertropfen, wegen Temperaturunterschied bildet sich sofort eine Gasschicht unter der Flüssigkeit. Wenn sie in Bewegung sind, werden sie durch Reibung so gut wie nicht aufgehalten.
- **Anwendung:**
Luftkissenfahrzeuge, z.B. Hover Crafts, können über jeden beliebigen Untergrund fahren.

Aufgrund dieses Phänomens kann man auch flüssigen Stickstoff über die gespreizte Hand schütten (Lehrerversuch!). Dabei muß gewährleistet sein, dass der Stickstoff abfließen kann und nicht auf einer Stelle die Haut heruntergefriert. Deshalb vor dem Versuch alle Ringe oder die Uhr entfernen. Hand nach unten halten.

Versuch 5: Schrumpfen von mit Luft gefüllten Luftballons

Ein Modellierballon mit einer Luftballonpumpe aufgeblasen, zugeknotet und an eine Schnur gebunden. Der Luftballon wird nun in den Behälter mit flüssigen Stickstoff getaucht.

- **Beobachtung:**
Der Luftballon schrumpft zusammen.
- **Erklärung:**
Die Luft im Ballon verflüssigt sich durch den flüssigen Stickstoff. Dabei nimmt das Volumen stark ab.
- **Bedeutung:**
Verflüssigte Gase nehmen weniger Volumen ein und können so auf wenig Raum aufbewahrt werden.

Der Luftballon wird aus dem flüssigen Stickstoff genommen und darf auftauen. Mit der Hand kann nachgeholfen werden.

- **Beobachtung:**
Der Luftballon nimmt wieder seine alte Form und Größe an.
- **Erklärung:**
Der Gummi des Luftballon wird wieder elastisch, Sauerstoff (bzw. Stickstoff) wieder gasförmig.

Entsorgung

Es fällt kein Abfall an, der flüssige Stickstoff kann für weitere Versuche verwendet werden oder wird durch Ausschütten entsorgt.

Literatur

Nolan, William T. and Thaddeus J. Gish: The Joys of Liquid Nitrogen. J. Chem. Educ., 1996, 73 (7), pp 651–653