

# 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/>)  
 Becherglas, Borsilikat, 250 ml  
 Dewar, 1 - 2 l, z. B. auch Styroporumverpackung von Lösungsmittelflaschen  
 Temperaturmessgerät mit NiCr-Ni-Messfühler (z. B. Messwerterfassungssystem z. B. CASSY)  
 Holzspan  
 Schulkreide, vierkantig, z. B. Lyra 800.03 Schulkreide,  
 Tiegelzange zum Herausnehmen der Kreide aus dem flüssigen Stickstoff  
 Modellierballons mit Luftballonpumpe zum Aufpumpen

# 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 siedet.

Die Reifbildung (ein Resublimationsvorgang von gasförmige Wasser zu festem Wasser) zeigt die niedrige Temperatur der Flüssigkeit an,

Im Dewar hält sich die Flüssigkeit viel länger, da hier durch die Isolierwirkung nicht so viel Wärme von Außen zugeführt wird.

## Versuch 2: Temperaturmessung

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

- Beobachtung:**  
Die Temperatur fällt von der 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 Alltagserfahrung mit Wasser heraus mit Hitze assoziiert.
- Erklärung:**  
Die Temperaturmessung, eine Grundtechnik 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 liegt bei Stickstoff etwa bei - 196 °C.

## Versuch 3: Woher kommt der Name Stickstoff

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 (Name Stickstoff). An dieser Stelle kann der Lehrer nur bestätigen, dass es sich um flüssigen Stickstoff handelt (auch andere Gase, wie z. B. Argon oder Kohlenstoffdioxid, löschen die Flamme).

# Flüssiger Stickstoff als Demoversuch

---

## Versuch 4 : Der schwebende Tropfen (Leidenfrostsches Phänomen)

Oft wird flüssiger Stickstoff beim Umfüllen verschüttet. Damit 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, sie werden immer kleiner, bis sie verschwunden sind.
- **Erklärung:**  
Verglichen mit flüssigem Stickstoff ist die Tischoberfläche heiß. Sofort bildet sich ein Polster aus gasförmigem Stickstoff zwischen Tischoberfläche und flüssigen Stickstoff. Auf diesem Gaspolster bewegen sich die Tropfen fast ohne Widerstand. Die Tropfen werden immer kleiner, bis der Stickstoff verdampft ist.
- **Anwendung:**  
Luftkissenfahrzeuge, z. B. Hover Crafts, können über einen glatten Untergrund fahren.

Schüler kennen diese Phänomen, das als Leidenfrostsches Phänomen bezeichnet wird, von Wassertropfen auf der heißen Herdplatte. Entscheidend ist ein genügend hoher Temperaturunterschied, der die Flüssigkeit zum Verdampfen bringt. Bei Wasser muss das eine mehrere 100 ° C heiße Herdplatte sein, bei flüssigem Stickstoff reichen schon Gegenstände mit Raumtemperatur aus.

Aufgrund dieses Phänomens kann flüssiger Stickstoff über die gespreizte Hand geschüttet werden (Lehrerversuch!). Dabei muss gewährleistet sein, dass der Stickstoff abfließen kann und nicht auf einer Stelle das Gewebe heruntergefriert. Deshalb vor dem Versuch alle Ringe oder Uhren entfernen. Hand leicht nach unten halten.

## Versuch 5: Airhockey mit Tafelkreide

Eine Versuchsvariante vom vorhergehenden Versuch, die ebenfalls den Leidenfrosteffekt nutzt. Eine Tafelkreide (vierkantig) wird ohne das Schutzpapier in flüssigen Stickstoff gelegt, nach 1 - 2 Minuten wieder herausgeholt und auf eine glatte Oberfläche (ideal ist ein Labortisch, der aus einer großen Kachel besteht) gelegt und leicht angeschubst.

- **Beobachtung:**  
Die Kreide bewegt sich scheinbar ohne Widerstand über den Tisch, behält den einmal erhaltenen Impuls bei. Wird Sie nicht von einem Hindernis aufgehalten, fällt sie vom Tisch. Schüler fühlen sich hier an Airhockey erinnert. Dieses Phänomen lässt sich einige Zeit beobachten, bis sich schließlich wieder die Reibung bemerkbar macht.
- **Erklärung:**  
Die verwendete eckige Tafelkreide ist sehr porös, dies macht sich schon an ihrer geringen Masse bemerkbar. Wird sie in flüssigen Stickstoff eingelegt, saugt sie diesen wie ein Schwamm auf. Auf den Labortisch gelegt, bildet sich sofort wieder ein Polster aus gasförmigem Stickstoff unter der Kreide, das für den Airhockey-Effekt verantwortlich ist.  
  
Nach einiger Zeit ist aller Stickstoff verdampft und die Kreide schwebt nicht mehr, sondern hat Kontakt mit der Tischoberfläche. Jetzt macht sich die Reibung wieder bemerkbar.
- **Anwendung:**  
Wie bei Versuch 4, natürlich aber auch Airhockey.

Nur eckige Tafelkreide ist so porös, um flüssigen Stickstoff aufzusaugen. Runde Tafelkreide ist zusammengesprengt und völlig ungeeignet. Runde Straßenkreide ist ebenfalls porös, hat aber eine zu geringe Kontaktfläche zum Untergrund.

# Flüssiger Stickstoff als Demoversuch

---

## Versuch 5: Schrumpfen von mit Luft gefüllten Luftballons

Ein Modellierballon wird 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. Anknüpfung an das Teilchenmodell.

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