

Die Stickoxide – Herstellungsmethoden für das Schullabor

Ein Beitrag von Klaus-D. Krüger



© anilakkus/E+/Getty Images

Bei Stickoxiden oder auch Stickstoffoxiden denken die meisten an Autoabgase, sauren Regen und Gift. Dabei haben diese Gase durchaus auch positive Bedeutung für jeden Einzelnen. Man denke an Sprühsahne (E 942) und Narkosegas. Auch heute noch spielt Lachgas eine wichtige Rolle in Anästhesie und Schmerzbehandlung. Sogar bekannte Potenzmittel beruhen in ihrer Wirkung auf Stickstoffoxiden. Des Weiteren wird Lachgas als Raketentreibstoff und zum Tunen von Ottomotoren verwendet, leider aber auch als Rauschmittel. Der folgende Artikel beinhaltet alle für den Chemieunterricht relevanten Stickstoffoxide und deren Herstellung im Schullabor.

Die Stickoxide – Herstellungsmethoden für das Schullabor

Methodisch-didaktische Hinweise

Die Stickstoffoxide, kurz Stickoxide, werden oft nur am Rand und dann auch nur als Umwelt- und Biogift betrachtet. Dabei ist die Bedeutung dieser Gase wesentlich größer. In der Sekundarstufe 1 bietet sich der Vergleich von Sauerstoff mit Lachgas an, um die Unsicherheit bei der Glimmspanprobe deutlich zu machen. Ebenfalls in der Mittelstufe kann auf die Problematik des sauren Regens im Zusammenhang mit Auto- und Industrieabgasen eingegangen werden.

Hier bieten sich fachübergreifende Bezüge zur politischen Bildung und Biologie an. In der Sekundarstufe 2 kann dann auf Strukturen und Oxidationszahlen der verschiedenen Stickoxide eingegangen werden. Die Verwendung als Treibstoff und Rausch- bzw. Narkosemittel kann ebenfalls Thema sein. Das wohl bekannteste Experiment mit Stickoxiden ist wohl die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts mit dem System $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$.

In Verbindung mit der Biologie kann die Wirkung von Stickoxiden im Körper besprochen werden.

Es ist aber auch möglich, alle Themen im Zusammenhang mit den Stickoxiden als Projekt zu bearbeiten.



Hinweis: Als zeitlichen Rahmen für einzelnen Experimente werden 45 min empfohlen.



Achtung: Die Herstellung von Diphosphorpentaoxid ist aufgrund des hohen Risikos im Schullabor nicht zu empfehlen und wird daher nicht weiter behandelt.

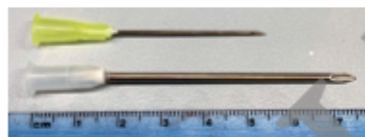
M 2 Miniaturapparatur zum pneumatischen Auffangen

Die hier vorgestellte Apparatur wird für die Versuche in **M 4**, **M 7**, **M 9** und **M 10** benötigt.

Geräte

- 1 Vial (5 bzw. 6 mL)
- 1 Silikon-Stopfen 10/14
- Je eine Kanüle Größe 1 und 14 (Größe 14 besser zwei Kanülen)
- 1 Spritze 20 mL
- 1 Spritze 10 mL (besser 2 Spritzen)
- 2 Dreivegehähne (besser 3 Dreivegehähne)
- 1 Adapter weiblich-weiblich (besser 2 Adapter)

Optional: Blindstopfen



© K-D. Krüger



© K-D. Krüger © K-D. Krüger

Aufbau

Sehr praktisch für die Miniaturchemie sind Injektionsfläschchen (Vials), auch Rollrandgläser bzw. Bördelrandflaschen genannt. Der Begriff Vial entstammt dem griechischen Wort Phiole und bezeichnet einen breiten, flachen Behälter. Geeignet sind Vials mit einem Volumen von 5 mL bzw. 6 mL, höchstens 10 mL. Sie können mit einem Silikonstopfen 10/14 verschlossen werden und als Miniaturbecherglas, Schüttelflasche oder auch als Reaktionsgefäß für Gasentwickler eingesetzt werden.

Vorbereiten des Reaktionsgefäßes

Benötigt wird eine Kanüle, Größe Nr. 1 (gelb, \varnothing 0,9 x 40 mm / 20 G x 1½), und eine Kanüle, Größe Nr. 14 (weiß, \varnothing 2,1 x 60 mm / 14 G x 2½ – Tierarztbedarf). Der Stopfen wird mit der großen Kanüle VORSICHTIG und möglichst gerade durchbohrt. Anschließend wird ein dünner Draht durch den Kanülenschaft geschoben, bis er am Ende der Kanüle zu sehen ist. Der Draht soll verhindern, dass die Kanüle beim Kürzen zu sehr gequetscht wird. Dann wird mit einer Blechschere die Kanüle gekürzt. Sollte die Öffnung nicht mehr ganz rund sein, kann das mit einer Zange behoben werden. Dieser Stopfen wird eingesetzt, wenn ein Feststoff oder Feststoffgemisch zur Gaserzeugung erwärmt wird.



© K-D. Krüger



© K-D. Krüger

Wird die Gasentwicklung durch Zutropfen einer flüssigen Komponente gestartet, muss die kleinere Kanüle ebenfalls durch den



© K.-D. Krüger



© K.-D. Krüger

Stopfen getrieben werden. Wenn möglich, wird auch diese Kanüle unmittelbar über dem Hohlsliff gekürzt. Es hat sich bewährt, beide Stopfenarten vorzubereiten. Wenn nur der Stopfen mit den zwei Kanülen zur Verfügung steht, kann für Feststoffreaktionen die kleine Kanüle mit einem Blindstopfen verschlossen werden.

Vorbereiten der Apparatur zum Gas auffangen

Benötigt werden der Körper einer 20-mL-Spritze, der Körper einer 10-mL-Spritze, zwei Dreiweghähne und ein Adapter (weiblich-weiblich). Von dem Spritzenkörper der 10-mL-Spritze



© K.-D. Krüger



werden die seitlichen Ansätze abgeschnitten bzw. abgeschliffen. Anschließend wird ein Dreiweghahn mit dem Adapter (weiß) aufgesetzt. Der



© K.-D. Krüger



Adapter ist notwendig, damit der Spritzenkörper bis zum Boden der größeren Spritze reicht.

Zur Vorbereitung der Befüllung mit der Sperrflüssigkeit wird der untere Dreiweghahn gegenüber der oberen Spritze verschlossen.

Der obere Hahn ist geöffnet (siehe Abb.). Jetzt wird die obere Spritze bis zum Rand mit der Sperrflüssigkeit gefüllt.

M 6 Die Lachgasrakete



Chemikalien

- Ethanol (Spiritus)
- Lachgas aus Sahnepatronen



Geräte

- Plastikgetränkeflasche 0,5 L mit 2 passenden Stopfen
- Gasdruckkorkenzieher bzw. Oberteil eines Sahneseiphons
- Stabfeuerzeug

Versuchsdurchführung

In eine leere und möglichst trockene 0,5-L-Plastikflasche werden ca. 0,5 mL Ethanol (Spiritus) gegeben. Dazu wird Lachgas trocken eingefüllt und die Flasche mit einem passenden Stopfen verschlossen. Ein Stopfen mit den gleichen Maßen wird so durchbohrt, dass der Stab eines Stabfeuerzeugs dicht hineinpasst. Jetzt wird der Stopfen von der Flasche entfernt und sofort durch den Stopfen mit dem Feuerzeug ersetzt. Die Rakete kann jetzt gezündet werden.



Achtung: Nicht auf Personen richten! Möglichst im Freien oder in einem großen Raum zünden. Evtl. Gehörschutz tragen!



© K.-D. Krüger

© RAABE 2020

Aufgaben

1. **Notieren** Sie Ihre Beobachtungen.
2. **Berechnen und Vergleichen** Sie die Energiemengen, die entstehen, wenn man die Flasche mit Wasserstoff, Feuerzeugbenzin (Hexan) oder Feuerzeuggas (Butan) und Lachgas im stöchiometrischen Verhältnis füllen würde mit der Menge, die bei dem Versuch mit Ethanol (M 5) frei wird. Gehen Sie einheitlich von Standardbedingungen aus. Alle Stoffe liegen im Gaszustand vor.
3. **Berechnen** Sie die Energiemenge, die bei dem Einsatz von Luft bzw. reinem Sauerstoff mit dem am besten geeigneten Brennstoff in der Flasche entstehen würde.
4. **Begründen** Sie aus Ihren Berechnungen Hinweise für eine einfache und sichere Durchführung des Experiments.

M 8 Herstellung von Stickstoffdioxid aus Wunderkerzen



Chemikalien

Wunderkerze mit folgenden Inhaltsstoffen:

- Bariumnitrat
- Eisenpulver
- Aluminiumpulver

Universalindikatorlösung



Geräte

- Erlenmeyerkolben (mind. 200 mL) mit locker aufliegendem Deckel
- Stabfeuerzeug

Versuchsdurchführung

Ein Erlenmeyerkolben wird bodenbedeckend mit Wasser und einigen Tropfen Universalindikatorlösung befüllt. In einen Metalldeckel wird ein kleines Loch gebohrt und der Stiel der Wunderkerze hindurchgesteckt und um 90° gebogen.

Die Wunderkerze wird entzündet und mit dem Deckel sofort in den Erlenmeyerkolben gebracht. Der Deckel sollte locker aufliegen. Darauf achten, dass der Kolben nicht bewegt wird.

Nach dem Abbrennen der Wunderkerze wird der Kolben gut geschwenkt.



© K.-D. Krüger

Entsorgung

Die abgebrannte Wunderkerze in den Restmüll und die Säurelösung in den Behälter für anorganische Lösungen geben.

Aufgaben

1. **Notieren** Sie Ihre Beobachtungen.
2. **Entwickeln** Sie die Reaktionsgleichungen.
3. **Geben** Sie **an**, wo das Prinzip in anderer Form eine technische Anwendung findet.