



## Bedingungen des Pflanzenwachstums

---

### Langzeitversuch, ca. 14 Tage

#### Material

- 4 gleiche Setzlinge
- 1 alter Schwamm
- 4 Blumentöpfe
- Blumenerde
- 1 Plastiktüte

#### Versuchsdurchführung

Füllen Sie drei Blumentöpfe mit Erde, in den vierten Blumentopf stecken Sie statt Erde den Schwamm. Pflanzen Sie die Setzlinge in die Blumentöpfe.

Stellen Sie einen der mit Erde gefüllten Töpfe ins Dunkle und gießen Sie ihn dort regelmäßig. Stellen Sie einen zweiten mit Erde gefüllten Blumentopf in die Plastiktüte, nachdem Sie ihn reichlich gegossen haben. Verschließen Sie die Plastiktüte mit einem Gummiband oder einem Clip. Ggf. gießen Sie die Pflanze gelegentlich, wobei Sie dafür Sorge tragen, dass die Plastiktüte dabei nur möglichst kurzzeitig geöffnet wird.

Die restlichen beiden Blumentöpfe stellen Sie ans Fenster und gießen sie regelmäßig.

#### Aufgaben zur Auswertung

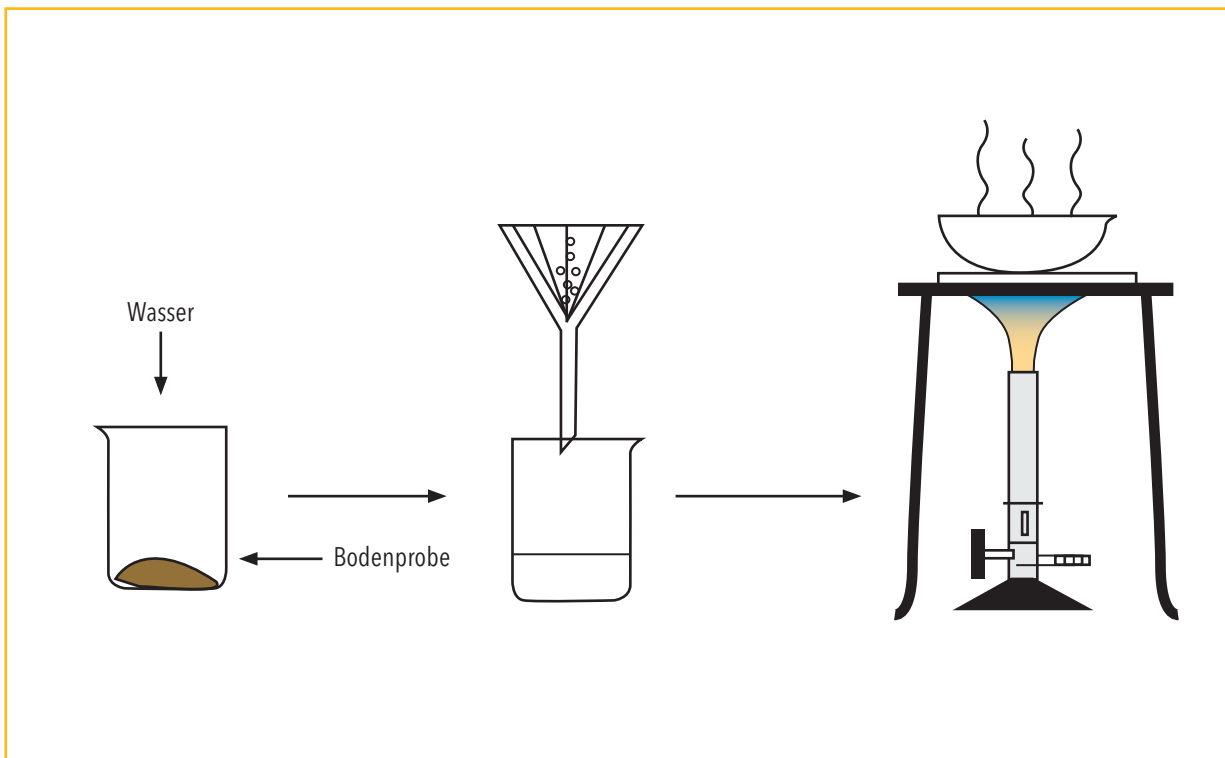
- Beobachten Sie regelmäßig das Wachstum der vier Pflanzen
- Protokollieren Sie Ihre Beobachtungen
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus diesen Experimenten ziehen?

## Mineralisation des Bodens

### Schülerversuch, ca. 20 Minuten

#### Material

Wasser  
Bodenprobe  
Papierfilter  
Wärmequelle  
2 Bechergläser 250 ml  
Spritflasche  
Glasstab  
Ring mit Muffe oder Dreifuß  
Drahtnetz mit Keramikzentrum  
Trichter  
Porzellanschale  
Stativmaterial



#### Versuchsdurchführung

Zunächst wird eine Bodenprobe durch die Zugabe von Wasser in einem Becherglas aufgeschwemmt. Anschließend wird die Mischung filtriert und schließlich das Filtrat vorsichtig eingedampft. Zum Vergleich kann eine Schülergruppe eine kleine Menge demineralisiertes Wasser eindampfen.

#### Aufgaben zur Auswertung

- ◊ Schildern Sie Ihre Beobachtungen, und erklären Sie, um was es sich bei dem Rückstand in der Schale handelt.
- ◊ Warum sind für unsere Landwirtschaft mineralische Düngemittel wichtig?

## Nachweis von $\text{Fe}^{2+}$ - und $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen im Boden und in der Pflanze

### Schülerversuch, ca. 30 Minuten

#### Material und Chemikalien

Porzellantiegel  
 Bunsenbrenner  
 Tondreieck  
 Reagenzgläser  
 Reagenzglasständer  
 Pipetten  
 Präparatgläschen  
 Spatel  
 zerkleinerte Pflanzensubstanz  
 Salzsäure ( $w(\text{HCl})=5\%$ ) (H314, H335, P260, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P405, P501)  
 Kaliumthiocyanat (H332, H312, H302, H412, EUH032, P273, P302+P352)  
 Kaliumhexacyanoferrat (III) (EUH032)  
 Bodenprobe

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Ein Tiegel wird mit ca. 5–10g zerkleinerter Pflanzensubstanz gefüllt. Anschließend wird der Tiegel auf das Tondreieck gestellt. Nun wird der Tiegelinhalt mit der Flamme des Bunsenbrenners verascht. Die Veraschung ist beendet, wenn der Rückstand weiß bis schwach grau gefärbt ist. Die Asche wird zu gleichen Teilen auf zwei Reagenzgläser verteilt. Außerdem werden in zwei weitere Reagenzgläser ca. 3 g Bodenprobe gefüllt. Nun wird in alle Reagenzgläser destilliertes Wasser gegeben und mit Salzsäure angesäuert.

Die Lösungen werden filtriert, und die weiteren Untersuchungen werden im Filtrat durchgeführt:



- Nachweis für  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen:

Zu dem Filtrat (einmal von Pflanzenasche und einmal von Bodenprobe) wird Kaliumthiocyanat hinzugegeben. Bei Anwesenheit von  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen ist ein Farbumschlag nach blutrot zu beobachten.

- Nachweis für  $\text{Fe}^{2+}$ -Ionen:

Zu dem Filtrat (einmal von Pflanzenasche und einmal von Bodenprobe) wird Kaliumhexacyanoferrat (III) hinzugegeben. Bei Anwesenheit von  $\text{Fe}^{2+}$ -Ionen färbt sich die Lösung tiefblau.

#### Aufgaben zur Auswertung

-  Führen Sie den beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
-  Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus diesem Experiment ziehen?



## Pflanzennährstoffe

### Langzeitversuch, ca. 14 Tage

#### Material und Chemikalien

Bohnen-, Mais- oder Kressesamen

feuchtes Sägemehl

Aluminiumfolie

Kaliumnitrat (H272 | P210)

Calciumhydrogenphosphat

Magnesiumsulfat-Heptahydrat

Eisen(II)-sulfat-Heptahydrat (H302 H319 H315 | P305+P351+P338 P302+P352)

Borsäure (H360FD | P201 P308+P313)

Mangan(II)-chlorid-Tetrahydrat (H301 H411 | P273 P309+P310)

Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat (H302 H315 H319 H410 | P273 P305+P351+P338 P302+P352))

Zinksulfat (H302 H318 H410 | P280 P273 P305+P351+P338)

Schale mit Glasabdeckscheibe oder Abdeckung aus durchsichtigem Kunststoff

6 hohe Bechergläser (250 ml)

Zentimetermaß

Waage

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Legen Sie Bohnen-, Mais- oder Kressesamen in eine Schale mit feuchtem Sägemehl und decken Sie die Schale mit einer Glasscheibe oder durchsichtigem Kunststoff ab.

Ziehen Sie aus den Samen Sämlinge heran, bis diese etwa zwei Zentimeter groß sind.

Umwickeln Sie sechs hohe 250-ml-Bechergläser mit Aluminiumfolie, damit sich in den Nährlösungen keine Algen entwickeln können.

Stellen Sie eine Lösung (einmalig für alle Schüler) der Nährsalzmischung S1 her, indem sie die Salze mit folgendem Massenverhältnis in knapp zwei Litern Wasser lösen: Kaliumnitrat 4 g, Calciumhydrogenphosphat 1 g, Magnesiumsulfat 0,5 g, Eisensulfat 20 mg, Borsäure 10 mg, Manganchlorid 10 mg, Kupfersulfat 1 mg, Zinksulfat 1 mg.



## Pflanzennährstoffe

---

Stellen Sie analog folgende Nährsalzlösungen her: Eine Nährsalzlösung S2, aus der Sie alle stickstoffhaltigen Bestandteile von Nährsalzlösung S1 herauslassen, eine Nährsalzlösung S3 ohne die phosphorhaltigen Bestandteile und eine Nährsalzlösung S4 ohne Kaliumsalze.

Füllen Sie vier der Bechergläser mit den Nährsalzlösungen S1 bis S4, in die beiden übrigen Bechergläser geben Sie Trinkwasser und entmineralisiertes Wasser.

Setzen Sie jeweils drei gleich große Sämlinge in die Lösungen in den Bechergläsern ein und stellen Sie diese an einen hellen Ort ohne direkte Sonneneinstrahlung.

Messen Sie alle zwei Tage die Pflanzensprossen und Wurzeln. Ersetzen Sie das verdunstete Wasser durch entmineralisiertes Wasser, und belüften Sie die Lösungen.

### Aufgaben zur Auswertung

- Ermitteln Sie am Ende des Experiments die Massen der Pflanzen.
- Erstellen Sie für die Auswertung der Messergebnisse ein Diagramm.
- Planen Sie ein Experiment, mit dem der Einfluss der Nährsalzkonzentration auf das Pflanzenwachstum untersucht werden kann.
- Welche Schlussfolgerungen hinsichtlich einer sinnvollen Düngung lassen sich ziehen?

### Hinweis

Entsorgung: aufgrund der hohen Verdünnung: Reste in Sammelbehälter für Abwasser.

Aus: Chemie im Kontext – CD mit Medienelementen zum Schülerbuch

## Säure-Base-Verhalten von $\text{NH}_3$

### Schülerversuch, ca. 15 Minuten

#### Material und Chemikalien

Ammoniak-Lösung beliebiger Konzentration (H314 H335 H400 | P273 P280 P301+P330+P331 P304+P340 P305+P351+P338 P309+P310)

pH-Messstäbchen oder pH-Elektrode

Ammoniumchlorid-Lösung beliebiger Konzentration (H302 H319 | P305+P351+P338)

Natronlauge beliebiger Konzentration (H314 H290 | P280 P301+P330+P331 P309+P310 P305+P351+P338)

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Prüfen Sie vorsichtig den Geruch einer Lösung von Ammoniak in Wasser.

Bestimmen Sie den pH-Wert einer Lösung von Ammoniak in Wasser.

Erwärmen Sie eine Ammoniumchlorid-Lösung mit Natronlauge und prüfen Sie vorsichtig den Geruch.

#### Aufgaben zur Auswertung

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Lösung von Ammoniak in Wasser
- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für das Erwärmen einer Ammoniumchlorid-Lösung mit Natronlauge.

## Phosphat-Bestimmung durch Titration

### Schülerversuch, ca. 25 Minuten

#### Material und Chemikalien

pH-Meter und Glaselektrode (kalibriert)

Becherglas 400 ml

Bürette 25 oder 50 ml

Magnetrührer

Kaliumhydrogenphosphat

0,1M Cernitrat-Lösung (H272 H318 | P221 P210 P280 P305+P351+P338 P310 P501)

0,1M Natronlauge (H314 H290 | P280 P301+P330+P331 P309+P310 P305+P351+P338)

0,1M Salzsäure (H314 H335 | P260 P301+P330+P331 P303+P361+P353 P305+P351+P338 P405 P501)

Stativmaterial

Messzylinder 50 ml

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Lösen Sie etwa 0,2 g Kaliumhydrogenphosphat in etwa 150 ml Wasser.

Tauchen Sie die Glaselektrode ein.

Bringen Sie die Lösung durch vorsichtigen Zusatz von Salzsäure oder Natronlauge auf einen pH-Wert zwischen 4,2 und 4,8; notieren Sie sich den so eingestellten pH-Wert.

Versetzen Sie die Lösung nun mit etwa 50 ml Cernitrat-Lösung und titrieren Sie mit der Natronlauge auf den anfangs von ihnen eingestellten pH-Wert zurück.

#### Aufgaben zur Auswertung

Bestimmen Sie den Gehalt an  $\text{PO}_4^{3-}$  bzw. an „P“.

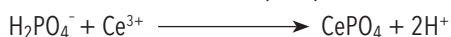
#### Hinweis

Bei einem pH-Wert zwischen 4,2 und 4,8 liegen aufgrund der Gleichgewichte



$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ -Ionen vor.

Cernitrat hat die Formel  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ .  $\text{Ce}^{3+}$ -Ionen reagieren mit Dihydrogenphosphat-Ionen nach:



Aus: Chemie im Kontext – CD mit Medienelementen zum Schülerbuch



## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde – Teil 1

---

### Schülerversuch, ca. 25 Minuten

#### Material und Chemikalien

Ofentrockene Erde

Kaliumchloridlösung ( $c = 2 \text{ mol/l}$ )

Flasche (250 ml)

Trichter

Filterpapier

Erlenmeyerkolben (250 ml) mit Stopfen

#### Versuchsdurchführung

Füllen Sie 200 ml Kaliumchloridlösung in eine Flasche. Geben Sie 30 g trockene Erde dazu.

Die Flasche wird verschlossen und 10 min geschüttelt.

Das Gemisch wird in einen Erlenmeyerkolben abfiltriert und kann verschlossen so lange im Kühlschrank aufbewahrt werden, bis es gebraucht wird.

#### Hinweis

Stickstoff steht den Pflanzen in Form von Ammonium-Ionen und Nitrat-Ionen im Boden zur Verfügung.

Die Methode, die für die Bestimmung des Stickstoffgehalts in der Erdprobe verwendet wird, wird auch in der Praxis für eine exakte Analyse benutzt. Schnellere und einfachere Methoden sind weniger genau.

Die in einer Bodenprobe vorhandenen Ammonium-Ionen gehen durch Ionenaustausch in Lösung, wenn man die Erde mit einer Lösung schüttelt, in der Kalium-Ionen im Überschuss vorhanden sind.

#### Weiterführende Aufgabe

Durchführung der Versuchsteile 2 und 3 z. B. in arbeitsteiliger Gruppenarbeit

Aus: Chemie im Kontext – CD mit Medienelementen zum Schülerbuch

## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde - Teil 2, Ammonium-Stickstoff

### Schülerversuch, ca. 60 Minuten

#### Material und Chemikalien

Filtrat aus Experiment 7-1

destilliertes Wasser

Magnesiumoxid

Borsäurelösung (w = 1 %) (H360FD | P201 P308+P313)

Schwefelsäure (c = 0,005 mol/l) (H314 H290 | P280 P301+P330+P331 P309 P310 P305+P351+P338)

Indikatorlösung für den pH-Bereich 5-6: Mischung von Methylrot (H411 | P273) und Bromcresolgrün (H225 | P210 P241 P280 P240 P303+P361+P353) im Verhältnis 1:1; 100 mg in 100 ml Ethanol (H225 | P210) lösen

2 Erlenmeyerkolben (250 ml)

Stopfen mit 2 Bohrungen

Sicherheitsrohr

2 Glasrohre (90° gebogen)

Rundkolben (250 ml)

Liebig-Kühler

Glasrohr, gebogen mit Schliff

Messzylinder (100 ml)

Bürette

Messkolben (100 ml)

Messpipetten (10 ml)

#### Sicherheitshinweise

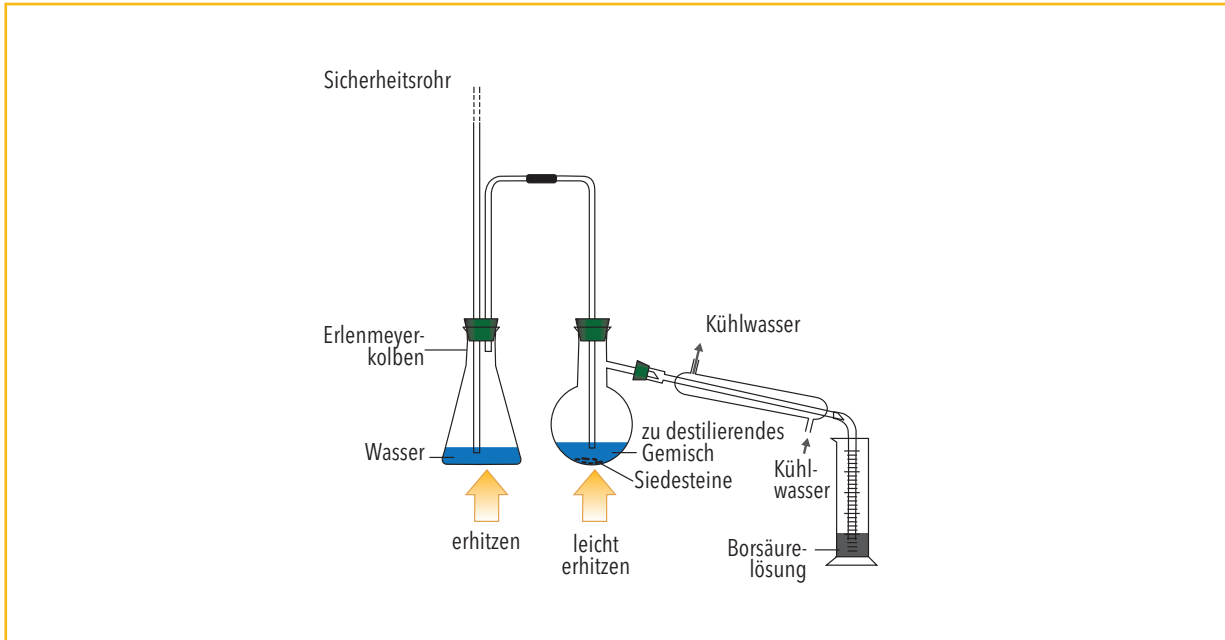




## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde – Teil 2, Ammonium-Stickstoff

### Versuchsdurchführung

Die Apparatur der Wasserdampfdestillation wird gemäß der Abbildung aufgebaut:



50 ml des Filtrats aus Experiment 7-1 werden in den Rundkolben gefüllt und 0,5 g Magnesiumoxid dazugegeben. 5 ml Borsäure werden in den Messzylinder gefüllt, in dem die Ammoniaklösung nach der Destillation aufgefangen wird. Das Wasser im Erlenmeyerkolben wird jetzt erhitzt. Wenn das Wasser siedet, strömt der Dampf durch die Mischung im Rundkolben. Dieser Kolben sollte ebenfalls vorsichtig erhitzt werden, damit der Dampf dort nicht kondensiert.

Destillieren Sie so lange, bis ungefähr 40 ml des Destillats aufgefangen wurden. Das Destillat sollte dann das gesamte Ammoniak, das in der Erde gebunden war, enthalten.

Um einen Rückfluss aufgrund eines Unterdrucks in der Apparatur zu vermeiden, sollten Sie die Vorlage entfernen, bevor Sie das Erhitzen der Kolben beenden. Danach den Erlenmeyerkolben von der Apparatur trennen.

Während der Destillation sollte ein Schüler eine Bürette aufbauen, in die die Schwefelsäure gefüllt wird.

Das Destillat wird in einen 100-ml-Messkolben überführt und bis zur Markierung mit destilliertem Wasser gefüllt. Der Kolben wird verschlossen und gut geschüttelt.

Mit einer Pipette werden 10 ml der Lösung in einen 250-ml-Erlenmeyerkolben überführt und zwei bis drei Tropfen der Indikatorlösung hinzugegeben.



## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde – Teil 2, Ammonium-Stickstoff

Eine grobe Titration informiert über den zu erwartenden Verbrauch von Schwefelsäure. Das Ergebnis wird zur Orientierung vermerkt. Nun wird die exakte Titration dreimal durchgeführt. Das Volumen der dabei verbrauchten Schwefelsäure wird jeweils notiert und ein Mittelwert gebildet.

### Aufgaben zur Auswertung

○ Nutzen Sie die Werte des Experiments (Teile 2 und 3), um die Masse  $m_1$  des Stickstoffs zu berechnen, der in folgenden Formen in der Erde enthalten ist: Ammonium-Ionen, gesamter Stickstoffgehalt, Nitrat-Ionen.

Ein ha Erde mit einer Tiefe von 20 cm hat eine Masse  $m_2$  von etwa 2500 t. Berechnen Sie die gesamte Masse  $m_3$  des Stickstoffs, der von Pflanzen in den obersten 20 cm der Erde genutzt werden kann.

○ Stellen Sie die Reaktionsgleichung der Reaktion zwischen Ammonium-Ionen und Magnesiumoxid auf.

○ Formulieren Sie abschließend die Reaktionsgleichung für die Reaktion des Destillats mit Schwefelsäure.

### Hinweise

Ammonium-Ionen einer Bodenprobe gehen durch Ionenaustausch in Lösung, wenn man die Erde mit einer Lösung schüttelt, in der Kalium-Ionen im Überschuss vorhanden sind (Experiment 7-1). Wird diese Lösung alkalisch gemacht, so bildet sich Ammoniak, das abdestilliert werden kann.

Bei der Wasserdampfdestillation entsteht eine wässrige Ammoniaklösung. Das entstandene Ammoniak wird in 1 %iger Borsäurelösung absorbiert. Bei dieser Reaktion bildet sich Borat, das mit einer starken Säure, wie z. B. Schwefelsäure, titriert werden kann. Als Indikator wird eine Mischung aus Methylrot und Bromcresolgrün gewählt, die beim Umschlagspunkt ihre Farbe von Blau-Grün nach Pink wechselt.

Aus: Chemie im Kontext – CD mit Medienelementen zum Schülerbuch

## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde - Teil 3, Gesamtstickstoffgehalt

### Schülerversuch, ca. 60 Minuten

#### Material und Chemikalien

Filtrat aus Teil 1

destilliertes Wasser

Magnesiumoxid

Borsäurelösung (w = 1 %) (H360FD | P201 P308+P313)

Devard'sche Legierung (50 % Cu, 45 % Al, 5 % Zn)

Schwefelsäure (c = 0,005 mol/l) (H314 H290 | P280 P301+P330+P331 P309 P310  
P305+P351+P338)

Indikatorlösung für den pH-Bereich 5-6: Mischung von Methylrot (H411 | P273) und Bromcresolgrün  
(H225 | P210 P241 P280 P240 P303+P361+P353) im Verhältnis 1:1; 100 mg in 100 ml Ethanol  
(H225 | P210) lösen

2 Erlenmeyerkolben (250 ml)

Stopfen mit 2 Bohrungen

Sicherheitsrohr

2 Glasrohre (90° gebogen)

Rundkolben (500 ml)

Liebig-Kühler

Glasrohr, gebogen mit Schliff

Messzylinder (250 ml)

Bürette

Messkolben (100 ml)

Messpipetten (10 ml)

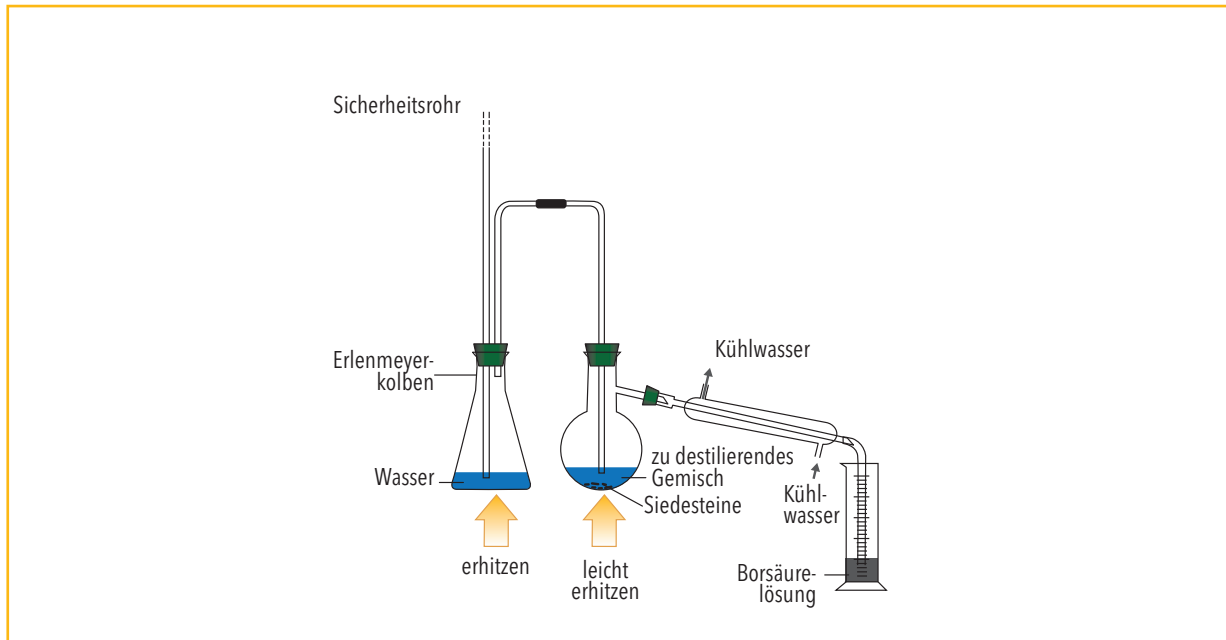
#### Sicherheitshinweise



## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde - Teil 3, Gesamtstickstoffgehalt

### Versuchsdurchführung

Die Apparatur der Wasserdampfdestillation wird gemäß der Abbildung aufgebaut:



50 ml des Filtrats aus Experiment 7-1 werden in den Rundkolben gefüllt, 0,5 g Devard'sche Legierung und 0,5 g Magnesiumoxid werden dazugegeben. 5 ml Borsäure werden in den Messzylinder gefüllt, in dem die Ammoniaklösung nach der Destillation aufgefangen wird.

Das Wasser im Erlenmeyerkolben wird jetzt erhitzt. Wenn das Wasser siedet, strömt der Dampf durch die Mischung im Rundkolben. Dieser Kolben sollte ebenfalls vorsichtig erhitzt werden, damit der Dampf dort nicht kondensiert.

Destillieren Sie so lange, bis ungefähr 40 ml des Destillats aufgefangen wurden. Das Destillat sollte dann das gesamte Ammoniak, das in der Erde gebunden war, enthalten.

Um einen Rückfluss aufgrund eines Unterdrucks in der Apparatur zu vermeiden, sollten Sie die Vorlage entfernen, bevor Sie das Erhitzen der Kolben beenden. Danach den Erlenmeyerkolben von der Apparatur trennen. Während der Destillation sollte ein Schüler eine Bürette aufbauen, in die die Schwefelsäure gefüllt wird. Das Destillat wird in einen 100-ml-Messkolben überführt und bis zur Markierung mit destilliertem Wasser gefüllt. Der Kolben wird verschlossen und gut geschüttelt.

Mit einer Pipette werden 10 ml der Lösung in einen 250-ml-Erlenmeyerkolben überführt und zwei bis drei Tropfen der Indikatorlösung hinzugegeben. Eine grobe Titration informiert über den zu erwartenden Verbrauch von Schwefelsäure. Das Ergebnis wird zur Orientierung vermerkt. Nun wird die exakte Titration dreimal durchgeführt. Das Volumen der dabei verbrauchten Schwefelsäure wird jeweils notiert und ein Mittelwert gebildet.



## Bestimmung des Stickstoffgehalts von Erde – Teil 3, Gesamtstickstoffgehalt

### Aufgaben zur Auswertung

- Nutzen Sie die Werte des Experiments (Teile 2 und 3), um die Masse  $m_1$  des Stickstoffs zu berechnen, der in folgenden Formen in der Erde enthalten ist: Ammonium-Ionen, gesamter Stickstoffgehalt, Nitrat-Ionen.
- 1 ha Erde mit einer Tiefe von 20 cm hat eine Masse  $m_2$  von etwa 2500 t. Berechnen Sie die gesamte Masse  $m_3$  des Stickstoffs, der von Pflanzen in den obersten 20 cm der Erde genutzt werden kann.
- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reduktion der Nitrat-Ionen zu Ammoniak-Ionen.
- Stellen Sie die Reaktionsgleichung der Reaktion zwischen Ammonium-Ionen und Magnesiumoxid auf.
- Formulieren Sie abschließend die Reaktionsgleichung für die Reaktion des Destillats mit Schwefelsäure.

### Hinweis

Ammonium-Ionen einer Bodenprobe gehen durch Ionenaustausch in Lösung, wenn man die Erde mit einer Lösung schüttelt, in der Kalium-Ionen im Überschuss vorhanden sind (Teil 1).

Wird diese Lösung alkalisch gemacht, so bildet sich Ammoniak, das abdestilliert werden kann.

Bei der Wasserdampfdestillation entsteht eine wässrige Ammoniaklösung. Nitrat-Ionen befinden sich nach Experiment 7-1 noch in der Erdlösung und werden durch Teil 2 des Experiments nicht erfasst.

Überführt man sie durch ein Reduktionsmittel (Devard'sche Legierung) in Ammoniak, ergibt die Destillation gemäß Teil 2 mit anschließender Titration nun den gesamten verfügbaren Gehalt an Stickstoff in der Erde. Der Gehalt in Form von Nitrat-Ionen kann durch Subtraktion berechnet werden.

Aus: Chemie im Kontext – CD mit Medienelementen zum Schülerbuch



## Veraschung und Nachweis von Mineralstoffen

### Schülerversuch, ca. 30 Minuten

#### Material und Chemikalien

Getreide- oder Rapskörner

Teststäbchen für Nitrat, Phosphat und Kalium (z. B. aus der Wasseranalytik)

Reagenzgläser

destilliertes Wasser

Laborwaage

#### Versuchsdurchführung

Aus der genau gewogenen Masse Getreide- oder Rapskörnern stellt man im Muffelofen Pflanzenasche her, indem man bei 500° C bis zur Massenkonstanz erhitzt. Ist kein Muffelofen verfügbar, muss bei der Verwendung eines Bunsenbrenners mit Nährstoffverlusten gerechnet werden, da die Nährstoffe bei höheren Temperaturen flüchtige Verbindungen bilden.

In drei Reagenzgläser gibt man nun eine abgewogene Menge der Pflanzenasche (im Reagenzglas etwa daumenhoch), füllt mit 10 ml Wasser auf und schüttelt gut.

Schließlich testet man in je einem Reagenzglas mit je einem Teststäbchen.

#### Aufgaben zur Auswertung

- Schätzen Sie die Masse an einzelnen Nährstoffen ab, die sich in den Getreide- bzw. Rapskörnern befunden haben.

## Untersuchung von Düngemitteln auf Nitrate

### Schülerversuch, ca. 15 Minuten

#### Material und Chemikalien

Erlenmeyerkolben

Reagenzgläser

Filtriervorrichtung

Tropfpipetten

Düngemittel (O; Xn)

Eisen(II)-sulfat (H302, H319, H315, P305+P351+P338, P302+P352)

verdünnte Salpetersäure (H272, H314, P220, P280, P305+P351+P338, P310)

konzentrierte Schwefelsäure (H290, H314, P280.1-4+7, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P309+P310)

destilliertes Wasser.

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Zunächst werden einige Körner des Düngemittels in etwas Wasser gelöst. Anschließend wird die Lösung filtriert.

Das Filtrat wird mit gleichen Mengen einer Eisen(II)-sulfatlösung und verdünnter Salpetersäure versetzt. Dann wird diese Mischung mit Hilfe einer Pipette mit konzentrierter Schwefelsäure unterschichtet. Das Unterschichten muss sehr sorgfältig geschehen, da andernfalls die Säure aus dem Reagenzglas spritzt. (Schutzbrille!)

#### Aufgaben zur Auswertung

☉ Führen Sie den beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.

#### Hinweis

Für diesen Versuch kann alternativ auch ein Nitrat-Teststäbchen verwendet werden.

#### Weiterführende Aufgabe

- ☉ Recherchieren Sie, welche Gründe heute für den Einsatz von nitrathaltigen Düngemitteln sprechen und welche Nachteile der Einsatz eines nitrathaltigen Düngers mit sich bringen kann.
- ☉ Recherchieren Sie, auf welche Weise stickstoffhaltigen Düngemittel heutzutage hauptsächlich produziert werden.

Aus: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>



## Untersuchung von Düngemitteln auf Phosphate

### Schülerversuch, ca. 10 Minuten

#### Material und Chemikalien

Erlenmeyerkolben

Reagenzgläser

Filtriervorrichtung

Tropfpipetten

Düngemittel (O; Xn)

verdünnte Salpetersäure (H272, H314, P220, P280, P305+P351+P338, P310)

Ammoniummolybdat-Tetrahydrat (H315, H319, H335, P261, P305+P351+P338)

destilliertes Wasser.

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Zunächst werden einige Körner des Düngemittels in etwas Wasser gelöst. Anschließend wird die Lösung filtriert.

Das Filtrat wird nun mit einer salpetersauren Ammoniummolybdatlösung versetzt.

#### Aufgaben zur Auswertung

Führen Sie den beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.

#### Hinweis

Für diesen Versuch kann auch ein Phosphat-Teststäbchen verwendet werden.

Aus: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>



## Die Ammoniaksynthese

### Schülerversuch, ca. 15 Minuten

#### Material und Chemikalien

Quarzrohr mit passenden durchbohrten Stopfen

Y-Stück

Kolbenprober mit Hahn

Schlauchmaterial

Porzellan-Schiffchen

Waschflasche

gewinkeltes Gasableitungsrohr mit ausgezogener Spitze sowie mit Kupferlitze als  
Flammen-Rückschlagssicherung

Brenner mit breitem Aufsatz

Stativmaterial

Stickstoff (Druckgasflasche) (H280, P403)

Wasserstoff (Druckgasflasche) (H220, H280, P210, P377, P381, P410 + P403)

Eisenpulver

Aluminiumoxid

Thymolphthalein

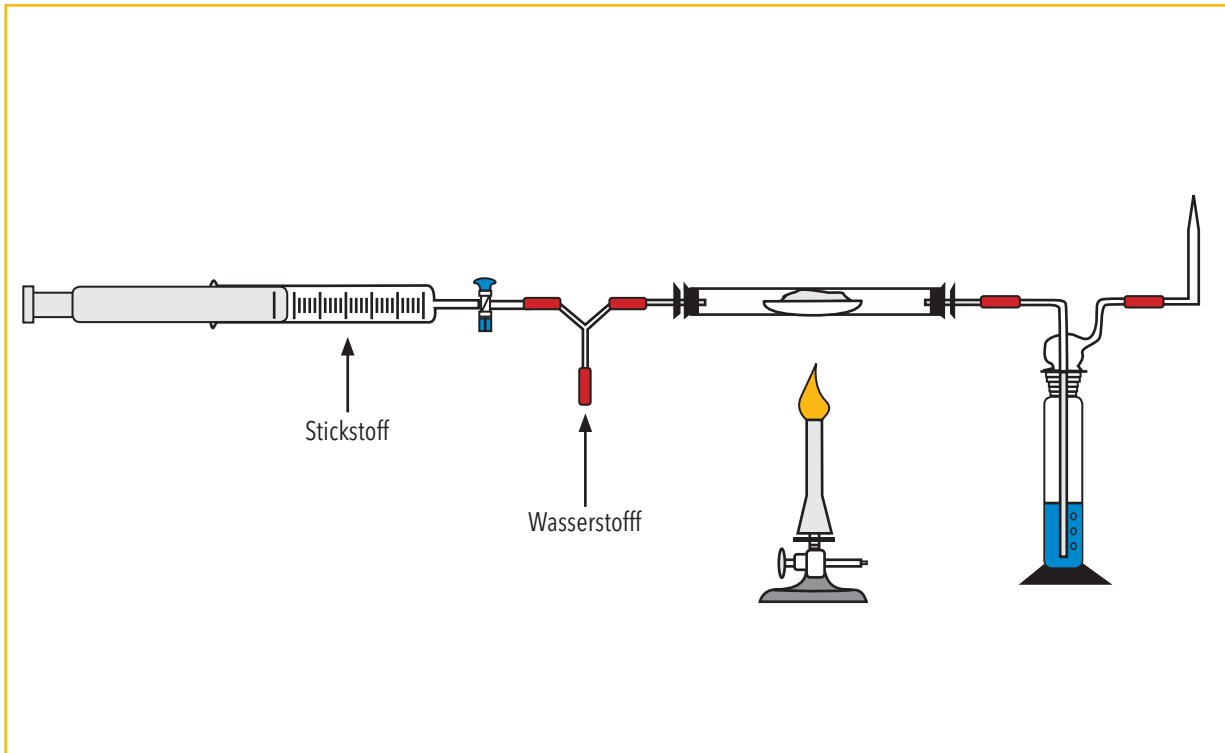
#### Sicherheitshinweise



## Die Ammoniaksynthese

### Versuchsdurchführung

Ein Kolbenprober wird waagrecht an einem Stativ befestigt. Nun verbindet man einen Schenkel eines Y-Stückes mit dem Kolbenprober. Der zweite Schenkel wird über einen Schlauch mit einer Wasserstoffflasche verbunden. Das Quarzrohr wird mit dem dritten Schenkel des Y-Stückes verbunden. Das andere Ende des Quarzrohres verbindet man mit der Gaswaschflasche. Das gewinkelte Gasableitungsrohr wird nun ebenfalls mit der Gaswaschflasche verbunden.



Der Kolbenprober wird mit Stickstoff, das Porzellanschiffchen mit Eisenpulver und Aluminiumoxid im Verhältnis 3:1 gefüllt. Die Gaswaschflasche wird mit Wasser befüllt, das mit 1ml Thymolphthalein versetzt wird. Die Versuchsanordnung spült man gut mit Wasserstoff durch, ohne den Hahn des Kolbenprobers zu öffnen. Schließlich entzündet man das austretende Gas am Gasableitungsrohr (wenn möglich). Nun wird die Katalysatormasse mit Hilfe des Brenners aufgeheizt und dann der Kolbenprober geöffnet und der Stickstoff langsam, portionsweise hineingegeben.

### Aufgaben zur Auswertung

- ◊ Führen Sie den beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
- ◊ Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Ammoniaksynthese.



## Herstellung von Salpetersäure durch katalytische Verbrennung von Ammoniak an Platinwolle

Vorbereitende Arbeiten: mindestens 2 Tage vor Versuchsbeginn

Schülerversuch, ca. 20 Minuten

### Material und Chemikalien

Quarzrohr

2 Waschflaschen

Schlauchverbindungen

Wasserstrahlpumpe

Brenner

Stativmaterial

Gefäß mit Schraubdeckel

Universalindikatorpapier

Schnellteststäbchen zum Test auf Nitrat/Nitrit

Ammoniak-Lösung (5%ig) (H314, H335, H400, P273, P280, P301+P330+P331, P304+P340, P305+P351+P338, P309+P310)

Natriumhexachloroplatinat (H301, H318, H334, H317)

Ascorbinsäure

Aceton (H225, H319, H336, EUH066, P210, P233, P305+P351+P338)

Quarzwolle

### Sicherheitshinweise

Bei der Reaktion entstehen nitrose Gase! Daher ist dieser Versuch nur unter dem Abzug durchzuführen!



## Herstellung von Salpetersäure durch katalytische Verbrennung von Ammoniak an Platinwolle

### Durchführung Vorbereitende Arbeiten:

Herstellung von Platin-Quarzwolle

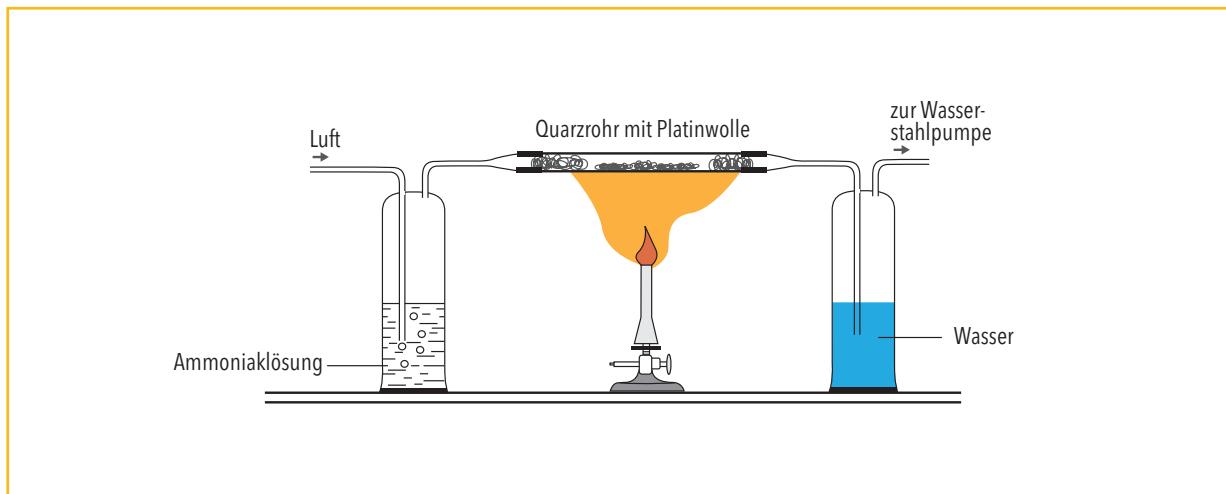
- Lösung A: Ca. 50 mg Natriumhexachloroplatinat ( $\text{Na}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) werden in 100 ml destilliertem Wasser gelöst.
- Lösung B: 2,5 g Ascorbinsäure werden in 47,5 g destilliertem Wasser gelöst.

Die Quarzwolle wird mehrfach mit Aceton gewaschen, um störende Rückstände von der Oberfläche zu entfernen und gut getrocknet.

Nun werden 20 ml Lösung A und 10 ml Lösung B in ein Gefäß mit Schraubdeckel gegeben, und es wird kurz gerührt. Anschließend wird eine "Flocke" der gereinigten Quarzwolle (etwa 0,5–0,6 g) hineingelegt. Die Mischung sollte mindestens zwei Tage im geschlossenen Gefäß stehen. Anschließend die Wolle herausnehmen, gut waschen und trocknen.

Herstellung der Salpetersäure:

Das Quarzrohr wird mit der vorbereiteten Platinwolle befüllt. Dann wird die Apparatur wie folgt aufgebaut.



Der Katalysator wird mit dem Brenner erhitzt und die Wasserstrahlpumpe wird angeschaltet. Die Lösung wird mit Universalindikatorpapier und Schnellteststäbchen zum Test auf Nitrat/Nitrit geprüft.

### Aufgaben zur Auswertung

- Führen Sie den beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Verbrennung von Ammoniak.



## Herstellung von Salpetersäure durch katalytische Verbrennung von Ammoniak an Platinwolle

---

### Hinweis

Für diesen Versuch kann auch ein platinhaltiger Perlkatalysator verwendet werden.

### Weiterführende Aufgabe

Großtechnisch wird Salpetersäure heute hauptsächlich nach dem Ostwald-Verfahren hergestellt.

🔗 Recherchieren Sie das Funktionsprinzip dieses Verfahrens.

Aus: W. Jansen, B. Ralle, R. Peper, Reaktionskinetik und chemisches Gleichgewicht, Aulis-Verlag Köln, 1984

## Enzymatischer Nachweis von Harnstoff im Kalkstickstoffhydrolysat

### Schülerversuch, ca. 10 Minuten

#### Material und Chemikalien

Reagenzgläser

Erlenmeyerkolben (25 ml)

Tropfpipetten

Reagenzglasklammer

Reagenzglasständer

Spatel

Filtriervorrichtung

Brenner

Kalkstickstoff (H261, H301, H318, H335, P231+P232, P301+P310, P305+P351+P338, P321, P405, P501)

Thymolphthaleinlösung

Urease

Harnstofflösung (w = 1 %)

Indikatorpapier

Salzsäure (c = 2 mol/l; H314, H335, P260, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P305+P351+P338, P405, P501)

#### Sicherheitshinweise



#### Versuchsdurchführung

Wichtig: Vor dem Versuch muss zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Urease grundsätzlich eine Blindprobe mit einer 1% igen Harnstofflösung durchgeführt werden.

Füllen Sie etwa 25 ml Wasser in einen kleinen Erlenmeyerkolben und geben Sie einen Spatel Kalkstickstoff hinzu. Kochen Sie kurz auf und lassen Sie dann abkühlen. Filtrieren Sie anschließend mit angefeuchtetem Filterpapier.

Geben Sie einige ml des Filtrats in ein Reagenzglas. Die Lösung muss nun noch neutralisiert werden – prüfen Sie zunächst den pH-Wert mit Hilfe von Universalindikatorpapier. Geben Sie anschließend ein bis zwei Tropfen Thymolphthaleinlösung hinzu. Färbt sich die Lösung blau, so ist sie noch nicht neutral. Tropfen Sie in diesem Fall noch etwas Salzsäure hinzu.

## Enzymatischer Nachweis von Harnstoff im Kalkstickstoffhydrolysat

Schlämmen Sie nun in einem Reagenzglas in destilliertem Wasser eine Spatelspitze Ureasepulver auf. Gießen Sie die neutrale Reaktionslösung in das Reagenzglas mit Ureaseaufschlämmung, vermischen Sie gut und lassen Sie stehen. Nach kurzer Zeit lässt sich eine Blaufärbung der Lösung beobachten.

### Aufgaben zur Auswertung

- Führen Sie den oben beschriebenen Versuch durch, und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
- Erläutern Sie die einzelnen Schritte, indem Sie die hier stattfindenden chemischen Reaktionen beschreiben.
- In der Ausbringungszeit, also in der vegetationsarmen Zeit (Herbst und Frühjahr,) herrschen vornehmlich geringe Außentemperaturen. Erläutern Sie den Einfluss dieses Faktors auf die Düngewirkung.

Aus: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>



## Untersuchung von Düngemitteln auf Sulfate

### Schülerversuch, ca. 10 Minuten

#### Material und Chemikalien

Erlenmeyerkolben

Reagenzgläser

Filtriervorrichtung

Tropfpipetten

Düngemittel (O; Xn)

verdünnte Salpetersäure (H 272, H314, P220, P280, P305+P351+P338+P310)

Bariumchlorid (H301, H332, P301+P310)

destilliertes Wasser

#### Sicherheitshinweise



#### Durchführung

Zunächst werden einige Körner des Düngemittels in etwas Wasser gelöst. Anschließend wird die Lösung filtriert. Das Filtrat wird mit einer konzentrierten Bariumchloridlösung versetzt. Bei Anwesenheit von Sulfat-Ionen lässt sich ein weißer Niederschlag aus schwerlöslichem Bariumsulfat beobachten.

#### Aufgaben zur Auswertung

○ Untersuchen Sie mit Hilfe des beschriebenen Experiments verschiedene Düngemittel auf Sulfate.

#### Weiterführende Aufgabe

○ In vielen Düngern ist Sulfat als begleitendes Anion enthalten. Neben Sulfat-Schwefel wird auch elementarer Schwefel (S) zur Düngung verwendet. Recherchieren Sie Vor- und Nachteile des Einsatzes von elementarem Schwefel gegenüber Sulfat-haltigen Düngemitteln.

Aus: <http://www.chemieunterricht.de/dc2/>



## pH-Wert von Bodenproben

---

### Schülerversuch, ca. 30 Minuten

#### Material und Chemikalien

Verschiedene Bodenproben

Kaliumchlorid

pro Bodenprobe 1 Reagenzglas

pH-Meter (kalibriert) oder pH-Teststäbchen

#### Versuchsdurchführung

Je ein Reagenzglas wird zur Hälfte mit je einer Bodenprobe gefüllt, mit dem gleichen Volumen an Wasser übergossen und ca. fünf Minuten kräftig geschüttelt. Nach dem Absitzen der festen Bestandteile wird der pH-Wert in der überstehenden Flüssigkeit gemessen. Danach wird eine Spatelspitze Kaliumchlorid in das Reagenzglas gegeben, wieder fünf Minuten kräftig geschüttelt und nach dem Absetzen der festen Bestandteile erneut der pH-Wert gemessen.

#### Aufgaben zur Auswertung

- Vergleichen Sie die pH-Werte verschiedener Bodenproben, und bringen Sie die Proben in eine Reihenfolge.
- Erklären Sie ggf. auftretende Unterschiede bei pH-Wert-Messungen vor und nach Zugabe von Kaliumchlorid.

## Bau einer Biogasanlage

### Langzeitversuch, ca. 1-2 Wochen

#### Material und Chemikalien

Glasrohr

durchbohrter Gummistopfen

Glasflasche (2-3 L)

Schlauchklemme

Gummischläuche

Glasableitungsrohr

Glastrichter

Glasdüse

Stahlwolle

Biomasse: Entweder 1,5-2 L Panseninhalt (vom Schlachthof) oder frischen Rinderdung oder ein

Gemisch aus Rinder- und Hühnermist. Als Biomasse können auch Kartoffelschalen,

Gemüseabfälle, Salatblätter, Laub o. ä. eingesetzt werden.

#### Sicherheitshinweise

**Vorsicht!** Es können explosive Gasgemische entstehen. Gut lüften und Schutzbrille tragen!

Gummi-Glas-Verbindungen mit Glycerin gleitend machen! Beim Entzünden des Gasgemisches besteht Brandgefahr!

#### Versuchsdurchführung

Verrühren Sie die Biomasse mit Wasser zu einem dünnen Brei.

· Herstellung des Reaktorbehälters (siehe Abbildung):

Schieben Sie ein kleines Glasrohr durch einen durchbohrten Stopfen und verschließen Sie damit die Glasflasche. Verbinden Sie anschließend das Glasrohr mit einem Glasableitungsrohr.

· Bau des Gasspeichers:

Bauen Sie nun den Gasspeicher aus Glastrichter, Gummischlauch mit Schlauchklemme und Glasdüse zusammen.

Wichtig: Stecken Sie als Rückschlagsicherung vorher etwas Stahlwolle in die Glasdüse.

Füllen Sie nun die Biomasse in die Flasche, so dass diese gut zur Hälfte voll ist. Stellen Sie die Flasche

an einen warmen Platz (möglichst bei gleichbleibender Temperatur von ca. 33° C, z. B. auf die Heizung)

Nach einigen Tagen setzt die Gasentwicklung ein, und das Gas sammelt sich im Trichter. Wenn es über

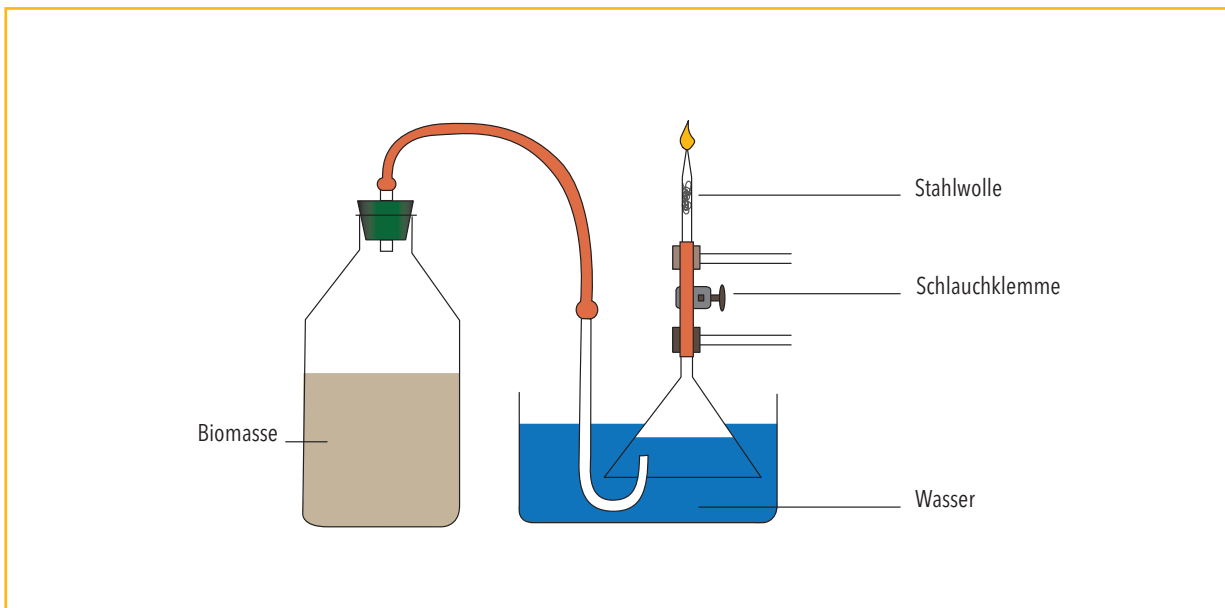
den Rand tritt und außen hoch perlt, wird die Schlauchklammer geöffnet. Die erste Gasfüllung wird

abgelassen und verworfen, da das Gemisch hauptsächlich aus Luft und Kohlenstoffdioxid besteht.

Prüfen Sie die zweite Trichterfüllung auf Brennbarkeit. Fangen Sie das Biogas hierzu pneumatisch in

einem Reagenzglas auf und versuchen, es zunächst darin zu entzünden.

## Bau einer Biogasanlage



### Aufgaben zur Auswertung

- ⊞ Recherchieren Sie das Funktionsprinzip einer Biogasanlage.
- ⊞ Fertigen Sie eine Skizze einer „echten“ Biogasanlage an.
- ⊞ Recherchieren Sie die Zusammensetzung von Biogas.
- ⊞ Führen Sie den oben beschriebenen Modellversuch durch.
- ⊞ Vergleichen Sie das Modell aus dem Experiment mit der „echten“ Biogasanlage und benennen Sie die wesentlichen Bestandteile im Modell.

### Weiterführende Aufgabe

- ⊞ Informieren Sie sich über die Vor- und Nachteile von Biogastechnik.

Aus: Chemie für Gymnasien – Themenheft 2 Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle, Biomasse), Berlin 1994: Cornelsen

## Untersuchung des Nitratgehalts von Gemüse und Obst

### Schülerversuch, ca. 15 Minuten

#### Material und Chemikalien

Erlenmeyerkolben  
2 Messzylinder (10 ml/100 ml)  
Knoblauchpresse  
Nitrat-Teststäbchen  
Kartoffel, Salat, Möhre, Rettich, Apfel, Birne, Kirsche  
destilliertes Wasser

#### Versuchsdurchführung

Eine Kartoffel (Möhre oder Rettich) wird eingeschnitten und ein Nitrat-Teststäbchen in den Einschnitt gelegt. Anschließend wird die Kartoffel ca. 5 Sekunden lang zusammen gedrückt und das Teststäbchen entfernt. Nach zwei Minuten kann die Farbe der Testzone mit der Skala auf der Verpackung verglichen werden.

Zur Untersuchung von Obst- und Gemüsesäften (z. B. Salat) werden kleine Stücke von Obst und Gemüse z. B. in einer Knoblauchpresse ausgepresst. Anschließend werden 2 ml des Saftes mit destilliertem Wasser auf 20 ml verdünnt. Nun lässt sich die Flüssigkeit mit dem Teststäbchen prüfen. Der gefundene Wert muss noch mit dem Verdünnungsfaktor (in diesem Fall 10) multipliziert werden; dann erhält man den Nitratgehalt des Saftes in mg/kg.

#### Aufgaben zur Auswertung

Führen Sie den beschriebenen Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.

- Vergleichen Sie den Nitratgehalt verschiedener Obst- und Gemüsesäfte.
- Was lässt sich aus den Ergebnissen schlussfolgern?
- Recherchieren Sie die Nitrat-Grenzwerte für Trinkwasser und verschiedene Gemüsekulturen.