

## Ein Ion in den Schlagzeilen – Was steckt hinter diesem Nitrat?



**tagesschau** Sendung verpasst?

Inland Bericht der Bundesregierung: Weiterhin zu viel Nitrat im Grundwasser

**Dünger in der Landwirtschaft**

### Europäischer Gerichtshof verurteilt Deutschland wegen Nitratbelastung

Der EuGH hat Deutschland verurteilt, weil die Bundesregierung zu wenig gegen Nitrate im Grundwasser unternommen hat. Nitrate stammen meist aus Düngern der Landwirtschaft.

21.06.2018, 12.01 Uhr

**WASSERQUALITÄT**

## Nitrat im Trinkwasser - nur Panikmache?

Bericht der Bundesregierung

### Weiterhin zu viel Nitrat im Grundwasser

Stand: 09.07.2020 16:49 Uhr

Trotz neuer "Gülleverordnung" sind in vielen ländlichen Regionen die Nitratwerte im Grundwasser noch zu hoch - besonders an den Mündungen von Nord- und Ostsee. Jetzt wird über "rote Gebiete" gestritten.

Das deutsche Grundwasser ist vor allem in landwirtschaftlichen Regionen weiterhin zu stark mit Nitrat belastet. Die Bundesregierung ist aber zuversichtlich, dass die kürzlich verschärften Regeln fürs Düngen das Problem in den kommenden Jahren lösen werden.

**Landwirte fürchten weitere Einschränkungen**

### Diskussion zu Nitrat im Kreis Uelzen: „Eine gewisse Art von Panikmache“

19.11.2016

Gülle wird als Dünger auf den Feldern ausgebracht. Kann dadurch auch im Kreis Uelzen es zu einer Belastung des Grundwassers kommen? Die Grünen fordern ein Schutzprojekt. © dpa

**NDR**

Vorpommern Hamburg Sport Ratgeber Kultur Geschichte

Studio Oldenburg Studio Lüneburg Studio Osnabrück

### Landkreis Cloppenburg: Weiter zu viel Nitrat im Grundwasser

Stand: 02.02.2021 12:22 Uhr

Die Belastung des Grundwassers mit gesundheitsschädlichem Nitrat ist im Landkreis Cloppenburg weiterhin zu hoch. Das zeigt ein entsprechender Bericht, den der Landkreis veröffentlicht hat.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Abbildung 1: Portfolio „Ein Ion in den Schlagzeilen – Was steckt hinter diesem Nitrat?“

## Der Stickstoffkreislauf und der Eingriff des Menschen

Um die Debatte rund um das Nitrat-Ion zu verstehen, muss der Stickstoffkreislauf betrachtet werden. Unter Stoffkreisläufe werden Umwandlungsprozesse verstanden, bei denen die Vorgänge immer wiederholend ablaufen. Menschen sind dazu in der Lage, auf verschiedenste Weise in Stoffkreisläufe einzugreifen und diese zu stören.



### Aufgabenstellungen:

1. Schaut euch einzeln das Erklärvideo zum Stickstoffkreislauf (Abb. 2) an. Scannt hierfür mit eurem digitalen Gerät den QR-Code.
2. Erläutert rückblickend auf das vorgestellte Portfolio in euren Gruppen, ob die Bilder in den Artikeln passend von den Autoren\*innen gewählt wurden. Notiert eure Ergebnisse untenstehend in dem vorgegebenen Feld.



SCAN ME

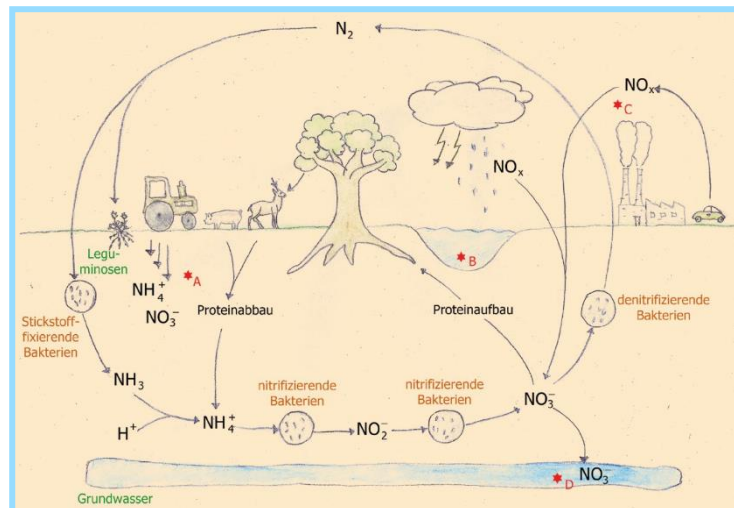


Abbildung 2: Stickstoffkreislauf und der Eingriff des Menschen

---

---

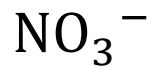
---

---

In den nachfolgenden Kästen wird der Aufbau des Nitrat-Ions genauer erläutert und die beteiligten Moleküle und Ionen mit ihren Trivialnamen aufgeführt.

### Nitrat-Ion

Ein Nitrat-Ion ist ein einfach geladenes Anion. Es setzt sich aus drei Sauerstoff-Atomen und einem Stickstoff-Atom zusammen.



### Bestandteile des Stickstoffkreislaufs

$\text{NH}_3$  : Ammoniak-Molekül

$\text{NO}_3^-$  : Nitrat-Ion

$\text{NH}_4^+$  : Ammonium-Ion

$\text{NO}_2^{2-}$  : Nitrit-Ion

$\text{NO}_x$  : Stickoxid-Molekül, z.B.  $\text{NO}_2$

## Was hat Nitrat mit Dünger zu tun?

Pflanzen benötigen Nährstoffe für das Wachstum, darunter auch Stickstoff. Die meisten Pflanzen können den molekularen Stickstoff ( $N_2$ ) aber nicht aus der Luft aufnehmen (Abb. 3). In gebundener Form zum Beispiel im Nitrat-Ion ( $NO_3^-$ ) oder auch als Ammonium-Ion ( $NH_4^+$ ) kann eine Aufnahme über die Wurzeln der Pflanzen erfolgen. Aufgrund dessen wird stickstoffhaltiges Düngemittel eingesetzt, um den Pflanzenertrag zu steigern (Abb. 4). Düngemittel bestehen aus Salzen wie zum Beispiel Kaliumnitrat und Ammoniumnitrat. Die Ionen der enthaltenen Salze werden im Boden von den Pflanzen aufgenommen.

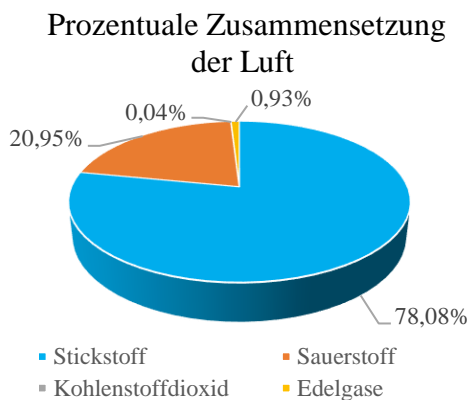


Abbildung 3: Diagramm zur prozentuellen Zusammensetzung der Luft



Abbildung 4: Pflanzenwachstum mit (linke Seite) und ohne Düngung (rechte Seite)

### Aufgabenstellungen:

Ihr befindet euch in der Rolle einer Landwirtin beziehungsweise eines Landwirtes und habt von einer Privatperson ein Düngemittel angeboten bekommen. Um möglichst viel Ertrag zu erhalten, wollt ihr nachweisen, ob sich in eurem Düngemittel Nitrat und Ammoniak befinden. Führt hierzu folgende zwei Versuche durch.



## Versuch 1: Nitrat-Ionen-Nachweis

### Materialien

- Papiertücher
- Stoppuhr
- Messzylinder (10 mL)
- Schnappdeckelglas

### Chemikalien

- bereitgestellte Düngerprobenlösung
- Teststäbchen

### Aufbau und Durchführung

Befüllt mithilfe eines Messzylinders das Schnappdeckelglas mit 5 mL Düngerprobenlösung.

Taucht danach ein Teststäbchen für 1 Sekunde in eure Probe (Abb. 5). Beim Herausziehen des Teststäbchens lasst ihr die überschüssige Flüssigkeit über die Längskante auf ein Papiertuch ablaufen. Legt das Stäbchen vor euch hin und wartet 60 Sekunden. Nach Ablauf der Zeit könnt ihr die Reaktionszonen des Teststreifens mit der vorgegebenen Farbskala auf der Verpackung vergleichen.

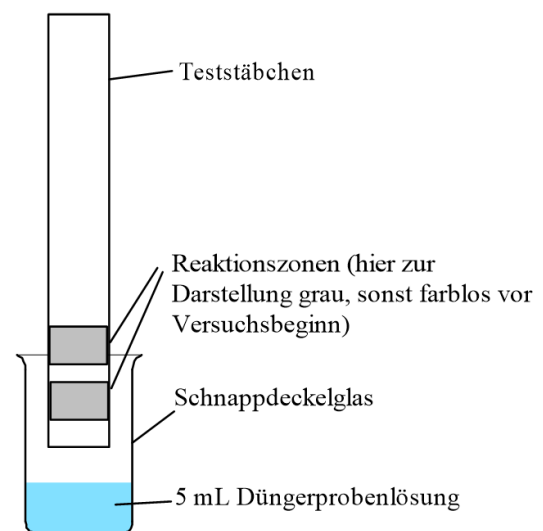


Abbildung 5: Versuchsaufbau zum Nachweis von Nitrat-Ionen

### Beobachtungen

Haltet eure Beobachtungen fest.

---

---

---

### Entsorgung

Die Düngerwasserprobe im Becherglas kann im Abfluss mit fließendem Wasser entsorgt werden. Die Teststäbchen werden von der Lehrkraft gesammelt und in die Feststofftonne gegeben. Das Becherglas und der Messzylinder werden gespült und danach getrocknet. Alle verwendeten Geräte und Materialien werden sorgfältig wieder an ihre ursprünglichen Plätze zurückgestellt.

### Auswertung



Wertet den Versuch im Hinblick auf eure Beobachtungen aus. Erläutert, welche Rückschlüsse ihr aus dem Ergebnis für die Bestandteile des Düngemittels, welches euch angeboten wurde, ziehen könnt und erklärt, ob ihr den untersuchten Dünger kaufen und für eure Felder verwenden würdet. Notiert eure Ergebnisse.

---

---

---

---

## Versuch 2: Ammonium-Ionen-Nachweis



### Materialien

- sechs Uhrgläser
- Pinzette
- pH-Papier
- Stoppuhr
- drei Messzylinder (10 mL)
- Spritzwasserflasche

### Chemikalien

- bereitgestellte Düngerprobenlösung
- destilliertes Wasser
- Natriumhydroxid-Plätzchen
- gesättigte Ammoniumchlorid-Lösung

### Sicherheitshinweise

Name	Gefahrensymbol	Signalwort	Hinweis
Ammoniumchlorid		Achtung	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Verursacht schwere Augenreizung.
Natriumhydroxid		Gefahr	Kontakt mit der Haut und den Augen vermeiden, da dies zu Verätzungen führt.

### Aufbau und Durchführung

#### *Blindprobe:*

Zunächst wird eine Blindprobe durchgeführt. Hierzu gebt ihr auf das erste Uhrglas einen Tropfen destilliertes Wasser mithilfe der Spritzwasserflasche. In diesem Tropfen legt ihr einen 1-2 cm langen pH-Papierstreifen (Abb. 6 (I)). Achtet dabei darauf, dass das Papier feucht wird.

Danach gebt ihr mithilfe des Messzylinders 2 mL destilliertes Wasser auf das zweite Uhrglas und legt mit der Pinzette ein Natriumhydroxid-Plätzchen in die Flüssigkeit (Abb. 6 (II)). Das erste Uhrglas, auf dem sich der pH-Streifen befindet, legt ihr umgedreht auf das zweite Uhrglas mit dem Natriumhydroxid-Plätzchen (Abb. 6 (III)). Beobachtet den Versuch für zwei Minuten.

1. Modul: Ein Ion in den Schlagzeilen – Was steckt hinter diesem Nitrat?

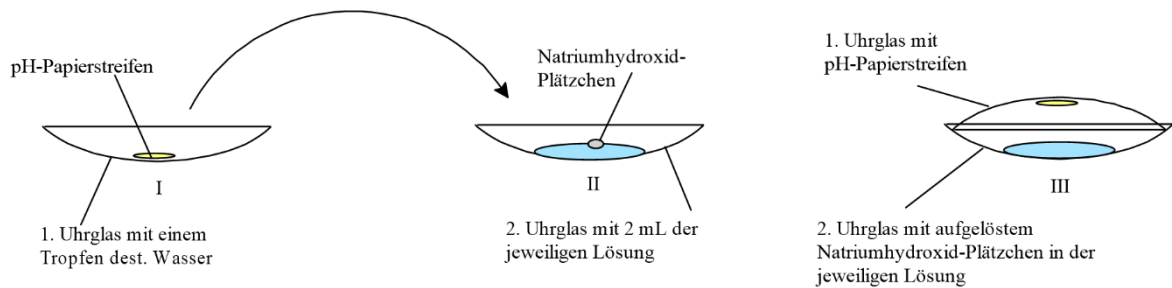


Abbildung 6: Versuchsaufbau für den Ammonium-Ionen-Nachweis

*Vergleichsprobe:*

Danach wird eine Vergleichsprobe durchgeführt. Geht hierzu analog zur Blindprobe vor. Gebt an der Stelle des Wassers (2 mL) mithilfe des Messzylinders 2 mL Ammoniumchlorid-Lösung auf ein weiteres Uhrglas (Abb. 6).

*Düngerprobenlösung:*

Führt den Versuch analog zu dem Vergleichsversuch durch. Verwendet anstelle der Ammoniumchlorid-Lösung 2 mL der bereitgestellten Düngerprobenlösung (Abb. 6).

Beobachtungen

Notiert eure Beobachtungen.

---

---

---

---

---

---

---

Entsorgung

Die Entsorgung der Lösungen erfolgt während eines geöffneten Wasserhahns im Ausguss. Das pH-Papier wird in der Mülltonne entsorgt. Die Uhrgläser und die Messzylinder werden gespült und danach getrocknet. Alle verwendeten Geräte und Materialien werden sorgfältig wieder an ihre ursprünglichen Plätze zurückgestellt.



### Auswertung



Wertet den Versuch im Hinblick auf eure Beobachtungen aus und stellt hierzu eine Reaktionsgleichung auf. Begründet, welche Rückschlüsse ihr aus dem Ergebnis für die Bestandteile des euch angebotenen Düngemittels ziehen könnt. Erklärt anhand der Auswertung, ob ihr den untersuchten Dünger kaufen und für eure Felder verwenden würdet. Notiert eure Ergebnisse.

---

---

---

---

---

### Reaktionsgleichung



Kleine Hilfestellung gefällig?

Scannt hierfür mit eurem mobilen Gerät den QR-Code. Ihr gelangt direkt zu den Hilfestellungen. Diese sind so aufgebaut, dass ihr zunächst einen Hinweis erhaltet, über den ihr euch austauschen könnt. Danach könnt ihr euch die Antwort zu dem Hinweis anzeigen lassen. Ihr werdet so Schritt-für-Schritt zur Antwort geführt.



## Der Weg des Nitrats ins Grundwasser

Die Nitrat-Ionen, die nicht von den Pflanzen aufgenommen werden, verbleiben im Bodenraum. Von dort aus kann das Nitrat ins Grundwasser gelangen.

Grundwasser besteht zum größten Teil aus Regen, Schnee aber auch aus Flüssen etc., welches als Sickerwasser bezeichnet wird. Die Schwerkraft ist dafür verantwortlich, dass das Sickerwasser über Hohl- und Zwischenräume in tiefere Schichten fließt (Abb. 7). Auf dem Weg werden verschiedene Bodenschichten wie zum Beispiel Sand und Kies durchquert. Das Sickerwasser fließt bis zu einer wasserundurchlässigen Schicht. Oberhalb dieser Schicht sammelt sich das Sickerwasser und bildet somit die Grundwasserzone. Aus diesem Grundwasser wird das Leitungswasser gewonnen.

Adsorption ist ein physikalisches Trennverfahren, bei dem Moleküle oder Ionen an den an der Oberfläche liegenden Molekülen eines Feststoffes haften bleiben. Das Haftenbleiben erfolgt durch bestimmte Kräfte, die zwischen den Teilchen herrschen. Die Adsorption erfolgt nicht bei allen Teilchen in demselben Maße.

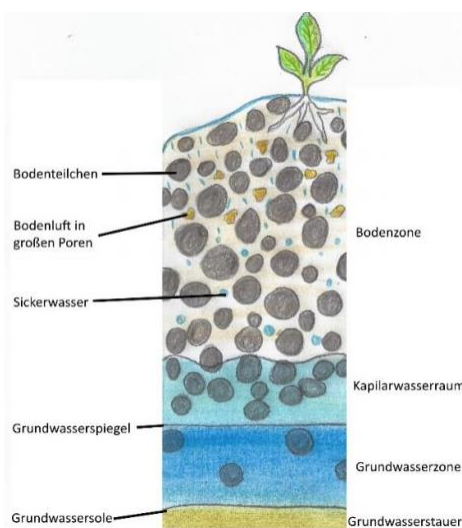


Abbildung 7: Aufbau des Bodens mit den Bodenzone

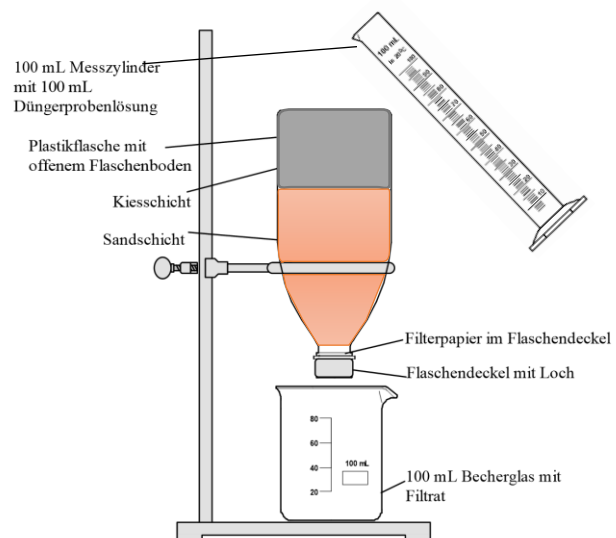


Abbildung 8: Versuchsaufbau Sand-Kies-Filter

Aufgabenstellung:



Der Verkäufer, der das Düngemittel anbietet, weist beim Verkauf auch immer darauf hin, dass aufgrund der gesetzlichen Düngemittelverordnung nicht unendlich viel Düngemittel auf das Feld ausgetragen werden darf.

Schaut euch die Informationskästen an und führt den nachfolgenden Versuch durch, um herauszufinden, warum Felder nicht überdüngt werden dürfen.

Materialien

- Plastikflasche ohne Boden mit einem Loch im Flaschendeckel
- Schere
- Becherglas (100 mL)
- Stativmaterial (Stativ, Klemme & Muffe)
- Becherglas für Entsorgung
- Filterpapier
- vier Schnappdeckelgläser
- Stoppuhr
- Messzylinder 100 mL
- Papiertücher
- wasserfester Stift
- Messzylinder 10 mL

Chemikalien

- Kies, fein
- Sand
- Teststäbchen für Nitrat-Ionen-Test
- Ammonium-Test Nachweisreagenz
- Teststäbchen für Ammonium-Ionen-Test
- bereitgestellte Düngerprobenlösung

Sicherheitshinweise

Name	Gefahrensymbol	Signalwort	Hinweis
Ammonium-Test Nachweisreagenz		Gefahr	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. Kann schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden verursachen.

## Aufbau und Durchführung

### *Teilversuch 1*

Die Düngerprobe wird auf das Vorhandensein von Ammonium-Ionen und Nitrat-Ionen getestet. Nummeriert zwei Schnappdeckelgläser zur Unterscheidung mit einem wasserfesten Stift. Prüft, ob die Gläser sauber und trocken sind. Füllt mithilfe des Messzylinders 5 mL der Düngerprobenlösung in das Schnappdeckelglas 1 und 2.

Gebt 10 Tropfen der Ammonium-Test-Nachweisreagenz in das Schnappdeckelglas 1 (Abb. 9). Schwenkt das Glas ein wenig hin und her; achtet darauf, dass ihr nichts verschüttet. Taucht danach das Teststäbchen für 3 Sekunden in die Flüssigkeit und lasst beim Herausziehen des Tests die noch daran befindliche überschüssige Flüssigkeit über die Längskante auf ein Papiertuch ablaufen.

Vergleicht nach 10 Sekunden die Reaktionszone mit der Skala auf der Dose der Teststäbchen.

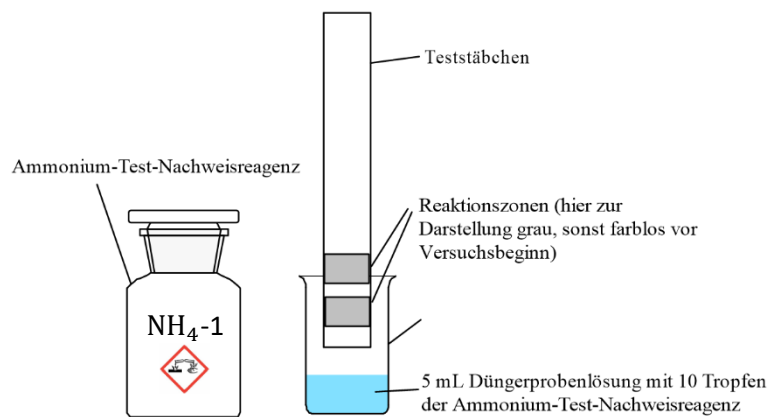


Abbildung 9: Versuchsaufbau zum Nachweis von Ammonium-Ionen

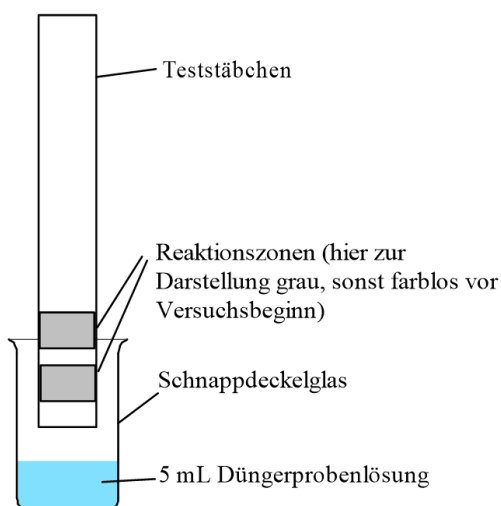


Abbildung 10: Versuchsaufbau zum Nachweis von Nitrat-Ionen

Taucht danach jeweils ein Nitrat-Teststäbchen für 1 Sekunde in das Schnappdeckelglas 2 (Abb. 10). Beim Herausziehen des Teststäbchens lasst ihr die überschüssige Flüssigkeit über die Längskante auf ein Papiertuch ablaufen. Legt das Stäbchen vor euch hin und wartet 60 Sekunden. Nach Ablauf der Zeit könnt ihr die Reaktionszonen des Teststreifens mit der vorgegebenen Farbskala auf der Verpackung vergleichen.

### Teilversuch 2

Zunächst schneidet ihr das Filterpapier so zu, dass es exakt auf den Flaschendeckelboden mit dem Loch liegt. Nehmt das Stativmaterial zur Hand und hängt die Plastikflasche mit der Bodenöffnung nach oben ein (Abb. 8). Stellt danach ein Becherglas unter die hängende Flasche. In die Plastikflasche füllt ihr zuerst den Sand bis zur Markierung und danach den Kies ein. Messt mithilfe des Messzylinders 100 mL der bereitgestellten Wasserprobe ab und füllt dies über die Öffnung in die Plastikflasche. Stellt das Filtrat im Becherglas für das weitere Vorgehen zur Seite.

### Teilversuch 3

Das Filtrat wird auf das Vorhandensein von Ammonium- und Nitrat-Ionen getestet. Hierzu werden zwei Schnappdeckelgläser wieder mit einem wasserfesten Stift zur Unterscheidung nummeriert. Prüft, ob die Gläser sauber und trocken sind. Füllt mithilfe des Messzylinders 5 mL des Filtrats in das Schnappdeckelglas 1 und 2. Das weitere Vorgehen für den Nachweis der Ammonium-Ionen und Nitrat-Ionen erfolgt analog zu Teilversuch 1.

### Beobachtungen

Haltet eure Beobachtungen in der nachfolgenden Tabelle fest:

Nachweis	Gehalt in mg/L	
	vor der Filtration	nach der Filtration
Ammonium-Ionen		
Nitrat-Ionen		

### Entsorgung

Der Sand und der Kies werden in der Mülltonne entsorgt. Die Plastikflasche wird aufbewahrt. Die Probe in dem Schnappdeckelglas 2 kann ebenso wie das restliche Filtrat im Abfluss unter fließendem Wasser entsorgt werden. Die Probe in dem Schnappdeckelglas 1 wird von eurer Lehrkraft gesammelt und danach im Abfall für schwermetallische Lösungen entsorgt. Auch die Teststäbchen werden von der Lehrkraft gesammelt und in der Feststofftonne entsorgt. Die Bechergläser und der Trichter werden gespült und danach getrocknet. Alle verwendeten Geräte und Materialien werden sorgfältig wieder an ihre ursprünglichen Plätze zurückgestellt.

Auswertung



Vergleicht die ermittelten Werte. Erläutert die Gründe für die gemessenen Werte, nutzt hierfür die Informationstexte oberhalb der Aufgabenstellung und schlussfolgert, was eine Überdüngung für das Grundwasser und somit auch für das Trinkwasser bedeutet.

---

---

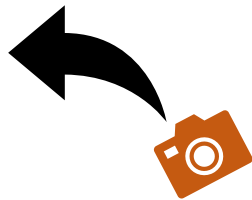
---

---



Kleine Hilfestellung gefällig?

Scannt hierfür mit eurem mobilen Gerät den QR-Code. Ihr gelangt direkt zu den Hilfestellungen. Diese sind so aufgebaut, dass ihr zunächst einen Hinweis erhaltet, über den ihr euch austauschen könnt. Danach könnt ihr euch die Antwort zu dem Hinweis anzeigen lassen. Ihr werdet so Schritt-für-Schritt zur Antwort geführt.



## Literaturverzeichnis

Auf Literatur- und Bildverweise wurde innerhalb der Lerneinheit verzichtet, damit die Schüler\*innen nicht in ihrem Lesefluss abgelenkt beziehungsweise gestört werden. Nachfolgend sind die gesamten Verweise aufgelistet.

### Bildnachweise

Abbildung 1: Reuter, N. (2016). *Landwirte fürchten weitere Einschränkungen - Diskussion zu Nitrat im Kreis Uelzen: „Eine gewisse Art von Panikmache“*. Online verfügbar unter <https://www.az-online.de/uelzen/stadt-uelzen/eine-gewisse-panikmache-6994811.html> [01.07.2021].

Der Spiegel (Hrsg.) (2018). *Dünger in der Landwirtschaft – Europäischer Gerichtshof verurteilt Deutschland wegen Nitratbelastung*. Online verfügbar unter <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/nitrat-im-grundwasser-eugh-verurteilt-deutschland-a-1214152.html> [01.07.2021].

Norddeutscher Rundfunk (Hrsg.) (2020). *Weiterhin zu Nitrat im Grundwasser*. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/thema/grundwasser/#:~:text=Zuviel%20Nitrat%20bringt%20die%20Natur,aus%20Nitrat%20gesundheitsgef%C3%A4hrdende%20Nitrite%20entstehen.> [05.06.2021].

Norddeutscher Rundfunk (Hrsg.) (2021). *Landkreis Cloppenburg: Weiter zu viel Nitrat im Grundwasser*. Online verfügbar unter <https://www.az-online.de/uelzen/stadt-uelzen/eine-gewisse-panikmache-6994811.html> [01.07.2021].

Herholz, A. (2017). *Wasserqualität – Nitrat im Trinkwasser – nur Panikmache?* Online verfügbar unter <https://www.svz.de/deutschland-welt/wirtschaft/nitrat-im-trinkwasser-nur-panikmache-id17507541.html> [01.07.2021].

Abbildung 2: Lüsse, M., Brockhage, F., Pietzner, V. & Beeken, M. (2020). Fridays For Future und Schule? Teil 2 – Nachhaltige Unterrichtsvorschläge zur Stickstoffproblematik. In: *Chemie in unserer Zeit* 55(3), S.186-191. DOI: 10.1002/ciuz.202000005.

Abbildung 3: Eigene Darstellungen mit den Werten aus:  
Binnewies, M., Finze, M., Jäckel, M., Schmidt, P., Willner, H. & Rayner-Canham, G. (2016). *Allgemeine und Anorganische Chemie*. 3. Auflage, Berlin: Springer Verlag.

Abbildung 4: Gietz, P., Habekost, E., Irmer, E. & Schierle, W. (2017). *Elemente Chemie 9/10*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.

Abbildung 5, Eigens verändert nach:

6, 8, 9 & 10: Wirth, R. (2019). *Dissertation: Berufsorientierung im außerschulischen Lernort mit chemiebezogenen Berufen im Umweltschutz. Ergebnisse einer Fragebogenstudie mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Material für Schülerlaborkonzept Umweltschutzberufe*.  
Online verfügbar unter <http://oops.uni-oldenburg.de/4050/1/wirber19.pdf> [01.07.2021].

Abbildung 7: Lüsse, M. & Brockhage, F. (2019). *Station 2: Zu viel des Guten und nun*.  
Online verfügbar unter <https://cloudstorage.uni-oldenburg.de/s/R3KYeNyEyzPPKfL?dir=undefined&path=%2F&openfile=4555507630> [01.07.2021].

## Literaturnachweise

ACD/ChemSketch, version 2020.2.1, *Advanced Chemistry Development*, Inc., Toronto, ON, Canada, [www.acdlabs.com](http://www.acdlabs.com), 2021.

Binnewies, M., Finze, M., Jäckel, M., Schmidt, P., Willner, H. & Rayner-Canham, G. (2016). *Allgemeine und Anorganische Chemie*. 3. Auflage, Berlin: Springer Verlag.



- Merck (Hrsg.) (2019). *Sicherheitsdatenblatt Ammonium-Test*. Online verfügbar unter [https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-DE-Site/de\\_DE/-/EUR/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA\\_CHEM-110024&Origin=PDP](https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-DE-Site/de_DE/-/EUR/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-110024&Origin=PDP) [01.07.2021].
- Mortimer, C. E., Müller, U. (2020). *Chemie – Das Basiswissen der Chemie*. 13. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Roth, C. (Hrsg.) (2020). *Sicherheitsdatenblatt Ammoniumchlorid*. Online verfügbar unter <https://www.carlroth.com/medias/SDB-5050-BE-DE.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNTQxMzZ8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMDkvaGNiLzkwMDcyMzIwOTAxNDIucGRmfGIwM2ExNTZmY2Q1NzBIYjFlNWZmODkxNWE3NTk0ZWJhYzhiYTlhMWZmYWNmZDg0NWU2ODk0MmQwMzI3ZWQwMjc> [01.07.2021].
- Roth, C. (Hrsg.) (2020). *Sicherheitsdatenblatt Natriumhydroxid*. Online verfügbar unter <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6771-AT-DE.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODMwNDV8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMmUvaDJKLzg5OTAzODc3OTgwNDYucGRmfGNhZGQ2YTA1OTliM2E1MDUwZmQ1ZDgxNThhOGY3N2M2MDE1OTYzMDBmOGYyMjY0NjA3NzBkMDc0ZmNhNTA4Mzg> [01.07.2021].
- Universität Osnabrück (Hrsg.) (2021). *Erklärvideo Stickstoffkreislauf*. Online verfügbar unter [https://www.youtube.com/watch?v=\\_v6a\\_Nk5pEc&list=PL893kmKdclxWHiR3dJ7sE2cCE6I3Z3SIB&index=11](https://www.youtube.com/watch?v=_v6a_Nk5pEc&list=PL893kmKdclxWHiR3dJ7sE2cCE6I3Z3SIB&index=11) [01.07.2021].