

# Lebendiger Boden – der Stickstoffkreislauf

Ein Beitrag von Marianne Lippel, Bremen

Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart und Katja Rau, Berglen

**E**in Stoffkreislauf im Boden – und niemand kann ihn sehen. Was passiert dort und wer ist daran beteiligt? Jeder hat seine Aufgabe und ein Schritt folgt auf den anderen.

Ihre Schüler finden es selbst heraus: Durch die Erstellung von Steckbriefen und mithilfe von Clusterkarten entwickeln sie in einer Gruppenarbeit den Stickstoffkreislauf und verinnerlichen so die Zusammenhänge. Vertiefend setzen die Lernenden aktuelle Umweltprobleme in Bezug und bewerten diese. Ein Rätsel dient zum Abschluss der Einheit als Lernerfolgskontrolle und festigt das Wissen.



© Compassionate Eye Foundation/Steven Errico/  
DigitalVision

Im Boden befinden sich viele Mikroorganismen, die für den Stickstoffkreislauf entscheidend sind

## Das Wichtigste auf einen Blick

**Klasse:** 9/10

**Dauer:** 5 Stunden

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- erstellen Steckbriefe mithilfe von Informationstexten.
- veranschaulichen Sachverhalte anhand von graphischen Darstellungen.
- vernetzen und strukturieren neue Fachbegriffe.
- beschreiben und erklären die Umsetzung des Elements Stickstoff.

**Übungsmaterial:**

- Gruppenpuzzle: Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf kennenlernen
- Den Stickstoffkreislauf entdeckt – Wie arbeiten die Organismen zusammen?
- Stalldünger in der Landwirtschaft
- Gründüngung in der Landwirtschaft
- Rund um den Stickstoffkreislauf – Rätsel

## Was Sie zum Thema wissen müssen

### Der Stickstoffkreislauf

Stickstoff ist mit 78 % ein großer Bestandteil der Luft sowie von Proteinen und anderen Naturstoffen. Da der elementare Stickstoff aus der Luft nicht von Pflanzen aufgenommen werden kann, wird dieser in mehreren Schritten gebunden.

Stickstoff ist oft der Minimumfaktor beim Pflanzenwachstum. Aus abgestorbenem Material oder tierischen Ausscheidungen wird durch Destruenten **Ammoniak** ( $\text{NH}_3$ ) gewonnen, welches im Wasser in Lösung geht (**Ammonifikation**). Dadurch entstehen **Ammonium-Ionen** ( $\text{NH}_4^+$ ), die mit Ammoniak bei bestimmten Umgebungsbedingungen im Gleichgewicht vorliegen. Wenn Sauerstoff vorhanden ist, werden weitere **Zersetzer** aktiv, die über nachfolgende Teilschritte **Nitrat-Ionen** ( $\text{NO}_3^-$ ) herstellen (**Nitrifikation**). Beide Ionen (Ammonium und Nitrat) können von der Pflanze genutzt werden. Bei Sauerstoffmangel werden andere Destruenten aktiv, die den Nitrat-Ionen den Sauerstoff entziehen, sodass über mehrere Reaktionsschritte wieder **elementarer Stickstoff** ( $\text{N}_2$ ) entsteht, der in die Atmosphäre gelangt (**Denitrifikation**). Dieser Prozess findet hauptsächlich in stark durchnässten Böden, sowie bei hohen Nitratgehalten im Boden statt. Einige Pflanzen, wie Klee oder andere Feldfrüchte, gehen mit **Bakterien** eine **Symbiose** an ihren **Wurzeln** ein. Die entstandenen Knöllchenbakterien (**Rhizobien**) können **Stickstoff fixieren** und für Pflanzen in Form von Ammonium-Ionen zur Verfügung stellen. Diese Pflanzen sind dadurch besonders gute **Stickstofffixierer**.

### Ackerbau und Düngung

Ziel der Düngung in der Landwirtschaft ist es, einen möglichst **hohen Ernteertrag** zu erreichen. Neben der Zugabe von mineralischem Dünger werden die **Gründüngung** und das Einbringen von **Stalldünger** (Gülle, Jauche) angewandt. Ein übermäßiges Einbringen von Dünger führt zu einer **Anreicherung von Stickstoff im Grundwasser**. Schwere landwirtschaftliche Geräte oder auch abweichende Witterungsbedingungen verdichten den Boden, sodass es zu Auswaschungen kommen kann. Außerdem benötigt das immer wieder neu ausgebrachte Saatgut mehr Düngung als bereits vorhandene Pflanzen. Bei zu geringer Düngung trägt die Pflanze kaum Früchte.

Bevor weitere Düngemittel zum Einsatz kommen, werden zunächst Stallmist (90%) sowie kommunale Abfälle (10%) ausgebracht. Bei der Gründüngung werden Pflanzen eingesät, die einerseits winterbeständig und andererseits gute **Stickstofffixierer** sind. Rotklee besitzt zum Beispiel **Knöllchenbakterien**, welche die Fixierung maximieren. Die Pflanzen werden nach dem Winter untergepflügt, sodass dieses organische Material in den **Stickstoffkreislauf** fließen kann.

## Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Um diese Unterrichtseinheit sicher bearbeiten zu können, sollten Ihre Schülerinnen und Schüler\* bereits den grundsätzlichen Aufbau von Stoffkreisläufen mit Produzent, Konsument und Destruent kennen. Dies kann einen Fächerübergreifenden Bezug zum Biologieunterricht bedeuten. Auch eine kurze Wiederholung zu dem Element Stickstoff (N) ist sinnvoll. Zum Beispiel ist entscheidend, dass Stickstoff Hauptbestandteil der Luft und ein essentielles Element für u.a. den Aufbau von Aminosäuren ist.

Um die Verwendung von Düngemitteln zu begründen, macht ein Exkurs zum Minimumgesetz Sinn. Auch die Stickstoffverbindungen sollten bekannt sein. Es ist schwierig, mit den Summenformeln oder den Namen zu arbeiten, wenn die Schüler nicht wissen, was sich dahinter verbirgt.

*\*Im weiteren Verlauf der Einheit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.*

### Aufbau der Unterrichtseinheit

Mit dieser Unterrichtseinheit sollen einige Methoden zur Erarbeitung und Darstellung von wissenschaftlichen Zusammenhängen geübt werden.

Die Schüler stehen zunächst vor dem Problem, dass es viele nicht sichtbare Vorgänge im Boden gibt. Dies wird zum Einstieg mithilfe von **Farbfolie M 1** verdeutlicht. Die Lernenden wissen bereits, dass daran Produzenten, Konsumenten und Destruenten beteiligt sind und können Vermutungen anstellen, welche Prozesse hier stattfinden müssen. Die **Loskarten (M 2)** zu verschiedenen am Stickstoffkreislauf beteiligten Lebewesen werden verteilt. Zu diesen Lebewesen werden zunächst **Steckbriefe (M 3 – M 8)** erstellt.

Anhand der Steckbriefe werden die Funktionen der Bodenorganismen deutlich und in Gruppen können Zusammenhänge erarbeitet werden. Diese beiden Erarbeitungsphasen sollen anhand eines **Gruppenpuzzles** gelöst werden. Mithilfe der **Vorlage zum Stickstoffkreislauf (M 10 und M 11)** können diese Vernetzungen in der Gruppenarbeit dargestellt werden. In jeder Gruppe sollte nun ein Experte zu jeweils einem Steckbrief sitzen.

Anhand dieses Vorwissens und des bekannten Stickstoffkreislaufs vernetzen Ihre Schüler ihre Kenntnisse mit dem Erlernten in der folgenden Stunde. Daher wird zunächst mit einem wiederholenden Einstieg begonnen. Es soll die Beschreibung eines bekannten Stickstoffkreislaufs erfolgen. Mit dem Auflegen einer **Farbfolie (M 1)** von einem abgeernteten Acker als stillen Impuls sollen die Schüler das Problem des Landwirts nennen, welches sich bei einem weiteren Ansäen des Getreides im kommenden Jahr ergibt.

Anhand von **Informationstexten (M 13 und M 15)** und **Clusterkarten (M 14 und M 16)** legen die Schüler einen Stickstoffkreislauf, in den der Landwirt eingreift. Als späteres Partnerinterview legt ein Schüler die Variante des Einbringens von Stalldünger und ein Schüler bezieht sich auf die Gründüngung.

Die zweite Phase bietet den Schülern im **Lerntempoduett** einen **Austausch über die Ergebnisse**. Durch Gespräche und das kooperative Lernen kann zuvor erarbeitetes Wissen weiter entwickelt werden. Im Gespräch werden nicht nur Verbesserungen vorgenommen und Verständnisfragen geklärt, sondern auch die sprachliche Sicherheit bei der Vorstellung der Ergebnisse gegeben.

Ein bis zwei Lernende stellen in der letzten Phase ihre Ergebnisse vor. Diese Vorstellungen dienen als Anlass einer anschließenden Diskussion über Zusammenhänge und Vergleiche der Darstellungen. Die Gespräche festigen das Wissen über den Stickstoffkreislauf am Beispiel des Ackerbaus.

Ein **Kreuzwörterrätsel (M 18)** dient der Lernerfolgskontrolle in Einzelarbeit.

### Angebote zur Differenzierung

Für die Erstellung der Steckbriefe kann für leistungsschwächere Schüler die **Vorlage für einen Steckbrief** genutzt werden, welche Ihnen als **Zusatzmaterial auf CD** () vorliegt. Leistungsstarke Schüler können auf die Vorlagen verzichten und einen eigenen Steckbrief erstellen sowie Informationen per Internetrecherche ermitteln. Diese Vorgehensweise ist ebenso bei der Erstellung des Stickstoffkreislaufes möglich. Auch hier kann auf die **Vorlage (M 10 und M 11)** verzichtet werden.

Es steht Ihnen außerdem ein Lexikon als **Zusatzmaterial auf CD** () zur Verfügung, welches Sie an Ihre Lernenden vor Beginn der Unterrichtseinheit verteilen können. Leistungsstärkeren Schülern können Sie auch ein unausgefülltes Lexikon geben, welches die Lernenden im Laufe der Unterrichtseinheit selbst ausfüllen können.

Sollten die Schüler auch mit den Vorlagen Schwierigkeiten bei der Lösung der Aufgaben haben, können sie zwei **Tippkarten (M 9 und M 12)** verwenden.

### Ideen für die weitere Arbeit

Im Anschluss an diese Einheit kann vertiefend auf die **Zusammensetzung von Düngemitteln** eingegangen werden. Da den Schülern die Hintergründe und die Aufgaben der Düngung bekannt sind, können sie sich auch teilweise selbst erschließen, welche Zusammensetzungen hierfür wichtig sind. Es ist jedoch auch möglich noch verstärkt auf die Bewertungskompetenz einzugehen und die Überdüngung als **gesellschaftskritisches Thema** intensiv zu bearbeiten.

### Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten

Parallel zum Einsatz dieser Einheit im Chemieunterricht, kann im **Biologieunterricht** auf den Aufbau von Stoffkreisläufen eingegangen werden. Ebenso kann der Aspekt der Landwirtschaft und der Bodenbeschaffenheit im **Geographieunterricht** erarbeitet werden.

## Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

### Die Schüler ...

- erstellen Steckbriefe mithilfe von Informationstexten.
- veranschaulichen Sachverhalte anhand von graphischen Darstellungen.
- vernetzen und strukturieren neue Fachbegriffe.
- beschreiben und erläutern die Umsetzung des Elements Stickstoff.
- präsentieren ihre Ergebnisse, schenken Beiträgen Ihrer Mitschüler Aufmerksamkeit und diskutieren diese sachlich.
- tauschen sich über ihre Ideen in der Gruppe aus, wobei sie sich an Gesprächsregeln halten, sowie themenbezogen und sachgerecht kommunizieren.

VORSCHAU

## Die Einheit im Überblick

🕒 V = Vorbereitung

FO = Folie

LEK = Lernerfolgskontrolle

🕒 D = Durchführung

AB = Arbeitsblatt

TK = Tippkarte

📀 = Zusatzmaterial auf CD

Stunde 1–2: Steckbriefe erstellen	
M 1 (FO)	Mit der Lupe in den Boden schauen – wo ist der Stickstoffkreislauf?
M 2 (AB)	Organismen im Stickstoffkreislauf – Loskarten
M 3 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – Konsument
M 4 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – Produzent
M 5 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – <i>Nitrosomonas</i>
M 6 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – <i>Nitrobacter</i>
M 7 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – <i>Clostridium</i>
M 8 (AB)	Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – Rhizobien
📀	Informationen strukturieren – wir erstellen einen Steckbrief
M 9 (TK)	Tippkarten zu den Informationstexten

Stunde 2–3: Einen Stickstoffkreislauf erstellen	
M 10 (AB)	Den Stickstoffkreislauf entdeckt – Wie arbeiten die Organismen zusammen?
M 11 (AB)	Puzzleteile zum Stickstoffkreislauf
M 12 (TK)	Tippkarten zum Stickstoffkreislauf

Stunde 4–5 (Vertiefung): Eingriff des Menschen in den Stickstoffkreislauf – Düngung	
M 1 (FO)	Die Landwirtschaft und der Stickstoffkreislauf
M 13 (AB)	Stalldünger in der Landwirtschaft
M 14 (AB)	Gründüngung in der Landwirtschaft
M 15 (AB)	Stalldünger in der Landwirtschaft – Clusterkarten
M 16 (AB)	Gründüngung in der Landwirtschaft – Clusterkarten
M 17 (TK)	Tippkarten zur Düngung in der Landwirtschaft
M 18 (LEK)	Rund um den Stickstoffkreislauf – Rätsel
📀	Mein Lexikon – der Stickstoffkreislauf

## Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – Konsument

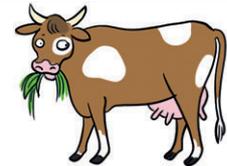
M 3

Erfahre hier, welche Aufgabe im Stickstoffkreislauf das Lebewesen hat, das du entdeckst.

### Aufgabe

- Lies dir den folgenden Info-Text über Konsumenten durch und markiere alles Wichtige.
- Erstelle innerhalb deiner Expertengruppe einen Steckbrief über den Organismus.

Bei den Konsumenten im Stickstoffkreislauf handelt es sich um Pflanzen- oder Fleischfresser. Ein Konsument konsumiert, was der Produzent, also die Pflanze, produziert hat. Einige Stoffe, wie Sauerstoff und Glucose, nutzen die Konsumenten zur Energiegewinnung:



© Julia Lenzmann

### Zellatmung

Sauerstoff ( $O_2$ ) + Glucose ( $C_6H_{12}O_6$ )  $\longrightarrow$  Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ) + Wasser ( $H_2O$ )

Die Konsumenten im Stickstoffkreislauf fressen aber auch Biomasse, wodurch sie Stickstoff aufnehmen. Dieser ist z. B. in **Aminogruppen** ( $-NH_2$ ) enthalten, welche als funktionelle Gruppen an Kohlenstoffatome gebunden sind.

Der Konsument nutzt den Stickstoff ebenfalls zum Aufbau von Proteinen in seinem Körper. Überschüssiger Stickstoff wird über den Verdauungstrakt wieder ausgeschieden und ist in Kot und Urin enthalten. Außerdem werden die ehemals gebundenen Stickstoffverbindungen nach dem Tod des Konsumenten wieder zu Ammoniak ( $NH_3$ ) und seinem Umwandlungsprodukt Ammonium ( $NH_4^+$ ) abgebaut. Dies geschieht durch bestimmte Bakterien, den sogenannten Destruenten. Diese können aus organischen Stoffen, wie Kot und Urin der Konsumenten, **Ammonium ( $NH_4^+$ ) und Ammoniak ( $NH_3$ )** abspalten. Man spricht bei diesem Vorgang auch von einer **Ammonifikation**.

Ammoniak ist stark stechend riechend, was zu Tränen reizt sowie farblos und wasserlöslich. Aufgrund seiner giftigen Wirkung wird es im Körper des Konsumenten in Harnstoff umgewandelt.

### Info:

Aus in Wasser gelöstem Ammoniak entstehen Ammonium-Ionen. Da bei dieser Reaktion Hydroxid-Ionen entstehen, ist die Lösung alkalisch. Das Mengenverhältnis von Ammoniak zu Ammonium-Ionen ist wiederum vom pH-Wert abhängig: Mit zunehmenden pH-Wert und steigender Temperatur erhöht sich der Anteil von Ammoniak.

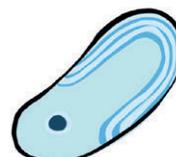
## M 6 Die Aufgaben der Organismen im Stickstoffkreislauf – *Nitrobacter*

Erfahre hier, welche Aufgabe im Stickstoffkreislauf das Lebewesen hat, das du entdeckst.

### Aufgabe

- Lies dir den folgenden Info-Text über *Nitrobacter* durch und markiere alles Wichtige.
- Erstelle innerhalb deiner Expertengruppe einen Steckbrief über den Organismus.

Arten wie *Nitrobacter*-Bakterien findet man in Böden, Süßwasser und im Meer. Es handelt sich um stäbchenförmige Einzeller, die Destruenten, also Zersetzer sind. *Nitrobacter*-Bakterien vermehren sich durch Knospung. Eine Knospung ist eine Zellteilung, bei der die neue Tochterzelle kleiner als die Mutterzelle ist.



© Julia Lenzmann

*Nitrobacter*-Bakterien sind für den zweiten Schritt der Nitrifikation im Stickstoffwechsel zuständig: Um Energie zu gewinnen, wandeln diese Bakterien **Nitrit-Ionen** ( $\text{NO}_2^-$ ) mit **Sauerstoff** ( $\text{O}_2$ ) zu **Nitrat-Ionen** ( $\text{NO}_3^-$ ) um. Da sie für diese Reaktion Sauerstoff benötigen, müssen sie sich dafür in einem sauerstoffreichen Lebensraum aufhalten.

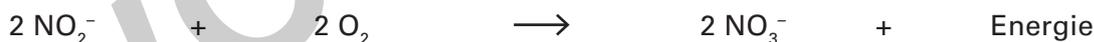
Wie viele andere nitrifizierende Bakterien besitzt *Nitrobacter* ein inneres Membransystem (Trennschichten). In diesen Membranen befindet sich das Enzym Nitritoxidase, welches die Oxidation von Nitrit zu Nitrat katalysiert.

Durch diese Reaktion der nitrifizierenden *Nitrobacter*-Bakterien, wird der Boden mit Nitrat angereichert. Dieses steht den Pflanzen dann im Boden als Mineralsalz-Ion für den Stoffwechsel zur Verfügung.

*Nitrobacter*-Bakterien benötigen mehr Substrat im Vergleich zu den *Nitrosomonas*-Bakterien, welche den ersten Schritt der Nitrifikation im Stickstoffkreislauf bis zum Nitrit-Ion übernehmen. Somit wird das sonst giftige Nitrit durch *Nitrobacter*-Bakterien sofort entfernt.

Die Nitrifikation wird bei Temperaturen unter  $12\text{ }^\circ\text{C}$  verlangsamt und findet bei Temperaturen von unter  $8\text{ }^\circ\text{C}$  nicht mehr statt. Der optimale pH-Wert für diese Reaktion liegt zwischen 7,5 und 8,3.

#### Formelgleichung



#### Wortgleichung

Nitrit und Sauerstoff reagieren zu Nitrat und Energie

## Tippkarten zu den Informationstexten

### Produzent – eine Pflanze

#### Pflanzen nehmen auf:

- Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )- oder Ammonium-Ion ( $\text{NH}_4^+$ )

#### Pflanzen geben ab:

- Wenn eine Pflanze gefressen wird oder ihr Laub herabfällt – in Proteinen gebundenen Stickstoff



### Konsument – ein Pflanzen- oder Fleischfresser

#### Tiere nehmen auf:

- Pflanzen und somit die Aminogruppen, ( $-\text{NH}_2$ ) aus den Proteinen; darin enthalten ist auch Stickstoff (N)

#### Tiere geben ab:

- Kot und Urin; Bakterien gewinnen daraus Ammonium-Ionen ( $\text{NH}_4^+$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )



### Nitrosomonas – ein Bakterium

#### Nitrosomonas nehmen auf:

- Ammonium-Ionen ( $\text{NH}_4^+$ ) und Sauerstoff

#### Nitrosomonas geben ab:

- Nitrit-Ionen ( $\text{NO}_2^-$ )



→ Dies ist der erste Teil der Nitrifikation im Stickstoffkreislauf

### Nitrobacter – ein Bakterium

#### Nitrobacter nehmen auf:

- Nitrit-Ionen ( $\text{NO}_2^-$ ) und Sauerstoff

#### Nitrobacter geben ab:

- Nitrat-Ionen ( $\text{NO}_3^-$ )



→ Dies ist der zweite Teil der Nitrifikation im Stickstoffkreislauf

### Clostridium – ein Bakterium

#### Clostridien nehmen auf:

- Nitrat-Ionen ( $\text{NO}_3^-$ ) und Wasserstoff ( $\text{H}^+$ )

#### Clostridien geben ab:

- elementaren Stickstoff ( $\text{N}_2$ )



→ Dies ist der Prozess der Denitrifikation

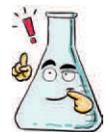
### Rhizobium – ein Knöllchenbakterium

#### Rhizobien nehmen auf:

- elementaren Stickstoff ( $\text{N}_2$ )

#### Rhizobien geben ab:

- Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )



→ Sie leben in einer Symbiose mit Pflanzen (Pflanzenwurzeln)

## Puzzleteile zum Stickstoffkreislauf

M 11

Diese Puzzleteile helfen euch, den Stickstoffkreislauf zu vervollständigen. Schneidet sie aus und klebt sie an die richtige Stelle auf die Vorlage. Es können auch eigene Begriffe verwendet werden, indem ihr die leeren Felder ausfüllt.

<b>Produzent</b>	<b>Konsument</b>	<b>Rhizobien</b>
<i>Nitrosomonas</i>	<i>Nitrobacter</i>	<b>Clostridien</b>
<b>Laubabfall</b>	<b>Ausscheidungen</b>	<b>Ammonifikation</b>
<b>Nitrifikation</b>	<b>Denitrifikation</b>	<b>N<sub>2</sub>-Bindung</b>
<b>Verfügbarkeit O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub>-Mangel</b>	

<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>N<sub>2</sub></b>	
<b>-NH<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>NO</b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>		

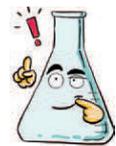
## Tippkarten zum Stickstoffkreislauf

M 12

### Welche Karten gehören zusammen?

Diese Stickstoffverbindungen stehen im Zusammenhang und sollten auf der Vorlage zusammen stehen:

1. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> und NH<sub>3</sub>
2. NO<sub>2</sub><sup>-</sup> und NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
3. NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO; N<sub>2</sub>O und N<sub>2</sub>



### Welche Prozesse finden wo statt?

Ammonifikation: Aus den Ausscheidungen der Tiere und abgestorbenen Pflanzenresten

Nitrifikation Nach der Ammonifikation, Produkt wird von den Pflanzen aufgenommen oder bei Anreicherung in der Denitrifikation verarbeitet

Denitrifikation Produkte aus der Nitrifikation werden umgewandelt und an die Atmosphäre abgegeben.

N<sub>2</sub>-Bindung Rhizobien an den Wurzeln



## M 13

## Stalldünger in der Landwirtschaft

*Vor allem, wenn man über das Land fährt hat man oftmals den Geruch von Gülle in der Nase. Warum trägt der Landwirt den Stalldünger auf sein Feld oder seine Wiese aus?*

Stalldünger, auch Gülle oder Jauche genannt, sind die Ausscheidungen von Tieren (Konsumenten) und unter anderem von der Tierart, der Fütterung sowie von Art und Dauer der Lagerung abhängig. Gülle enthält Stickstoff, Phosphor und Kalium (sogenannte NPK) sowie Magnesium. Die Zusammensetzung entspricht ungefähr den Mehrnährstoffdüngern, die man kaufen kann. Stalldünger ist jedoch für den Bauern immer in großen Mengen vorhanden, da die Tiere ihn ständig herstellen.



© colourbox

Schweinegülle enthält unter anderem 3 bis 17 % Ammonium-Ionen ( $\text{NH}_4^+$ ) und 6 bis 18 % Stickstoff in organischen Verbindungen. Die Gülle wird ausgebracht und der Boden somit für die spätere Aussaat der neuen Pflanzen vorbereitet. Es fehlen also beteiligte Organismen im Stickstoffkreislauf, die der Landwirt ersetzen muss. Dadurch gibt es wieder ausreichend Nährstoffe wie Stickstoff, wenn die neuen Pflanzen angesät werden.

### Aufgaben

1. Stelle anhand der Informationen die Schließung des Stickstoffkreislaufs dar, wenn Stalldünger ausgebracht wird. Nenne außerdem die Vor- und Nachteile dieser Methode der Schließung des Stickstoffkreislaufs.
2. Beschreibe und erläutere deinem Partner deine Darstellung und vergleiche sie mit der deines Partners.

## Gründüngung in der Landwirtschaft

*Diese Düngung bekommt man gar nicht mit. Im Winter sind die Äcker grün und man hält es vielleicht für „Unkraut“. Welche Wirkung hat die Gründüngung auf den Stickstoffkreislauf?*

Der Landwirt sät bestimmte Pflanzen auf seinem Acker an, wenn dort gerade keine Früchte wachsen (z. B. Wintersaat). Diese Pflanzen stellen die Produzenten dar, werden jedoch auch wieder untergepflügt, bevor die neue Saat ausgesät wird. Diese wird dann später auch geerntet. Der Gründünger, also die untergepflügten Pflanzen, bleiben im Boden. Zum Teil kann er auch geerntet und an die Tiere verfüttert werden. Die Pflanzen haben nicht nur den Vorteil, dass sie den Stickstoffkreislauf nach der Ernte schließen, sondern sie sorgen auch dafür, dass der Boden sein Porenvolumen behält.

Für die Gründüngung wird z. B. Klee verwendet. Klee geht oftmals eine Symbiose mit Rhizobien ein. Je nach Bodenart können zur Gründüngung aber auch Pflanzen mit tiefen und ausgeprägten Wurzeln verwendet werden. Vor allem in der ökologischen Landwirtschaft ist diese Art von Düngung sinnvoll, da hier kein Mineralstoffdünger eingesetzt werden darf.



© thamerpic/Stock/Getty Images Plus

### Aufgaben

1. Stelle anhand der Informationen die Schließung des Stickstoffkreislaufs dar, wenn Gründünger eingesetzt wird. Nenne außerdem die Vor- und Nachteile dieser Methode der Schließung des Stickstoffkreislaufs.
2. Beschreibe und erläutere deinem Partner deine Darstellung und vergleiche sie mit der deines Partners.

