

# Einheit 1: Einführung



## INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

### A) Praktische Tätigkeit

#### Ablauf

##### *Vorbereitung:*

Die lehrende Person stellt die Schilder (siehe unten) im Schulgarten auf, bevor der Unterricht beginnt. Sie verteilt farbige Aufkleber an die zukünftigen MINT-LehrerInnen (z. B. **rote Aufkleber zur Kennzeichnung von Kohlenstoffquellen**, **blaue Aufkleber zur Kennzeichnung von Kohlenstoffsenken**).

#### **Schritt 1 - Erkundung**

Die zukünftigen MINT-LehrerInnen erkunden den Schulgarten und identifizieren Kohlenstoffquellen und -senken.

-> **Option 1: kein Hilfsgerüst:** Zukünftige MINT-LehrerInnen...

- *erkunden* den Schulgarten
- *identifizieren* und *notieren* Kohlenstoffquellen und -senken.

-> **Option 2: leichtes Hilfsgerüst (empfohlen):** Zukünftige MINT-Lehrkräfte...

- *erkunden* den Schulgarten,
- *finden* die vorbereiteten Schilder im Schulgarten, die verschiedene Elemente (z.B. Pflanzen, Tiere...) des Kohlenstoffkreislaufs darstellen.
- *entscheiden*, ob dieses Element als **Kohlenstoffquelle** oder als **Kohlenstoffsenke** im Kohlenstoffkreislauf fungiert.
- *markieren* ...  
... **Kohlenstoffquellen mit einem roten Aufkleber**  
... **Kohlenstoffsenken mit einem blauen Aufkleber**.

-> **Option 3: zusätzliches Gerüst:** Zusätzlich zu der in Option 2 beschriebenen Unterstützung können HochschullehrerInnen angehenden MINT-LehrerInnen, die zusätzliche Hilfe benötigen, eine Grafik des Kohlenstoffkreislaufs aushändigen.

#### **Schritt 2 - Sammeln von Ideen**

Nachdem die zukünftigen MINT-Lehrer den Schulgarten erkundet und Kohlenstoffquellen und -senken identifiziert haben, werden ihre Ideen im Plenum gesammelt. Die Hochschullehrerin sammelt die markierten Schilder (siehe Option 2: leichtes Gerüst) aus dem Schulgarten ein und nutzt sie zur Moderation der Diskussion. Während der Diskussion bittet die HE-Lehrkraft die zukünftigen MINT-Lehrkräfte immer wieder, ihre Entscheidungen zu begründen. (Weitere Informationen zu den Kohlenstoffquellen und -senken im Schulgarten finden Sie in den zusätzlichen Informationen für Hochschullehrer weiter unten).

#### **Schritt 3 - Visualisierung**

Nach der Diskussion erhält jede angehende MINT-Lehrkraft ein Foto des Schulgartens, auf dem die Kohlenstoffquellen und -senken zu sehen sind (und optional eine Grafik des Kohlenstoffkreislaufs).

Die zukünftigen MINT-LehrerInnen malen den Kohlenstoffkreislauf auf dieses Foto. (Ein Beispiel dafür, wie ein solches Foto aussehen könnte, finden Sie in den zusätzlichen Informationen für HochschullehrerInnen weiter unten).

## B) Didaktische Überlegungen

### Mögliche Fragen


Nach der praktischen Einheit bespricht die lehrende Person folgende Fragen mit den zukünftigen MINT-Lehrkräften (weitere Informationen zu möglichen Diskussionspunkten für diese Fragen finden Sie in den zusätzlichen Informationen für Hochschullehrkräfte weiter unten):




- Welche inhaltlichen Kenntnisse benötigen die SchülerInnen für diese 3 Schritte?
- Welche Begriffe müssen Sie vielleicht vor Schritt 1 erklären?
- Was können Sie über Ihre SchülerInnen lernen, wenn Sie Schritt 2 moderieren?
- Was wäre für Sie als Lehrkraft bei der Moderation von Einheit 1 in Zukunft wichtig?
- (Warum) hat die Änderung der Darstellungsform in Schritt 3 Ihr Verständnis für den Kohlenstoffkreislauf gefördert?




### ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

#### Kohlenstoffquellen und -senken im Schulgarten

ELEMENT	BILD	HINWEIS
Pflanzen / Nutzpflanzen		Pflanzen fungieren sowohl als <b>Kohlenstoffsenken</b> (durch Photosynthese) als auch als <b>Kohlenstoffquellen</b> (durch Zellatmung und tote Schätze / verrottendes Holz). Zukünftige MINT-Lehrkräfte werden später sehen, welche Faktoren einen Einfluss darauf haben, ob die Nettobilanz der Kohlenstoffemissionen von Pflanzen positiv oder negativ ist.

Teich		Teiche wirken als <b>Kohlenstoffsinken</b> , da das Material auf dem Boden mehr Kohlenstoff speichern kann als ein Waldstück. Teiche tragen auch dazu bei, die Tierwelt im Hinterhof zu fördern und die Artenvielfalt zu erhöhen. Künftige MINT-LehrerInnen lernen, wie wichtig es ist, Regenwasser zu sparen und die Artenvielfalt zu erhalten.
Tiere		Tiere fungieren sowohl als <b>Kohlenstoffquellen</b> (durch Atmung) als auch als <b>Kohlenstoffsinken</b> (da ihr Körper kohlenstoffhaltige Verbindungen enthält). Zukünftige MINT-LehrerInnen lernen die Bedeutung der Artenvielfalt und die Rolle der Tiere im Kohlenstoffkreislauf kennen.
Pilze		Pilze sind die primären Zersetzer von organischem Material und spielen eine wichtige Rolle im Kohlenstoffkreislauf. Saprophytische Pilze zersetzen nicht lebendes organisches Material und sind wichtige Akteure bei den Mineralisierungsprozessen im Boden und im Kohlenstoffkreislauf. Durch ihre Atmung fungieren sie auch als <b>Kohlenstoffquellen</b> . Künftige MINT-Lehrkräfte lernen die Rolle der Pilze in unserem Ökosystem kennen.
Erdboden		Der Boden ist eine der wichtigsten <b>Kohlenstoffsinken</b> im Garten. Kohlenstoff aus organischem Material wie Streu oder Dung kann dort gebunden werden. Allerdings wird auch Kohlenstoffdioxid aus dem Boden in die Atmosphäre <b>freigesetzt</b> . Daher sind Gartenbautechniken, die die Kohlenstoffspeicherung im Boden verbessern, von Vorteil. Studierende werden etwas über die Kohlenstoffbindung in Böden und über Prozesse lernen, die den Kohlenstoffverlust oder die Kohlenstoffanreicherung in Böden fördern. Diese Erkenntnisse können den ihnen auch dabei helfen, ihre Konzepte von Stoffkreisläufen zu vertiefen und die tatsächliche Rolle der Böden als Puffer im globalen Kohlenstoffkreislauf aufzuzeigen.

<p>Blumenerde (in einem Beutel)</p>		<p>Blumenerden enthalten oft Torfmoos (<i>Sphagnum sp.</i>), das als Torf oder Torfrasen aus Mooren gewonnen wird. Da die Zersetzungsrate von organischen Material von toten Tieren und Pflanzen in Mooren sehr gering ist, speichern Moorböden wesentlich mehr Kohlenstoff als sie in Form von Kohlendioxid wieder abgeben. Intakte Torfmoore sind daher wichtige <b>Kohlenstoffsinken</b>. Durch den Abbau von Moorlandschaften wird organisches Material von einem Ökosystem in ein anderes importiert. Darüber hinaus werden durch den Abbau von Moorlandschaften erhebliche Mengen an Kohlendioxid in die Atmosphäre <b>freigesetzt</b>. GärtnerInnen sollten daher Blumenerden vermeiden, die Spaghnum-Moos enthalten.</p> <p>Studierende werden etwas über die Zersetzung organischer Stoffe und die biotischen und nicht-biotischen Faktoren lernen, die die Zersetzungsgeschwindigkeit beeinflussen. Sie werden verstehen, wie wichtig der Schutz von Moorlandschaften ist, um eine weitere Verstärkung des Treibhauseffekts zu verhindern. Diese Erkenntnisse können den künftigen MINT-Lehrkräften auch dabei helfen, ihre Konzepte von Stoffkreisläufen zu vertiefen und die tatsächliche Rolle von Moorlandschaften als Pufferspeicher im globalen Kohlenstoffkreislauf aufzuzeigen</p>
<p>Kompost</p>		<p>Die Zersetzung ist einer der wichtigsten Schritte im Kohlenstoffkreislauf. Um Energie zu gewinnen, zerlegen Mikroben wie Bakterien und Pilze, die sich von organischem Material ernähren, komplexe Kohlenstoffe in einfachere Kohlenstoffbestandteile. Durch diesen Prozess wird zum einen Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben, zum anderen wird aber auch Kohlenstoff in verschiedenen Formen im Boden <b>gebunden</b>. Durch die Kompostierung wird die Zersetzungsaktivität der Mikrobengemeinschaft erhöht. Denn in einem Komposthaufen, der aus den unterschiedlichsten organischen Materialien wie Laub oder Lebensmittelabfällen bestehen kann, sind die Umweltbedingungen für sie besonders günstig. Obwohl bei der Kompostierung Treibhausgase wie Kohlendioxid und Methan entstehen, ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz besser als bei der Deponierung von organischen Abfällen. Daher ist die Anlage und weitere Nutzung eines Komposthaufens im eigenen Garten zu empfehlen. Künftige MINT-Lehrer werden etwas über die Kompostierung organischer Stoffe und die Bedeutung von Mikroben für</p>

		<p>die Zersetzung von Kohlenstoffverbindungen und damit für den gesamten Kohlenstoffkreislauf lernen. Darüber hinaus werden sie sehen, dass für die einzelnen Elemente eines Ökosystems eine klare Unterscheidung zwischen einer <b>Kohlenstoffquelle</b> und einer <b>Senke</b> nicht immer möglich ist, weshalb das Gleichgewicht von Kohlenstoffabgabe und -aufnahme berücksichtigt werden muss.</p>
Düngemittel		<p>Die Herstellung von synthetischen Düngemitteln ist sehr energieintensiv. Dies gilt insbesondere für Düngemittel auf Stickstoffbasis. Daher wird bei ihrer Herstellung viel Kohlendioxid <b>freigesetzt</b>. Das Gleiche gilt für Pestizide (Insektizide, Herbizide, Fungizide). Die gängigste Methode zur industriellen Stickstofffixierung ist das Haber-Bosch-Verfahren. Es erfordert viel Energie, um ein Gemisch aus Stickstoff und Wasserstoffgas einem enormen Druck und hohen Temperaturen auszusetzen, wodurch der gasförmige Stickstoff in stickstoffhaltigen Verbindungen fixiert wird, die in Düngemitteln verwendet werden können. Der Ersatz synthetischer Düngemittel durch nicht-synthetische und der Einsatz von Anbaumethoden wie der jährliche Fruchtwechsel tragen dazu bei, die durch die Düngung verursachten Kohlendioxidemissionen zu verringern. Die Studierenden lernen den Haber-Bosch-Prozess und seine Rolle im Kohlenstoffkreislauf kennen. Sie erkennen die Zusammenhänge der verschiedenen Stoffkreisläufe untereinander und mit dem Energiekreislauf. Sie werden erkennen, dass aufgrund dieser Verbindungen auch einige kohlenstofffreie Elemente indirekte <b>Kohlenstoffquellen</b> in einem Ökosystem darstellen.</p>



<p>Rasenmäher und andere Gartengeräte</p>		<p>Jedes benzin- oder dieselbetriebene Gartengerät (z. B. Rasenmäher, Laubbläser, Heckenschneider und Gartenhäcksler) ist eine <b>Kohlenstoffquelle</b>. Diese Kraftstoffe werden durch Raffination aus Erdöl gewonnen und daher als fossile Kraftstoffe eingestuft. Fossile Brennstoffe entstehen über Millionen von Jahren durch die Zersetzung von organischem Material unter der Erdoberfläche. Bei ihrer Verbrennung wird der über einen sehr langen Zeitraum gespeicherte Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid wieder an die Atmosphäre abgegeben. Auch die Energieerzeugung für kraftbetriebene Gartengeräte wie Elektrosrasenmäher oder Geräte zur künstlichen Bewässerung verursacht CO<sub>2</sub>-Emissionen, insbesondere wenn sie nicht mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden. Aus diesem Grund sind pflegeleichte Gärten und die Gartenpflege von Hand vorzuziehen.</p> <p>Studierende werden motorisierte Gartengeräte als Kohlenstoffquellen erkennen. Außerdem werden sie Zusammenhänge zwischen dem Kohlenstoff- und dem Energiekreislauf erkennen.</p>
---	---	--

## Fotografische Visualisierung des Schulgartens (Beispiel)



### **Welches inhaltliche Wissen benötigen die Lernenden für diese 3 Schritte?**

- Was ist Kohlenstoff?
- In welchen Formen und (anorganischen / organischen) Substanzen finden wir Kohlenstoff im Schulgarten?  
[Hinweis: Sie können verschiedene Gläser und Schilder vorbereiten, um den Studierenden zu zeigen, wie dies visualisiert werden kann:
  - ein mit Luft gefülltes Gefäß → ein Schild mit  $\text{CO}_2$
  - ein mit Wasser gefülltes Glas → ein Schild mit  $\text{HCO}_3^-$  &  $\text{CO}_2$  (gelöst)
  - ein mit Graphitstücken gefülltes Glas → ein Schild mit C
  - ein mit Holzstücken gefülltes Glas → Schilder mit Cellulose, Hemicellulose und Lignin
  - ein mit Erde gefülltes Glas → ein Schild mit organischer C (Humusstoffe), mikrobieller C, Wurzelreste
  - ein mit Schneckenhäusern gefülltes Glas → ein Schild mit  $\text{CaCO}_3$
  - ...
- Durch welche Hauptsysteme verläuft der Kohlenstoffkreislauf im Schulgarten? (→ Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre)
- Durch welche Hauptprozesse wird der Kohlenstoff im Kohlenstoffkreislauf umgewandelt? (→ Photosynthese, Zellatmung, Verrottung organischer Stoffe, Verbrennung von Holz/Brennstoff, Lösung in Wasser, ...)  
[Hinweis: Sie können den Studierenden die chemischen Reaktionen zeigen].
- Weitere Informationen, die wichtig sein könnten: andere C-haltige Verbindungen (z.B. Methan), C-Äquivalent)

### **Welche Begriffe müssen Sie vielleicht vor Schritt 1 erklären?**

Möglicherweise müssen die Begriffe "Kohlenstoff", "Kohlenstoffsенke" und "Kohlenstoffquelle" definiert werden, bevor die Studierenden den Garten erkunden.

### **Was können Sie bei der Moderation von Schritt 2 über Ihre SchülerInnen erfahren?**

Man kann etwas über das Vorwissen und die Vorurteile der SchülerInnen erfahren - deshalb ist es wichtig, immer wieder nach Begründungen zu fragen.

### **Was ist für Sie als Dozierende bei der Moderation von Schritt 2 wichtig?**

Man muss offen für die Vorurteile der SchülerInnen sein, ohne sofort ein Feedback über die Richtigkeit ihrer Entscheidungen und Begründungen zu geben.

### **(Warum) hat die Änderung der Darstellungsform in Schritt 3 Ihr Verständnis des Kohlenstoffkreislaufs gefördert?**

Diagramme sind für SchülerInnen oft zu abstrakt. Die Übertragung dieser abstrakten Visualisierung auf eine konkretere Visualisierung (Foto), die direkt mit der praktischen Erfahrung verbunden ist, könnte das Verständnis der Lernenden für den Kohlenstoffkreislauf fördern.