

## VI.50

### Globale Fragen

# Moore – Warum sind sie wichtig für den Klimaschutz?

Paul Suppan



© Anna Mardo/Moment/Getty Images

Moore bedecken rund 3 % der Erdoberfläche. Sie können ungefähr 30 % des gesamten vorhandenen Kohlenstoffs auf der Erde speichern. Damit übertreffen sie die Speicherfähigkeit von Wäldern um das Doppelte. Im Kampf gegen den Klimawandel kommt Mooren also eine zentrale Rolle zu. Welche Arten von Mooren gibt es auf der Erde? Wie können Moore so große Mengen von Kohlenstoff speichern. Die Unterrichtseinheit liefert Antworten.

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	9/10
<b>Dauer:</b>	6 Stunden
<b>Kompetenzen:</b>	Erkenntnisgewinnungskompetenz, Fachkompetenz, Kommunikationskompetenz
<b>Thematische Bereiche:</b>	Klimawandel, pH-Wert, Treibhauseffekt, Schwammfunktion, Moore als Kohlenstoffspeicher und Kohlenstoffquelle, Wiedervernässungsmaßnahmen, BNE
<b>Medienkompetenzen:</b>	Kommunizieren und Kooperieren: Teilen (2), Produzieren und Präsentieren: Entwickeln und Produzieren (3)
<b>Medien:</b>	Digitale Lernvideos, digitale Hilfekarten

---

### 3. Stunde

**Thema:** Moore als Kohlenstofflager

**M 4** Wie bestimmt man den Kohlenstoffgehalt des Bodens?



**Dauer:** Vorbereitung: 30 min, Durchführung: 70 min

**Chemikalien:**  Bodenprobe Moorboden  Bodenprobe Ackerboden

**Geräte:**

<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schülerin/ Schüler	<input type="checkbox"/> Drahtnetz
<input type="checkbox"/> Brenner	<input type="checkbox"/> Glasstab
<input type="checkbox"/> Porzellantiegel	<input type="checkbox"/> Trockenschrank
<input type="checkbox"/> Tiegelzange	<input type="checkbox"/> Waage
<input type="checkbox"/> Dreifuß	<input type="checkbox"/> Abzug

### 4. Stunde

**Thema:** Klimawirkung von Mooren

**M 5** Moore – wichtig für den Klimaschutz?



**Benötigt:**

<input type="checkbox"/> Stift	<input type="checkbox"/> Schere
<input type="checkbox"/> Papier	<input type="checkbox"/> Powerbank (Akku)
<input type="checkbox"/> Plastikschaale	<input type="checkbox"/> Klebeband
<input type="checkbox"/> Sensirion SCD41 CO <sub>2</sub> -Messgerät (Infrarotsensor)	<input type="checkbox"/> Smartphone mit Sensirion-App
	<input type="checkbox"/> Stoppuhr

### 5. Stunde

**Thema:** Schwammfunktion des Moores



**M 6** Brandenburg – Kampf gegen die Trockenheit



**Dauer:** Vorbereitung: 10 min, Durchführung: 30 min

**Chemikalien:**  Bodenprobe Moor  Wasser  
 Bodenprobe Ackerboden

**Geräte:**

<input type="checkbox"/> 2 Bechergläser 200 ml	<input type="checkbox"/> Teelöffel
<input type="checkbox"/> Messzylinder	<input type="checkbox"/> Uhr
<input type="checkbox"/> 6 Pappbecher	<input type="checkbox"/> Müllbeutel
<input type="checkbox"/> Nagelschere	

**Thema:** Torfabbau zur Herstellung von Blumenerde

**M 7** Torf aus dem Moor – als Gartenerde für die Beete?



**Benötigt:**

<input type="checkbox"/> Smartphone	<input type="checkbox"/> Papier
<input type="checkbox"/> Stift	<input type="checkbox"/> Computer

**Niedermoore** erhalten ihr Wasser aus **Grund- und Oberflächengewässern**. Sie entstehen bspw. durch die Verlandung von Seen oder das Übertreten von Gewässern. Die Wasserspeisung bringt dabei viele Nährstoffe in das Moorökosystem und deshalb ist dieser Moortyp nährstoffreich. Niedermoore besitzen eine **flache Oberflächenform**. Außerdem weisen sie einen, im Vergleich zum Hochmoor, hohen pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) zwischen **4 und 7,5** auf. Daraus ergibt sich eine vollkommen eigenständige Vegetation, die überwiegend aus **Großseggenrieden** besteht. Dazu zählt zum Beispiel die **Steife Segge** (*Carex elata*). Durch Anwachsen des Torfkörpers oder künstliches Absenken des Wasserstands kann sich der Wasserstand in den Mooren und damit auch die Vegetation so verändern, dass sich Gehölze entwickeln. Typisch ist die Entwicklung von Erlenbruchwald mit Bäumen wie der **Schwarz-Erle** (*Alnus glutinosa*). Diese erkennt man an brettartigen Stelzwurzeln. Die Senken zwischen den Erlen sind im Frühjahr zumeist mit Wasser geflutet.



Früchte und Blattwerk der Schwarz-Erle  
© Getty Images Plus/iStock/Liudmyla Liudmyla

### Aufgabe 1

**Lest** die kurzen Informationstexte zu den beiden Moortypen und **markiert** euch beobachtbare Merkmale der Moortypen.

### Aufgabe 2

**Ermittelt** den Moortyp im vorliegenden Moor anhand von beobachtbaren Merkmalen. **Sucht** hierzu zunächst nach Merkmalen, die auf einen der beiden Moortypen hinweisen könnten. Diese können sich beispielsweise auf die Hydrologie (die Hydrologie ist die Lehre vom Wasser. Sie beschäftigt sich u. a. mit fließenden und stehenden Gewässern, z. B. naheliegende Seen und Flüsse) sowie vorkommende Pflanzen beziehen. **Notiert** eure Beobachtungen.

### Aufgabe 3

**Bestimmt** experimentell den pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) des Moorbodens. Dadurch könnt ihr den Moortyp näher eingrenzen. **Hört** euch hierzu zunächst die kurze Audioinformation an und notiert stichpunktartig die Antwort auf die Frage: „Was meint die Angabe „pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) einer Bodenprobe“ und welche Vorteile bringt diese Angabe mit sich?“  
Führt anschließend den Versuch durch (**M.3**).

## Wie bestimmt man den Kohlenstoffgehalt des Bodens?

M 4

Natürliche Moore speichern große Mengen Kohlenstoff im Torf.

### Aufgabe 1

- a) **Lest** die Anleitung „Entnahme von Bodenproben“. **Entnimmt** anschließend nach Anleitung mit Hilfe von Schaufel und Schraubglas eine Bodenprobe am Moorstandort.

**Hinweis:** Entnimmt gleich eine größere Menge Boden. Diese benötigt ihr auch für die Bearbeitung weiterer Materialien.

- b) **Lest** den kurzen Informationstext zum Hintergrund des Experimentes.

Informationstext zum Experiment:

Um den Gehalt an Kohlenstoff in einer Bodenprobe zu bestimmen, wird diese erhitzt. Dabei wird der Kohlenstoff, der zuvor aus pflanzlichen oder tierischen Stoffen abgebaut wurde, verbrannt. Durch die Oxidation des Kohlenstoffs infolge des Ausglühens, also der Verbrennung bei hohen Temperaturen, wird der in der Probe enthaltene Kohlenstoff vollständig umgewandelt und in die gasförmige Phase überführt. Durch das Messen des Gewichtes vor und nach dem Ausglühen kann aus der Differenz die Menge an Kohlenstoff bestimmt werden.

- c) **Ermittelt** experimentell den Gehalt an Kohlenstoff, der im Boden des Moores am kleinen Entenfängerteich gebunden ist. **Ermittelt** außerdem den Kohlenstoffgehalt eines Ackerbodens aus dem näheren Umfeld des Moores, um Vergleichswerte zu erhalten.



**Schülerversuch: Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes von Böden**

**Vorbereitung:** 30 min, **Durchführung:** 70 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Bodenprobe Moorboden <input type="checkbox"/> Bodenprobe Ackerboden	<input type="checkbox"/> Brenner <input type="checkbox"/> Porzellantiegel <input type="checkbox"/> Tiegelzange <input type="checkbox"/> Dreifuß <input type="checkbox"/> Drahtnetz <input type="checkbox"/> Glasstab <input type="checkbox"/> Trockenschrank <input type="checkbox"/> Waage <input type="checkbox"/> Abzug
<p><b>Entsorgung:</b> Die verbliebenen Bodenbestandteile werden nach dem Experiment in den Restmüll gegeben.</p>	

### Versuchsdurchführung

- Trocknet** etwa 15 g des jeweiligen Bodens für eine halbe Stunde bei circa 150 °C in einer Petrischale im Trockenschrank. **Rührt** währenddessen immer wieder mit einem Glasstab **um**.
- Wiegt** den getrockneten Boden in einer Porzellanschale. Hinweis: Bestimmt nur das Gewicht des Bodens.
- Stellt** die Porzellanschale mitsamt Bodenprobe auf einen Dreifuß mit Drahtnetz.
- Erhitzt** die Probe kräftig bei rauschender Flamme für etwa 30 Minuten unter dem Abzug. **Rührt** währenddessen immer wieder mit einem Glasstab **um**.
- Lasst** die Bodenprobe mindestens 10 Minuten **abkühlen**.
- Wiegt** die Bodenprobe erneut **ein**.

*Wiederholt die Schritte für den Ackerboden.*

nen auf diese Weise rund um die Uhr erfasst werden. Hierfür ist es wichtig, dass die Haube möglichst **luftdicht** mit dem Moorboden abschließt. Weiterhin müssen stets mehrere Haubenmessungen im Mooregebiet getätigt werden, um ein aussagekräftiges Bild zu erhalten. Neben der Messung der Treibhausgase werden mithilfe weiterer Messgeräte noch viele andere Parameter erfasst, die die Treibhausgasemissionen beeinflussen. Hierzu zählen Messeinrichtungen für die Bodenfeuchte, die Bodentemperatur, den Wasserstand sowie die Änderung der Geländehöhe.

#### Aufgabe 4

- a) **Bestimmt** experimentell mithilfe des Haubenmessverfahrens, wie hoch die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Moores am kleinen Entenfängerteich sind. Da die Apparaturen für die zuvor beschriebenen Messverfahren allerdings zu teuer und aufwendig sind, müsst ihr euch selbst eine geeignete Apparatur bauen.

**Plant** hierfür im Team, wie ihr aus den gegebenen Materialien und dem Sensirion SCD41 CO<sub>2</sub>-Messgerät (Infrarotsensor) einen einfachen aber funktionstüchtigen Ersatz für eine Messkammer bauen könnt. Eine Anleitung für das CO<sub>2</sub>-Messgerät findet ihr hier:

<https://raabe.click/Sensirion>

**Hinweis:** Sollte euch diese Aufgabe schwerfallen dürft ihr euch an eure Lehrkraft wenden und einen Blick in den musterhaften Aufbau der Apparatur werfen.

Folgende Gegenstände stehen zur Verfügung:

- Plastikschaale
- Sensirion SCD41 CO<sub>2</sub>-Messgerät (Infrarotsensor)
- Schere
- Powerbank (Akku)
- Klebeband
- Smartphone mit Sensirion-App
- Stoppuhr

- b) **Zeichnet** eine Skizze eurer Messapparatur. Bei etwaigen nachträglichen Änderungen, zeichnet ihr auch diese gerne ein.
- c) **Beschreibt** eure Versuchsdurchführung.
- d) Zeit, euer Modell im Feld zu testen. **Führt** mehrere CO<sub>2</sub>-Messungen im Mooregebiet an verschiedenen Standorten **durch**. **Protokolliert** eure Messwerte in einer geeigneten Messwerttabelle. **Hinweis:** In der naturwissenschaftlichen Forschung führt man immer Vergleichsmessungen durch. **Sucht** euch geeignete Standorte außerhalb des Moores und führt dort ebenfalls CO<sub>2</sub>-Messungen durch.

#### Aufgabe 5

- a) **Sichert** eure Messergebnisse, indem ihr Bildschirmfotos von den Diagrammen aus der *Sensirion-App* macht. Alternativ könnt ihr auch die Daten aus der Sensirion App exportieren und in Excel selbstständig Diagramme daraus erstellen.
- b) **Nehmt** Stellung zu euren in Aufgabe 2 formulierten Hypothesen.
- c) **Erläutert** unter Einbezug eurer Messwerte, ob es sich beim besuchten Moor um eine Kohlenstoffdioxid-Quelle oder -Senke handelt. **Erläutert** außerdem, welche Rolle das vorliegende Moor im Klimawandel spielt.
- d) **Beurteilt**, wie verlässlich eure Messergebnisse in Hinblick auf die Klimawirkung des Moores sind. **Bezieht** dabei auch mit ein, wie sich euer Messverfahren im Vergleich zu den naturwissenschaftlich gängigen Messverfahren verhält. **Lest** hierzu ggfs. nochmal den Informationstext aus Aufgabe 3.

**Rollenkarte Klimaschutzaktivistin/-aktivist**

Als Klimaschutzaktivistin oder -aktivist zählst für dich nur eines: Du möchtest alles tun, um den Klimawandel zu bremsen! Hierzu engagierst du dich seit Jahren für einen besonderen Klimakiller: trockengelegte Moore. Als du in einer Dokumentation über Moore erfahren hast, dass entwässerte Moore für etwa 7 % der deutschen CO<sub>2</sub> – Emissionen verantwortlich sind, hast du dich mehr und mehr mit dem Thema auseinandergesetzt.

Mittlerweile wünschst du dir, dass auch kleine Gemeinden, wie die Gemeinde Geltow, ihren Beitrag zum Moorschutz leisten. Das ist besonders deshalb wichtig, weil dir die Bundesregierung nicht schnell genug handelt und du Sorge hast, dass Deutschland seine Klimaziele verfehlt. Um deine Meinung sichtbar zu machen, klebst du das Motto: „Moor muss nass!“ an verschiedene Orte in der Gemeinde Geltow. Damit machst du dein Ziel öffentlich, dass die Gemeinde die Wiedervernässung der Moore fördern soll. Hierzu muss sie an die Landwirtinnen und Landwirte herantreten, damit diese ihre Entwässerungsgräben zurückbauen.

In der Wiedervernässung von Mooren siehst du zahlreiche Vorteile, die sich sowohl regional als auch global auswirken können. Allen voran siehst du in einer intakten Moorlandschaft rund um Geltow den Vorteil, dass die Moore ihre natürlichen Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen erfüllen können. Dazu zählt zum Beispiel die Eigenschaft von Moorlandschaften, bei Extremwetterereignissen wie Starkregen große Mengen an Wasser zu speichern. Auch gegen die Trockenheit im Sommer sind nasse Moore eine gute Schutzmaßnahme. So können diese die Winterniederschläge langfristig speichern und den Wasserhaushalt im Sommer gezielt entlasten. Aus diesem Grund kannst du auch das Argument nicht nachvollziehen, dass für die Wiedervernässung nicht genügend Wasser vorhanden ist. Wenn du in den intakten Moorlandschaften Geltows im Sommer spazieren gehst, ist dir zudem aufgefallen, dass sie eine angenehm kühle Luft produzieren. Darin siehst du einen entscheidenden Vorteil für die Gemeinde.

Der in deinen Augen zentrale Punkt für die Wiedervernässung ist die Speicherung großer Mengen Kohlenstoffdioxid in der Biomasse der Moore. Aus dieser Dienstleistung lassen sich zwar keine finanziellen Gewinne für Gemeinde und Landwirtinnen sowie Landwirte schlagen, sie besitzen aber einen unfassbar hohen Nutzen für den Klimaschutz, sowohl lokal als auch global. Die daraus resultierende Verantwortung ist für dich Grund genug, alles zu tun, um die Moore wieder in ihren natürlichen Zustand zu überführen.

Ein neuer Hoffnungsschimmer für dich: das Brandenburger Moorschutzprogramm. Dieses wurde kürzlich beschlossen und soll den Moorschutz in Brandenburg strukturiert vorantreiben. Das bedeutet konkret, dass die Wasserstände in Mooregebieten angehoben werden sollen, um die Kohlenstoffdioxidemissionen zu reduzieren. Gleichzeitig wird eine klimaneutrale Bewirtschaftung der Moore gefördert, um den Moor-Bewirtschaftenden weiterhin Einnahmen zu ermöglichen. Dazu werden zum Beispiel Beratungen für Flächenbesitzende und Flächennutzende angeboten oder aber verschiedene Förderungen bereitgestellt. Der Erfolg des Projektes hängt letztendlich natürlich davon ab, ob es von den Akteurinnen und Akteuren der Moorbewirtschaftung genutzt wird. Deswegen versuchst du, das Programm auch in deiner Gemeinde vorzustellen.

**Rollenkarte Kommunalpolitikerin/Kommunalpolitiker**

Dein Ziel als Kommunalpolitikerin oder -politiker: Möglichst alle Bürgerinnen und Bürger in der Gemeinde sollen sich wohlfühlen. Deshalb gefällt dir der aktuelle Streit um das Thema „Moor muss nass!“ gar nicht. Umso glücklicher bist du, dass es endlich ein Gespräch mit den Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Interessensverbände geben soll. Dieses Treffen ist aus deiner Sicht jedoch heikel, weil es schwer ist, die unterschiedlichen Interessen und Wünsche der Bürgerinnen und Bürger gleichgestellt zu berücksichtigen.

Als Kommunalpolitikerin oder -politiker bist du aber auch im Hinblick auf die Interessen der Gemeinde zwiespalten. Die Gemeinde, zu der das Moorgebiet gehört, hat in den letzten Jahren ein klimapolitisches Leitbild beschlossen. In diesem setzt sich der Gemeindeverbund unter anderem das Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern, Anpassungen zur Vorbereitung auf Extremwetterereignisse vorzunehmen und die Wald- und Wasserressourcen zu erhalten und zu stärken. Somit liegt es auch im Interesse der Gemeinde, die Moore zu schützen. Mit dem Moorschutz hängen allerdings auch große finanzielle Aspekte zusammen, die sich mitunter negativ auf die Gemeindekasse auswirken könnten.

Bisher erzielt die Gemeinde durch die Bewirtschaftung der trockengelegten Moorflächen durch die Landwirtinnen und Landwirte einiges an Steuern. Diese Steuern können zum Beispiel eingesetzt werden, um Sportplätze oder die touristischen Angebote auszubauen. Gerade im Hinblick auf den Sportplatz sind die Steuereinnahmen wichtig. Dieser ist schon viele Jahre marode. Die in Jahre gekommenen Tore und die veraltete Besuchertribüne müssen endlich saniert werden. Die dafür benötigten Einnahmen könnten jedoch gänzlich wegfallen, wenn das Moor wiedervernässt wird und somit nicht mehr für die Produktion landwirtschaftlicher Güter verwendet werden kann. Hiervor haben du und viele andere Gemeindevertreterinnen und Gemeindevertreter große Angst.

Das Ergreifen von Wiedervernässungsmaßnahmen ist zudem sehr kostspielig. Wer diese Kosten trägt, ob die Landwirtinnen und Landwirte oder die Gemeinde, ist bislang völlig unklar. So kann es zum Beispiel sein, dass die Landwirtinnen und Landwirte ihre Flächen nur vernässen, wenn die Gemeinde dies (teil)finanziert. Aus Gesprächen mit den Amtskolleginnen und Amtskollegen anderer Gemeinden weißt du bereits, dass die Kosten für eine Wiedervernässung nur schwer abschätzbar sind. Grund dafür ist, dass sie von vielen regional individuellen Faktoren abhängen. Laut deinen Recherchen in aktuellen Studien kostet die Vernässung von einem Hektar Moorboden in Deutschland durchschnittlich 4.000 Euro. Darin sind dann allerdings nur die Planungs- und Baukosten enthalten. Wenn die Gemeinde oder die Landwirtinnen und Landwirte das Moor vernässen würden, müsste die Fläche zudem über Jahrzehnte überwacht und gegebenenfalls irgendwann nachsaniert werden. Auch hierfür sind die Kosten nur schwer abschätzbar.

## c) Versuchsdurchführung

- Bau der Messhaube gemäß Skizze.
- Bestimmung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Umgebungsluft (Messung etwa 4 Minuten).
- Aufsetzen der Messhaube auf Standort im Moor. Dabei auf luftdichten Abschluss von Haube und Boden achten.
- Abwarten der Messung (etwa 4 Minuten).
- Abnehmen der Messhaube.

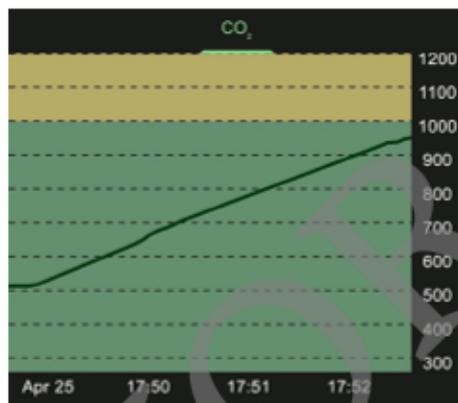
Wiederholen der Schritte ab Schritt 2 an weiteren Standorten

## d) Exemplarische Messdaten für Potsdam, Brandenburg

Standort	CO <sub>2</sub> -Gehalt der Umgebungsluft	CO <sub>2</sub> -Gehalt über Moorboden nach 1 min	CO <sub>2</sub> -Gehalt über Moorboden nach 2 min	CO <sub>2</sub> -Gehalt über Moorboden nach 3 min	CO <sub>2</sub> -Gehalt über Moorboden nach 4 min
Moorstandort 1	503 ppm	537 ppm	555 ppm	625 ppm	773 ppm
Moorstandort 2	512 ppm	637 ppm	707 ppm	926 ppm	936 ppm
Wiesenstandort 1	533 ppm	584 ppm	555 ppm	547 ppm	553 ppm
Wiesenstandort 2	534 ppm	540 ppm	542 ppm	548 ppm	550 ppm

## Aufgabe 5

## a) Exemplarischer Screenshot aus Sensirion App

b) „Wir haben richtig vermutet, dass das Moor eine CO<sub>2</sub>-Quelle ist.“

„Wir haben falsch vermutet, dass das Moor eine CO<sub>2</sub>-Senke ist.“

c) Die CO<sub>2</sub>-Konzentration ist sowohl an Moorstandort 1 als auch an Moorstandort 2 innerhalb des Messzeitraumes stark angestiegen. An Standort 1 stiegen die Messwerte von 503 ppm auf 773 ppm. An Standort 2 stiegen sie von 512 ppm auf 936 ppm. Dies deutet daraufhin, dass das Moor Kohlenstoffdioxid emittiert und somit eine CO<sub>2</sub>-Quelle ist. Je nach Moorstandort scheinen die Kohlenstoffdioxidemissionen unterschiedlich hoch zu sein.

Damit hat das Moor, zumindest zum Messzeitpunkt, einen klimawandelfördernden Einfluss.