



Moore und Klimaschutz

Paludikultur als nachhaltige Alternative

Lösungen und Erwartungshorizonte

Lehrkraftfassung: Musterlösungen und Erwartungshorizonte zu den Arbeitsblättern

Überarbeitete Fassung auf Grundlage der von Tomke Franken (2024) entwickelten Materialien
Verbundprojekt MOOSland · Universität Osnabrück

AB L Hinweise zur Lösungsversion

Name: Lehrkraft

LEHRKRAFT

Datum: _____

Hinweise zur Lösungsversion**Grundsatz**

Die Erwartungshorizonte greifen ausschließlich auf Informationen zurück, die in den jeweiligen Arbeitsblättern oder in ausdrücklich vorausgehenden Materialien der Einheit bereitgestellt werden. Wo eine Aufgabe individuelle Messwerte oder eine eigenständige Urteilsbildung verlangt, ist dies gekennzeichnet.

Operatoren

Die Aufgabenformulierungen wurden an der Operatorenliste des niedersächsischen Kerncurriculums Erdkunde für die gymnasiale Oberstufe ausgerichtet (Niedersächsisches Kultusministerium 2017, S. 32–33). Arbeitsanweisungen eines Experiments wie „wiegen“ oder „berechnen“ sind methodische Teilschritte, nicht als zusätzliche Erdkunde-Operatoren ausgewiesen.

AB L Ablaufübersicht

Name: Lehrkraft

LEHRKRAFT

Datum: _____

Vorschlag für eine modulare Unterrichtsreihe

Material	Schwerpunkt	Operatoren
AB 1	Verbreitung, Moortypen, Entstehung	beschreiben · erklären · begründen
AB 2	Moore als Kohlenstoffspeicher	erklären · erläutern
AB 3	Moorschutz und Nachhaltigkeitsziele	erklären · erläutern · beurteilen
AB 4	Nutzung von Mooren	analysieren · beschreiben · begründen
AB 5	Konventionelle Landwirtschaft	beschreiben · erklären · erörtern
AB 6	Paludikultur	erklären · erläutern · beurteilen
AB 7	Torfmoos	beschreiben · erklären · entwickeln
AB 8	Torfmoos untersuchen	beschreiben · erklären · überprüfen
AB 9	Torfmoos vs. Torf	vergleichen · erklären · beurteilen
AB 10	Paludikultur und MOOSland	analysieren · erläutern · beurteilen · entwickeln
AB 11/12	Rollenspiel Moordorf	entwickeln · erörtern · Stellung nehmen
AB 13	Abschlussreflexion	zusammenfassen · beurteilen · Stellung nehmen

Operatorengrundlage: Niedersächsisches Kultusministerium (2017), Kerncurriculum Erdkunde, Anhang A 2, S. 32–33.

AB 1 Verbreitung, Moortypen und Entstehung	Name: Lehrkraft
PHASE 1 · GRUNDLAGEN	Datum: _____

Wo kommen Moore vor – und wie entstehen Hoch- und Niedermoore?

1. Beschreiben Sie mithilfe von M1 die weltweite Verbreitung von Mooren.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Moore kommen auf allen Kontinenten vor.
- Große zusammenhängende Mooregebiete liegen in den hohen und mittleren Breiten der Nordhalbkugel, besonders in Kanada/Alaska, Nordeuropa und Russland/Sibirien.
- Weitere Schwerpunkte liegen in den Tropen, unter anderem in Südostasien sowie in Teilen des Amazonas- und Kongobeckens.
- Die Verbreitung ist nicht gleichmäßig; Moore entstehen dort, wo über lange Zeit ausreichend Wasser für Torfbildung verfügbar ist.

2. Erklären Sie zwei Unterschiede zwischen Hochmoor und Niedermoor.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Niedermoor: Verbindung zu Grund- bzw. Oberflächenwasser; dadurch Zufuhr von Mineral- und Nährstoffen.
- Hochmoor/Regenmoor: keine Grundwasseranbindung der Vegetation; Versorgung vor allem durch Niederschlag, daher meist sauer und nährstoffarm.

3. Erklären Sie die Torfbildung als Ursache-Wirkungs-Kette.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Dauerhafte Vernässung → Bodenporen sind weitgehend mit Wasser gefüllt → im Torfboden herrscht Sauerstoffmangel → abgestorbenes Pflanzenmaterial wird nur sehr langsam und unvollständig zersetzt → Pflanzenreste sammeln sich an → Torf entsteht und wächst bei anhaltender Vernässung über lange Zeit weiter → der in den Pflanzenresten enthaltene Kohlenstoff bleibt im Torf gespeichert.

4. Begründen Sie die Bindung von Hochmooren an niederschlagsreiche Bedingungen.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Hochmoore haben keinen Kontakt mehr zum mineralstoffreichen Grundwasser und werden überwiegend durch Niederschlag gespeist. Nur wenn der Wasserverlust durch Verdunstung und Abfluss langfristig ausgeglichen wird, bleibt der Wasserstand hoch genug, damit Torf erhalten und weitergebildet werden kann.

Materialbezug: M1/M2 und Grundlagentexte in AB 1.

AB 2 Moore als Kohlenstoffspeicher	Name: Lehrkraft
PHASE 2 · KLIMA	Datum: _____

Warum entscheidet der Wasserstand darüber, ob Kohlenstoff im Moor bleibt?

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Wasserstand, Sauerstoff und CO₂-Emissionen.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Hoher Wasserstand hält den Torf wassergesättigt. Dadurch gelangt wenig Sauerstoff hinein und die Zersetzung wird gebremst. Sinkt der Wasserstand, dringt Sauerstoff ein. Mikroorganismen bauen den Torf schneller ab. Der im Torf gebundene Kohlenstoff wird dabei unter anderem als CO₂ freigesetzt.

2. Erläutern Sie Speicher und Senke.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Kohlenstoffspeicher: vorhandener Kohlenstoff ist im Torf über längere Zeit gebunden.
- Kohlenstoffsenke: das Moor nimmt im betrachteten Zeitraum netto mehr Kohlenstoff auf, als es wieder abgibt und der Speicher wächst.
- Ein Moor kann also ein großer Speicher sein, ohne in jedem Jahr zwingend eine starke Senke zu sein.

3. Erklären Sie die Wirkung der Wiedervernässung.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Durch Wiedervernässung steigt der Wasserstand, der Sauerstoffzutritt zum Torf nimmt ab und der mikrobielle Torfabbau wird stark gebremst. Dadurch sinkt besonders die CO₂-Freisetzung. Gleichzeitig können nach Wiedervernässung Methanemissionen auftreten. Die Gesamtbilanz muss deshalb als Treibhausgasbilanz betrachtet werden.

4. Erläutern Sie zwei Folgen des Bodenverlusts.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Die Geländeoberfläche sinkt ab. Drainage und landwirtschaftliche Nutzung werden langfristig schwieriger bzw. kostenintensiver.
- In tiefliegenden Fluss- und Küstenräumen kann die Gefahr von Überflutung und Versalzung steigen.

AB 3 Moorschutz ist mehr als Klimaschutz	Name: Lehrkraft
PHASE 2 · NACHHALTIGKEIT	Datum: _____

„Moor muss nass“ – was bedeutet dieser Satz für nachhaltige Entwicklung?

1. Erklären Sie den Slogan „Moor muss nass“.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Ein dauerhaft hoher Wasserstand verhindert weitgehend den Sauerstoffzutritt in den Torf. Dadurch bleibt der Torfkörper erhalten und es wird deutlich weniger gespeicherter Kohlenstoff als CO₂ freigesetzt. „Moor muss nass“ fasst deshalb die zentrale Bedeutung des Wasserstands für Moor- und Klimaschutz zusammen.

2. Erläutern Sie drei SDG-Bezüge.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- SDG 13 Klimaschutz: Intakte nasse Moore speichern sehr große Kohlenstoffmengen und vermeiden Emissionen aus Torfabbau.
- SDG 6 Sauberes Wasser: Feuchtgebiete regulieren den Wasserhaushalt und sind mit der Bereitstellung bzw. Reinigung von Wasser verknüpft.
- SDG 15 Leben an Land: Moore sind Lebensräume für spezialisierte Tier- und Pflanzenarten.
- Weitere mögliche Bezüge aus M1: Hochwasserrückhalt/Hitze (SDG 11), nachhaltige Nutzung/Paludikultur (SDG 12), Biomasse aus nassen Mooren (SDG 7).

3. Beurteilen Sie: „Moorschutz ist ausschließlich Klimaschutz.“

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Die Aussage ist zu eng. Klimaschutz ist zentral, aber nasse Moore erfüllen zugleich Funktionen für Wasserhaushalt, Hochwasserrückhalt, Biodiversität und zum Teil nachhaltige Nutzung. Ein gutes Urteil benennt mindestens drei dieser Funktionen und kommt zu dem Schluss, dass Moorschutz mehrere Nachhaltigkeitsziele gleichzeitig berührt.

4. Entwickeln Sie eine Überschrift für M1.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Beispiel: „Nasse Moore: Klimaschutz, Wasserspeicher und Lebensraum“ oder „Ein Ökosystem – viele Beiträge zu nachhaltiger Entwicklung“. Andere fachlich passende Formulierungen sind möglich.

AB 4 Nutzung von Mooren	Name: Lehrkraft
PHASE 3 · NUTZUNG	Datum: _____

Wie wurden und werden Moore genutzt – und welche Folgen hat das?

1. Analysieren Sie M1.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- 71 % der Moorböden werden landwirtschaftlich genutzt und bilden damit mit großem Abstand die wichtigste Nutzungsform.
- 15 % entfallen auf Forstwirtschaft, 5 % auf Siedlungen und 9 % auf sonstige Nutzungen.
- Land- und Forstwirtschaft zusammen betreffen damit 86 % der dargestellten Moorbodenfläche.

2. Beschreiben Sie die Klimawirkung in M2.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Bei allen drei dargestellten Produkten ist der Treibhausgasausstoß deutlich höher, wenn die Produktion mit entwässertem Moorgrünland verbunden ist. Beispielsweise steigt der in der Grafik ausgewiesene Wert bei Milch von etwa 1 auf 5, bei Käse von 9 auf 45 und bei Butter von 25 auf 97 (Einheiten gemäß Grafik). Entscheidend ist der zusätzliche Klimaschaden durch die Entwässerung und den Torfabbau.

3. Erläutern Sie die besondere Relevanz.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Landwirtschaft ist mit 71 % die dominante Nutzung deutscher Moorböden.
- Entwässerung für landwirtschaftliche Nutzung führt zur Oxidation des Torfs und damit zu hohen CO₂-Emissionen.
- Die Moorbodenemissionen kommen zu den übrigen Emissionen der Landwirtschaft hinzu, etwa durch Tierhaltung, Dünger oder Transporte.

4. Begründen Sie zwei Maßnahmen.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Wasserstände anheben bzw. Flächen wiedervernässen: weniger Sauerstoff im Torf, dadurch deutlich weniger Torfabbau und CO₂-Freisetzung.
- Konventionelle trockene Nutzung auf Moorböden durch nasse Nutzungsformen (Paludikultur) ersetzen: landwirtschaftliche Nutzung bleibt möglich, ohne den Torf weiter tief zu entwässern.
- Je nach Standort kann auch vollständige Renaturierung statt Nutzung sinnvoll sein.

AB 5 Konventionelle Landwirtschaft auf entwässertem Moor	Name: Lehrkraft
PHASE 3 · NUTZUNG	Datum: _____

Warum wird Moorboden für Acker- und Grünland entwässert – und was folgt daraus?

1. Beschreiben Sie die Unterschiede in M1.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Die Emissionen sind bei Ackerland mit 40,4 t CO₂-Äq./ha·a am höchsten, gefolgt von Grünland (31,7), Wald/Gehölz (26,6) und entwässerten ungenutzten Flächen (22,5). Wiedervernässte Moorböden weisen mit 5,5 den deutlich niedrigsten Wert auf.

2. Erklären Sie die hohen Emissionen des Ackerlands.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Ackerbau erfordert meist einen besonders tiefen Wasserstand und einen gut befahrbaren Boden. Dadurch liegt mehr Torf im belüfteten Bereich. Sauerstoff ermöglicht einen schnelleren mikrobiellen Abbau der organischen Substanz; der gespeicherte Kohlenstoff wird vor allem als CO₂ freigesetzt.

3. Erläutern Sie die Prozentrechnung.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

$(40,4 - 5,5) \div 40,4 \times 100 = 86,4 \%$. Gerundet sind die Emissionen wiedervernässter Moorböden in M1 etwa 86 % geringer als die von Ackerland.

4. Erörtern Sie den Zielkonflikt.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Konventionelle Landwirtschaft benötigt häufig trockene, tragfähige Moorböden; dies erleichtert Anbau, Tierhaltung und Maschineneinsatz und sichert bestehende Betriebsabläufe.
- Genau diese Entwässerung verursacht jedoch Torfabbau, hohe Treibhausgasemissionen und langfristig Bodenverlust.
- Wiedervernässung verbessert die Klimawirkung, kann aber Kulturen, Technik, Erträge, Investitionen und Vermarktungswege verändern.
- Ein abgewogenes Urteil sollte deshalb Klimaziele und betriebliche Tragfähigkeit zusammen betrachten und Übergänge/Förderung einbeziehen.

AB 6 Paludikultur: Landwirtschaft auf nassem Moor	Name: Lehrkraft
PHASE 3 · NUTZUNG	Datum: _____

Kann Landwirtschaft funktionieren, ohne den Torfboden trocken zu legen?

1. Erklären Sie Paludikultur.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Paludikultur ist die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung nasser bzw. wiedervernässter Moorböden. Der Wasserstand bleibt hoch, damit der Torf möglichst erhalten wird. Statt trockenheitsliebender Ackerkulturen werden an Nässe angepasste Pflanzen bzw. Nutzungsformen eingesetzt.

2. Erläutern Sie drei betriebliche Veränderungen.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Wassermanagement: Entwässerung wird zurückgenommen; hohe Wasserstände müssen gezielt eingestellt und gehalten werden.
- Kultur/Nutzung: andere Pflanzen oder Tierhaltungssysteme werden nötig, z. B. Torfmoos, Schilf, Rohrkolben oder Nassweide.
- Technik/Logistik: weiche Böden erfordern Maschinen mit geringem Bodendruck und angepasste Ernte- und Transportwege.
- Vermarktung: für neue Biomasse müssen Verarbeitung und Absatzwege aufgebaut werden; Investitionen können erforderlich sein.

3. Begründen Sie, warum Paludikultur mehr als „mehr Wasser“ bedeutet.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Der höhere Wasserstand verändert die gesamte Produktionsweise: Kulturen, Befahrbarkeit, Technik, Ernte, Verarbeitung und Vermarktung müssen an nasse Böden angepasst werden. Außerdem verfolgt Paludikultur ausdrücklich das Ziel, den Torfkörper zu erhalten und Emissionen aus dem Boden zu senken.

4. Beurteilen Sie den Nachhaltigkeitsbeitrag.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Ökologisch positiv: Torf wird besser erhalten; Treibhausgasemissionen sinken; je nach Gestaltung können Wasserhaushalt und Biodiversität profitieren.
- Ökonomisch positiv: landwirtschaftliche Nutzung und regionale Wertschöpfung bleiben grundsätzlich möglich; neue Rohstoffe und Produkte entstehen.
- Ökonomische/technische Herausforderung: neue Maschinen, Flächeneinrichtung, Genehmigungen, Verarbeitung und Märkte verursachen Aufwand und Investitionsbedarf.
- Urteil: Paludikultur kann einen wichtigen Beitrag leisten, wenn Standort, Wasserregime, Naturschutz und wirtschaftliche Kette zusammenpassen; sie ist keine universelle Lösung für jede Moorfläche.

AB 7 Was ist Torfmoos?	Name: Lehrkraft
PHASE 4 · TORFMOOS / EXKURSION	Datum: _____

Welche Eigenschaften machen Torfmoose zu Schlüsselorganismen im Hochmoor?

1. Beschreiben Sie drei Eigenschaften.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- keine echten Wurzeln; Wachstum an der Spitze
- ältere Pflanzenteile sterben nach unten hin ab und können Torf bilden
- Blätter besitzen grüne Chlorophyllzellen und große farblose Wasser-/Hyalinzellen mit Poren
- sehr hohe Wasserspeicherfähigkeit; Speicherung eines Vielfachen des Trockengewichts

2. Erklären Sie die Bedeutung der Wasserspeicherung.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Die großen Wasserzellen und die Zwischenräume im Torfmoospolster nehmen Niederschlagswasser auf und halten es zurück. Dadurch bleibt die Oberfläche länger feucht bzw. nass. Für Regenmoore ist das besonders wichtig, weil sie keinen Grundwasseranschluss zur Vegetation haben und auf Niederschlag angewiesen sind.

3. Erklären Sie Torfmooswachstum, Torf und Kohlenstoff.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Torfmoose wachsen oben weiter. Untere Teile sterben ab und gelangen in dauerhaft nasse, sauerstoffarme Bereiche. Dort werden sie nur langsam und unvollständig zersetzt. Pflanzenreste sammeln sich als Torf an. Der Kohlenstoff, den die Pflanzen zuvor aus CO₂ aufgebaut haben, bleibt im Torf langfristig gebunden.

4. Entwickeln Sie eine Forschungsfrage.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Mikroskop-Beispiel: „Welche Zelltypen lassen sich im Blatt eines Torfmooses erkennen und wie unterscheiden sie sich in Form und Größe?“
- Experiment-Beispiel: „Um welchen Faktor nimmt die Masse einer getrockneten Torfmoosprobe nach fünf Minuten im Wasser zu?“

AB 8 Torfmoos untersuchen	Name: Lehrkraft
PHASE 4 · EXPERIMENT	Datum: _____

Wie lassen sich Aufbau und Wasserspeicherung von Torfmoos untersuchen?

1. Beschreiben und vergleichen Sie die Messwerte.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Individuelle Messwerte. Erwartet wird: Die nasse Masse liegt über der trockenen Masse. Die Wasseraufnahme ergibt sich aus der Differenz. Der Speicherfaktor gibt an, wie vielmal so groß die Nassmasse im Vergleich zur Trockenmasse ist. Unterschiede zwischen Proben werden mit Größe, Ausgangsfeuchte, Art und Messbedingungen erklärt.

2. Erklären Sie die hohe Wasseraufnahme.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Torfmoosblätter enthalten große, weitgehend leere Wasser-/Hyalinzellen mit Poren. Zusätzlich halten feine Zwischenräume im Pflanzenpolster Wasser durch Kapillarkräfte. Dadurch kann die Pflanze sehr große Wassermengen aufnehmen und speichern.

3. Beschreiben und erklären Sie den Mikroskopiebefund.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Zu erwarten sind schmale grüne Chlorophyllzellen und größere helle Wasserzellen. Die grünen Zellen betreiben Photosynthese; die großen Wasserzellen dienen vor allem der Aufnahme und Speicherung von Wasser. Poren erleichtern den Wassereintritt.

4. Überprüfen Sie die Ergebnisse kritisch.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- unterschiedliche Trockenheit der Ausgangsproben → verfälscht die Trockenmasse und damit den Speicherfaktor
- unterschiedliche Abtropfzeit/Oberflächenwasser → Nassmasse kann zu hoch bzw. unterschiedlich sein
- unterschiedliche Probengröße oder Torfmoosart → erschwert Vergleichbarkeit
- Waagenauflösung bzw. Ablesefehler → beeinflussen besonders kleine Proben

AB 9 Torfmoos vs. Torf	Name: Lehrkraft
PHASE 4 · TORFMOOS	Datum: _____

Warum ist Torfmoos-Biomasse etwas anderes als Torf – und weshalb ist das für den Gartenbau wichtig?

1. Vergleichen Sie Torfmoos-Biomasse und Torf.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Torfmoos-Biomasse ist lebendes bzw. frisch geerntetes Pflanzenmaterial; Torf ist über sehr lange Zeit aus unvollständig zersetzten Pflanzenresten entstanden.
- Beide können viel Wasser speichern, unterscheiden sich aber in Struktur und Entstehung.
- Torfmoos-Biomasse kann auf nassen Produktionsflächen nachwachsen; Torf wächst nur extrem langsam und ist auf menschlichen Zeitmaßstäben nicht erneuerbar.
- Im Gartenbau kann Torfmoos-Biomasse Torf teilweise oder je nach Kultur stärker ersetzen; Torf ist traditionell ein wichtiger Substratrohstoff.

2. Erklären Sie die fehlende Erneuerbarkeit von Torf.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Torf bildet sich nur unter dauerhaft nassen Bedingungen sehr langsam über Jahrhunderte bis Jahrtausende. Durch Abbau wird in kurzer Zeit Material entnommen, das sich innerhalb menschlicher Nutzungszeiträume nicht in vergleichbarer Menge neu bilden kann.

3. Beurteilen Sie die Aussage „Torfmoos und Torf sind dasselbe“.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Die Aussage ist falsch bzw. stark verkürzt. Torfmoos ist eine lebende Pflanze bzw. Biomasse. Torf ist ein Bodenmaterial aus nur teilweise zersetzten Pflanzenresten, das über sehr lange Zeit akkumuliert. Torfmoose können ein wichtiger Torfbildner sein, sind aber nicht mit Torf identisch.

4. Erläutern Sie Bedingungen für einen Moorschutzbeitrag.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Anbau auf nassen bzw. wiedervernässten Moorböden, sodass der darunterliegende Torf nicht weiter stark oxidiert.
- geeignetes Wassermanagement und bodenschonende Ernte
- tatsächlicher Einsatz als Ersatz für Torf in Kultursubstraten, sodass Torfabbau vermindert werden kann
- Berücksichtigung von Naturschutz, Energie- und Transportaufwand sowie regionalen Bedingungen

AB 10 Nachhaltige Alternativen: Paludikultur und MOOSland	Name: Lehrkraft
PHASE 4 · EXKURSION / TORFMOOS	Datum: _____

Wie lässt sich nasse Moornutzung praktisch umsetzen?

1. Analysieren Sie M1 und erläutern Sie den Zusammenhang.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Die dargestellten entwässerten Nutzungen weisen die höchsten Emissionen auf (Acker etwa 40, Grünland etwa 32 t CO₂-Äq./ha·a). Paludikultur liegt mit etwa 5–8 deutlich niedriger; nasse/naturnahe Moorzustände liegen ebenfalls im niedrigen Bereich. Der zentrale Zusammenhang ist der Wasserstand: Je tiefer der Torf entwässert und belüftet wird, desto stärker kann er oxidieren und CO₂ freisetzen. Hohe Wasserstände bremsen diesen Prozess.

2. Analysieren und vergleichen Sie M2.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

M2 zeigt ein breites Spektrum von stofflicher, energetischer, landwirtschaftlicher und teilweise medizinischer Nutzung. Torfmoos ist besonders als Torfersatz im Gartenbau interessant. Rohrkolben und Schilf können dagegen vor allem als Baustoff/Dämmstoff bzw. als Brennstoff und weitere Biomasseprodukte genutzt werden. Andere Pflanzen dienen z. B. als Futter, Einstreu, Nahrungsmittel oder medizinischer Rohstoff. Entscheidend ist: Paludikultur ist kein einzelnes Produkt, sondern umfasst verschiedene Pflanzen und Wertschöpfungspfade.

3. Erklären Sie Wasser- und Erntemanagement.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Torfmoose benötigen dauerhaft hohe, aber steuerbare Wasserstände; Regen allein reicht auf Produktionsflächen nicht immer aus. Deshalb werden Bewässerungsgräben, Pumpen, Zuläufe und Überläufe genutzt.
- Nasser Torfboden ist weich und wenig tragfähig. Normale schwere Landtechnik würde einsinken bzw. den Boden schädigen. Deshalb sind Fahrdämme, Bagger oder Raupentechnik mit geringem Bodendruck nötig.
- Weniger Fahrdämme lassen einen größeren Anteil der Fläche nass und können Emissionen aus trockeneren Dämmen reduzieren.

4. Beurteilen Sie „Paludikultur verbindet Klimaschutz und Landwirtschaft“.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

- Chance: hoher Wasserstand schützt den Torf und senkt Moorbodenemissionen deutlich.
- Chance: Land bleibt wirtschaftlich nutzbar; neue Rohstoffe, Produkte und regionale Wertschöpfung können entstehen.
- Herausforderung: Einrichtung und Wassersteuerung sind technisch und hydrologisch anspruchsvoll.
- Herausforderung: spezielle Maschinen, Investitionen, Genehmigungen sowie Verarbeitung und Absatzmärkte sind erforderlich.
- Urteil: Die Aussage ist grundsätzlich plausibel, wenn ein torferhaltendes Wasserregime und tragfähige Wertschöpfungsketten erreicht werden. Paludikultur ersetzt aber nicht automatisch Renaturierung und ist standortabhängig.

5. Entwickeln Sie eine sachliche Werbebotschaft.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Beispiel (18 Wörter): „Torfmoos-Biomasse: auf nassen Hochmoorflächen kultiviert, wasserhaltend und luftig – ein erneuerbarer Substratbaustein für den Gartenbau.“

AB 11 Rollenspiel: Gemeinde Moordorf	Name: Lehrkraft
PHASE 5 · URTEILSBILDUNG	Datum: _____

Soll die Gemeinde ihre entwässerten Moorflächen wiedervernässen?

Lehrkraft: Ziel des Rollenspiels

Es gibt keine einzige „Musterlösung“. Bewertet wird, ob die Lerngruppe fachlich korrekte Informationen aus den AB 1–10 nutzt, Interessen und Fakten trennt, Zielkonflikte abwägt und einen umsetzbaren, begründeten Beschluss entwickelt.

1. Mögliche Beschlusslinie

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Beispiel: Die Gemeinde beschließt eine schrittweise Wiedervernässung der Moorflächen. Besonders emissionsintensive Ackerflächen werden priorisiert. Geeignete Teilflächen werden in Paludikultur überführt; naturschutzfachlich wertvolle Bereiche werden renaturiert. Für betroffene Betriebe werden Fördermittel, Übergangsfristen und Flächentausch geprüft. Vor Beginn werden hydrologische Gutachten und ein Monitoring für Nachbargebäude festgelegt. Der Beschluss wird nach drei Jahren evaluiert.

Bewertungskriterien

- fachlich korrekte Nutzung von Wasserstand–Torfabbau–Emissionen
- mindestens zwei ökonomische und zwei ökologische Folgen
- soziale bzw. infrastrukturelle Interessen werden nicht ignoriert
- Unsicherheiten werden als solche gekennzeichnet und durch Gutachten/Monitoring bearbeitet
- Beschluss ist konkret: Maßnahme, Fläche/Schwerpunkt, Bedingungen, Finanzierung/Übergang

AB 13 Abschlussreflexion	Name: Lehrkraft
PHASE 6 · REFLEXION	Datum: _____

Vom Rollenspiel zum eigenen begründeten Urteil

1. Fassen Sie den Beschluss zusammen.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Individuell. Erwartet wird eine präzise Darstellung von Maßnahme(n), Bedingungen und ggf. Zeitplan/Flächenaufteilung.

2. Erläutern und ordnen Sie zwei wichtige Argumente.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Individuell. Beispiele: Emissionsminderung/Torferhalt (Ökologie), Investitions- und Einkommenssicherung (Ökonomie), Eigentumsschutz/Mitsprache (Soziales). Die Zuordnung muss begründet sein.

3. Beschreiben Sie einen verbleibenden Zielkonflikt.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Mögliche Konflikte: Klimaschutz vs. bestehende landwirtschaftliche Nutzung; schneller Wasserstandsanstieg vs. betriebliche Übergangszeit; Naturschutz/Renaturierung vs. Paludikultur; öffentliche Förderung vs. Haushaltskosten; Wiedervernässung vs. Sorgen von Anwohner:innen.

4. Beurteilen Sie die Wiedervernässung aus persönlicher Perspektive.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Ein vollständiges Urteil enthält: klare Position, mindestens zwei fachliche Bezüge aus der Einheit, Abwägung von Vor- und Nachteilen sowie Bedingungen, unter denen die Position gilt. Eine begründete Zustimmung ist fachlich naheliegend, kann aber unterschiedliche Ausgestaltung der Wiedervernässung vorsehen.

5. Nehmen Sie Stellung zur Aussage.

Mögliche Lösung / Erwartungshorizont

Plausible Position: Zustimmung mit Begründung. Die ökologische Notwendigkeit hoher Wasserstände führt zu Änderungen von Kulturen, Technik, Flächenmanagement und Wertschöpfung. Ohne wirtschaftlich tragfähige Übergänge ist die Umsetzung für Betriebe schwierig; ohne Torferhalt verfehlt die Nutzung dagegen den Klimaschutzzweck. Daher müssen beide Dimensionen zusammen geplant werden.

Orientierung für die Lehrkraft – mögliche Sicherung

- Wasserstand als zentrale Stellschraube für Torferhalt und Treibhausgasemissionen sichern.
- Paludikultur als Nutzungsoption einordnen, nicht als universelle Lösung für jede Moorfläche.
- Unterschied zwischen naturnahem Moor, Wiedervernässung und nasser Bewirtschaftung klären.
- Zielkonflikte explizit benennen: Klimaschutz, Einkommen, Flächennutzung, Infrastruktur, Biodiversität und regionale Wertschöpfung.

Quellenverzeichnis

Literatur, Grafiken und Materialgrundlagen

- Franken, T. (2024). Nachhaltige Bildung in den Moorwelten. Entwicklung von Lehrmaterialien für das Torfmoos-Klassenzimmer zur Förderung von Umweltbewusstsein und Paludikultur im Kontext des Klimawandels. Bachelorarbeit, Universität Osnabrück.
- Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) & Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum (Hrsg.) (2025). Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern. 8. Auflage, November 2025. Berlin. ISBN 978-3-86928-254-1.
- Gaudig, G. & Tanneberger, F. (2023). Was sind Moore? Ein ganz besonderer Boden. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 10–11.
- Barthelmes, A. (2023). Moore weltweit: Fast überall bedroht. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 12–13.
- Dewitz, I. (2023). Nachhaltigkeitsziele: Lebenswichtiges Nass. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 16–17.
- Joosten, H. (2023). Klimakrise: Trockene Moore – erhitzte Erde! In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 18–19.
- Bruisch, K. (2023). Umweltgeschichte: Der Mensch im Moor. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 20–21.
- Gaudig, G. & Hirschler, O. (2023). Torf: Ein Rohstoff aus dem Moor. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 26–27.
- Tiemeyer, B., Laggner, A., Wegmann, J. & Osterburg, B. (2023). Ackerbau: Subventionierte Klimakiller. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 28–29.
- Wichmann, S. (2023). Tierhaltung: Rinder fressen unsere Moore. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 30–31.
- Walter, J. & Büttner, M. (2023). Wiedervernässung: Wasser bis zur Bodenkante. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 34–35.
- Nordt, A. (2023). Paludikultur: Ein klimaschonender Wachstumsmarkt. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 36–37.
- Hohlbein, M. (2023). Energie: Verbrannte Erde. In: Mooratlas 2023. Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern, S. 38–39.
- Kornelsen, A. C. & Kornelsen, A. (2024). Transformationspfad Moor: Technologische Lösungen für eine nachhaltige Zukunft. In K. Gondlach, B. Brinkmann, M. Brinkmann & J. Plath (Hrsg.), Regenerative Zukünfte und künstliche Intelligenz. Band 1: PLANET (S. 67–78). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-43586-8_7.
- Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & Neubert, J. (2022). Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 05/2022. Greifswald.
- Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2017). Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Abendgymnasium, das Kolleg: Erdkunde. Hannover. Operatoren im Anhang A 2, S. 32–33.
- Zerbe, S. (2019). Moore. In: Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt (Kap. 8, S. 151–182). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58650-1_8.
- MOOSland (2026). Moore und Klima. Ausstellungserweiterung zu Mooren und Torfmoos-Paludikultur am Europäischen Fachzentrum Moor und Klima (EFMK). Internes Projekt- und Ausstellungsmaterial des Verbundprojekts MOOSland

Hinweis zu Mooratlas-Abbildungen

Das Werk steht mit Ausnahme des Titelbilds unter CC BY 4.0. Für unverändert übernommene Infografiken wird entsprechend dem Impressum der Urhebernachweis „Mooratlas, Eimermacher/stockmarpluswalter, CC BY 4.0“ in Grafiknähe verwendet. Die fachliche Fundstelle wird zusätzlich mit der Autorin bzw. dem Autor des jeweiligen Beitrags und der Seite angegeben. Bei bearbeiteten Mooratlas-Infografiken wäre „(M)“ im Urhebernachweis zu ergänzen.

Hinweis zu Projektfotos

Projektfotos aus MOOSland bzw. aus dem Ausgangsmaterial sind mit dem jeweiligen Namen direkt am Material gekennzeichnet. Vor einer Veröffentlichung außerhalb des vorgesehenen Projekt- oder Unterrichtskontexts sollte die dafür erforderliche Nutzungsfreigabe dokumentiert sein.