

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pöhlmann



© Center: Hobbystock/Getty Images Plus

Moore sind, deutlich vor den Wäldern, die wichtigsten Kohlenstoffspeicher der Erde. Sie entstanden am Rande der eiszeitlichen Gletscher und lagerten 12.000 Jahre lang pflanzliche Biomasse als Torf ab. Die Trockenlegung und landwirtschaftliche Nutzung dieser extremen Lebensräume haben erheblich zum Anstieg der klimaschädlichen Kohlendioxid- und Distickstoffmonoxid beitrugen. Nach Angaben der Bundesregierung waren dies 2019 sieben Prozent aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. „More muss raus“, lautet daher der Slogan der Moorforschenden der Universität Greifswald, die 2021 den Deutschen Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt verliehen bekommen.

RAABE
LEHRMATERIALIEN

Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pohlmann



© Cerise HUA/iStock/Getty Images Plus

Moore sind, deutlich vor den Wäldern, die wichtigsten Kohlenstoffspeicher der Erde. Sie entstanden am Rande der eiszeitlichen Gletscher und lagerten 12.000 Jahre lang pflanzliche Biomasse als Torf ab. Die Trockenlegung und landwirtschaftliche Nutzung dieser extremen Lebensräume haben erheblich zum Ausstoß der Klimagase Kohlenstoffdioxid und Distickstoffmonoxid beigetragen. Nach Angaben der Bundesregierung waren dies 2019 sieben Prozent aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. „Moor muss nass“, lautet daher der Slogan der Moorforschernden der Universität Greifswald, die 2021 den Deutschen Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt verliehen bekamen.

Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum: mündliche Abiturprüfung

Niveau: grundlegend, vertiefend

Von Dr. Monika Pohlmann

Fachwissenschaftliche Hinweise	1
M1: Moore – extreme Lebensräume	6
M2: Bedeutung der Moore im Klimawandel als CO₂-Senken	11
Lösung	13
Literatur	29

Kompetenzprofil:

Inhaltsbereiche	Kompetenzbereiche	Basiskonzepte	AFB	Material
Lebewesen in ihrer Umwelt, Vielfalt des Lebens, (zusätzlich in M2: Leben und Energie)	Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz	Struktur und Funktion, Stoff- und Energieumwandlung, individuelle und evolutive Entwicklung	I–II–III	M1, M2

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

LEK Lernerfolgskontrolle

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Globale Verteilung von Mooren, 30 cm Torfschicht als grundlegendes Identifizierungsmerkmal für Moorlandschaften, ökologische Moortypen: Niedermoor und Hochmoor, abiotische Faktoren der Moorentwicklung, Sukzession im Moor, Moor-Spezialisten in Fauna und Flora, charakteristische Merkmale extremer Lebensräume, Identifizierung des Moors als extremen Lebensraum	M1	LEK
Globaler Kohlenstoffkreislauf, CO ₂ -Austausch zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre, Vergleich Sumpf und Moor, Vergleich Moore und Wälder als Kohlenstoffspeicher, Vergleich aerober und anaerober Abbau von Biomasse, Biochemie der alkoholischen Gärung, Bedeutung der Moore im Klimawandel, Bewertung der Trockenlegung von Mooren, Paludikulturen: nachhaltige Alternative zur traditionellen Moorbewirtschaftung bei Wiedervernässung	M2	LEK

Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum: mündliche Abiturprüfung

Fachwissenschaftliche Hinweise

In extremen Lebensräumen (z. B. Wüsten, Salzseen, Arktis, Antarktis, Hochgebirgsregionen) zeigen ein oder mehrere abiotische Umweltfaktoren entweder einen extremen, aber konstanten Wert oder unterliegen sehr hohen Schwankungen. Selten werden die Moore daruntergefasst, obwohl diese als dauerhafte Feuchtgebiete mit anaerobem, stark saurem Milieu und der typischen Nährstoffarmut die Merkmale für einen extremen Lebensraum aufweisen.

Die Sauerstoffarmut unter Wasser führt am Grund der Moore zu Faulschlamm, der im weiteren Verlauf der Sukzession eines Moores kaum abgebaut wird und über lange Zeiträume durch die anaerobe Zersetzung von Torfmoosen (*Sphagnum*) in Torfe übergeht. Torfe bestehen zu 50 % aus Kohlenstoff und stellen eine Form von Humus dar. Gärtnerisch genutzt wird nur der Torf aus Hochmooren. Feinkrümeliger alter Schwarztorf liegt mehrere Meter tief im Boden und Pflanzenstrukturen sind kaum erkennbar. Der jüngere Weißtorf liegt in den oberen Hochmoorschichten. In ihm sind die kaum verrotteten Pflanzenbestandteile noch deutlich sichtbar. Wegen seiner perfekten Eigenschaften ist er als Gartenerde sehr beliebt. Abbau und Verwendung schädigen allerdings die Umwelt, da Torf im Garten als Klima- und Artenkiller wirkt.

Die Trockenlegung der Moore erfolgt nicht nur zur Torfgewinnung, sondern auch aus agrar- und forstwirtschaftlichen Interessen. Entwässerungsmaßnahmen bewirken einen raschen aeroben Abbau der uralten pflanzlichen Biomasse und damit gewaltige Treibhausgasemissionen durch die Kohlenstoffoxidation (CO₂). Allein in Deutschland sind 7 % der Klimagasemissionen auf die traditionelle Bewirtschaftung und damit Trockenlegung von Mooren zurückzuführen.

Umdenken tut damit not! Führende Moorforschende der Universität Greifswald, die 2021 den Deutschen Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt erhielten, entwickeln innovative Konzepte für ertragreiche, gewinnbringende Paludikulturen. Damit sollen neue Wege für die Bewirtschaftung wiedervernässter Moorböden entwickelt werden. Pflanzenarten wie Schilf, Seggen, Rohrglanzgras oder Gehölze wie die Schwarzerle sollen Fasern für Papierprodukte, Dämmstoffe oder Torfersatzstoffe liefern. Ziel sind die Entwicklung einer moorangepassten Bewirtschaftungstechnik sowie rentable Verwertungslösungen für die erzeugte Paludibiomasse.

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Akkumulation	Anreicherung von Stoffen in Organismen oder Ökosystemen (Bioakkumulation).
Atmosphäre	Gasförmige Hülle um größere Himmelskörper, v. a. um Sterne und Planeten. Zusammensetzung meist aus einem Gasgemisch, das vom Schwerefeld des Himmelskörpers festgehalten wird. Die Erdatmosphäre wird auch als „Luft“ bezeichnet: 78 % Stickstoff (N ₂), 21 % Sauerstoff (O ₂), 0,9 % Argon (Ar) und weitere Edelgase; aktueller Kohlenstoffdioxidgehalt: 0,04 %
Extremer Lebensraum	Biotop mit extremen abiotischen Umweltbedingungen, „extrem“ kann sich auf konstante absolute Werte einzelner Faktoren beziehen, beispielsweise auf eine dauerhaft tiefe Temperatur in polaren Gebieten, oder auf starke Schwankungen, beispielsweise der tägliche Temperaturverlauf auf südexponierten Hochgebirgshängen. Extrembiozönosen sind meist arten- und/oder individuenarm und oft auf Spezialisten beschränkt. Beispiele: Wüsten, Moore, Salzseen oder polare Eismeere.
Gärung	Fähigkeit von Pflanzen und Mikroorganismen, bei Sauerstoffmangel Energie aus Kohlenhydraten zu gewinnen, beispielsweise Milchsäuregärung oder alkoholische Gärung
Hydrosphäre	Gesamtheit des auf der Erde vorkommenden Wasser, umfasst neben den Weltmeeren die Reservoirs der Festlandgewässer mit Seen, Flüssen, Bodenwasser und Grundwasserkörper, Schnee- und Eisflächen der Erde mit Eisschilden, Meereis, Gebirgsgletschern und Permafrost sowie flüssiges Wasser in Lebewesen. Die Wasserfläche der Erde übertrifft das Festland um das Zweieinhalbfache, das Salzwasser dominiert das Süßwasser. Enger Zusammenhang der Hydrosphäre mit der Lithosphäre, Pedosphäre, Biosphäre, Anthroposphäre und Atmosphäre. Modellhaft lassen sich deren Vernetzungen als Wasserkreislauf darstellen.

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Hygrophyt	Durch Physiologie und Morphologie auf Feuchtgebiete spezialisierte Pflanzen. Anpassungen: große, dünne Blätter mit besonders hervorgehobenen Spaltöffnungen, exponierte Spaltöffnungen ermöglichen eine starke Wasserabgabe durch Transpiration. Der Querschnitt eines Hygrophytenblattes zeigt eine dünne Epidermis mit dünner extrazellulärer Kutikula, der Interzellularraum ist geweitet, die Blätter haben lebende Haare (Trichome), welche die Oberfläche des Blattes vergrößern. Diese Strukturen ermöglichen eine optimierte Wasserabgabe an die Umwelt.
Kohlenstoffkreislauf	System der chemischen Umwandlungen und des Austausches kohlenstoffhaltiger Verbindungen in den Erdsphären: Lithosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Atmosphäre. Atmosphärisches Kohlenstoffdioxid wird relativ schnell mit den Ozeanen und den terrestrischen Ökosystemen ausgetauscht. Die Landvegetation und die Weltmeere sind für atmosphärisches Kohlenstoffdioxid gleichwohl Quellen wie Senken. Die Fähigkeit der Ozeane und der Ökosysteme auf dem Land, als CO ₂ -Senken zu wirken, entscheidet darüber, wie viel von dem anthropogen emittierten Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre verbleibt und damit klimawirksam ist.
CO ₂ -Senken	Reservoir, welches in erdgeschichtlich großem Zeitmaßstab vorübergehend Kohlenstoff aufnimmt und speichert. CO ₂ -Senken sind seit Urzeiten Teil des Kohlenstoffkreislaufs und haben eine große Bedeutung für das globale Klima.
Moor	Feuchtgebiete mit sauren Böden. Der ständige Wasserüberschuss aus Niederschlägen oder austretendem Mineralbodenwasser bewirkt eine charakteristische Sauerstoffarmut des Ökosystems und verhindert den vollständigen Abbau toter pflanzlicher Biomasse, die als Torf abgelagert wird. Artenarme, moortypische Biozönosen aus Spezialisten, die teils vom Aussterben bedroht sind. Charakteristisch: 35 Torfmoosarten

Fachbegriff/ Fachkonzept	Erklärung
Paludikultur	Kombination von Wiedervernässung und Klimaschutz mit landwirtschaftlicher Nutzung von Moorflächen. Anstelle von Grünland für Viehhaltung oder Mais werden wiedervernässte Moore durch Pflanzen kultiviert, die dauerhaft auf nassen Böden gedeihen und sich ökonomisch verwerten und vermarkten lassen. Beispiele sind: Schilf, Rohrkolben-, Rohrglanzgras- und Seggen-Arten. Pflanzenbestandteile können als Biogassubstrat, Dämmstoff, Torfersatz, Naturwerkstoff oder zum Heizen genutzt werden. Vorteil: trockengelegte Moore werden wiedervernässt und der mikrobielle Abbau (Oxidation) der kohlenstoffreichen Torfe zu Kohlenstoffdioxid (CO ₂) wird gestoppt. Trotz landwirtschaftlicher Nutzung können so große Mengen des klimaschädlichen Gases eingespart werden.
Sukzession	Auf natürlichen Faktoren beruhende schrittweise Rückkehr der für einen Standort typischen Pflanzen-, Tier- und Pilzgesellschaften (Biozönosen) an ein zuvor gestörtes Ökosystem. Die sukzessive Entwicklung führt von einer gestörten oder veränderten Ausgangslage, im Extremfall von einem vegetationsfreien Boden ausgehend, über verschiedene Stadien zu einer Klimaxgesellschaft, also einem stabilen Endzustand der Vegetation. Flächen, auf denen die Pflanzendecke durch menschliche Eingriffe oder natürliche Prozesse wie Waldbrände größtenteils vernichtet wurde, die Bodenverhältnisse und die keimungsfähigen pflanzlichen Ausbreitungseinheiten wie Früchte, Samen oder Sporen, aber weitgehend erhalten geblieben sind, nennt man Sekundärsukzessionen. Diese Umweltbedingungen ermöglichen eine raschere Wiederbesiedlung als bei einer primären Sukzession, die auf weitgehend vegetationsfreien Flächen zuerst über Pioniergesellschaften bis zur Schlussgesellschaft, der Klimaxvegetation, verläuft.
Torf	Organisches Sediment von Mooren, unvollständig zersetzte pflanzliche Biomasse, die die erste Stufe der Inkohlung darstellt. In getrocknetem Zustand brennbar.

Wieder-vernässung	Maßnahmenkatalog zur Anhebung des Wasserstandes in Feuchtgebieten wie Mooren, Feuchtwiesen oder Flussauen im Naturschutz und der Landschaftspflege. Ziel ist die Renaturierung des Ökosystems durch Blockieren von Wasserläufen mithilfe von Bäumen, Steinen, Vegetation oder Biberdämmen; Entfernen von Bäumen in ursprünglich baumfreien Mooren sowie Beseitigung von Unterflur-Entwässerungsanlagen.
-------------------	---

Vorausgesetztes Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die in den Bildungsstandards geforderten Fachkonzepte der Inhaltsbereiche „Leben und Energie“, „Lebewesen in ihrer Umwelt“ sowie „Vielfalt des Lebens“. Sie besitzen Sachwissen zu den Strukturen und Zusammenhängen in Ökosystemen und können die Fachbegriffe „Biotop“ und „Biozönose“ am Lebensraum „Moor“ mit Inhalt füllen und anwenden. Sachkenntnisse zum Kohlenstoffkreislauf können die Schülerinnen und Schüler auf die besondere Situation der Torfbildung in Mooren und deren Trockenlegung übertragen. Mit Blick auf die aktuelle Klimaveränderung sollte auf dieser Basis, exemplarisch am Extremlebensraum Moor, der anthropogen bedingte Treibhauseffekt erläutert werden können. Dies auch unter Hinzuziehen von Fachwissen zum Energiestoffwechsel von Destruenten unter anaeroben bzw. aeroben Bedingungen. Die biochemischen Prozesse der alkoholischen Gärung können im neuen Kontext sinnstiftend angewendet werden. Die Notwendigkeit der Wiedervernässung von Mooren sollte vor diesem Hintergrund fachlich begründet und ethisch bewertet werden können. Maßnahmen zur Renaturierung sowie eine nachhaltige Nutzung von Moorlandschaften durch ein klimagerechtes Ökosystemmanagement durch Paludikulturen sollten ethisch begründet gefordert werden können.

Hinweis: Für Ihren individuellen Einsatz finden Sie eine Auswahl an Grafiken dieses Beitrags als Zusatzmaterial zum Download.



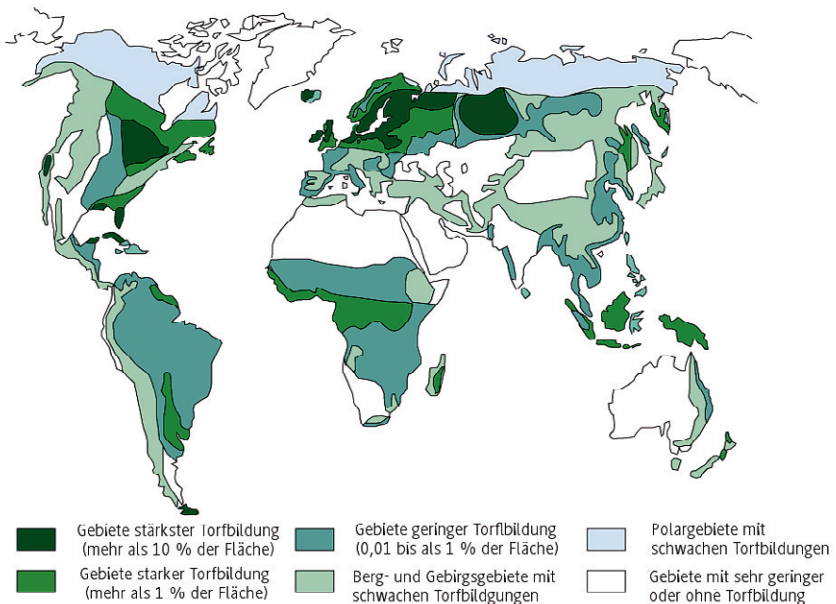
Verteilung der Punkte und Anforderungsbereiche

	Aufgaben M1		Aufgaben M2		
	1	2	1	2	3
Punkte	6–6–8	10–10–8	10–6	10	5–8
AFB	I–II	II–II–III	I–II	II	I–III

M1 Moore – extreme Lebensräume

A: Verbreitung von Mooren

Moore sind Gebiete mit einer mindestens 30 cm mächtigen Torfschicht. Günstige ökologische Umweltbedingungen für Moore liegen v. a. in Nordeuropa, Nord- und Südamerika, Nord- und Südostasien und im Amazonasbecken vor. Die größten Moorflächen findet man im Taigagürtel der Nordhalbkugel. In Deutschland liegen die Moore überwiegend im Nordwesten, Nordosten und Alpenvorland. Die Gesamtfläche der Moore in Deutschland wird auf 14.000 km² geschätzt. Davon sind 98–99 % trockengelegt, der überwiegende Teil wird landwirtschaftlich genutzt.



© RAABE 2022

wikimedia commons gemeinfrei

Abbildung 1: Globale Verbreitung der Moore

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Das Moor – CO₂-Senke und extremer Lebensraum: mündliche Abiturprüfung

von Dr. Monika Pöhlmann



© Center: Haldenstock/Getty Images Plus

Moore sind, deutlich vor den Wäldern, die wichtigsten Kohlenstoffspeicher der Erde. Sie entstanden am Rande der eiszeitlichen Gletscher und lagerten 12.000 Jahre lang pflanzliche Biomasse als Torf ab. Die Trockenlegung und landwirtschaftliche Nutzung dieser extremen Lebensräume haben erheblich zum Anstieg der klimaschädlichen Kohlendioxid- und Distickstoffmonoxid beitrugen. Nach Angaben der Bundesregierung waren dies 2019 sieben Prozent aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. „More muss raus“, lautet daher der Slogan der Moorforschenden der Universität Greifswald, die 2021 den Deutschen Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt verliehen bekommen.

RAABE
LEARNING