Biologie 8. Klasse im LehrplanPLUS – Teil 5:
Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen

Thomas Nickl, 2. Mai 2020; ergänzt Oktober 2026

Inhalt:

Zeitplan

5 Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen
- 5.1 Veränderung von Ökosystemen
- 5.1.1 Die natürliche Sukzession (mit Hinweisen zur Freiland-Arbeit)
- 5.1.2 Der Klimawandel
- 5.1.3 Wildnis und Kulturlandschaft
- 5.2 Eingriffe des Menschen
- 5.3 Verantwortliches Handeln

Mit „ALP“ werden Hinweise gegeben auf den Praktikums-Ordner „Bio? – Logisch!“, Akademiebericht 506 der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen.
Die im Skript aufgeführten ***Arbeits- und Informationsblätter*** *und weitere dort genannte Medien finden Sie auf meiner Webseite unter Materialien → Materialien Mittelstufe LehrplanPLUS; außerdem habe ich die docx- und pdf-Dateien der in diesem Skript verlinkt.* ***Bilder*** *zum Thema finden Sie auf meiner Webseite unter: Photos > Photos Botanik*
- *> Photos Gehölze im Juni*
- *> Photos Verbreitung von Samen und Früchten*

Freilandarbeit mit dem Mobilgerät: Pflanzen

Flora incognita *und* ***Plant net*** *sind kostenlose Apps zur Pflanzenbestimmung. Man fotografiert mit der Kamera des Mobilgeräts die Blüte, ein Blatt usw. der Pflanze und bekommt die wahrscheinlichste Bestimmung sehr schnell auf den Bildschirm. (Dazu muss das Gerät WLAN-Empfang haben. Andernfalls wird das Foto gespeichert und später die App dazu befragt.)*

Die Schüler tendieren dazu, die online-Bestimmung der Pflanze für eindeutig zu halten. Aber auf dem Bildschirm erscheint auch die Angabe, mit wieviel Prozent Wahrscheinlichkeit die Bestimmung korrekt ist. Darüber hinaus werden etliche weitere Pflanzenarten in einer Art Ranking angeboten. Die Schüler sollen über die genannten Merkmale die sinnvollste Bestimmung ermitteln und auch die Unsicherheiten dabei protokollieren. (Gelbe Korbblütler sollten am besten überhaupt nicht „bestimmt“ werden.)

Nachträglich können die Schüler recherchieren, ob es interessante Geschichten zu „ihrer“ Pflanze gibt (Verwendung als Heilpflanze, Geschichte zur Namensgebung usw.). Sie können als Lehrkraft diese Geschichten auch im Vorfeld recherchieren und im Gelände erzählen.

Die Schüler sind jedenfalls hoch motiviert, wenn sie mit ihren Mobilgeräten arbeiten dürfen, v. a. wenn sie damit qualifiziert arbeiten wie bei der Berücksichtigung der Bestimmungs-Wahrscheinlichkeiten.

ObsIdentify*: kostenlose App als Bestimmungshilfe bei Tieren (z. B. Insekten) mit erstaunlich guten Ergebnissen und einer Angabe, mit welcher Wahrscheinlichkeit die genannte Art richtig bestimmt ist*

Freilandarbeit mit dem Mobilgerät: Vögel

Merlin Bird ID: *kostenlose App, englisch. Man gibt das Foto eines Vogels ein (Photo ID) oder eine Tonaufnahme des Gesangs (Sound ID), gibt am besten weitere Informationen ein wie die ungefähre Größe, Hauptfärbung, Tätigkeit des Vogels sowie Ort und Zeit der Sichtung. Die App macht dann Vorschläge zur Artbestimmung. Zum Abgleich kann der Gesang der vermuteten Art mit der eigenen Tonaufnahme verglichen werden, ebenso das eigene Foto mit dem in der App. Zu den Gesängen in der App werden die zugehörigen Sonagramme gezeigt. (Stand: 2026)*

Xeno-canto.org*: kostenlose und frei zugängliche Online-Datenbank und Citizen-Science-Plattform; funktioniert ähnlich wie Merlin Bird ID, zeigt auch Sonagramme (die hier Spektrogramme heißen)*

Birdnet*: kostenlose KI-gestützte Forschungsplattform; eigene Beobachtungen können eingegeben werden; die Bestimmungsvorschläge werden je nach Zeit und Ort der Sichtung eingegrenzt; dient Citizen Science*

Zeitplan

Der LehrplanPLUS sieht für den Lernbereich 6 „Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen“ 10 Unterrichtsstunden vor. Die folgende Tabelle zeigt einen möglichen Zeitplan:

Nummer	Kapitel	Stunden
5.1	Veränderung von Ökosystemen	3
	Freilandarbeit und Formenkenntnis	2
5.2	Eingriffe des Menschen	2
5.3	Verantwortliches Handeln	3
	Summe	**10**

5 Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen (10 h)

Im LehrplanPLUS wird die Ökologie konsequent als wiederkehrender Schwerpunkt berücksichtigt. Die Schüler haben in der Unterstufe an den Beispielen Grünland und Gewässer bereits einige Fachbegriffe und Zusammenhänge kennengelernt. Auch sollten sie sich eine gewisse Formenkenntnis angeeignet haben.

In diesem Kapitel kommt es weniger auf die Vermittlung von Fachwissen an, sondern vielmehr auf persönliche, aktive Begegnung der Schüler mit konkreten Ökosystemen, dem Schaffen von Problembewusstsein und weiterer Vertiefung der prozessbezogenen Kompetenz „Bewerten“. Planen Sie Freiland-Arbeit mit ein, aber auch Recherchen der Schüler z. B. im Lehrbuch oder im Internet. Auf ihrem hier vertieften Wissen zur Ökologie bauen die Schüler im folgenden Jahr beim Thema „Ökosystem Boden“ auf. Im Vordergrund steht der Gedanke: „Nur was man kennt und schätzt, will man auch schützen.“

Wie schon in der Unterstufe, so rate ich Ihnen auch hier zur Vorsicht um Umgang mit den Lehrbüchern: Lassen Sie sich nicht von der gewaltigen Fülle und schon gleich gar nicht von den teilweise sehr hohen Ansprüche der Darstellungen zu überzogenen Konzepten verleiten! Backen Sie lieber kleine Brötchen, als dass Sie sich zu viel vornehmen!

Im Zeitraum von etwa zwei Wochen vor Beginn dieses Kapitels im Unterricht werden wesentliche Aspekte des Vorwissens aus der Unterstufe wiederholt: **Arbeitsblatt** für die Hausaufgabe bzw. Einzel- oder Gruppenarbeit [word] [pdf].

5.1 Veränderung von Ökosystemen (3 h)

Inhalte zu den Kompetenzen	***Kompetenzerwartungen:* Die Sch. ...**
Veränderungen der Zusammensetzung von Ökosystemen: Sukzession; Wildnis, Kulturlandschaft; Artenkenntnis	charakterisieren die Veränderung eines ortsnahen Ökosystems im Lauf der Zeit, um die Entwicklung dieses Ökosystems unter dem Einfluss des Menschen von einer natürlichen Entwicklung zu unterscheiden.
Vorwissen: ***Jgst. 5 Biologie**, Lernbereich 2.5: Ökosystem Grünland (Begriffe „Lebensraum“, „Lebensgemeinschaft“, „Ökosystem“)* ***Jgst. 5 Geographie**, Lernbereich 4: Ländliche Räume in Bayern und Deutschland* ***Jgst. 6 Biologie**, Lernbereich 1.5: Ökosystem Gewässer (Vertiefung)* ***Jgst. 7 Geographie**, Lernbereich 4: Ländliche Räume Europas*	***Weiterverwendung:*** ***Jgst. 9:** Einflüsse des Menschen auf das Ökosystem Boden* ***Oberstufe:** biotische und abiotische Faktoren*

Wiederholung: Ein Ökosystem setzt sich zusammen aus dem (unbelebten) Lebensraum und der darin lebenden Lebensgemeinschaft. Ggf. auszugsweise Wiederholung der Formenkenntnis aus der Unterstufe. Die Tiere und Pflanzen sind an ihre jeweilige Lebensweise angepasst.
Hinweis: Verwenden Sie als Nomen stets „Angepasstheit“ und nicht „Anpassung“, weil letzteres sowohl die angepasste Struktur als auch den Prozess, der zu ihr führt, bezeichnet (und letzteres wäre missverstehbar als Reaktion auf eine Umweltveränderung, während in Wirklichkeit die passende Struktur bereits entwickelt sein muss, bevor die Umweltveränderung stattfindet).

5.1.1 Die natürliche Sukzession

*Ein bedeutender Aspekt der modernen Weltsicht besteht darin, **Veränderlichkeit** (Dynamik) zu akzeptieren. Das war nicht immer so: Carl von Linné ging noch von Artkonstanz aus, erst Jean-Baptiste de Lamarck propagierte ab 1800 die Veränderlichkeit der Arten; auch wenn in der Antike Strabon oder Seneca bereits Mechanismen zur Entstehung kleinerer Landschafts-Formen wie Täler oder Vulkane beschrieben, wurde erst am Ende des 18. Jahrhunderts klar, dass alle Landschafts-Formen einem steten Wandel unterliegen und schon immer unterlegen haben („Aktualitätsprinzip“); Alfred Wegener erlebte die Akzeptanz seiner Kontinental-Verschiebungs-Theorie nicht mehr (veröffentlicht 1912; anerkannt erst seit den 1970er Jahren und präzisiert in der Platten-Tektonik). Dass das auch für Ökosysteme gilt, ist der Menschheit wohl von Anbeginn an bekannt, weil beispielsweise nicht zu übersehen war, was mit einer Fläche nach einem Brand passierte – aber nicht unbedingt den Schülern.*

*Zum **Inhalt**: Es ist nicht wichtig, dass die Schüler z. B. bestimmte Art-Namen bestimmten Sukzessionsphasen zuordnen können, sondern dass sie ökologische Wechselwirkungen bzw. Struktur-Funktions-Zusammenhänge exemplarisch verstehen und formulieren können. Allerdings sollten die Schüler in diesem Abschnitt ihre Formenkenntnisse erweitern (nicht „Artenkenntnis“, das wäre in der Regel zu speziell).*

*Zur **Methodik**: In diesem Abschnitt geht es um die natürliche Sukzession auf unbesiedelten Flächen. Zunächst wird geklärt, wie es zu solchen Flächen kommt. Dann wird zusammen getragen, welche Arten (Artengruppen) wann zuerst auftreten bzw. wann sie dominieren. Ausgehend*

von diesen Beobachtungen wird nach Hypothesen gesucht, die diese Abfolge erklären (s. u.: „Ökologische Beziehungen"). Im Rahmen dieses Abschnitts sollten Freiland-Arbeiten vorgenommen werden, bei denen auch die Formenkenntnis der Schüler vertieft wird.

*Die Forderung nach **Freiland-Arbeiten** steht im LehrplanPLUS explizit bei Lernbereich 1 „Erkenntnisse gewinnen – kommunizieren – bewerten":* „Die Schülerinnen und Schüler beobachten Lebewesen und ihre Lebenserscheinungen auch in der natürlichen Umgebung anhand von vorgegebenen und eigenen Kriterien. Sie dokumentieren mit Hilfestellungen in einem naturwissenschaftlichen Protokoll strukturiert ihre Beobachtungen, werten sie aus und veranschaulichen sie" und „bestimmen häufig vorkommende Lebewesen mithilfe ausgewählter Bestimmungshilfen".

Mechanismen zur Entstehung unbesiedelter Lebensräume:

- Abholzung eines Waldes durch den Menschen
- Waldbrand
- großflächiger Baumwurf durch einen Orkan
- Zerstörung durch Überschwemmung
- Erdrutsche
- Trockenfallen von Uferbereichen (am Meeresrand in Kaltzeiten; bei Austrocknung von Seen)
- Neuentstehung von Vulkaninseln
- Rückzug von Gletschern
- Bahnschotter auf stillgelegten Bahngleisen

Unbesiedelte Lebensräume bleiben nicht lange leer, sondern werden nach und nach von unterschiedlichen Lebewesen in einer bestimmten Reihenfolge besiedelt. Dieser Effekt heißt: die natürliche Sukzession (*succedere*, lateinisch: nachfolgen).

Im LehrplanPLUS steht bei Kompetenzen, dass die Veränderung eines ortsnahen Ökosystems im Lauf der Zeit charakterisiert werden soll. Das mag in Ausnahmefällen möglich sein, die Regel ist es sicherlich nicht. Meist kann aber der junge Bewuchs einer Brachfläche mit einem Stück Wald oder Grünland im Freiland verglichen werden. Der Begriff „ortsnahes Ökosystem" kann meiner Meinung nach auch so interpretiert werden, dass damit ein Typ wie der mitteleuropäische Mischwald gemeint ist.

Beispiel: Wald

Neubesiedlung im Anfangsstadium (0-10 Jahre): Den Anfang machen Flechten und Moose, die auch direkt auf Gestein wachsen können. Aus deren abgestorbenen Teilen entsteht durch die Tätigkeit von Bakterien und anderen Mikroorganismen Rohboden, in dem sich dann auch Gräser und Kräuter[1)] („Blumen") ansiedeln können.

1) Krautige Pflanzen sind (im Unterschied zu ausdauernden Pflanzen) höhere Pflanzen, die nicht verholzen und die absterben, nachdem sie geblüht und gefruchtet haben (das kann im ersten, im zweiten Jahr oder noch später erfolgen). Viele krautige Pflanzen bilden unterirdische Speicherorgane, aus denen sie erneut austreiben können.

Pionier-Pflanzen (*pionnier,* mittelfranzösisch, französisch: Schanzgräber, im übertragenen Sinn Wegbereiter) sind anspruchslos, d. h. sie können extreme Umweltbedingungen ertragen (Hitze, Trockenheit, Mineralsalzarmut). Zudem stellen sie eine große Anzahl von Samen her, die durch Wind oder Tiere (v. a. Vögel) sehr weit verbreitet werden können. Auf Schuttflächen (nach Erdrutsch, Gletscherrückzug oder in Kiesgruben) sind (Schmalblättriges) Weidenröschen oder Nachtkerzen typische Pionier-Pflanzen im fortgeschrittenen Anfangsstadium.

Je dichter und je abwechslungsreicher der Pflanzenbewuchs wird, desto mehr Tiere wandern in das Gebiet ein. Zunächst sind das Schnecken, Würmer und Insekten. Sobald sich Blütenpflanzen angesiedelt haben, kommen auch Vögel vorbei, um Samen zu ernten.

Ökologische Beziehungen:
- *kein oder nur extrem wenig Boden: keine höheren Pflanzen mit Wurzeln*
- *allmähliche Bodenentstehung durch abgestorbene Teile der niederen Pflanzen*
- *wenig Boden: genug Bodenfeuchte, Bodenmineralien für anspruchslose höhere Pflanzen gegen Ende des Anfangsstadiums*



Freilandarbeit zum Anfangsstadium: Die Schüler vergleichen ein Stück Grünland bzw. ein Park- oder Waldstück mit einem Stück Brachfläche (Schotterfläche nach einem Schulumbau, stillgelegtes Bahngleis, Grundstück nach dem Abriss der Gebäude usw.) oder alternativ mit Abbildungen des Bewuchses einer Brachfläche. Die Schüler müssen dabei durch konkrete Fragestellungen geleitet werden beispielsweise:

- Wie „grün“ sehen die Flächen aus?
- Wie stark sind die Flächen mit Pflanzen bedeckt?
- Wo erkennt man mehr Pflanzen-Arten?
- Welche Pflanzen wachsen jeweils dort? (grobe Bestimmung mit Bestimmungsbuch und App: vgl. Skript zur 5. Klasse)
- Überprüfung: Produzieren die Pionierpflanzen eine große Menge an Samen?
- Welche Tiere leben auf den Flächen? (Zufalls-Beobachtungen)

1. Folgestadium (10 bis 20 Jahre): Aus abgestorbenen Pflanzenteilen entwickelt sich mit Hilfe der Tätigkeit von Pilzen, Bakterien und Bodentieren wie dem Regenwurm nach und nach eine immer dickere Schicht Mutterboden. Darin finden bald Sträucher[2)] wie die Brombeere oder der Holunder („Holler“) Halt, später auch erste Licht-Baumarten[3)] wie die Weide, die zum Wachstum (vor allem zu Beginn ihres Lebens) viel Licht benötigen.

2) Sträucher sind verholzte ausdauernde Pflanzen mit mehreren Stämmen.
3) Bäume sind verholzte ausdauernde Pflanzen mit einem einzigen Stamm.

Diese primären Folge-Arten sind bereits etwas anspruchsvoller als die Pionier-Arten, ihnen gegenüber allerdings auch durchsetzungsfähiger, so dass sie die Pionier-Arten mit der Zeit verdrängen.

Ökologische Beziehungen:
- *fortgeschrittene Bodenbildung: Größere Pflanzen (Gehölze) können sich ansiedeln.*
- *Nach wie vor erreicht eine große Lichtmenge den Boden: Licht-Baumarten dominieren.*

2. Folgestadium (20 bis 100 Jahre): Die Gehölze aus dem 1. Folgestadium schützen neu dazu kommende Pflanzen vor Sturm und zu großer Hitze (Gefahr der Austrocknung des Bodens). Deshalb können jetzt weitere Licht-Baumarten folgen wie Eiche, Birke, Pappel, Ahorn, Lärche oder Kiefer. In dieser Phase nimmt die Anzahl der Arten deutlich zu.

Ökologische Beziehungen:
- *ausgleichende Wirkung auf das Kleinklima durch die Gehölze: Auch anspruchsvollere Arten können sich ansiedeln. Dadurch Erhöhung der Artenvielfalt.*

– *Größere Artenvielfalt: höhere ökologische Stabilität, d. h. das Ökosystem kann Schwankungen (durch Dürre, Starkregen, Parasiten, Krankheiten) besser ausgleichen*

3. Folgestadium („Klimaxstadium“ [4]) (ab 100 Jahre): Am Ende steht eine Arten-Zusammensetzung, die mehr oder weniger gleich bleibt, solange sich die äußeren Bedingungen wie das Klima nicht verändern. Im mitteleuropäischen Wald sind dabei die Licht-Baumarten in der Minderzahl, während die Schatten-Baumarten wie Buche, Linde, Esche, Ulme, Fichte oder Eibe dominieren.

4) Es gibt Ökologen, die den Begriff „Klimaxstadium“ strikt ablehnen und zwar aus folgenden Gründen: Weil die Umweltbedingungen kaum jemals konstant bleiben, sondern sich in der Regel mehr oder weniger stark verändern, gibt es im strengen Sinn auch kein Endstadium. Zum anderen suggeriert dieser Begriff, dass mit der Sukzession eine Art ideales Endstadium angestrebt würde; das wäre eine teleologische Sichtweise, die von einem (wie auch immer gearteten) Streben nach Vollkommenheit ausgeht. So eine Denkweise ist bei Laien auch heute durchaus noch verbreitet (z. B. Entwicklung in der Evolution zum Menschen hin als „Krone der Schöpfung“). Eine weitere (falsche) Aussage könnte auch in den Begriff „Klimaxstadium“ hinein interpretiert werden, nämlich dass in diesem Stadium die Natur in harmonischem Einklang mit sich und der Welt sei (eine Öko-Romantik, die bei Menschen im jungen Alter durchaus verbreitet ist – und ich will mich da rückblickend gar nicht ausnehmen). Deshalb muss diesem Missverständnis aktiv entgegen gearbeitet werden, indem der Klimax-Begriff vermieden oder kurz, aber dezidiert hinterfragt wird: kein „ideales“ „End“stadium, sondern lediglich ein halbwegs konstanter Zustand während der Dauer halbwegs konstanter Außenbedingungen.

Ökologische Beziehungen:
– *Immer dichterer Wald aufgrund der Licht-Baumarten: Sobald das Laub ausgetrieben hat, gelangt wenig Licht zum Waldboden. Deshalb wachsen vermehrt Schatten-Baumarten.*
– *Die durchsetzungskräftigeren Schatten-Baumarten verdrängen die Licht-Baumarten weitgehend.*
– *Solange die Umweltbedingungen konstant sind, verändert sich die Artenzusammensetzung nicht mehr. (Das ist allerdings eher ein hypothetischer Zustand.)*



Freilandarbeit zur Erweiterung der Formenkenntnis: Die Schüler sollen einigen Gehölzen, denen sie im theoretischen Teil begegnet sind, im Freiland kennen lernen, wenn auch nicht unbedingt im Zusammenhang mit der natürlichen Sukzession.
Wie stark dieser praktische Teil vertieft werden kann, hängt sowohl von Interesse und Arbeitsfreude der Klasse als auch von Ihren Vorkenntnissen bzw. Ihrer persönlichen Lernfreudigkeit ab. Auch wenn Sie sich bei der Bestimmung von Gehölzen sehr unsicher fühlen sollten, müssen Sie nicht auf die Freilandarbeit verzichten, was für die Schüler einen sehr großen Verlust bedeuten würde. Zumindest sollten die Schüler sehr einfache Aufgaben bezüglich sehr weniger Gehölzarten bearbeiten.
In meinem **Skript** „Freilandarbeit zur Ökologie in der 8. Klasse“ [word] [pdf] möchte ich Ihnen Anregungen und Hilfestellung geben sowie Beispiele für Arbeitsaufträge vorstellen. Zusätzlich biete ich Informationsblätter zum Kennenlernen der wichtigsten Bestimmungs-Merkmale [word] [pdf] sowie zur Vorstellung wichtiger Gehölze [word] [pdf] an.

Die Bedeutung folgender **Fachbegriffe** sollten die Schüler nach meiner Meinung kennen:
das Kraut (die krautige Pflanze), das Gras, das Gehölz, der Baum, der Strauch; wechselständig, gegenständig, einfaches Blatt, zusammengesetztes Blatt

5.1.2 Der Klimawandel

Steht nicht explizit im LehrplanPLUS, kann aber angesprochen werden, wenn auch nur kurz.

Der Klimawandel ist zumindest zum Teil verursacht durch die massenhafte Freisetzung bestimmter Gase in die Atmosphäre, die eine Erwärmung bewirken. Diese Entwicklung setzte mit dem Beginn der Industrialisierung ein, v. a. durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl oder Erdgas, wodurch riesige Mengen an Kohlenstoffdioxid[1)] (CO_2) freigesetzt wurden und werden. Aber auch andere Gase gelten als sogenannte Treibhausgase[2)] wie z. B. FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) oder Methan.

1) Verwenden Sie nur den chemisch korrekten Ausdruck Kohlenstoffdioxid, achten Sie darauf, dass auch die Schüler die Silbe „stoff" nicht weglassen.
2) Der Name kommt daher, dass diese Gase ähnlich wirken wie das Glas eines Treibhauses: Sie lassen die Sonnenstrahlung herein, reflektieren aber einen gewissen Anteil der abgestrahlten Wärmestrahlung zurück nach unten.

Veränderung von Ökosystemen durch den Klimawandel: Derzeit wandelt sich das Klima weltweit. In Mitteleuropa steigen die Durchschnitts-Temperaturen, starke Stürme treten gehäuft auf, die Verteilung der Niederschläge wird extremer (mehr und längere Trockenphasen, mehr Starkregen). Wenn dieser Trend anhält, wird sich die Arten-Zusammensetzung in den weitgehend naturbelassenen Ökosystemen entsprechend verändern: Flachwurzler wie die Fichte sind besonders vom Windwurf bedroht; Arten, die empfindlicher auf langanhaltende Trockenheit bzw. Staunässe reagieren, sind toleranteren Arten gegenüber im Nachteil; Tiere, die wärmere Temperaturen benötigen, werden heimisch wie z. B. asiatische Mückenarten (Asiatische Tigermücke, *Aedes albopictus*, Asiatische Buschmücke, *Aedes japonicus*, Koreanische Buschmücke, *Aedes koreicus*, die alle krankmachende Viren übertragen können) oder der Waschbär.

5.1.3 Wildnis und Kulturlandschaft

Es ist sinnvoll nachzufragen, was die Schüler zu diesem Aspekt bereits aus dem Geographie-Unterricht der 5. Klasse (Lernbereich 4: Ländliche Räume in Deutschland und Bayern) bzw. der 7. Klasse (Lernbereich 4: Ländliche Räume Europas) wissen.

Stadien rein natürlicher Sukzession können in Europa heute nicht mehr beobachtet werden, denn einerseits sind selbst naturnahe Wälder (wie in den Nationalparks Bayerischer Wald oder Berchtesgadener Land) erheblich von menschlicher Tätigkeit beeinflusst und andererseits reagieren die Wälder auf Störfaktoren wie Sauren Regen oder Klimawandel.

Zudem ist der gesamte Bestand an Wildtieren sehr stark von menschlicher Tätigkeit beeinflusst. In der Wildnis übernahmen große Beutegreifer (Prädatoren) wie Braunbär, Wolf oder Luchs die Bestandsregulierung der wilden Paarhufer wie Hirsch, Reh oder Wildschwein. Heute übernehmen die Jäger die Rolle der natürlichen Prädatoren, die zwischendurch in Deutschland ausgerottet waren (Braunbär, Wolf) bzw. kurz vor der Ausrottung standen (Luchs). Seit einigen Jahrzehnten führt beispielsweise der Bund Naturschutz in Bayern erfolgreich Projekte zur Wiederansiedlung von Luchs (auch Biber) durch. Die Wiederbesiedlung Deutschlands durch Wölfe steht unter staatlichem Schutz, ruft aber kontroverse Diskussionen hervor. Der Bestand an Wildschweinen ist in Deutschland sehr groß, manche Rotten dringen in Siedlungen vor und richten dort Zerstörungen an. Der Bestand an Rehen ist mancherorts so groß, dass sie (vor allem im Winter) enorme Schäden an den Waldpflanzen verursachen.

Während im Mittelalter die größte Fläche Mitteleuropas mit weitgehend ursprünglichem Wald bewachsen war, in dem eher inselhaft Felder und Äcker lagen und der in siedlungsnahen Abschnitten zur Schweinemast diente(Waldweide), ist die Lage heute umgekehrt. Die Bearbeitung der Vegetationsflächen durch den Menschen stellt eine massive Veränderung der äußeren Bedingungen dar (z. B. durch Entfernung unerwünschter Pflanzenarten, Bewässerung

während trockener Phasen, hohe Zufuhr von Mineralsalzen durch Düngung, Ausbringen von Giftstoffen = Pestiziden). In erheblichem Umfang werden laufend Vegetationsflächen versiegelt (v. a. für Gebäude und Verkehrseinrichtungen).

Probleme der modernen Kultur-Landschaften:

- extreme Artenarmut (meist Monokulturen), die sehr anfällig gegen Schädlinge sind; Alternative: Mischkulturen
- weitgehendes Fehlen von Feldgehölzen, die den Wind bremsen und in denen z. B. Vögel nisten und ansitzen können, die Schädlinge vernichten könnten; Alternative: Neuanlage von Feldgehölzen, auch wenn das Verlust von Produktions-Fläche bedeutet
- massiver Einsatz von Mineraldünger, der mit dem Regen ins Grundwasser abgeschwemmt wird, wodurch beispielsweise der Nitratgehalt im Trinkwasser den zulässigen Grenzwert überschreiten kann; Pflanzenarten, die auf mineralarmen Boden angewiesen sind (Magerrasen-Pflanzen) können dort bzw. in der Nähe nicht wachsen; Alternative: organischer Dünger, der langsam verrottet (aber keine unvergorene Gülle)
- erheblicher Einsatz von Pestiziden, die auch erwünschte Organismen (wie z. B. Bienen) vergiften und vom Wind in naturnahe Gebiete vertragen werden; Alternative: Mischkulturen, die sich gegenseitig schützen (z. B. Karotte und Zwiebel), gentechnisch veränderte Pflanzen, die Kampfstoffe gegen Fressfeinde produzieren
- Brachliegen des Bodens nach der Ernte (z. B. bei Mais), wodurch der Boden durch Regen und Wind abgetragen wird; Alternative: mehrjährige Pflanzen anbauen, Wurzelstöcke im Boden belassen
- Ein Forst ist ein „Holzacker“, eine Plantage, zwar keine reine Monokultur, aber extrem von einer einzigen Art dominiert, in Bayern meist von der Fichte, die relativ schnell wächst und einen kerzengeraden Stamm ausbildet, der gut in Balken oder Bretter zu schneiden ist. Sie ist ein Flachwurzler, der von einem Sturm leichter umgeworfen wird als ein Tiefwurzler. Das Problem des Borkenkäfer-Befalls ergibt sich daraus, dass diese Parasiten sofort die nächste Fichte finden, während in einem Mischwald das nächste Exemplar oft weit entfernt steht. Deshalb werden heutzutage keine Fichten-Monokulturen mehr neu angelegt, sondern Mischwälder.

Mögliche wesentliche Aspekte in diesem Teilabschnitt:

- Alle Flächen in Europa sind mehr oder weniger stark von menschlichen Eingriffen geprägt.
- Je artenreicher ein Ökosystem ist, desto stabiler ist es, d. h. es kommt mit extremen Ereignissen besser zurecht.
- Landwirtschaftliche Nutzflächen werden oft in Monokultur bewirtschaftet und sind deshalb sehr anfällig. Der massive Einsatz von Mineraldünger und Pestiziden auch Feldern, Äckern und Wiesen hat ökologisch bedenkliche Folgen. Holz-Monokulturen sind von Schädlingen massiv bedroht. Es gibt aber Alternativen.
- Wild lebende Beutegreifer wie Luchs, Stinktier, Opossum oder Puma gehen dem Menschen aus dem Weg, weil sie ihn fürchten. In einer Untersuchung wurde ein Fleischstück vor einer Nachtlichtkamera ausgelegt. Bald darauf erschien ein Puma und begann zu fressen. Als über Lautsprecher eine menschliche Stimme ertönte, ergriff der Puma sofort die Flucht. Dort, wo sich tagsüber regelmäßig Menschen im Wald aufhalten, wird man kaum Beutegreifer finden, dafür aber häufiger deren Beutetiere wie kleine Säugetiere.
  Mehrere sehr anschauliche Diagramme zum Auftreten von Beutegreifern sowie Beutetieren ohne und mit Anwesenheit menschlicher Stimmen (im Playback vom Lautsprecher) finden Sie in Spektrum der Wissenschaft, Heft 9.2023, Seite 33. Eine hübsche Übung in Verbalisierung von Diagramm-Darstellungen. Hieraus einige Daten:

Art und Rolle	Messgröße	ohne Mensch	mit Mensch
Rotluchs, Beutegreifer	Auftreten nach Mitternacht	6,2 Stunden	4,3 Stunden
Streifenskunk, Beutegreifer	Auftreten pro Woche	2,2 mal	1,2 mal
Nordopossum, Beutegr.	gefundenes Futter (relative Angabe)	1,1	0,4
Puma, Beutegreifer	Abstand zum nächsten Lautsprecher	121 m	150 m
Weißfußmaus, Beute	durchschnittliche genutzte Fläche	0,14 ha	0,20 ha
Kleinsäuger, Beute	Anteil aufgesuchter Futterstellen	60,4 %	70,3 %

Hinweis: Der Einfluss des Menschen auf Ökosysteme zieht sich wie ein roter Faden durch alle drei Abschnitte dieses Kapitels. Es ist deshalb nicht immer eindeutig, welche Teilaspekte dieses Themas an welcher Stelle behandelt werden sollen.

Im Rahmen der Abschnitte 5.2 und 5.3 lohnt sich ein Besuch in der 2022 neu gestalteten Ausstellung „Landwirtschaft“ im **Deutschen Museum München**. Auf einem ausführlichen Dokument sind allgemeine Hinweise zum Deutschen Museum, konkrete Aufgabenstellungen und Lösungshinweise zusammengestellt: [word] [pdf]

5.2 Eingriffe des Menschen (2 h)

Inhalte zu den Kompetenzen	***Kompetenzerwartungen:* Die Sch. ...**
Eingriffe des Menschen in einem ortsnahen Ökosystem: z. B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Flussregulierung, Zersiedelung, Renaturierung	beschreiben Eingriffe des Menschen in die Natur, erörtern Handlungsoptionen unter dem Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung und treffen so begründete Entscheidungen für oder gegen diese Eingriffe.
Vorwissen: ***Jgst. 5 Biologie**, Lernbereich 2.5: Ökosystem Grünland (Begriffe „Lebensraum“, „Lebensgemeinschaft“, „Ökosystem“)* ***Jgst. 5 Geographie**, Lernbereich 4: Ländliche Räume in Bayern und Deutschland* ***Jgst. 6 Biologie**, Lernbereich 1.5: Ökosystem Gewässer (Vertiefung)* ***Jgst. 7 Geographie**, Lernbereich 4: Ländliche Räume Europas*	***Weiterverwendung:*** ***Jgst. 9:** Einflüsse des Menschen auf das Ökosystem Boden* ***Oberstufe:** biotische und abiotische Faktoren*

Ich verstehe die Formulierung des LehrplanPLUS an dieser Stelle dahin gehend, dass ein konkretes Beispiel für einen Eingriff des Menschen in ein Ökosystem differenziert betrachtet werden soll, evtl. auch zwei kleinere Beispiele. Es geht also um die Anwendung des allgemeinen Vorwissens auf einen konkreten Fall und nicht darum, weiteren Stoff zu pauken. Im Zentrum steht dabei die prozessbezogene Kompetenz Bewerten.
Weil die Verhältnisse an jedem Standort anders sind, kann ich hier nur wenige allgemeine Anregungen geben.

Vorschlag für den Ablauf:

- Auswahl eines schulnahen Beispiels für einen Eingriff des Menschen in ein Ökosystem
- Vorinformation über das Projekt, in der Regel auch über dessen Geschichte; Folgen des Projekts als Ursache-Wirkungs-Beziehungen
- am besten Unterrichtsgang zum Ort des Projekts mit protokollierten Erkundungen (einfache und klar Arbeitsaufträge)
- Erfassen unterschiedlicher Interessen bzw. Erwartungen bezüglich des Projekts

- Diskussion darüber unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und begründete Stellungnahmen

Beispiele für Eingriffe des Menschen in ein Ökosystem:

- Umwandlung von naturnahen Vegetationsflächen, aber auch landwirtschaftlichen Nutzflächen und Forsten in Bauland (Wohnhäuser, Gewerbegebiete, Verkehrseinrichtungen); dabei ggf. Zersiedelung, d. h. enormer Flächenbedarf durch allein stehende Häuser oder riesige Parkplätze (*„They paved paradise and put up a parking lot“:* aus „Big Yellow Taxi“ von Joni Mitchell, 1970)
- Entfernung der Flurgehölze in den 1960er und 1970er Jahren (Flurbereinigung), spätere Neuanlage von Flurgehölzen
- konventionelle Landwirtschaft (mit erheblichem Einsatz von Mineraldünger und Pestiziden), spätere Umwandlung in Bio-Landwirtschaft
- Umgestaltung eines Fichtenforstes in einen Mischwald
- Flussbegradigung bis in die 1970er Jahre (dadurch stark beschleunigte Tieferlegung des Flussbetts und Austrocknung der ufernahen Flächen), späterer Rückbau mit künstlichen Mäandern, Sandbänken und Seitenarmen (Beispiele für Flussregulierung finden sich an sehr vielen Orten, auch mitten in Großstädten)
- Stauwehre in einer Flusslandschaft, spätere Errichtung von Fischtreppen
- Anlage von Gruben (Tagebau für Kohle, Schotter, Lehm usw.), spätere Renaturierung (oft Anlage von Grundwasserseen mit Schutzbereichen für die Natur)

5.3 Verantwortliches Handeln (3 h)

<table>
<tr><td>Inhalte zu den Kompetenzen</td><td colspan="2">Kompetenzerwartungen: Die Sch. ...</td></tr>
<tr><td>Konzept der nachhaltigen Entwicklung, ökologischer Fußabdruck, Möglichkeit zur Beeinflussung durch Konsumverhalten und politisches Engagement</td><td colspan="2">bewerten die Beeinflussung globaler Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung und beschreiben politische und persönliche Möglichkeiten, Einfluss auf diese Systeme zu nehmen.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Vorwissen:
Jgst. 5 Biologie, Lernbereich 2.5: Ökosystem Grünland (Begriffe „Lebensraum“, „Lebensgemeinschaft“, „Ökosystem“)
Jgst. 5 Geographie, Lernbereich 4: Ländliche Räume in Bayern und Deutschland
Jgst. 6 Biologie, Lernbereich 1.5: Ökosystem Gewässer (Vertiefung)
Jgst. 7 Geographie, Lernbereich 4: Ländliche Räume Europas</td><td>Weiterverwendung:
Jgst. 9: Einflüsse des Menschen auf das Ökosystem Boden
Oberstufe: biotische und abiotische Faktoren</td></tr>
</table>

In diesem Abschnitt geht es in erster Linie um Eigenverantwortlichkeit, also um die prozessbezogene Kompetenz Bewerten. In diesem Alter befindet sich die Entwicklung des altruistischen Denkens noch in ihrer Anfangsphase; deshalb kann nicht erwartet werden, dass die Schüler bereits eine differenzierte Haltung mit viel Toleranz gegenüber anderen Meinungen entwickeln könnten. Vielmehr sollte ein erstes Problembewusstsein dafür aufgebaut werden, dass der eigene Konsum Kosten für die Umwelt verursacht. Daraus abgeleitet wird einerseits, dass durch eine Verbesserung des eigenen Verhaltens die Umwelt geschont werden kann, und andererseits, dass politische Einflussnahme in Demokratien möglich ist, auch durch Jugendliche (das markanteste Beispiel dafür ist wohl Greta Thunberg, 2019).

Eine Gefahr bei diesem Abschnitt besteht darin, dass besonders sensible Jugendliche verängstigt bis verzweifelt auf die Bedrohung der Umwelt reagieren könnten. Gerade für sie ist die Erkenntnis wichtig, dass sie mit ihrem Konsum-Verhalten und vielleicht sogar durch gesell-

schaftlich-politisches Engagement ihren eigenen Beitrag leisten können, auch wenn dieser klein erscheinen mag.

Ein Nebenaspekt in diesem Abschnitt ist der Schritt vom ortsnahen Ökosystem (vgl. Abschnitt 5.2) zum globalen Maßstab.

Weil dieser Abschnitt stark von Eigenrecherchen und Diskussionen der Schüler geprägt sein soll, beschränke ich mich auf einige Hinweise.

Das Prinzip der Nachhaltigkeit
Dieser Begriff tauchte zum ersten Mal im 17. Jahrhundert auf und bezog sich damals nur auf die Forstwirtschaft. Beispielsweise wurden in der Nähe eines neu erbauten Schlosses viele Eichen gepflanzt, damit deren besonders robustes Holz für anstehende Reparaturen mehrere Jahrhunderte später zur Verfügung stünde. Auch die Anlage von ausgedehnten Fichtenforsten entspringt dem Prinzip der Nachhaltigkeit: 70 bis 100 Jahre später sollte Bau- und Feuerholz in genügender Menge zur Verfügung stehen (die Probleme dieser Monokultur waren damals nicht bekannt).
In der beginnenden Industrialisierung achteten Unternehmer auf Nachhaltigkeit, indem sie beispielsweise Wohnungen für ihre Arbeiter und leitenden Angestellten in der Nähe ihrer Fabriken bauten.
Heute soll das Prinzip der Nachhaltigkeit in allen Bereichen des Lebens als Leitlinie gelten. Das ist an sich kein neuer Gedanke, aber die Tatsache, dass das in letzter Zeit so stark betont wird, deutet auf gesteigerte Missstände in dieser Hinsicht hin. Dabei sollen die Folgen des Planens und Handelns sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft positive Wirkungen zeigen, wobei das Drei-Säulen-Modell gilt, nachdem die Bereiche Wirtschaft, Umwelt und Soziales gleichberechtigt nebeneinander stehen.

Der ökologische Fußabdruck
Er ist ein sehr stark vergröbertes Modell für die Belastung der Umwelt aufgrund des eigenen Verhaltens. Dabei wird die Fläche angegeben, die nötig ist, um die Bedürfnisse eines Menschen oder eines Landes an Ressourcen wie Rohstoffen und Lebensmitteln, aber auch an Entsorgung der Abfälle abzudecken. Die Maßeinheit ist globaler Hektar (gha).
Die biologische Kapazität (ebenfalls in gha) gibt an, was ein Ökosystem in dieser Hinsicht leisten kann. Aus dem Vergleich von ökologischem Fußabdruck und biologischer Kapazität ergibt sich, ob ein Land über seine Verhältnisse lebt oder nicht.

Es gibt eine Reihe von Webseiten, auf denen die Schüler ihre Lebensgewohnheiten eingeben können, um ihren persönlichen ökologischen Fußabdruck berechnen zu lassen. Dafür sollte eine ganze Unterrichtsstunde angesetzt werden (bzw. arbeiten die Schüler zuhause). Die Schüler sind in der Regel sehr davon beeindruckt und probieren gerne Varianten des eigenen Verhaltens aus, mit denen ihr ökologischer Fußabdruck kleiner ausfällt.

In der Auswertungsphase sollten u. a. die Schwächen dieses Modells (v. a. die sehr starke Vergröberung) angesprochen werden. Deutschland sollte mit anderen Ländern verglichen werden.

ALP Seite 10_2_v33: Ökologischer Fußabdruck

- http://www.fussabdruck.de (Brot für die Welt)
- http://www.footprint-deutschland.de (BUND-Jugend)
- http://www.mein-fussabdruck.at (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreich)

Ökologische Kosten von Nahrungsmitteln
Die Schüler recherchieren selbst, welchen Aufwand ein bestimmtes Nahrungsmittel, das sie selbst konsumieren, bei der landwirtschaftlichen Produktion, beim Transport und bei der Lagerung verursacht. Dabei sollten auch faire Arbeitsbedingungen angesprochen werden (Fairtrade).

Mögliche Ergebnisse:

- Der Transport um den halben Erdball schlägt sich zwar kaum im Kaufpreis nieder, verursacht aber einen hohen Aufwand an Kraftstoffen (Kerosin für Flugzeuge, Diesel für LKW, Schiffsdiesel) z. B. bei Äpfeln aus Südafrika, Orangen aus Kalifornien oder Rindfleisch aus Argentinien. Alternative: Saisonfrüchte aus regionaler Erzeugung.
- Lagerung von Obst in Kühlhäusern verursacht einen hohen Energieaufwand. Deshalb können im Frühjahr frische Äpfel aus Südafrika ökologisch tatsächlich günstiger sein als gelagerte Äpfel aus der Region.
- Für die Fleischproduktion benötigen die Tiere Futter. Bei der Futterverwertung treten enorme Verluste auf.* Beispielsweise wird für die Produktion von 1 kg Rindfleisch eine Anbaufläche von mindestens 27 m^2 für Futtermittel benötigt, während für die Produktion von 1 kg Getreide nur 1,25 m^2 nötig sind. Je mehr auf tierische Produkte wie Fleisch, Fisch, Eier, Milch oder Milchprodukte verzichtet wird, desto geringer wird der eigene ökologische Fußabdruck.
- Eine wesentliche Quelle für das Treibhausgas Methan sind Rinder, in deren Verdauungssystem dieses Gas in sehr großen Mengen entsteht. Je weniger Rinder gehalten würden, desto stärker würde der ökologische Fußabdruck sinken.

Jeglicher Verzicht auf tierische Lebensmittel nützt also der Natur. Der derzeitige Fleischkonsum in Deutschland ist meiner Meinung nach hoffnungslos überzogen und wird nur dadurch möglich, dass die Preise z. B. für Fleisch, aber auch für Eier oder Milch viel zu niedrig gehalten werden, so dass die Landwirte kaum die Möglichkeit haben, die Tiere artgerecht zu halten. In den 1950er Jahren war es durchaus üblich, nur ein Mal in der Woche Fleisch zu essen, weil es damals so teuer war. Ermuntern Sie Ihre Klasse, pflanzliche Lebensmittel auszuprobieren und zu überlegen, ob sie ihnen nicht ein immer stärkeres Gewicht bei der eigenen Ernährung zumessen wollen. Wenn dieser Appell nicht ankommen sollte, seien Sie nicht enttäuscht: Steter Tropfen höhlt den Stein.

*) Wenn noch genug Zeit ist, können in diesem Zusammenhang die Biomasse-Verluste in der Nahrungspyramide besprochen werden. Faustregel: Von der Pflanze zum Pflanzenfresser bzw. vom Pflanzenfresser zum Fleischfresser verringert sich die Biomasse größenordnungsmäßig auf ein Zehntel (aus 100 kg Pflanzennahrung entstehen 10 kg Pflanzenfresser und daraus 1 kg Fleischfresser); das ist zwar nur eine grobe Näherung, ist aber recht anschaulich.

Ökologische Kosten von Kleidung
Problembereiche sind die Produktionsbedingungen bei der Herstellung der Textilfasern (Wasserbedarf, Pestizide, Düngemittel), Arbeitsbedingungen (Fairtrade), Einsatz umweltproblematischer Stoffe (Farbstoffe, Kunstfasern, die Mikroplastik erzeugen), Transportaufwand, Wegwerfmentalität (zurückgeschickte Online-Ware wird vernichtet statt anderweitig verkauft; Kleidungsstücke werden nach wenigen Malen des Tragens bereits entsorgt) usw. Die Schüler sammeln diese Problembereiche und reflektieren das eigene Verhalten.

Abfallproblematik
Meist haben die Schüler darüber bereits Vorwissen und Problembewusstsein. Sie könnten Verhaltensregeln entwerfen etwa zur Müllvermeidung oder Abfall-Recycling bzw. -Upcycling. Vielleicht kann daraus ein Schulprojekt z. B. zur Mülltrennung entstehen.

Politisches Engagement
Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise kann man den eigenen Freundeskreis daran teilhaben lassen, welche Erkenntnisse man gewonnen hat und welche Einflüsse dies auf die eigenen Lebensweise genommen hat. Zur Verbreitung sind auch die sozialen Medien hilfreich.

In der eigenen Gemeinde ist Umweltarbeit mit Bürgerinitiativen oder Verbänden möglich, die ggf. Forderungen an die lokalen Politiker stellen.

auf S. 1 ergänzt: März 2023
auf S. 8 ergänzt: Oktober 2023
Apps auf S. 2 ergänzt: Oktober 2026