

Inhaltsfeld 5: Ökologie

Für diesen Kurs ist viel komplexer Stoff vorgesehen.

Freilandbiologie sollte dennoch versucht werden!

Abhilfe:

Das Unanschauliche kürzen! Also: Lotka-Volterra-Modell, K- und r-Strategie knapp halten. „Ökologische Potenz“ durch „Existenz“ und „Toleranz“ ersetzen. „Biologische Regeln“ ist keine sinnvolle Kategorie, durch „Hypothesen zu Regel- oder Gesetzmäßigkeiten“ erläutern. Einzelheiten zum Fotosynthesevorgang müssen nicht unterrichtet werden.

Naturschutz ausführlicher darstellen. Emanzipatorisches Vokabular fördern: Zum Beispiel Korrelation und Kausalität gegenüberstellen, an verschiedenen Beispielen. Wo geht das besser als in der Ökologie?

Da sich die Ökologie hauptsächlich mit Lebewesen beschäftigt, sind die Themen für die Unterrichtsvorhaben von den Lebewesen her formuliert. Zunächst geht der Blick auf das einzelne Lebewesen als Mitglied einer genetischen Gemeinschaft, der Art. Dann werden diejenigen Lebewesen einer Art betrachtet, die in einer Fortpflanzungsgemeinschaft leben, einer Population. Schließlich werden Lebewesen im Wirkungsgefüge von Lebensgemeinschaften und Umwelt betrachtet. Das ist die dritte Komplexitätsstufe bei dieser Sicht auf die Ökologie.

Inhaltsverzeichnis Ökologie-Grundkurs

Lebewesen in ihrer Umwelt	2
<i>6 Wochen</i>	2
Kontext: Keiner lebt für sich allein.	2
<i>Ökologische Nische – Faktorenkombination, die zu den Lebewesen einer Art passt</i>	2
<i>Biozönose – Zusammenleben mit Vertretern bestimmter Arten</i>	3
<i>Lebenszyklen – vielfältige Möglichkeiten, Nachwuchs zu erzeugen</i> ..	5
Fortpflanzungsgemeinschaften in ihrer Umwelt	6
<i>3 Wochen</i>	6
Kontext: Überleben von Systemen im Ungleichgewicht	6
<i>Populationen – exponentielles Wachstum als Kennzeichen</i>	6
<i>Populationsdynamik – Abhängigkeit von vielen Faktoren</i>	6
Lebewesen im Wirkungsgefüge von Lebensgemeinschaften und Umwelt	7
<i>6 Wochen</i>	7
Kontext: Das Spannungsfeld zwischen Individualität und Gemeinschaft	7
<i>Biozönosen – Teams oder Ansammlungen von Individualisten?</i>	7
<i>Photosynthese – Lösung eines Energieproblems mit allgemeinen Auswirkungen</i>	7
<i>Lebewesen verändern Lebensräume – gewaltig!</i>	8
<i>Klausuren 2 Wochen</i>	9

Beispiele zum Gewässer:

Strukturierung eines Sees, Zonierung eines Baches, Flusses, Korrelationen mit abiotischen Faktoren

Zyklomorphose, Metamorphosen etc.

Pantoffeltierchenkultur o. ä.

Zyklomorphose, Kairomone etc, etc. etc.

Beschreibung eines Ökosystems: See, Fluss, Stoffkreisläufe und Energiefluss in See und Fluss mit Untersuchungen und Messungen vor Ort

Frühjahrssukzession des Phytoplanktons, Selbstreinigung, Kläranlage etc.

Lebewesen in ihrer Umwelt

6 Wochen

Kontext: Keiner lebt für sich allein.

Ökologische Nische – Faktorenkombination, die zu den Lebewesen einer Art passt

- Organismus
- zeigen den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bioindikatoren und der Intensität abiotischer Faktoren in einem beliebigen Ökosystem auf (UF3, UF4, E4)

*Falls Zeigerwerte: Unterrichtsgang in den Wald zeigt Korrelationen zwischen Licht und Vorkommen sowie Feuchtigkeit und Vorkommen, Zeigerwerte helfen bei der Beschreibung von Lebensräumen, Aufgaben zu Pflanzen an einer Mauer
Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen.*

Nach der Einführung in die Ökologie ist es sinnvoll, die folgenden Begriffe bis einschließlich des Begriffs „Ökologische Nische“ anhand der besprochenen Beispiele zu definieren. Man darf auf vage Vorkenntnisse aus der Klasse 7 hoffen.

- abiotischer Faktor, biotischer Faktor
- ökologische Potenz
- Konkurrenz
- Existenzbereich, Toleranzbereich, Korrelation, Kausalität

Aufgaben zur Beschreibung und Differenzierung von Existenz und Toleranz sowie zur Differenzierung der Korrelation der Existenz mit abiotischen Faktoren von der Kausalitätsuntersuchung durch Toleranzbestimmung

- ökologische Nische
- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)

Die Arten-Areal-Kurve hat Gesetzescharakter und gehört zu einer Potenzfunktion mit gebrochenem Exponenten. Mit der Größe des Areals nimmt die Zahl der Ökologischen Nischen gemäß dieser Gesetzmäßigkeit zu, wenn man annimmt, dass zu jeder Art eine Ökologische Nische gehört. Man könnte, falls Zeit ist, nach draußen gehen und eine solche Kurve erstellen.

- erklären mithilfe des Modells der ökologischen Nische die Koexistenz von Arten (E6, UF1, UF2),

Aufgabe zu Zeigerwerten einer Pflanzengesellschaft als Beispiel für die Anwendbarkeit der Erklärung und zu invasiven oder nichtinvasiven Neobiota, die bezogen auf den Begriff „Erklärungswert der Ökologische Nische“ kritisches Potential hat: Das Drüsige Springkraut macht sich zwar breit, bietet aber Bienen und Hummeln eine späte Tracht. Es beeinflusst die Ökologische Nische der Insekten in einer Weise, die man vorher nicht vermutet hatte. Ökologische Nischen sind

also variabel und können nicht ohne Weiteres zur Erklärung herangezogen werden.

Über die Verdrängung anderer Pflanzenarten durch das Springkraut gibt es unterschiedliche Ansichten, sie reichen von „sehr problematisch“ bis „praktisch kein Effekt“. Die auffälligen Dominanzbestände des Springkrauts entwickeln sich erst im Hochsommer, so dass andere Pflanzen bis zum Frühsommer relativ ungestört wachsen und z.T. auch zur Blüte kommen können, bevor es durch seine Höhe und Dichte zu Beschattung führt. So sind auch in dichten Springkrautbeständen noch andere Arten vorhanden, natürlich mit verminderter Produktion und Dominanz.

Die Ökologischen Nischen der Arten an Standorten, an denen das Springkraut Dominanzen ausbildet, sind also verändert. Hinzugekommen ist die Ökologische Nische des Springkrauts. Welchen Erklärungswert hinsichtlich Koexistenz hat nun der Begriff Ökologische Nische?

Auf Tiere hat *Impatiens glandulifera* vor allem positive Wirkungen: Ihr reiches Nektarangebot macht sie zu einer hochattraktiven Pflanze für Blütenbesucher. Sie wird von vielen großen Hymenopteren besucht, besonders Bienen und Hummeln. Zusätzlich bieten ihre extrafloralen Nektarien Nahrung für zahlreiche kleine Insekten. Auch in der nächsten Stufe der Nahrungskette ist ein positiver Effekt bemerkbar: *Impatiens glandulifera* beherbergt mehr Arten an Blattlausfressern als ihre „einheimische“ Verwandte *Impatiens noli-tangere*. Die Attraktivität für Blütenbesucher kann so weit gehen, dass andere Pflanzen weniger von Bestäubern besucht werden. Ob das über die Reduktion von Samenansatz zu einer Verdrängung dieser Pflanzenarten beiträgt, muss weiter untersucht werden.

Koexistenz ist ein komplexes Thema. Es bietet eher Anlass, den Begriff Ökologische Nische zu präzisieren, als diesen zur Erklärung von Koexistenz zu nutzen.

Biozönose – Zusammenleben mit Vertretern bestimmter Arten

- Biozönose

Biozönotischer Konnex:

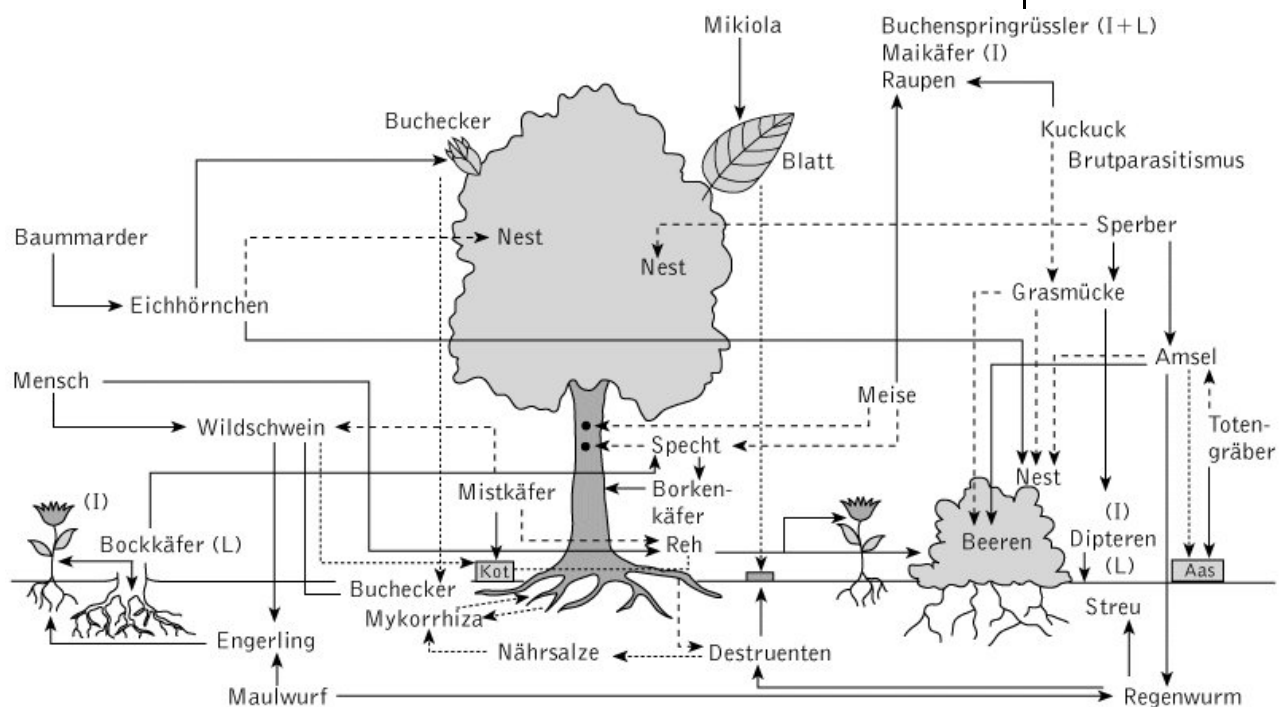


Abbildung zum Biozönotischen Konnex aus Spektrum Kompaktlexikon Biologie (Internet)

*Beispiele aus H. Blanas Zusammenstellungen zur Margerite oder zum Waldrand
Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen.*

- Symbiose, Parasitismus

Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen.

- leiten aus Untersuchungsdaten zu intra- und interspezifischen Beziehungen, insbesondere zu Parasitismus, Symbiose und Konkurrenz, mögliche Folgen für die jeweiligen Arten ab und präsentieren diese unter Verwendung angemessener Medien (E5, K3, UF1)

Arbeitsteilige Aufgabe mit anschließender Präsentation:

Aufgabenblatt zum Entwicklungszyklus des Kleinen Leberegels

Aufgabenblatt zur Wurzelkonkurrenz bei Bäumen

Aufgabenblatt zur Mykorrhiza

Weitere Aufgaben zu einheimischen Arten müssen noch recherchiert werden.

- entwickeln aus zeitlich-rhythmischen Änderungen des Lebensraums biologische Fragestellungen und erklären diese auf der Grundlage von Daten (E1, E5)

Daten zu jahreszeitlichen Veränderungen im Wald und der Vegetationszeit einiger Waldbodenpflanzen werfen zumindest die Frage auf, welcher Faktor (Lichtmangel oder Bodentrockenheit im Sommer) auf den Lebenszyklus der Frühjahrsgeophyten entscheidenden Einfluss hat.

Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen.

- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln, insbesondere von tiergeographischen Regeln, und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)

Aufgabenmaterial mit Daten, die Folgendes bestätigen:

Es gibt Arten, zum Beispiel den Wanderfalken, der weltweit verbreitet ist, bei denen die Unterrassen mit ihren Merkmalen zu der Bergmannschen und Allen-schen Regel passen. An ihnen lässt sich die Hypothesenbildung auf Phänomenebene nachvollziehen.

Die Erklärungsebene ist rein physikalisch und suggestiv. Man sollte sich darauf beschränken, zu erläutern, dass die passive Wärmeabgabe ein Selektionsfaktor sein kann. Dann wären innerhalb einer Art die größeren Individuen im kalten Klima im Vorteil gegenüber kleineren.

Die tiergeographischen Regeln sind falsifizierte Hypothesen, sowohl auf der Phänomenebene als auch auf der Erklärungsebene. Sie können daher keine naturwissenschaftlichen Gesetze sein.

Es gibt so viele Ausnahmen, dass man sie auch nicht als Regel gelten lassen kann.

Vergleiche hierzu die Daten von Remane und anderen.

Es müsste nun Material gefunden werden, das zeigt, wie die Arten, die nicht der Bergmannschen Regel genügen, überleben. Evolutionsbiologisch geht es um die Wirksamkeit von Selektionsfaktoren. Das Pinguinbeispiel ist hierzu gut geeignet, wenn man zum Beispiel den Kaiser-, Adélie- und Königspinguin vergleicht: Der Adéliepinguin gleicht mögliche höhere Wärmeverluste als der Kaiserpinguin durch höhere Nahrungsenergieaufnahme und weitere Merkmale wieder aus. Das Thema ist spannend, aber nicht abiturrelevant.

Lebenszyklen – vielfältige Möglichkeiten, Nachwuchs zu erzeugen

- Lebenszyklusstrategie

Variation der Lebenszyklusstrategien als Phänomen: Material zu: Tiere: Semelpar versus iteropar - pazifischer versus atlantischer Lachs; Eintagsfliegen versus Feldmäuse, Blattläuse: sexuelle versus parthenogenetische Vermehrung, Zugvögel versus Standvögel, Kairomonproduktion und Generationsfolge in Abhängigkeit vom Prädator - Daphnien, wenige Nachkommen versus viele Nachkommen – Kiwi versus Stockente. Pflanzen: Ruderal-, Toleranz- und Konkurrenzstrategie, Lebensformtypen als Beispiel. Auch hier könnte man die Pinguine bemühen: Der Vergleich der Überwinterungsstrategie der Jungtiere bei den Kaiserpinguinen mit der beim Adéliepinguin inklusive der abschließenden Packeisdrift beim Adéliepinguin ist spannend, vor allem für die kleinen Adéliepinguine.

Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen. Es gäbe viel zu bestaunen.

- leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische Veränderungen in Abundanz (= Anzahl der Individuen einer Art in ihrem Habitat) und Dispersion (= Zustand optimaler Verteilung einer Art in einem Lebensraum) von Arten sowie K- und r-Lebenszyklusstrategien ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)

Ein Vergleich der beiden idealtypischen Umwelt- und Selektionsregime mithilfe des Fitnessbegriffs ist ein sinnvoller Vorgriff auf das Thema Evolution, ökologische Fragen sind weniger ergiebig: Wie bestimmt man zum Beispiel die Kapazität des Lebensraums? Den Menschen gelingt dies für ihre eigene Art offensichtlich nicht.

Fortpflanzungsgemeinschaften in ihrer Umwelt

3 Wochen

Kontext: Überleben von Systemen im Ungleichgewicht

Populationen – exponentielles Wachstum als Kennzeichen

- Population

Fortpflanzungsgemeinschaft

- Populationswachstum
- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)

„Populationen wachsen exponentiell, bis sie von äußeren Einflüssen daran gebindert werden.“ Dies ist ein guter Kandidat für eine Gesetzmäßigkeit. Die Aussage wird von einigen Ökologen als Pendant zu Newtons Trägheitsgesetz angesehen. Es gibt hier also wahrscheinlich keine Grenze zu naturwissenschaftlichen Gesetzen.

- Populationsdichte

Populationsdynamik – Abhängigkeit von vielen Faktoren

- beschreiben die Dynamik von Populationen in Abhängigkeit von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren (UF1)

Feldmäuse und Wiesel als Beispiel aus der SI, zu erläutern mit einem in der Sammlung vorhandenen Simulationsspiel mit Kugeln (= Mäuse), Petrischale (= Wiese) und Löffel (= Wiesel).

- leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen der Abundanz und Dispersion von Arten ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)

Unwetter, Kapazität eines Lebensraums, logistisches Wachstum, Populationschwankungen mit regelmäßigem und nicht regelmäßigem Verlauf, auf jeden Fall sind die Feldmäuse wieder dran.

- untersuchen die Veränderungen von Populationen mit Hilfe von Simulationen auf der Grundlage des Lotka-Volterra-Modells (E6)

Modellbildung im Unterricht, es muss dafür eigentlich Zeit vorgesehen sein. Der Lehrplan lässt das wahrscheinlich nicht zu. Das Modell liefert: Es gibt einen Stabilwert (Vermehrungsraten Räuber sowie Beute gleichzeitig gleich Null); ob Schwankung oder keine und wie stark die Schwankung ist, hängt von den Startwerten ab.

Es ist nicht möglich, die Veränderung von Populationen zu untersuchen, für die das Modell nicht gilt.

Änderungen des Lotka-Volterra-Modells, die Dichteabhängigkeiten der Beute- und Räuber vermehrungsraten oder Versteckmöglichkeiten der Beute oder regelmäßige Räuberzuwanderung berücksichtigen, benötigen sehr viel Unterrichtszeit. Sie sind nicht einfach zu verstehen und bleiben theoretisch.

In der Literatur fehlen Beispiele.

- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)

'Schneeschubhasen und Luchse' oder 'Milben in einer Citrusplantage' sind zwei unterschiedliche Systeme, die einigermassen regelmäßig schwanken, aber unterschiedlich erklärt werden müssen (Hasen sind von Nahrung unterschiedlicher Qualität abhängig.).

Lebewesen im Wirkungsgefüge von Lebensgemeinschaften und Umwelt

6 Wochen

Kontext: Das Spannungsfeld zwischen Individualität und Gemeinschaft

Biozöosen – Teams oder Ansammlungen von Individualisten?

- Ökosystem
- Biozönose

Wiederholung zum Biozönotischen Konnex, siehe oben

Biozönose als Phänomen: Vergleich verschiedener Lebensräume mit verschiedenen Biozöosen, zum Beispiel Rasen und Wald

Es gibt also wohl Gemeinschaften, die regelmäßig vorkommen, also mehr als zufällig eine Gemeinschaft bilden.

Zentrale Frage: Lebt man in der Gemeinschaft wegen der anderen oder lebt jeder hier, weil die Umweltbedingungen gerade passend sind? Trifft man sich also, weil man gleiche Ansprüche an die Umwelt hat, oder braucht man einander? Erklärt also das individualistische oder das organismische Konzept eine Lebensgemeinschaft treffender?

Falls Zeit ist, kann man nach draußen gehen. Man benötigt aber auch eine längere Zeit.

Photosynthese – Lösung eines Energieproblems mit allgemeinen Auswirkungen

- Fotosynthese
- analysieren Messdaten zur Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von unterschiedlichen abiotischen Faktoren (E5)

Uralte Filmserie vom FWU zur Photosynthese

- Chloroplast
- Kompartiment

Wiederholung aus Klassenstufe 10: Chloroplastensuspension macht Photosynthese

- erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu (UF1, UF3)

Auswertung eines Versuchs zur Thylakoidsuspension: Diese produziert bei Beleuchtung Sauerstoff.

Auswertung von Versuchen zum pH-Wert in belichteter Chloroplastensuspension.

Die Photoreaktion liefert H⁺-Ionen und Elektronen, in der Folge auch ATP und NADPH. Die Synthesereaktionen laufen damit ab, Synthesereaktionen sind vielfältig; wegen mangelnder Zeit nur Schemata! Zusammenfassung durch Bruttogleichungen.

Photosynthese im Organell, in der Zelle, im Organ, im Organismus, im Lebensraum, in der Biosphäre zeigt die Einbindung eines Individuums in die Umwelt.

- Stoffkreislauf

Wichtige Stoffkreisläufe sind Elementkreisläufe, zum Beispiel der Kohlenstoffkreislauf; ein Schema, in das die Photosynthese eingebaut ist, ist wichtig, aber sehr theoretisch

Stellung einzelner Individuen im Stoffkreislauf am Tierschema erläutern, Individualität versus Gesamtheit diskutieren

- stellen energetische und stoffliche Beziehungen verschiedener Organismen unter den Aspekten von Nahrungskette, Nahrungsnetz und Trophieebene formal, sprachlich und fachlich korrekt dar (K1, K3)

Stoffliche und energetische Beziehungen von Organismen lassen sich gut mit dem Tierschema darstellen. Nahrungsnetze kann man nach trophischen Ebenen sortieren und dann den Energieverlust von Ebene zu Ebene darstellen. Weil viel zu wenig Zeit vorgegeben ist: Beschreiben von Schemata! Die Einbindung der Individuen in die Gesamtheit kann diskutiert werden.

- erläutern die Aussagekraft von biologischen Regeln und grenzen diese von naturwissenschaftlichen Gesetzen ab (E7, K4)

Die „Allgemeine Gesetzmäßigkeit des aeroben Energiestoffwechsels von Lebewesen“ ist eine biologische Regel mit Gesetzescharakter, sie gilt vom Mitochondrium bis zum Elefanten: Die Stoffwechselrate steigt mit dem Körpergewicht gemäß einer Potenzfunktion mit gebrochenem Exponenten, meist wird $\frac{3}{4}$ als Exponent angegeben.

Hier ist eine Regel. Sie ist so gut abgesichert wie ein naturwissenschaftliches Gesetz. Die vermeintliche Grenze existiert nicht.

- präsentieren und erklären auf der Grundlage von Untersuchungsdaten die Wirkung von anthropogenen Faktoren auf einen ausgewählten globalen Stoffkreislauf (K1, K3, UF1)

Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Luft, Kohlenstoffkreislauf: Schemata, aber alles im Schnelldurchgang, weil zu wenig Zeit zur Verfügung steht.

Lebewesen verändern Lebensräume – gewaltig!

- Sukzession

Nacheiszeitliche Waldentwicklung, Schemata!! Es bleibt nur Zeit für eine oberflächliche Betrachtung.

- recherchieren Beispiele für die biologische Invasion von Arten und leiten Folgen für das Ökosystem ab (K2, K4)

Logisch betrachtet ist es unsinnig, Folgen ableiten zu wollen. Es ist unmöglich, die Eigenschaften einzelner Arten derart zu kennen, dass sie Voraussagen für ein Ökosystem möglich machen.

Beim BfN gibt es Daten zu einzelnen Arten. Hier gibt es Angaben über mögliche Folgen, die wegen der Invasivität oder dem Fehlen derselben beobachtet wurden. Die Diagnose der Folgen ist manchmal unklar.

- leiten aus Daten zu abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge im Hinblick auf zyklische und sukzessive Veränderungen zur Abundanz und Dispersion von Arten ab (E5, UF1, UF2, UF3, UF4)

Aufgabe zur Waldsukzession oder zur Sukzession in einem Altarm eines Flusses zeigen, dass Lebewesen das Ökosystem und die darin enthaltenen abiotischen Faktoren so verändern, dass andere Lebewesen folgen oder auch zurückgehen.

- diskutieren Konflikte zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und dem Naturschutz (B2, B3)

Diese Kompetenz würde voraussetzen, dass die Schüler wissen, was Naturschutz ist. Leider bekommen ausschließlich Lehrer sechstägige Fortbildungen zum Thema, Schüler aber keine Zeit.

- entwickeln Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten und schätzen diese unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit ein (B2, B3)

Verknüpfung mit Naturschutz, damit überhaupt ein wenig Tiefgang in den Argumenten erwartet werden kann.

Immerhin ist auch hier das Spannungsfeld zwischen Individualität und Gemeinschaft der entscheidende Bezug.

Klausuren 2 Wochen