Nahrungsnetz und Energiefluss im Ökosystem – Zusatz- und Expertenaufgaben

Vertiefung, Transfer und Forscheraufgaben für schnelle Tüftler

Du bist mit dem Arbeitsblatt schon fertig? Super! Hier findest du anspruchsvollere Zusatzaufgaben zum gleichen Thema. Es geht jetzt um Transfer auf neue Beispiele, mathematische Berechnungen zum Energiefluss, kritisches Bewerten und kleine Forscherfragen. Nimm dir Zeit zum Knobeln – es gibt nicht immer nur eine 'richtige' Lösung, sondern es kommt auf eine gute Begründung an.

1 Berechne: In einem See liefert Phytoplankton (Produzenten) pro Jahr 50.000 kJ Energie. Wende die 10%-Regel an und berechne, wie viel Energie theoretisch bei den Primärkonsumenten, Sekundärkonsumenten und Tertiärkonsumenten ankommt. Erkläre anschließend, warum es in realen Ökosystemen selten mehr als vier Trophieebenen gibt.

2 In der Karibik hat die Überfischung von Haien (Spitzenprädatoren) zu einer Zunahme mittelgroßer Fische geführt, die wiederum pflanzenfressende Fische (z. B. Papageifische) dezimiert haben. Dadurch wuchsen Algen auf Korallenriffen ungehindert und schädigten die Korallen. Erkläre dieses Phänomen mithilfe des Fachbegriffs 'trophische Kaskade' und stelle die Wirkungskette grafisch oder schriftlich als Kette dar.

3 Warum sind Spitzenprädatoren (z. B. Wölfe, Haie) oft besonders empfindlich gegenüber Umweltgiften wie DDT oder Schwermetallen?

- ☐ Weil sie am wenigsten Energie pro Trophieebene erhalten und deshalb besonders schwach sind.
- ☐ Weil sich fettlösliche Schadstoffe über die Nahrungskette anreichern (Biomagnifikation) und in höheren Trophieebenen in höherer Konzentration vorliegen.
- ☐ Weil Spitzenprädatoren generell eine kürzere Lebenserwartung haben als Produzenten.
- ☐ Weil sie als einzige Organismen Destruenten fressen, die besonders viele Gifte enthalten.

4 Entwirf ein eigenes, realistisches Nahrungsnetz für ein Ökosystem deiner Wahl (z. B. Wattenmeer, Savanne oder Komposthaufen) mit mindestens 6 Organismen. Ordne jeden Organismus einer Trophieebene zu und kennzeichne mindestens zwei Stellen, an denen eine Art zu mehreren Trophieebenen gehört (sogenannte 'Allesfresser-Verbindungen').

5 Ein Biologe behauptet: 'Wenn wir in der Landwirtschaft direkt Getreide essen, anstatt es an Rinder zu verfüttern und dann das Rindfleisch zu essen, können wir mit derselben Anbaufläche deutlich mehr Menschen ernähren.' Bewerte diese Aussage fachlich mithilfe des Konzepts der Energiepyramide und nimm begründet Stellung.

6 Reichert sich ein schwer abbaubarer Schadstoff über mehrere Trophieebenen hinweg in zunehmender Konzentration an, spricht man von _____. Die Anreicherung eines Stoffes im Körper eines einzelnen Organismus über die Zeit nennt man dagegen _____. Eine Kettenreaktion, bei der die Entnahme einer Art mehrere Trophieebenen hindurch Folgen hat, bezeichnet man als _____.

7 Vertiefte Aussagen – entscheide, ob sie wahr oder falsch sind, und denke an mögliche Sonderfälle.

	richtig	falsch
In jedem Ökosystem ist die Biomasse der Produzenten immer größer als die der Primärkonsumenten.	☐	☐
Biomagnifikation führt dazu, dass Spitzenprädatoren oft die höchsten Schadstoffkonzentrationen in ihrem Gewebe aufweisen.	☐	☐
Ein Ökosystem mit einem komplexen, stark vernetzten Nahrungsnetz ist in der Regel widerstandsfähiger gegen den Ausfall einzelner Arten als eines mit einer einfachen linearen Nahrungskette.	☐	☐
Da Energie laut 1. Hauptsatz der Thermodynamik nicht verloren gehen kann, bleibt die gesamte Energie eines Ökosystems über die Trophieebenen hinweg konstant.	☐	☐

8 Forscherfrage: Manche Ozean-Ökosysteme haben deutlich mehr als vier Trophieebenen (z. B. Phytoplankton → Zooplankton → kleine Fische → mittlere Fische → Thunfisch → Hai). Überlege, welche Besonderheiten mariner Ökosysteme (z. B. Primärproduktion, Energieeffizienz der Organismen) dies im Vergleich zu Landökosystemen ermöglichen könnten.

Lösungen

Nahrungsnetz und Energiefluss im Ökosystem – Zusatz- und Expertenaufgaben · Biologie · Klasse 9

Für dich als Lehrkraft: leichtere Fassung in einer Minute

QR scannen oder lehreule.de/anpassen/nahrungsnetz-und-energiefluss-klasse-9 öffnen: kostenloses Konto, dann schreibt Lehreule die leichtere Fassung mit Hilfen — oder Zusatzaufgaben für Schnelle, eine Word-Datei, einen QR-Code für die Klasse.

Aufgabe 1: Primärkonsumenten: 50.000 kJ × 10 % = 5.000 kJ. Sekundärkonsumenten: 5.000 kJ × 10 % = 500 kJ. Tertiärkonsumenten: 500 kJ × 10 % = 50 kJ. Mit jeder Trophieebene steht also nur noch ein Zehntel der Energie der vorherigen Ebene zur Verfügung. Nach vier bis fünf Ebenen ist die verfügbare Energiemenge so gering (z. B. 50 kJ oder weniger bei großer Ausgangsmenge), dass sie nicht mehr ausreicht, um eine stabile Population einer weiteren Trophieebene zu ernähren. Deshalb gibt es in den meisten Ökosystemen nur drei bis maximal fünf Trophieebenen – darüber hinaus wäre der Energiegewinn für zusätzliche Räuber zu gering, um ihren Energiebedarf zu decken.

Aufgabe 2: Eine trophische Kaskade beschreibt, wie sich eine Veränderung auf einer Trophieebene (hier: Entfernen der Spitzenprädatoren) stufenweise durch mehrere weitere Ebenen hindurch fortsetzt und dabei auch weit entfernte Glieder des Nahrungsnetzes beeinflusst. Wirkungskette: Haie werden überfischt → weniger Kontrolle über mittelgroße Raubfische → mittelgroße Raubfische vermehren sich stark → sie fressen mehr Papageifische (Herbivoren) → weniger Papageifische fressen Algen → Algen wachsen unkontrolliert → Algen überwuchern und ersticken die Korallen → das Riff-Ökosystem verliert an Stabilität und Artenvielfalt. Das Beispiel zeigt, dass das Entfernen einer einzigen Art (hier eines Top-Prädators) das gesamte Nahrungsnetz destabilisieren kann, auch wenn die betroffenen Arten nicht direkt miteinander interagieren.

Aufgabe 3: Weil sich fettlösliche Schadstoffe über die Nahrungskette anreichern (Biomagnifikation) und in höheren Trophieebenen in höherer Konzentration vorliegen.

Aufgabe 4: Beispiel Wattenmeer: Produzenten: Kieselalgen, Seegras. Primärkonsumenten: Wattschnecke (frisst Algen), Miesmuschel (filtert Plankton). Sekundärkonsumenten: Strandkrabbe (frisst Wattschnecken), Wattwurm (frisst teils Algen, teils kleine Tiere – daher auch Primärkonsument). Tertiärkonsumenten: Austernfischer (frisst Muscheln und Krabben), der zugleich auch Primärkonsumenten frisst und damit mehreren Ebenen angehört. Destruenten: Bakterien im Wattboden, die tote Organismen zersetzen. Zwei Mehrfachzuordnungen: 1) Der Wattwurm ist sowohl Primär- als auch Sekundärkonsument, da er Algen und kleine Tiere frisst. 2) Der Austernfischer ist sowohl Sekundär- als auch Tertiärkonsument, da er sich von Primär- und Sekundärkonsumenten ernährt. Diese Mehrfachrollen zeigen, warum reale Ökosysteme eher Netze als einfache Ketten sind.

Aufgabe 5: Die Aussage ist fachlich korrekt und lässt sich mit der 10%-Regel begründen. Wird Getreide (Produzent) direkt vom Menschen gegessen, nutzt der Mensch die erste Trophieebene und erhält nahezu die volle in den Pflanzen gespeicherte Energie. Wird das Getreide stattdessen an Rinder verfüttert, geht beim Übergang vom Produzenten zum Primärkonsumenten (Rind) etwa 90 % der Energie durch Wärme, Bewegung und Ausscheidung verloren – nur rund 10 % der ursprünglichen Energiemenge steht im Rindfleisch zur Verfügung, wenn der Mensch es isst. Der Mensch befindet sich dann auf der Trophieebene der Sekundärkonsumenten und bekommt entsprechend weniger Energie aus der gleichen Anbaufläche. Daher ist eine pflanzliche Ernährung in Bezug auf die nutzbare Energiemenge pro Fläche deutlich effizienter. Allerdings muss man einschränken, dass nicht jede landwirtschaftliche Fläche für Ackerbau geeignet ist (z. B. Weideland) und dass Nutztiere auch Nährstoffe liefern, die aus pflanzlicher Nahrung schwerer zu gewinnen sind. Die Aussage ist also im Kern richtig, sollte aber differenziert betrachtet werden.

Aufgabe 6: Biomagnifikation, Bioakkumulation, trophische Kaskade

Aufgabe 7: In jedem Ökosystem ist die Biomasse der Produzenten immer größer als die der Primärkonsumenten. → **falsch**
Biomagnifikation führt dazu, dass Spitzenprädatoren oft die höchsten Schadstoffkonzentrationen in ihrem Gewebe aufweisen. → **richtig**
Ein Ökosystem mit einem komplexen, stark vernetzten Nahrungsnetz ist in der Regel widerstandsfähiger gegen den Ausfall einzelner Arten als eines mit einer einfachen linearen Nahrungskette. → **richtig**
Da Energie laut 1. Hauptsatz der Thermodynamik nicht verloren gehen kann, bleibt die gesamte Energie eines Ökosystems über die Trophieebenen hinweg konstant. → **falsch**

Aufgabe 8: Mögliche Erklärungsansätze: 1) Die Primärproduktion durch Phytoplankton im Ozean ist enorm hoch und erneuert sich sehr schnell (kurze Generationszeiten, hohe Wachstumsraten), sodass trotz Energieverlust pro Ebene absolut große Energiemengen zur Verfügung stehen. 2) Wechselwarme (ektotherme) Wassertiere wie Fische müssen im Gegensatz zu vielen Landtieren keine große Menge an Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur aufwenden, wodurch der Energieverlust pro Trophieebene geringer ausfallen kann als die klassischen 90 %. 3) Das Wasser trägt einen Teil des Körpergewichts (Auftrieb), wodurch weniger Energie für Fortbewegung gegen die Schwerkraft benötigt wird. Insgesamt führt eine Kombination aus hoher Primärproduktivität und effizienterer Energienutzung dazu, dass in manchen marinen Nahrungsnetzen mehr Trophieebenen energetisch tragfähig sind als an Land.