

Ablaufplan für das Schulklassenprogramm „Nahrungsnetz im Ökosystem See“

Ziel des Programms

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage das aquatische Nahrungsnetz im Lebensraum Gewässer zu begreifen und lernen die Artenvielfalt des Zooplanktons kennen, indem sie für das aquatische Ökosystem typische Lebewesen bestimmen. Sie üben das Mikroskopieren mit Stereomikroskopen und testen experimentell, wie eine gebietsfremde Quallenart (Neobiont) das Nahrungsnetz in einem Gewässer verändern kann. Durch die Auswertung der gesammelten Daten wird analytisches Denken gefordert und die Schülerinnen und Schüler haben die Gelegenheit Hintergrundwissen über Nahrungsbeziehungen und ökologische Zusammenhänge in Verbindung mit ihren Beobachtungen zu stellen. In einer abschließenden Diskussion werden die Ergebnisse des Versuchs, sowie Einflüsse des Menschen auf Ökosysteme, besprochen.

1.) Präsentation zur Vermittlung von Hintergrundwissen:

- Das aquatische Nahrungsnetz kann mittels einer Grafik erklärt werden.
(siehe Unterrichtsmaterialien: *Abbildung – Das aquatische Nahrungsnetz*)
- Hierbei kann auf die Unterschiede zwischen Phyto- und Zooplankton besonders eingegangen werden.
- Zeigen Sie Bilder von häufigen Vertretern im Phyto- und Zooplankton und weisen Sie auf Unterschiede zwischen den Organismen hin.
Beispiele: Grünalge (Chlorophyceae), Kieselalge (Diatomeen), Wasserflöhe (Daphnia), Ruderfußkrebse (Copepoda), Rädertier (Rotifera), Muschelkreb (Ostrakoden), Wimpertierchen (Ciliaten)
- Geben Sie Hintergrund Informationen zu der Süßwasserqualle (*Craspedacusta sowerbii*). Erklären Sie, dass *Craspedacusta* eine gebietsfremde Art ist und beschreiben Sie ihren Lebenszyklus anhand der zur Verfügung gestellten Grafik.
(siehe Unterrichtsmaterialien: *Steckbrief – Die Süßwasserqualle*)
- Erklären Sie, dass *Craspedacusta* ausschließlich Zooplankton frisst und dadurch einen Effekt auf die Zusammensetzung der Planktongemeinschaft hat. Hierbei noch nicht auf die möglichen Effekte eingehen, die eine Reduzierung des Zooplanktons auf das Nahrungsnetz haben kann (Stichworte: trophische Kaskade und Konkurrenz mit Fischlarven), da diese

Zusammenhänge in einer abschließenden Diskussion von den Schülerinnen und Schülern erschlossen werden sollen (siehe „Diskussion“).

2.) Ablauf des Versuchs:

Alle Versuchsmaterialien sollten im Voraus zusammengestellt und auf ihre Funktionalität überprüft werden.

Materialien für das Freiland:

- Planktonnetz (empfohlene Maschenweite 100 oder 105 μm), z.B.:
<https://www.winlab.de/oekologie/probennehmer/winlab-probenahmesystem-genial/winlab-planktonnetz-maschenweite-105-m>
- Spritzflasche mit destilliertem Wasser
- Behälter (z.B. Marmeladengläser) für Proben mit Deckelverschluss (mindestens 200 ml Volumen), die Anzahl der Behälter richtet sich nach der Anzahl der Schülerinnen und Schüler (mind. 1 Behälter für 2 Teilnehmende)
- Klebeband (für Beschriftung der Proben)
- Stifte

Materialien für das Labor:

- Sieb mit 900 μm Maschenweite zur Simulation des Effekts der Qualle im Nahrungsnetz, z.B.:
<https://www.aquaristic.net/Hobby-Artemia-Siebkombination.html>
- Stereomikroskope (1 Stereomikroskop pro Teilnehmenden oder Gruppe)
- Pasteurpipetten aus Kunststoff (Größe: 1 bis 5 ml)
- Kleine Petrischalen 35 x 10 mm oder größer (am besten aus Glas), mindestens gleiche Anzahl wie vorhandene Stereomikroskope
- Objektträger mit Vertiefung
- Behälter für bereits durchgeschauten Proben
- Behälter (z.B. Gläser) für „Überlebende“ und „Gefressene“ Organismen
- Laptops (1 Laptop pro Teilnehmenden oder Gruppe von 2 od. 3 Personen)
- Projektor
- Bestimmungsbücher für Plankton (z.B. „Das Leben im Wassertropfen“ Streble und Krauter, 2012, Kosmos Verlag) im Bestand der Fachbibliothek Biologie und Biomedizin der LMU <http://www.ub.uni-muenchen.de/bibliotheken/bibs-a-bis-z/1900/index.html>
- Mineralwasser
- Forscherheft „Quallen im aquatischen Nahrungsnetz“
- (optional) Anleitung zur Erstellung einer Datentabelle und eines Säulendiagramms mit Microsoft Excel

Durchführung im Freiland:

- Wählen Sie möglichst ein stehendes Gewässer (See, Weiher, Teich) aus das mindestens 2 Meter tief und gut zugänglich ist. Unter idealen Bedingungen sollte die Probenahme von einem Steg her ausgeführt werden, um zu ermöglichen, dass das Planktonnetz bis in eine Tiefe von 1,5 bis 2,0 Metern heruntergelassen werden kann. Alternativ können die Proben aus offenen Freilandbecken genommen werden, welche über mehrere Monate hinweg natürlichen Bedingungen (Außentemperaturen, Lichteinfall, Regen) ausgesetzt waren.
- Alle für das Freiland benötigten Materialien müssen zum Gewässer mitgebracht werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten darauf hingewiesen werden, dass Planktonnetze schnell einreißen können, wenn sie an etwas hängen bleiben und daher vorsichtig behandelt werden sollen.
- Alle Behälter für die Probenahme werden zunächst mit dem Datum und der Probenahmestelle beschriftet. Wenn für jeden Teilnehmenden ein Behälter vorhanden ist, kann jeder seinen Namen auf einen der Behälter schreiben.
- Den Teilnehmenden wird zunächst demonstriert wie eine Planktonprobenahme durchgeführt wird. Hierzu wird das Planktonnetz langsam auf 1,5 – 2,0 m Tiefe abgesenkt und langsam wieder hochgeholt. Wenn viele Algen in einem Gewässer vorhanden sind, können diese schnell die Maschen verstopfen, daher wird das Netz nach jedem Planktonzug in einen der mitgeführten Behälter entleert und mit destilliertem Wasser ausgespült.
- Alle Schülerinnen und Schülern sollten die Gelegenheit bekommen einen Planktonzug durchzuführen. Wenn mehrere Planktonnetze zur Verfügung stehen, kann während der Probenahme in Gruppen gearbeitet werden.

Achtung:

- Es ist wichtig, dass Luft in den Probenbehältern vorhanden ist. Daher mindestens ein Drittel des Flaschenvolumens nicht befüllen, um zu gewährleisten, dass das Plankton während des Transports genügend Sauerstoff erhält.
- Idealerweise sollen alle Planktonorganismen den Versuch überleben und am Ende des Versuchstages zurück in ihren natürlichen Lebensraum gebracht werden.
- Es ist wichtig, dass den Schülerinnen und Schülern deutlich gemacht wird, dass es sich bei ihren Proben um lebende Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere handelt, die so vorsichtig wie möglich behandelt werden sollen.

Durchführung Mikroskopieren der Proben:

- Verdeutlichen Sie, dass die Schülerinnen und Schüler sich bei ihren Beobachtungen auf Zooplankton konzentrieren sollen, da das Phytoplankton (Algen) nicht von der Süßwasserqualle gefressen wird.
- Teilen Sie das Forscherheft „Quallen im aquatischen Nahrungsnetz“ aus. Jede/r Teilnehmende erhält ein eigenes Heft.
- Geben Sie den Schülerinnen und Schülern einige Minuten Zeit, um die Fragen 1-3 im Forscherheft zu beantworten (S. 4 und 5).
- Daraufhin schwenken alle Teilnehmenden ihre Probenbehälter leicht, um eine gleichmäßige Verteilung der Organismen zu erzeugen.
- Mit der Pasteurpipette wird die Probe in die Petrischale transferiert. Die zu transferierende Menge richtet sich hierbei nach der Größe der Petrischale. Der Boden der Schale sollte vollständig mit der wässrigen Probe bedeckt sein. Wenn die Petrischalen mehr als halb voll sind, kann es das Beobachten der Organismen erschweren, da sie sich gegenseitig überdecken können. Es ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler notieren wie viele Milliliter der Probe sich in der Petrischale befinden, um spätere Hochrechnungen zu erlauben. (In der Anleitung zur Erstellung einer Datentabelle wurden 5 ml verwendet).
- Falls sich die in der Probe befindlichen Tiere schnell bewegen, ist es wichtig eine „Betäubung“ des Planktons durchzuführen, da das Beobachten andernfalls schwierig sein kann. Dafür wird zu der in der Petrischale befindlichen Probe mit einer Pasteurpipette solange Mineralwasser (in 1 ml Schritten) hinzugegeben, bis sich das Zooplankton nur noch langsam bewegt.
- Achtung: Das hinzugegebene Volumen an Mineralwasser wird in der Datenanalyse nicht berücksichtigt, da es die Menge an beobachteter Probe nicht verändert.
- Die Schülerinnen und Schüler arbeiten einzeln, oder in kleinen Gruppen (max. 3 Personen), an den Stereomikroskopen. Der erste Arbeitsauftrag ist das Mikroskop so einzustellen, dass die meisten Tiere in den Proben gut zu sehen sind.
- Weisen Sie darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler jetzt die Fragen 4 und 5 im Forscherheft (S. 6) beantworten sollen.
- Der nächste Schritt ist die Identifizierung der im Zooplankton vorhandenen Organismen (Tiergruppen). Hierzu können einzelne Organismen mit der Pasteurpipette auf einen

Objektträger mit Vertiefung transferiert werden, um das Beobachten zu erleichtern.

- Bestimmungsbücher mit Bildern werden als Hilfsmittel benutzt, um die Zuordnung der Organismen in die verschiedenen Tiergruppen, wie z.B. Daphnien, Copepoden, usw., zu ermöglichen. Die Bestimmung bis zur Ebene der Art ist oft sehr schwierig und in diesem Versuch nicht erforderlich.
- Die Schülerinnen und Schüler zeichnen in ihren Forscherheften auf Seite 7 was sie unter dem Stereomikroskop beobachten und notieren in der Tabelle (S.7) welche Tiergruppen sie sehen. Daraufhin schätzen sie die Anzahl der Individuen in jeder der identifizierten Gruppen und schreiben die geschätzte Anzahl der Individuen, sowie das beobachtete Probevolumen, ebenfalls in die Tabelle.
- Wenn die in der Petrischale vorhandene Menge an Probe durchgeschaut wurde, wird sie in einen separaten Becher überführt. Die durchgeschauten Proben werden somit gesammelt und können im nächsten Schritt weiter verwendet werden.

Durchführung Fraßsimulation:

- Die bereits durchgeschauten Proben werden über das Sieb mit 900 µm Maschenweite gegeben.
Beim Filtrieren ist darauf zu achten, dass die filtrierte Flüssigkeit in einem Gefäß aufgefangen wird, da sich in diesem Filtrat die Organismen befinden, die in der Simulation nicht von der Süßwasserqualle gefressen wurden. Sie sind die Gruppe der „Überlebenden“ Tiere.
- Die auf dem Siebgewebe verbliebenen Organismen sind die Tiere, die von der Qualle gefangen und gefressen wurden. Sie werden mit der Spülflasche vom Gewebe runtergespült und in einem separaten Behälter aufgefangen. Sie sind die Gruppe der „Gefressenen“ Tiere. Beide Behälter müssen mit jeweils „Überlebende“ und „Gefressene“ beschriftet werden.
- Die Proben mit den „Überlebenden“ und „Gefressenen“ Organismen werden anschließend unter den Stereomikroskopen beobachtet.

Durchführung Mikroskopieren der „Überlebenden“ und „Gefressenen“ Tiere:

- Zuerst werden Proben aus dem Behälter mit den „Überlebenden“ in die Petrischalen transferiert. Hierbei wiederholen die Schülerinnen und Schüler die gleiche Herangehensweise wie bereits im Teil „Mikroskopieren der Proben“ beschrieben wurde.
- Die Schülerinnen und Schüler zeichnen in ihren Forscherheften auf Seite 8 was sie unter dem Stereomikroskop in der Probe der „Überlebenden“ beobachten und notieren in der Tabelle (S. 8) welche Tiergruppen sie sehen. Daraufhin schätzen sie die Anzahl der Individuen in jeder der identifizierten Gruppen und schreiben die geschätzte Anzahl der Individuen, sowie das beobachtete Probevolumen, ebenfalls in die Tabelle.
- Anschließend wird wie im vorangegangenen Schritt beschrieben mit der Probe der „Gefressenen“ Tiere verfahren, wobei die Zeichnung, sowie das Notieren der Daten, auf Seite 9 des Forscherhefts durchgeführt wird.

3.) Datenanalyse:

Wenn genügend Zeit vorhanden ist (mindestens 30 Minuten, hängt von der Erfahrung der Schülerinnen und Schüler mit der Auswertung von Daten ab), kann eine Auswertung und Darstellung der Daten mittels eines Computerprogramms oder Millimeterpapiers durchgeführt werden. Diese Auswertung könnte auch zu einem späteren Zeitpunkt im Unterricht stattfinden.

Die Diskussion der Ergebnisse/Beobachtungen (Punkt 4 „Diskussion“) **sollte in jedem Fall durchgeführt werden**, während die grafische Darstellung der Daten (Schritt 3.) optional ist.

- Wenn **Computer/Laptops** zur Verfügung stehen, können die von den Schülerinnen und Schülern erhobenen Daten in eine Excel-Tabelle eingegeben werden.
Hierbei können z.B. die geschätzten Individuenzahlen der einzelnen Tiergruppen vor und nach der Durchführung der Fraßsimulation in einem Säulendiagramm dargestellt werden. Die Daten, die vor der Fraßsimulation notiert wurden, können mit den Daten der „Überlebenden“ und „Gefressenen“ Tiergruppen direkt verglichen werden.

Teilen Sie hierzu die **Anleitung zur Erstellung einer Datentabelle und eines Säulendiagramms mit Microsoft Excel** aus und helfen Sie den Schülerinnen und Schülern bei der Durchführung der Auswertung, falls sie während des Verlaufs Fragen haben.

- Alternativ können die Daten auch im Kopf berechnet und als Säulendiagramm auf Millimeterpapier aufgetragen werden.

Achtung:

Im Idealfall sollte bei einer Addierung der Daten der „Überlebenden“ mit den Daten der „Gefressenen“ Tiere das Ergebnis mit den Anfangsdaten der Tiergruppen vor der Fraßsimulation übereinstimmen.

Es ist möglich, dass die addierten Daten jedoch etwas von den Anfangswerten abweichen. Falls dies der Fall ist, kann mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert werden worauf diese Diskrepanz zurückzuführen sein kann.

Antwort: Bei den erhobenen Daten handelt es sich um Schätzungen. Die Durchführung genauer Auszählungen benötigt viel Zeit. Um statistische Aussagen zu ermöglichen, müssen außerdem viele Replikate eines Experiments ausgewertet werden.

4.) Diskussion:

Wenn genügend Zeit vorhanden ist können die Schülerinnen und Schüler einzeln oder in Gruppen ihre Ergebnisse kurz präsentieren. Falls hierzu nicht genügend Zeit zur Verfügung steht, können die Präsentationen auch zu einem späteren Zeitpunkt im Unterricht stattfinden.

Anschließend sollten folgende Fragestellungen diskutiert werden:

- a) Welche Tiergruppen wurden vor der Fraßsimulation beobachtet?
- b) Welche Individuenzahlen wurden für die einzelnen Tiergruppen geschätzt?
- c) Welche Tiergruppen wurden nach der Fraßsimulation in den Proben der „Gefressenen“ und den Proben der „Überlebenden“ beobachtet?
- d) Welche Individuenzahlen wurden nach der Fraßsimulation in den Proben der „Gefressenen“ und der „Überlebenden“ Tiere für die einzelnen Gruppen geschätzt?
- e) Was fällt auf wenn man die Beobachtungen/Daten vor und nach der Fraßsimulation vergleicht?

Anmerkung: Die Süßwasserqualle zeigt einen größenselektiven Fraßdruck (Jankowski, 2004). Dies wurde im Versuch durch die Maschenweite der Gaze (1 mm Weite) simuliert. Die Größenselektion der Beute wird bei Quallen z.B. durch die Anzahl und den Abstand der Tentakel beeinflusst (Purcell, 1997). In der Natur besteht eine größere Varianz in der Größe der Beute, als in diesem Versuch schematisch dargestellt wurde. Weise darauf hin, dass z.B. kleinere Quallen (kurz nach der Ablösung vom Polypen) auch kleinere Beuteorganismen fangen werden.

- f) Nenne einen Effekt, den die Süßwasserqualle auf andere, heimische Räuber haben kann (z.B. Fische)?

Antwort: Fast alle Fischlarven ernähren sich von Plankton (Lampert und Sommer, 1999), so auch die Süßwasserqualle. Da Fisch und Qualle somit in direkter Konkurrenz zueinander stehen, ist es möglich, dass Fischlarven weniger Beute fangen, wenn Quallen im Gewässer leben. Ein verminderter Erfolg im Beutefang, kann zu einem Rückgang von Fischpopulationen im Gewässer führen.

- g) Nenne einen Effekt, den die Süßwasserqualle auf Phytoplankton haben kann?

Antwort: Da die Süßwasserqualle Zooplankton aus dem Nahrungsnetz entfernt, wird weniger Phytoplankton von Organismen des Zooplanktons gefressen („Top-Down“ Regulation). Da das Phytoplankton somit einem geringeren Fraßdruck unterliegt, steigt die

Wahrscheinlichkeit, dass erhöhte Algendichten und sogar Algenblüten auftreten können (Stichwort „trophische Kaskade“).

h) *Wie können sich gebietsfremde Arten, wie z.B. die Süßwasserqualle, auf heimische Ökosysteme auswirken?*

i) *Wie beeinflussen Menschen die Verbreitung von Arten?*