




Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff





Kurzbeschreibung

Die SuS lernen in dieser Unterrichtsstunde anhand exemplarischer Beispiele durch Unterrichtsgespräche und Partnerarbeit, dass sich die Morphologie von aquatischen Organismen durch abiotische Faktoren beeinflussen lässt.

Ziele

-  Die SuS können die morphologische Entwicklung von Organismen mithilfe des Fachtextes über das Einwirken der abiotischen Faktoren begründen.
-  Die SuS können den Zusammenhang zwischen Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Wassers mithilfe der Abbildung 2 beschreiben.
-  Die SuS können die direkte Abhängigkeit der Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa* vom Sauerstoffgehalt des Wassers herleiten.

Benötigtes Vorwissen der Schülerinnen und Schüler

-  Abiotische Faktoren
-  Genetische Reaktionsnorm

Fachbegriffe dieser Stunde

-  Morphogenese, Heterophyllie, Termomorphose, Hämolymphe

Vorbereitung/Material

Material	Vorbereitung
M1	M1 auf Folie ziehen.
M2	M2 im Klassensatz kopieren.
L2	Musterlösung für die LuL kopieren.
L3	Zusatzinformation für die LuL bearbeiten.

Ausblick auf die nächste Stunde

In der folgenden Stunde lernen die SuS stellvertretend für die verschiedenen Stoffkreisläufe in Ökosystemen den Stickstoffkreislauf in Fließgewässern kennen.

Phasierung der Stunde (45 Minuten)

Dauer (Min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/Methode	Medium/Material
5	Einstieg	LuL legt Folie (M1) auf den OHP. LuL fordert SuS auf, auffällige Merkmale der Pflanze zu nennen.	SuS stellen fest, dass Wasserhahnenfuß zwei verschiedene Blätter hat.	LV Plenum	M1 (Folie), OHP
10	Erarbeitungsphase 1	LuL teilt AB (M2) aus: Kontrolle der Entwicklung durch Außenfaktoren . Nennen Sie den Faktor, auf den die Heterophyllie beim Wasserhahnenfuß zurückzuführen ist.	SuS lesen den Fachtext (M2).	EA	M2
5	Sicherung 1		Heterophyllie ist das Ergebnis einer Thermomorphose. Der abiotische Faktor Temperatur beeinflusst die Blattform.	Plenum	Hefte
7	Erarbeitungsphase 2	Aufgabe 2: a) Beschreiben Sie die O ₂ -Konzentration bei zunehmender Temperatur in Abbildung 2. b) Ermitteln Sie mithilfe der Abbildung, auf welchen Faktor die Sauerstofflöslichkeit zurückzuführen ist.	Sauerstofflöslichkeit im Wasser ist abhängig von der Wassertemperatur. Bei niedrigen Temperaturen kann mehr Sauerstoff im Wasser gelöst werden als bei höheren Temperaturen.	Plenum	M3
15	Erarbeitungsphase 3	Beschreiben und erläutern Sie in Partnerarbeit die Anzahl der Kiemen von <i>Anabolia nervosa</i> in Abbildung 2 (M2). LuL fordert SuS auf, ihre Ergebnisse im Plenum vorzustellen und zu diskutieren.	SuS stellen ihre Ergebnisse im Plenum vor und diskutieren diese.	PA Plenum	M 2

Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff



Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff

V



Dauer (Min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/ Methode	Medium/ Material
3	Sicherung 3	Nennen Sie den Faktor, auf den die Anzahl der Kiemen bei <i>Anabolia nervosa</i> zurückzuführen ist. SuS werden aufgefordert in der nächsten Stunde Schere und Kleber mitzubringen.	Mit sinkender Sauerstoffkonzentration steigt die Anzahl der Kiemen bei <i>Anabolia nervosa</i> an. Der abiotische Faktor Sauerstoff beeinflusst die Ausbildung der Kiemen.	Plenum	

Verwendete Abkürzungen: AB = Arbeitsblatt; EA = Einzelarbeit; LuL = Lehrerinnen und Lehrer; LV = Lehrervortrag; OHP = Overheadprojektor; PA = Partnerarbeit; SuS = Schülerinnen und Schüler



Abb. 1: Wasserhahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), aus: Van de Weyer und Schmidt (2007): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten. Polykopie.



Aufgabe 1: **Erläutern** Sie am Beispiel des Wasserhahnenfußes die Begriffe Heterophyllie und Thermomorphose. **Erklären** Sie warum der Wasserhahnenfuß Schwimmblätter ausbildet!

Nutzen Sie zum Lösen der Aufgabe den Text: „Kontrolle der Entwicklung durch Außenfaktoren“.

Kontrolle der Entwicklung durch Außenfaktoren

Wachstum und Differenzierung, also die Morphogenese, werden nicht allein durch endogene Prozesse gesteuert. Vielmehr wird im Rahmen der genetisch festgelegten Reaktionsnorm die Entwicklung durch Außenfaktoren maßgeblich beeinflusst. Gerade die standortgebundenen Pflanzen sind - im Unterschied zum frei beweglichen Organismus - den oft erheblich schwankenden Außeneinflüssen an ihrem Standort ausgesetzt und müssen in angemessener Weise darauf reagieren.

Endogen gesteuert erfolgt die Realisierung der artspezifischen Gestalt, d.h. die Ausprägung der arttypischen Organisations- und Anpassungsmerkmale. Durch die jeweils auf das Individuum einwirkenden Umgebungsbedingungen werden diese Merkmale jedoch modifiziert. Diese Umgebungsbedingungen beeinflussen wie groß und wie alt z.B. eine Blütenpflanze wird und wann bei ihr die irreversible Umsteuerung von der vegetativen zur reproduktiven Entwicklung erfolgt; auch wie viele Blüten, Pollen und Samen sie schließlich hervorbringt hängt von den Umgebungsbedingungen ab. Die letztgenannten Modifizierungen werden maßgeblich von der Wasser- und Nährstoffversorgung sowie den Temperatur- und Lichtverhältnissen beeinflusst.

Die Betrachtung beschränkt sich auf solche Prozesse, deren verursachende Außenfaktoren nicht als Stoff- und/oder Energiequelle dienen, sondern als auslösende Signale wirken.

So wie chemische Reaktionen im Allgemeinen unterliegen auch die Stoffwechselläufe der Zellen einer Temperaturabhängigkeit und die Temperaturbereiche, innerhalb derer sich bei einem Organismus Wachstum ereignet, werden durch biochemische, physiologische und morphologische Gegebenheiten bestimmt. Die Temperaturabhängigkeit des Wachstums folgt in der Regel einer charakteristischen Optimumkurve.

Die Temperaturoptima für das Sprosswachstum ändern sich bei vielen Pflanzen oft tagesperiodisch, d.h. diese Pflanzen sind an einen Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht angepasst und entwickeln sich nur bei einem solchen regelmäßigen Temperaturwechsel optimal. Eine solche Erscheinung nennt man Thermoperiodismus.

Durch Einwirkung bestimmter Temperaturen ausgelöste Entwicklungsprozesse werden Thermomorphosen genannt. Ein Beispiel dafür ist die Heterophyllie beim Wasserhahnenfuß (*Ranunculus fluitans*). Die fiederteiligen Unterwasserblätter entwickeln sich bei Wassertemperaturen um 8 - 10 °C. Bei Erhöhung der Wassertemperatur im Sommer auf 23 - 28 °C (dem Bereich der Lufttemperatur) entwickeln sich zusätzlich Schwimmblätter mit gelappter Blattspreite, die auf der Wasseroberfläche liegen.

Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff

M3



- Aufgabe 2:**
- Beschreiben** Sie die O_2 -Konzentration bei zunehmender Temperatur in Abbildung 2.
 - Ermitteln** Sie mithilfe der Abbildung auf welchem Faktor die Sauerstofflöslichkeit zurückzuführen ist.
- Aufgabe 3:** **Beschreiben** und **erläutern** Sie in Partnerarbeit die Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa* in Abbildung 2. Beziehen Sie Ihre Ergebnisse zur Sauerstoffkurve mit in Ihre Überlegungen ein.

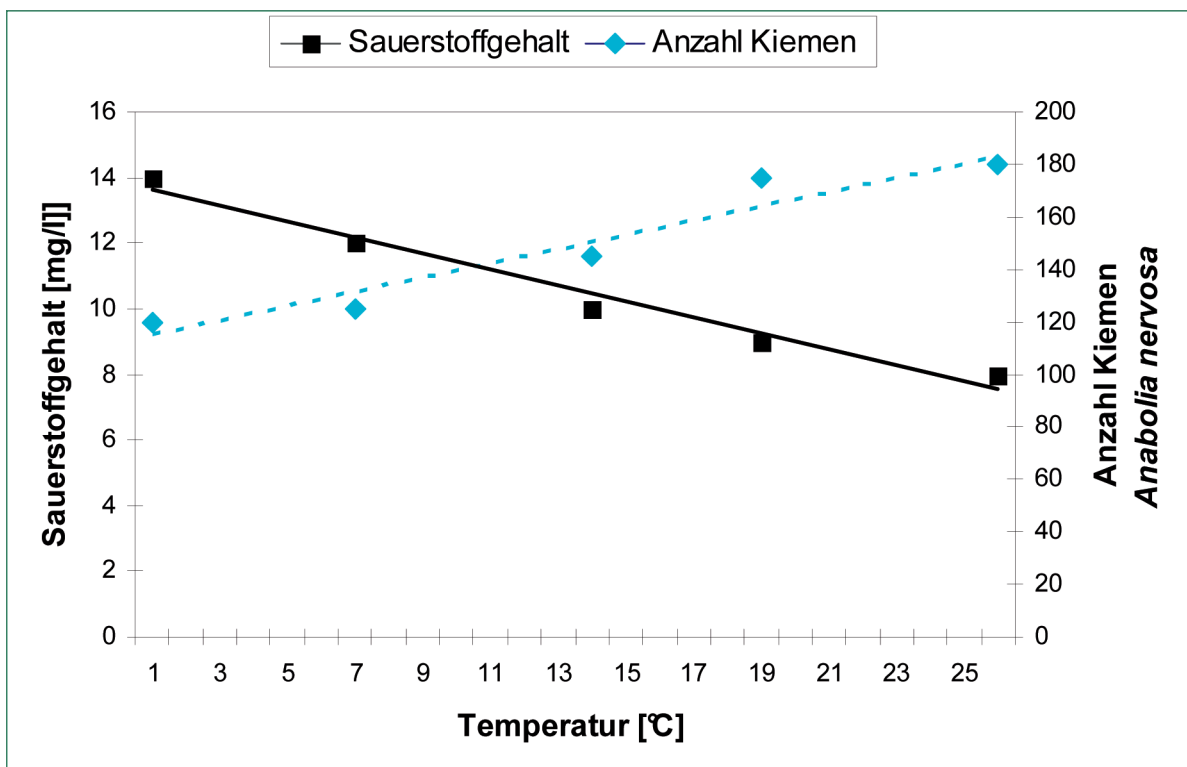


Abb. 2: Der Gehalt des im Wasser gelösten Sauerstoffs in Abhängigkeit von der Temperatur und die Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa*.

Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff

L2



Lösung Aufgabe 1:

Heterophyllie meint die Vielgestaltigkeit der Blätter an einem Individuum. Beim Wasserhahnenfuß zeigt sich die Plastizität der Blätter folgendermaßen: Die Unterwasserblätter sind fiederteilig und die Schwimmblätter gelappt.

Welche Blattform sich entwickelt ist abhängig von der Temperatur. Den Einfluss der Temperatur auf Entwicklungsprozesse nennt man Thermomorphose. Die fiederteiligen Unterwasserblätter entwickeln sich bei tiefen Wassertemperaturen um 8 - 10 °C. Bei Erhöhung der Wassertemperatur auf 23 - 28 °C (dem Bereich der Lufttemperatur) entwickeln sich Schwimmblätter.

Der Wasserhahnenfuß bildet im Sommer Schwimmblätter aus, die auf der Wasseroberfläche liegen. Die Schwimmblätter haben eine größere Oberfläche als die fiederteiligen Unterwasserblätter. Durch die größeren Schwimmblätter kann er effektiver die Strahlungsenergie der Sonne zur Photosynthese nutzen.

Lösung zu Aufgabe 2:

- a) Die schwarze Kurve in Abbildung 2 zeigt den Gehalt des im Wasser gelösten Sauerstoffs in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei einer Wassertemperatur von 1 °C beträgt der Sauerstoffgehalt im Wasser 14 mg/l, bei einer Wassertemperatur von 7 °C sind 12 mg/l Sauerstoff im Wasser gelöst und bei 14°C sind es 10 mg/l. Mit ansteigender Temperatur des Wassers auf 19 °C liegt der Sauerstoffgehalt bei 9 mg/l und bei einer Wassertemperatur von 26 °C sind 8 mg/l Sauerstoff gelöst. Mit ansteigender Temperatur sinkt der Anteil an gelöstem Sauerstoff im Wasser.
- b) Die Temperatur beeinflusst stark die Menge an gelöstem Sauerstoff im Wasser. Die Sättigungsgrenze für Sauerstoff sinkt mit Erhöhung der Wassertemperatur; oder anders herum, je niedriger die Temperatur desto mehr Sauerstoff kann im Wasser gelöst werden.

Lösung zu Aufgabe 3:

Die blaue Kurve in Abbildung 2 zeigt die Anzahl der Kiemen von *Anabolia nervosa*. Bei einer Wassertemperatur von 1 °C können bei einem Individuum der Art *Anabolia nervosa* 120 Kiemen gezählt werden. Bei einer Wassertemperatur von 7 °C steigt die Anzahl der Kiemen auf 125. Steigt die Wassertemperatur auf 14 °C erhöht sich die Anzahl der Kiemen auf 145 und bei 19 °C erhöht sie sich weiter auf 175 Kiemen pro Individuum. Bei einer Wassertemperatur von 26 °C beträgt die Anzahl der Kiemen 180. Die Abbildung zeigt, dass die Anzahl der Kiemen mit steigender Temperatur ebenfalls steigt.

Bei vielen Insektenlarven stellen die Kiemen jene Organe dar, die dem Blut der Organismen den im Wasser gelösten Sauerstoff zuführen. Bei Insekten nennt man das Blut Hämolymphe. Wie man an der schwarzen Kurve sehen kann, sinkt der Sauerstoffgehalt im Wasser mit zunehmender Wassertemperatur. Um dem Körper genügend Sauerstoff zuführen zu können, bilden sich bei *Anabolia nervosa* umso mehr Kiemen aus, je weni-

Anpassungen an die abiotischen Faktoren Temperatur und Sauerstoff

L3



ger Sauerstoff im Wasser gelöst ist. Folglich ist die Anzahl der Kiemen bei *Anabolia nervosa* direkt abhängig vom Sauerstoffgehalt des Wassers. Da dieser mit zunehmender Wassertemperatur sinkt, steigt die Anzahl der Kiemen von *A. nervosa* indirekt mit steigender Wassertemperatur.

Zusatzinformation für die LuL

Wasserhahnenfuß, *Ranunculus fluitans*

Der Wasserhahnenfuß ist eine Wasserpflanze (Makrophyte), die in kleineren Flüssen im Mittelgebirge, teilweise auch im Tiefland lebt. Sie bevorzugt höhere Fließgeschwindigkeiten. Die fiederteiligen Blätter bieten der Strömung wenig Widerstand und die Pflanze ist auch häufig im Stromstrich (Ort der höchsten Fließgeschwindigkeit) von Fließgewässern zu finden.

Anabolia nervosa

Anabolia nervosa ist eine Köcherfliege (Trichoptera). Die Köcherfliegenlarve ist in Flüssen, Teichen und Seen mit sandigem Grund, aber auch in Moorweihern zu finden. Die bis zu 2,5 cm lange Larve baut einen Köcher aus Sandkörnern. An den Köcher klebt sie teilweise bis zu 7 cm lange Ästchen, welche als Schutz vor Fressfeinden dienen und verhindern, dass sie in Fließgewässern abdriftet.