

## 3 Stehende Gewässer

Natura Ökologie | Gewässerökosysteme | 3 Stehende Gewässer | Lösungen zu den Aufgaben

Seiten 32–33

### 3.1 Pflanzen des Sees

- 1 Um natürliche Seen verlaufen verschiedene Zonen mit bestimmten Pflanzenarten wie Gürtel. Erläutere.  
*Pflanzengürtel liegen kreisförmig um den See. Ein solcher Gürtel zeichnet sich durch gleiche Lebensbedingungen aus, insbesondere die Wassertiefe. Um einen See herum können Zonen unterbrochen sein, z. B. wenn dort der Seeboden plötzlich abfällt.*
- 2 Samen von Schilfrohr gelangen auch auf den Grund von Seen und Samen von Tauchblattpflanzen an das Ufer. Erkläre, warum die Zonen eines Sees trotzdem erhalten bleiben.  
*Die Bedingungen für das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen stimmen mit ihrem natürlichen Standort nicht überein. So fehlt dem Samen des Schilfrohrs zum Keimen Sauerstoff, wenn der Samen am Grund des Sees liegt. Den Tauchblattpflanzen genügt der Wasserstand im Uferbereich nicht, um sich gegen Uferpflanzen zu behaupten.*
- 3 Wasserlinsen sind kleine Pflanzen, die auf dem Wasser schwimmen und dort eine geschlossene «Decke» bilden können, durch die kaum Licht dringt. Nenne begründete Vermutungen zu den Konsequenzen für die Zonen des Sees.  
– *Behinderung des Eintritts von Licht in das Gewässer, da die Wasserlinsen das Licht absorbieren.*  
– *Fotosyntheseaktivität von Pflanzen des Tauchblattgürtels sinkt, da die Lichtintensität zu gering ist.*  
– *Wasserlinsen verhindern die Erwärmung des Wassers im Sommer, da sie die Wasseroberfläche vor der Wärmestrahlung isolieren.*  
– *Sterben die Wasserlinsen, können sie dem Ökosystem schaden, da sie absinken und Faulschlamm bilden.*

Seite 34

### 3.2 Seerosen: Leben über und unter Wasser

- 1 Seerosen sind an die Lebensweise einer Schwimmblattpflanze angepasst. Beschreibe diese Anpasstheit.  
*Die langen, dünnen Stiele der Blätter und Blüten biegen sich entsprechend dem Wasserstand. Die Stiele halten sich im Wasser aufrecht, weil sie in ihrem Inneren durch luftgefüllte Kanäle Auftrieb erhalten. Die Schwimmblätter der Weissen Seerose enthalten ausge dehnte, mit Luft gefüllte Hohlräume zwischen den Zellen des Blattes. Sie bewirken den Auftrieb für die Blätter. Der Gasaustausch erfolgt durch Spaltöffnungen, die sich ausschliesslich auf der Oberseite des Schwimmblattes befinden.*

- 2 Stelle eine begründete Hypothese zur Veränderung des Stärkegehalts im Erdspross der Seerose im Verlauf eines Jahres auf.  
*Hypothese: Der Stärkegehalt nimmt im Sommer beständig zu, sinkt im Herbst langsam und im Winter schneller ab, bevor er im Frühjahr den geringsten Wert aufweist.*  
*Begründung: Die Seerose produziert im Sommer bei optimaler Lichtversorgung durch Fotosynthese viel Glukose, die sie nur teilweise zur Energiebereitstellung und für das Wachsen benötigt. Ein Teil der erzeugten Glukose wird in der Seerose im Erdspross in Stärke umgewandelt und gespeichert. Im Herbst werden die grünen Pflanzenteile abgebaut. Die Fotosynthese kommt zum Erliegen. Der Stärkegehalt im Erdspross nimmt durch deren Abbau leicht ab. Im Winter ist das umgebende Wasser kalt, der Stoffwechsel der Seerose ist minimiert. Es wird Stärke für die Zellatmung benötigt. Im zeitigen Frühjahr treibt die Seerose neue Blätter aus. Dazu muss sie Stärke in Baustoffe umwandeln bzw. zur Energiebereitstellung nutzen. Der Stärkegehalt im Erdspross sinkt stark und bleibt auf niedrigem Niveau, bis die neuen Blätter Fotosynthese betreiben.*

Seite 35

### Praktikum: Modelle zu Schwimmblattpflanzen

- 1 Fertige das Strukturmodell eines Seerosenblattes nach dem in Abb. 1 dargestellten Muster an.  
*Individuelle Lösungen*
- 2 Beschreibe Unterschiede zwischen den Laubblättern von Landpflanzen und den Schwimmblättern der Seerose.  
*Laubblätter von Landpflanzen enthalten keine Luftkanäle, sondern kleine Hohlräume im Schwammgewebe. Die Spaltöffnungen befinden sich meist in der unteren Epidermis. Die Schwimmblätter weisen Spaltöffnungen in der oberen Epidermis auf und grosse luftgefüllte Hohlräume im Blattgewebe.*
- 3 Vergleiche die Versuchsergebnisse mit der Blasenfolie mit denen mit der Overheadfolie und erläutere die Unterschiede.  
*Beim Auflegen der Folien auf das Wasser bleiben beide Folien an der Oberfläche. Wird die Schüssel bewegt, entstehen Wellen im Wasser. Das Wasser schwappt über die Overheadfolie, worauf diese absinkt. Die Blasenfolie bleibt beständig auf dem Wasser. Die Luft in den Plastikblasen der Folie verhindert das Absinken.*
- 4 Übertrage die an den Funktionsmodellen «Blasenfolie» und «Overheadfolie» gewonnenen Erkenntnisse auf die Schwimmblätter von Wasserpflanzen.  
*Wie die Luft in den Plastikblasen der Folie gibt die Luft in den Hohlräumen des Schwimmblattes den Blättern Auftrieb. Solch ein Blatt geht auch bei Wellengang nicht unter.*

Seite 36

### 3.3 Ernährung in einem See

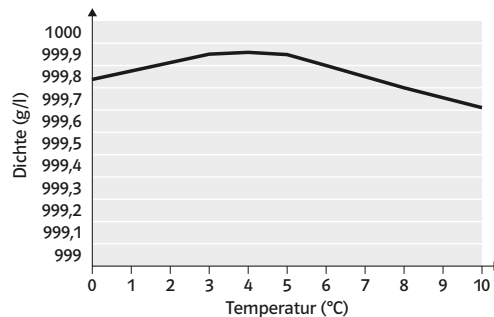
- 1 Beschreibe eine Nahrungskette und ordne die Begriffe «Produzent» und «Konsument» begründet zu. Beziehe dich auf Abb. 1.  
*Am Anfang der Nahrungskette im See stehen die Planktonalgen. Sie sind die Produzenten, d. h., sie stellen Nährstoffe selbst her (Fotosynthese). Sie werden gefressen vom Wasserfloh, einem Konsumenten, der Nährstoffe aufnehmen muss. Der Wasserfloh wird gefressen von der Grosslibellenlarve. Die Grosslibellenlarve wird von der Rotfeder gefressen und die Rotfeder wird vom Graureiher gefressen. Alle diese Fleischfresser sind ebenfalls Konsumenten.*

Seite 37

### 3.4 Ein See im Jahresverlauf

- 1 Die Lebensbedingungen im Oberflächenwasser eines Sees sind beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Erläutere mithilfe von Abb. 2.  
*Im Winter ist der Mineralstoffgehalt des Oberflächenwassers verhältnismässig hoch. Mit steigender Lichteinstrahlung und Temperatur im Frühjahr vermehren sich und wachsen die Produzenten. Dadurch sinkt der Mineralstoffgehalt im Oberflächenwasser kontinuierlich. Das Wachstum der Produzenten bewirkt auch eine Vermehrung der Konsumenten. Die Stoffwechselprodukte erhöhen den Mineralstoffgehalt des Oberflächenwassers wieder teilweise. Mit der Herbstzirkulation steigt der Mineralstoffgehalt im Oberflächenwasser wieder stark an. Er bleibt bis im Frühling erhöht, weil die Vermehrung und das Wachstum der Produzenten im Winter eingeschränkt sind.*
- 2 Erkläre, warum die Planktonblüte, also die Massenvermehrung von Grünalgen im Oberflächenwasser, im Frühjahr einsetzt. Nutze dazu Abb. 2.  
*Mit der Herbstzirkulation steigt der Mineralstoffgehalt im Oberflächenwasser und bleibt über den Winter hoch. Erst wenn es im Frühling genügend Licht und Wärme gibt, können die Produzenten vermehrt Fotosynthese betreiben. So produzieren sie Nährstoffe, die zum Wachstum verwendet werden. Grünalgen gehören zu den Produzenten. Bei extrem guter Versorgung mit Mineralstoffen und einer günstigen Temperatur tritt eine Massenvermehrung von Grünalgen auf.*

**EXTRA** Stelle die Werte in der Tabelle oben in einem Diagramm dar und erläutere es.  
*Dargestellt ist die Dichte von Wasser (g/l) in Abhängigkeit von der Temperatur (°C). Wasser hat bei 4 °C seine höchste Dichte. Kühlt es weiter ab oder erwärmt es sich, nimmt seine Dichte jeweils ab.*



Seiten 38–39

### 3.5 Nebeneinander leben – Koexistenz am See

- 1 Beschreibe die ökologischen Nischen von Reiher- und Löffelenten. Lege eine Tabelle dazu an.

	<i>Nahrungsanspruch, angepasste Schnabelform</i>	<i>Brutplatz</i>	<i>Brut-, Aufzuchtzeiten</i>	<i>Erreichen der Nahrungsquelle</i>
<b>Löffelente</b>	<i>Planktonalgen werden durch einen Seischnabel gefiltert.</i>	<i>Ufergebüsch mit krautigen Pflanzen</i>	<i>April bis Juni</i>	<i>schwimmen auf dem Oberflächenwasser</i>
<b>Reiherente</b>	<i>Grössere Schnecken werden durch einen kräftigen Schnabel zerlegt.</i>	<i>Röhrichtgürtel</i>	<i>Juni bis August</i>	<i>tauchen im Tiefenwasser</i>

- 2 Löffel- und Reiherenten leben in unseren Gewässern friedlich nebeneinander. Erkläre mithilfe der Ergebnisse von Aufgabe 1.  
*Löffel- und Reiherenten unterscheiden sich in ihren Ansprüchen an die Nahrung und in den für die Nahrungsaufnahme angepassten Schnabelformen. Sie unterscheiden sich auch in der Lage der Brutplätze und den Brut- und Aufzuchtzeiten. Die Unterschiede sind so deutlich ausgeprägt, dass für sie die jeweils andere Art keine Konkurrenz darstellt.*

Seiten 40–41

### Material: Nahrungsbeziehungen in einem See

- 1 Ordne die in Abb. 1 dargestellten Lebewesen zu einer Nahrungskette.  
*Algen → Kaulquappe → Grosslibellenlarve → Teichralle → Seedler (→ wird gefressen von)*
- 2 «Pflanzen sind direkt oder indirekt die Nahrungsgrundlage für alle Tiere im See.» Erläutere diese Aussage und verwende dabei die Begriffe «autotroph» und «heterotroph».  
*Die Pflanzen sind autotroph, sie wandeln Lichtenergie in chemische Energie um und erzeugen aus Kohlenstoffdioxid und Wasser Sauerstoff und Glukose (und daraus alle anderen Nährstoffe) selbst. Die Nährstoffe sind die Nahrungsgrundlage für die heterotrophen Tiere. Die Konsumenten erzeugen nicht selbst Nährstoffe aus anorganischen Stoffen, sondern sind auf die autotrophen Produzenten angewiesen.*
- 3 Im Nahrungsnetz eines Sees lassen sich einige Arten eindeutig einer Ernährungsebene zuordnen. Auf Kaulquappe und Rotfeder trifft das in der hier dargestellten Form nicht zu (Abb. 2). Erkläre.  
*Kaulquappen fressen pflanzliches und tierisches Plankton. Die Rotfeder ernährt sich von Pflanzen und Tieren. Beide sind somit Konsumenten 1. und 2. Ordnung, je nach ihrer Nahrung.*

- 4 Leite aus den Daten in Abb. 3 eine Eigenschaft von DDT ab, die die Konzentrationsunterschiede verständlich macht.  
*Der Hecht enthält mit 2,1 mg/kg mehr DDT in seinem Fett als die Rotfeder (1,1 mg/kg) oder die Brasse (0,9 mg/kg). Die Tiere mit einem geringeren Anteil an DDT im Fett sind Planktonfresser, denn DDT wird in geringer Konzentration vom Plankton aus dem Wasser aufgenommen. Der Hecht ernährt sich unter anderem von Rotfeder und Brasse. Mit diesen Tieren nimmt er auch das DDT auf, das sich in ihrem Fett angereichert hat. DDT reichert sich in der Nahrungskette an.*
  
- 5 Erläutere die in Abb. 4 dargestellten Zusammenhänge.  
*Beim Aufbau ihrer Biomasse binden die Produzenten durch Fotosynthese Sonnenenergie. In der Nahrungskette wird die in den Lebewesen gespeicherte Energie von Ernährungsebene zu Ernährungsebene teilweise abgegeben und nur etwa ein Zehntel in der eigenen Biomasse gespeichert. Die Abgabe erfolgt in Form von Wärme oder Stoffen (Ausscheidungen oder z.B. Fellwechsel bei Tieren oder z.B. Laubfall bei Bäumen).*
  
- 6 Entscheide begründet, welche der folgenden Aussagen zutrifft: Nahrungsketten sind in ihrer Länge begrenzt, weil ...  
a) beim Ausfall eines Konsumenten alle nachgeordneten gefährdet wären;  
b) der Energiegehalt der Biomasse der Produzenten nicht ausreichen würde, um über mehrere Stufen hinweg Konsumenten 4. Ordnung damit zu versorgen.  
*Aussage b) trifft zu. Von einer Ernährungsebene zur anderen nimmt die gespeicherte Energie jeweils auf ein Zehntel ab. Von 1 Mio. Joule Sonnenenergie gelangen zu den Konsumenten 3. Ordnung nur etwa 10 Joule, Konsumenten 4. Ordnung würden nur 1 Joule davon erhalten. Das würde nur für sehr wenige Tiere auf dieser Stufe ausreichen. Aussage a) trifft nicht zu, da sich fast alle Tiere von unterschiedlichen Arten ernähren (Nahrungsnetz).*
  
- 7 Erläutere den Kreislauf des Sauerstoffs mithilfe von Abb. 5.  
*Die Planktonalgen und Wasserpflanzen sind die Produzenten. Sie erzeugen aus Kohlenstoffdioxid und Wasser durch Fotosynthese Glukose und Sauerstoff. Von den Pflanzen abgegebener Sauerstoff wird in Wasser gelöst. Produzenten, Konsumenten und Destruenten benötigen Sauerstoff zur Zellatmung. Dabei werden Glukose und Sauerstoff in Kohlenstoffdioxid und Wasser umgewandelt, die wiederum die Grundlage für die Fotosynthese der Pflanzen sind.*
  
- 8 Erkläre, dass im See ein Kreislauf für eine Reihe von Stoffen vorliegt, nicht jedoch für die Biomasse.  
*Biomasse besteht aus Stoffen, die in Lebewesen gebunden sind. Das sind z.B. die Nährstoffe Kohlenhydrate, Fette oder Proteine. Sie werden in Nahrungsbeziehungen schliesslich alle zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut. Die Produzenten nehmen keine Nährstoffe auf, sondern erzeugen aus Kohlenstoffdioxid und Wasser neue Biomasse.*

- 9 «Die Stoffkreisläufe werden von der Energie der Sonne angetrieben.» Nimm Stellung zu dieser Aussage.  
*Produzenten erzeugen mithilfe der Sonnenenergie Biomasse, die die Ernährungsgrundlage für alle Konsumenten und Destruenten bildet. Die Konsumenten und Destruenten geben bei ihren Lebensvorgängen Energie an die Umgebung ab und bilden dabei energiearme Stoffe. Nur durch die Energie der Sonne können diese Prozesse fortwährend ablaufen.*

Seite 42

### 3.6 Überdüngung eines Sees

- 1 Beschreibe die grafische Darstellung von Messwerten in Abb. 2.  
*Dargestellt ist der Phosphorgehalt ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) im Wasser des Hallwilersees in Abhängigkeit von der Zeit. Der Phosphorgehalt ist 1960 mit  $100 \text{ mg}/\text{m}^3$  bereits hoch und steigt bis 1978 auf über  $250 \text{ mg}/\text{m}^3$  an. Seit Anfang der 1980er Jahre fällt der Phosphorgehalt langsam bis auf fast  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ .*
- 2 Überlege und recherchiere, welche Massnahmen neben der Seebelüftung zur Erholung des Hallwilersees nötig waren.  
*In erster Linie wurde die Menge an Phosphaten, die in den See gelangte, verringert. Dies erreichte man einerseits durch den Bau von Abwasserreinigungsanlagen. Andererseits hat man auch die Landwirte für das Problem der Überdüngung sensibilisiert.*
- 3 Stelle eine Vermutung auf, wie sich die Sauerstoffkonzentration des Hallwilersees über die Jahre verändert hat. Beachte dabei auch die Unterschiede im Sommer und im Winter sowie im Oberflächen- und im Tiefenwasser.  
*Grundsätzlich kann man sagen: Nimmt der Phosphorgehalt zu, dann nimmt die Sauerstoffkonzentration im Wasser ab. Das heisst, bis in die 1980er Jahre war der Sauerstoffgehalt des Wassers im Hallwilersee eher tief. Insbesondere im Tiefenwasser gab es fast keinen Sauerstoff mehr, der See drohte umzukippen. Andererseits war die Sauerstoffkonzentration im Oberflächenwasser im Sommer extrem hoch. Der hohe Phosphorgehalt begünstigte das Algenwachstum. Es gab sehr viele Algen, die im Sommer Fotosynthese betrieben, also Kohlenstoffdioxid und Wasser mithilfe von Sonnenlicht in Sauerstoff und Glukose umwandelten. Seit Beginn der Seebelüftung ist die Sauerstoffkonzentration allgemein höher, insbesondere auch im Tiefenwasser.*

### 3.7 Verlandung eines Sees

- 1 Worin unterscheiden sich Niedermoore und Hochmoore? Recherchiere.  
*Ein Niedermoor entsteht aus einem eutrophierten See über sehr lange Zeiträume. Aus abgestorbenen Pflanzenresten bildet sich dann unter der Einwirkung von Destruenten Schlamm. Schicht für Schicht lagern sich Reste von Pflanzen aus allen Zonen des Sees ab. Wegen schlechter Sauerstoffversorgung werden die Pflanzen aus dem Erlen-Bruchwald, der Röhrichtzone und die Riedgräser nicht komplett abgebaut. Über lange Zeiträume bildet sich daraus Niedermoortorf. Das aus dem flachen See entstandene Niedermoor hat Kontakt zum Grundwasser. Bei ausreichend Niederschlägen wächst auf dem Niedermoortorf Torfmoos. Es hält das Niederschlagswasser und kommt mit wenig Mineralstoffen aus. Untere Teile des Torfmooses sterben ab, werden aber aufgrund von Sauerstoffmangel nicht abgebaut. Es bildet sich Hochmoortorf.*
  
- 2 Erläutere die ökologische Bedeutung von Mooren.  
*Moore bilden mehr Biomasse, als dort abgebaut wird. Sie sind wichtige Speicher für Kohlenstoff. Ausserdem herrschen dort Umweltbedingungen, die für viele Tier- und Pflanzenarten überlebenswichtig sind.*