UBZ Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark

Stundenbild

Wechselbeziehungen im Ökosystem Teich

▶ Wasser

Wie sieht das ökologische Gleichgewicht im Teich aus?
Welche Aufgaben haben Produzenten, Konsumenten und Destruenten?
Können sich Goldfische zu einem Problem entwickeln?

Ein Teich am Schulgelände oder als außerschulischer Lernort ist eine Bereicherung im Schulalltag und bietet eine Vielzahl an praktischen Übungen und Beobachtungsaufgaben für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Mithilfe einer genauen Anleitung wird gezeigt, was unter der Wasseroberfläche passiert und welche Wechselbeziehungen und Kreisläufe es im Ökosystem Teich gibt. Das angeeignete Wissen kommt bei einem „Teich-Check“ in Form eines Lehrausgangs zur Anwendung. Passende Arbeitsaufträge und Protokollvorlagen helfen bei den Beobachtungen und Messungen.

Abb. 1: Schulteich; UBZ

Ort	**Schulstufe**
Biologiesaal oder Teich	9.-12. Schulstufe
Gruppengröße	**Zeitdauer**
Klassengröße	2-4 Schulstunden

Lernziele

- ▶ Verständnis für die Stoffkreisläufe im Ökosystem Teich entwickeln
- ▶ Prozesse rund um Produzenten, Konsumenten und Destruenten erklären können
- ▶ Kennenlernen der Begriffe „Stickstofffixierung“, „Nitrifikation“ und „Denitrifikation“
- ▶ Kennzeichen für einen gesunden Teich benennen und am Gewässer erkennen

Sachinformation

In einem funktionierenden Teich herrscht ein biologisches Gleichgewicht. Das bedeutet, dass das Verhältnis zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten immer in etwa gleich bleibt.

Oft stellt sich die Frage: „Ist wohl alles in Ordnung?“, „Geht es den Tieren und Pflanzen gut?“ oder „Es stinkt – was muss ich tun?“ Meist gibt es deutliche Anzeichen, wenn das ökologische Gleichgewicht durcheinander gerät. Das Wissen und Verständnis über das Zusammenspiel der biotischen (siehe Abb. 2) und abiotischen Faktoren ist Voraussetzung für eine langfristige und nachhaltige Pflege des Teichs und der darin vorkommenden Organismengemeinschaften.

Produzenten, Konsumenten und Destruenten

Produzenten
Dies sind alle grünen Pflanzen (Algen und Unterwasserpflanzen), welche Fotosynthese betreiben. Produzenten produzieren Sauerstoff und versorgen mit diesem alle Bewohner des Teiches, die unter Wasser atmen. Produzenten benötigen neben Sonnenlicht und Wasser vor allem Nährstoffe („Dünger“) für ihre Aktivität. Bei einem Mangel an Sonnenlicht atmen die Produzenten ebenso Sauerstoff ein wie die Konsumenten und die Destruenten.

Konsumenten
Damit sind alle Organismen gemeint, die Sauerstoff einatmen und jene organische Verbindungen, welche die fotosyntheseaktiven Pflanzen produziert haben, verbrauchen. Innerhalb der Konsumenten gibt es eine Nahrungskette.

Destruenten
Sie haben die Aufgabe, die entsprechenden organischen Verbindungen (Kot, tierische und pflanzliche Reste) zu zersetzen und in ihre anorganischen Bestandteile zu zerlegen. Diese stehen dann den Produzenten als Dünger zur Verfügung. Destruenten sind in erster Linie Bakterien und Pilze, sie atmen Sauerstoff ein.

Alle drei Gruppen sind voneinander abhängig. Die Vorgänge laufen im Kreis, wobei die Intensität der Abläufe natürlich noch von zusätzlichen anderen Faktoren beeinflusst wird ist. Vor allem die Temperatur spielt eine große Rolle. Je höher die Wassertemperatur ist, umso schneller können Stoffwechselprozesse ablaufen.

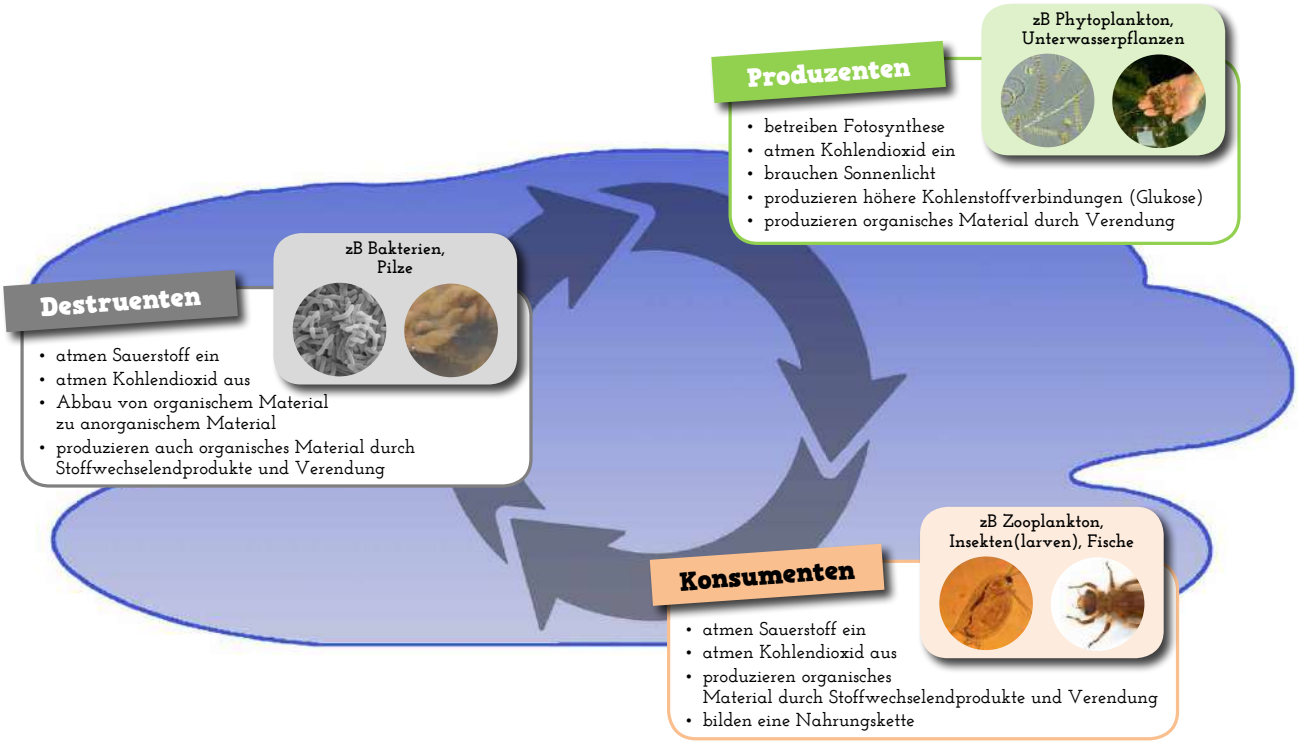


Abb. 2: biotische Faktoren: Poduzenten, Konsumenten, Destruenten © UBZ

Die wesentlichen abiotischen Faktoren für die Stabilität im Teich sind der Sauerstoffgehalt, die Temperatur, der pH-Wert, die Nährstoffe und der Kalkgehalt bzw. die Wirkung der unterschiedlichen Faktoren aufeinander. Hinzu kommen die örtlichen Gegebenheiten wie die Windrichtung und -stärke, die Sonneneinstrahlung, die Bepflanzung im und rund um den Teich, die Größe und – ganz wesentlich – die Besiedelung mit Tieren und hier vor allem mit Fischen.

Sauerstoff

Der Sauerstoff ist der Dreh- und Angelpunkt für stabile Verhältnisse im Teich.

Gemessen wird der Sauerstoff in mg/l. Die Sauerstoffsättigung [%] ist abhängig von der Wassertemperatur und gibt das Verhältnis zwischen der tatsächlichen Sauerstoffkonzentration und der maximal möglichen natürlichen Sauerstoffkonzentration an. Je nachdem, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt mehr Sauerstoff produziert als verbraucht wird, kann die Sauerstoffsättigung auch höher als 100 % sein.

In einem ausgeglichenen Ökosystem befinden sich die Sauerstoffverhältnisse grundsätzlich im Gleichgewicht. Das Verhältnis zwischen Sauerstoffproduzenten und Sauerstoffkonsumenten ist in einer Art und Weise ausgeglichen, sodass für alle Sauerstoffverbraucher immer genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Dies gilt ganz besonders für Phasen mit wenig Fotosyntheseaktivität der Produzenten (dunkle Tage, lange Nächte).

Wie kommt der Sauerstoff in das Wasser?
Sauerstoff kann über zwei Wege in das Wasser gelangen: Über die **Fotosynthese** und über den **Gasaustausch** an der Wasseroberfläche.

Die **Sauerstoffproduzenten** sind ausschließlich das Phytoplankton und die grünen Pflanzen über die Fotosynthese.

Die Reaktionsgleichung für die Fotosynthese lautet:

$6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{Lichtenergie} = C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

Kohlendioxid + Wasser + Lichtenergie = Glukose + Sauerstoff

Das bedeutet: Die Pflanze verwandelt eine einfache Kohlenstoffverbindung wie Kohlendioxid in eine höhere, komplexe Kohlenstoffverbindung wie Glukose. Dafür benötigt sie Sonnenlicht und Wasser. Die Glukose verwendet die Pflanze für das eigene Wachstum. Der Sauerstoff ist ein Nebenprodukt, welches an die Umgebung abgegeben wird. Dieser Prozess ist lebensnotwenig für fast alle Lebewesen im Teich, da auf diese Weise einerseits die Sauerstoffversorgung gewährleistet ist und andererseits das natürlich vorliegende Kohlendioxid in eine für die Konsumenten nutzbare Form umgewandelt und zur Verfügung gestellt wird.

Eine gewisse Menge Sauerstoff gelangt auch über den Gasaustausch an der Wasseroberfläche in den Wasserkörper. Grundsätzlich erfolgt dieser Gasaustausch automatisch und hängt u. a. von der Wassertemperatur, der Wasserbewegung und dem Konzentrationsgefälle der Gase ab.

Im Wasser befindet sich umso mehr natürlich gelöster Sauerstoff, je kälter das Wasser ist. Bewegt sich das Wasser schnell, beispielsweise durch Wind, wird die Kontaktfläche zwischen Wasser und Luft größer und der Sauerstoff löst sich großflächiger im Wasser als bei Windstille.

Letztlich hängt der natürliche Gastaustausch auch vom Konzentrationsgefälle der Gase in den beiden Medien Luft und Wasser ab. Je größer der Unterschied ist, umso leichter tritt ein Gas vom Medium größerer Konzentration in das Medium mit geringerer Konzentration über.

Mit den **Sauerstoffkonsumenten** im Teich sind alle Organismen gemeint, da jedes Lebewesen Sauerstoff verbraucht.

Neben den klassischen Konsumenten wie beispielsweise Tieren und den Destruenten (Bakterien, Pilze) sind auch das Phytoplankton und alle grünen Unterwasserpflanzen Sauerstoffverbraucher. Nämlich dann, wenn die Sonne nicht scheint und für die Fotosynthese kein UV-Licht zur Verfügung steht.

Die Pflanzen benötigen für die Zellatmung durchgehend Sauerstoff, genau gleich wie jeder Konsument und jeder Destruent. Ohne das Sonnenlicht und die Sauerstoffproduktion über die Fotosynthese befin-

den sich ausschließlich Sauerstoffkonsumenten im Wasser. Die einzige Sauerstoffzufuhr erfolgt dann über die Wasseroberfläche durch den natürlichen Gastaustausch.

Ein **Teich ist im Gleichgewicht**, wenn die Schwankungen zwischen Sauerstoffproduktion und Sauerstoffkonsumation selbstständig ausgeglichen werden, ohne Wasserlebewesen zu gefährden.

Schwankungen der Wasserwerte sind dabei normal. Vor allem beim Sauerstoffgehalt kann es zwischen den Phasen mit Sonnenlicht und ohne Sonnenlicht zu deutlichen Unterschieden kommen. Wichtig ist einzig und allein, dass der tatsächlich im Wasser gelöste Sauerstoff ausreichend ist, um die Lebewesen zu versorgen.

Kritisch wird es, wenn über längere Zeit mehr Sauerstoff veratmet als produziert wird. Ab Werten von ca. 4 mg/l sollte der Sauerstoffgehalt gut beobachtet werden. Ab Werten von ca. 1 mg/l wird es für viele Wasserorganismen äußerst kritisch. Für Karpfen sind Werte unter 0,5 mg/l innerhalb kurzer Zeit tödlich. Dieser Wert kann auch für Goldfische verwendet werden.

Wasserhärte, pH-Wert und Kohlenstoff

Die Wasserhärte spielt in Zusammenhang mit dem pH-Wert eine entscheidende Rolle für stabile Verhältnisse im Teich. Wasserorganismen können nur in einem bestimmten pH-Bereich leben. Darüber hinaus ist es wichtig, die chemischen Zusammenhänge zwischen der Härte, dem pH-Wert und der Versorgung mit Kohlendioxid zu kennen, um gegebenenfalls stabilisierend eingreifen zu können.

Wasserhärte

Es wird unterschieden zwischen der Gesamthärte (GH) und der Karbonathärte (KH). Die Gesamthärte ist die Summe aller Erdalkali-Ionen im Wasser und damit eine Aussage zum Gesamtsalzgehalt. Sie beeinflusst alle organischen Vorgänge. Die Karbonathärte umfasst nur die negativ geladenen Erdalkali-Ionen, die mit Karbonat- und Hydrogenkarbonat-Ionen im Wasser gelöst sind. Vereinfacht gesagt: Sie gibt damit Aufschluss über das Säurebindungsvermögen (SBV) auf die Menge an Kalzium (Kalk) im Wasser. Die Karbonathärte steuert die Pufferfähigkeit des Wasserkörpers und sichert damit ganz wesentlich die chemische Stabilität des Teiches. Gesamt- und Karbonathärte werden in °dH (Grad deutscher Härte) gemessen.

Einteilung der Wasserhärte (Gesamthärte)

unter 7 °dH: weiches Wasser
7 - 14 °dH: mittelhartes Wasser
14 - 21 °dH: hartes Wasser
über 21 °dH: sehr hartes Wasser

pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß für die Eigenschaft des Wassers in Bezug auf seinen sauren oder basischen Charakter. Je mehr Wasserstoff-Ionen in der Lösung sind, umso saurer ist sie. Rund um den Wert 7 ist die Lösung neutral (vgl. Abb. 3). Dies ist auch der Bereich mit den besten Lebensbedingungen der Wasserorganismen. Ist der pH-Wert höher als 7, ist das Wasser basisch, ist der pH-Wert kleiner als 7, ist das Wasser sauer.

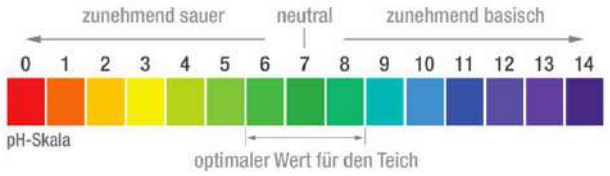


Abb. 3: pH-Richtwert bei Teichwasser, © UBZ

Kohlenstoff

Pflanzen benötigen Kohlenstoff (C) für die Bildung höherer organischer Verbindungen (zB Glukose), also für das Wachstum. Die Hauptkohlenstoffquelle von Unterwasserpflanzen ist Kohlendioxid.

Kohlendioxid ist ein Gas der Luft und im Wasser gelöst. Es wird von den grünen Pflanzen und dem Phytoplankton bei der Fotosynthese in Anwesenheit von Sonnenlicht aufgenommen (Assimilation) und zu Glukose umgebaut. Der Sauerstoff ist dabei ein „Nebenprodukt“ und wird ausgeatmet.

Bei Dunkelheit kehrt sich dieser Vorgang um: Es wird Kohlendioxid auch von den grünen Pflanzen und dem Phytoplankton ausgeatmet (Dissimilation), genau wie es beinahe alle anderen Organismen dauerhaft tun.

Kohlendioxid ist daher für den Teich genauso wichtig wie Sauerstoff!

Kohlenstoff kann auch in anderer Form vorliegen: Als Kohlensäure, Hydrogenkarbonat oder Karbonat.

Kohlensäure bildet sich im Teich automatisch aus Kohlendioxid und Wasser. Kohlendioxid und Kohlensäure zusammen werden als „Freie Kohlensäure" bezeichnet. Freie Kohlensäure können alle grünen Unterwasserpflanzen verwerten.

Die Reaktionsgleichung für Kohlensäure lautet:

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

Kohlendioxid + Wasser ⇌ Kohlensäure

Zerfällt Kohlensäure, in dem sich Wasserstoff-Ionen abspalten, bildet sich zuerst Hydrogenkarbonat (Bikarbonat) und dann Karbonat (Monokarbonat). Hydrogenkarbonat und Karbonat werden zusammen auch als „Gebundene Kohlensäure" bezeichnet. Hydrogenkarbonat kann nur von einigen wenigen Pflanzen verwertet werden.

Je höher der pH-Wert ist, umso mehr Hydrogenkarbonat (HCO_3^-) bzw. Karbonat (CO_3^-) sind vorhanden.

Zusammenhang zwischen Wasserhärte, pH-Wert und Kohlenstoff

Im Zentrum der chemischen Stabilität des Teiches stehen der Kohlenstoff und das Kalzium („Kalk"). Dabei ist es wichtig, das Gleichgewicht zwischen Säuren und Basen stabil und den pH-Wert neutral zu halten.

Säuren und Basen entstehen durch die Tätigkeit der Pflanzen. Werden diese nicht in andere Verbindungen gebracht, wirken sie sich auf den **pH-Wert** aus. Sowohl die Erhöhung als auch das Absinken des pH-Wertes erfolgt ohne Gegenmaßnahmen sehr rasch und kann im Teich zu lebensbedrohlichen Situationen durch Giftbildung führen.

Kalzium hat die Aufgabe, die im Wasser überschüssige Kohlensäure (je nach Fotosyntheseaktivität der Pflanzen) zu binden oder freizugeben. Innerhalb des Wasserkörpers wird dadurch die Säure gepuffert.

Steigt nun beispielsweise in der Nacht der Anteil von Kohlendioxid im Wasser, weil Pflanzen Kohlendioxid ausatmen, so bildet sich eine größere Menge an Kohlensäure. Ist genügend Kalzium im Wasser, so verbindet sich dieses mit der Kohlensäure. Damit hat die Kohlensäure keine Auswirkungen auf das chemische Gleichgewicht des Wassers, der pH-Wert bleibt weitgehend stabil. Ist zu wenig Kalzium vorhanden, sinkt der pH-Wert ab und es droht ein Säuresturz.

Verbraucht die Pflanze tagsüber bei Sonnenschein das Kohlendioxid wieder, so sinkt damit auch der Anteil an Kohlensäure im Wasser. Durch den „Säuremangel" und den damit verbundenen Überschuss an Lauge steigt der pH-Wert an. Das Kalzium hat nun die Aufgabe, seine Verbindung aufzulösen, die Kohlensäure in den Kreislauf zu bringen und damit ein „Gegengewicht" zum Überschuss an Lauge zu bilden.

In einem stabilen Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht laufen diese Vorgänge weitgehend unmerklich für das menschliche Auge ab.

Teiche mit starken Schwankungen des pH-Wertes im Tagesverlauf weisen auf einen Mangel bei der Versorgung mit Kalzium hin.

Das Messen der **Karbonathärte** ist einfach und bringt sofort entscheidende Ergebnisse. Dafür gibt es im Fachhandel entsprechend einfache Probensets. Der optimale Bereich liegt zwischen 6 und 14 °dH.

Ist die **Karbonathärte zu hoch**, erscheint dies auf den ersten Blick nicht allzu tragisch. Allerdings ist bei stark erhöhten Werten auch der pH-Wert erhöht. Dadurch liegt der für die Pflanzen notwendige Kohlenstoff nicht als Kohlensäure vor, sondern als HCO_3^- (Bikarbonat), welches für die Pflanzen deutlich schwieriger zu verarbeiten ist. In Extremfällen bildet sich daraus auch CO_3^- (Monokarbonat), welches

für Pflanzen in direkter Weise gar nicht mehr verfügbar ist. Freie Kohlensäure wird zur Mangelware. Der Kalk setzt sich als weißer Belag auf Oberflächen fest, verstopft eventuell Leitungen und hindert Pflanzen an der Fotosynthese.

Es empfiehlt sich das Aufmischen des Teichwassers mit Regenwasser, die biogene Entkalkung des Zulaufwassers durch ein vorgeschaltetes Pflanzenklärbecken oder das vorsichtige Einhängen von Säcken mit Torf in das Teichwasser. Torf senkt allerdings nicht die Karbonathärte direkt, sondern reichert das Wasser mit Säuren an, wodurch zumindest der pH-Wert etwas gesenkt wird und folglich wieder mehr Kohlensäure zur Verfügung steht.

Ist die **Karbonathärte zu niedrig**, droht ein Säuresturz durch den pH-Wert-Abfall. Die natürlichen Schwankungen durch die veränderten Säure-Basen-Verhältnisse können durch das Fehlen von Kalk nicht abgefangen werden.

Oft reicht es, etwas Teichwasser abzupumpen und den Teich mit hartem Leitungswasser wieder aufzufüllen. Auch die Zugabe von kohlensaurem Kalk oder von Kalksteinen ist möglich. Bei jeder Maßnahme sollte die Karbonathärte regelmäßig gemessen werden. Optimal ist eine Veränderung in der Geschwindigkeit von maximal 1°dH Unterschied pro Tag.

Abb. 4: Wassertestkoffer zur Bestimmung von pH-Wert, Gesamthärte, Karbonathärte, Ammonium/Ammoniak, Nitrat, Nitrit, Phosphat, Eisen und Kupfer; UBZ

Stickstoffverbindungen

Stickstoff ist ein sehr wichtiger Bestandteil der Biomasse. Zusammen mit Kohlenstoff und Sauerstoff bildet er das Ausgangsmaterial für die Bildung von Aminosäuren, welche wiederum die Bausteine für Proteine sind. Innerhalb des Stickstoffkreislaufes liegt er in organischer und anorganischer Form vor und wird laufend umgebaut, je nachdem, welche Verhältnisse gerade im Teich vorherrschen. Grundsätzlich laufen die Prozesse innerhalb des Wasserkörpers im Kreis (vgl. Abb. 5), sofern die Sauerstoffverhältnisse ausgeglichen sind.

Gehen Verbindungen innerhalb des Kreislaufes „verloren“, beispielsweise durch das Abwandern von Tieren, das künstliche Entfernen von Wasserpflanzen oder einen großen Wasserwechsel, kann der Teich über die Stickstofffixierung (s. Seite 7) dieses Defizit an Stickstoff natürlicherweise ergänzen und das Gleichgewicht wieder herstellen.

Kommt es allerdings zu einem Überschuss an Stickstoff durch zB Fütterung der Wassertiere, das Einsetzen von Fischen, das Anpflanzen von vielen Wasserpflanzen, Düngermittel ..., steigt die Gesamtmenge an organischen und anorganischen Verbindungen und somit das Energieniveau im Teich. Biogene Prozesse wie beispielsweise das Pflanzenwachstum werden dadurch beschleunigt, die Aktivität der Konsumenten und Destruenten nimmt zu. Diesen Vorgang nennt man **Anheizen des Systems**.

Solange all diese Prozesse innerhalb des Systems im Gleichgewicht laufen, ist ein hohes Energieniveau unproblematisch. Allerdings steigt damit die Anfälligkeit des Systems: ZB stellt ein trüber Tag im Herbst für einen Teich auf niedrigem Energieniveau kaum ein Problem bei der Sauerstoffversorgung dar, bei einer großen Zahl an Goldfischen jedoch kommt es sehr schnell und unmittelbar zu einer Sauerstoffunterversorgung.

Für einen **ausgeglichenen Stickstoffkreislauf** sind die Sauerstoffverhältnisse und der pH-Wert ausschlaggebend.

Im „Basiskreislauf“ – bei guter Sauerstoffversorgung und einem neutralen pH-Wert – wird das anorganische Nitrat (NO_3^-) von allen grünen Pflanzen als

Nahrung aufgenommen und in den Pflanzenkörper in organischer Form eingebaut. Diese Pflanzen werden von Konsumenten gefressen, wobei auch der organisch gebundene Stickstoff „mitgefressen“ und im Tierkörper verstoffwechselt wird.

Die Ausscheidungsprodukte bzw. das gesamte tote organische Material der Produzenten, der Konsumenten und der Destruenten enthalten organische Stickstoffverbindungen, welche von den Destruenten zu anorganischem Ammonium umgebaut werden.

Ammonium kann nur von sehr wenigen Organismen direkt verwertet werden, weshalb über spezielle Mikroorganismen ein Umbau von Ammonium (NH_4^+) über Nitrit (NO_2^-) zu Nitrat (NO_3^-) erfolgt. Diesen Vorgang nennt man **Nitrifikation**.

Nitrat steht allen grünen Pflanzen wieder als Nahrung zur Verfügung und der Kreis schließt sich.

Zusätzlich können bestimmte stickstofffixierende Mikroorganismen elementaren Stickstoff aus der Luft binden und in Ammonium umwandeln. Auf diese Weise kommt es zu einer Stickstoffanreicherung im Kreislaufsystem des Teiches. Diesen Vorgang nennt man **Stickstofffixierung**.

Bei Sauerstoffmangel (oder auch bei einem Fehlen der entsprechenden Mikroorganismen) ist dieser allgemeine Stickstoffkreislauf jedoch etwas anders. Ammonium bzw. Nitrit und Nitrat werden bei der **Denitrifikation** in elementaren Stickstoff (N_2) umgewandelt, welcher an die Atmosphäre abgegeben wird. Dadurch kommt es im System des Teiches zu einem Stickstoffverlust.

Bei pH-Werten im alkalischen Bereich bildet sich anstelle von Ammonium Ammoniak (NH_3), welches ein sehr starkes Gift ist. Die Konzentration des Ammoniaks erhöht sich mit steigenden pH-Werten.

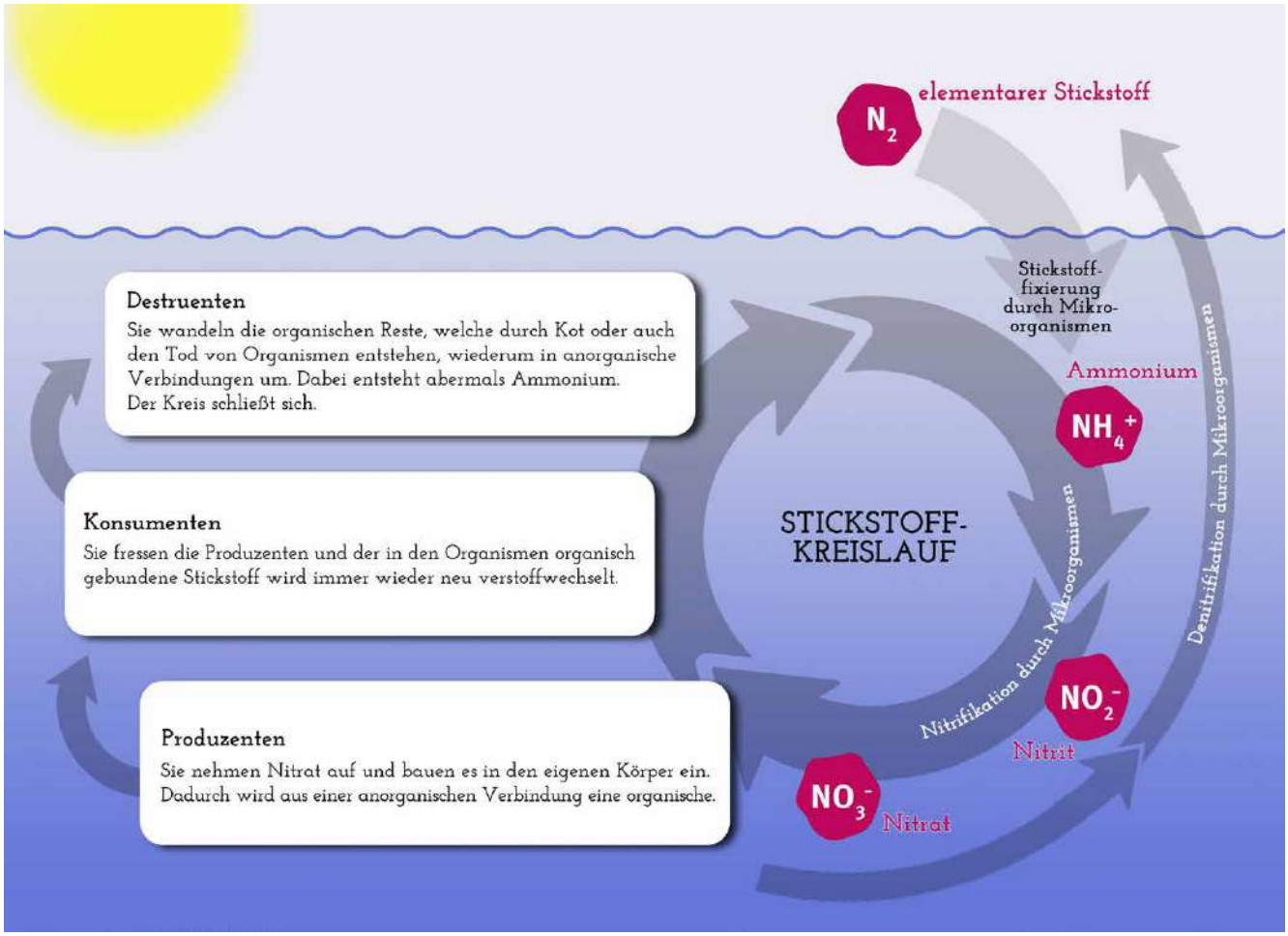


Abb. 5: Stickstoffkreislauf im Wasser; © UBZ

Phosphorverbindungen

In ungedüngten Gewässern kommen gelöste organische und gelöste anorganische Phosphorverbindungen kaum vor. Auch der Anteil an organischem gelöstem Phosphat (in Organismen und abgestorbenem tierischen und pflanzlichen Material) ist gering.

Der natürliche Eintrag erfolgt grundsätzlich über Niederschläge, über Abschwemmungen der umliegenden Böden und eventuell über hineinfallendes organisches Material (Äste, Blätter …). Der tatsächlich messbare Phosphor ist in der Regel jedoch gering, weil die vorhandenen Mengen sofort wieder verstoffwechselt werden. Phosphor wird deshalb oft als Minimumfaktor im Gewässer betrachtet, der Stoffkreisläufe entsprechend langsam ablaufen lässt.

Phosphor ist allerdings trotz seiner geringen Mengen ein sehr wichtiger, geradezu existentieller Bestandteil der Abläufe im Teich.

Wichtig dabei ist **Orthophosphat** (PO_4^{3-}), also die anorganische Fracht des Phosphors. Dies ist jene Verbindung, welche direkt von den grünen Pflanzen und Algen als Nährstoff aufgenommen werden kann. Der größte Anteil davon bleibt ständig in den oberen Wasserschichten und wird unmittelbar von den grünen Pflanzen und Algen verbraucht.

Phosphat lagert sich allerdings auch an feine Partikel an und sinkt dann an den Grund. Dort bleibt es beispielsweise als Eisenphosphat liegen und wird dadurch dem Nährstoffkreislauf entzogen (Eisenfalle). Dies ist ein natürlicher Vorgang in der Teichchemie, wodurch dem Teich allerdings einiges an Phosphor entzogen wird.

Abb. 6: Nährstoffeintrag über Falllaub; UBZ

Bei Sauerstoffmangel allerdings löst sich diese Verbindung und das Phosphat gelangt wieder in den Kreislauf. Begünstigt wird dies zusätzlich durch eine entsprechende Bewegung des Wasserkörpers mit Volldurchmischung, die auch in die unteren Teichzonen reicht und bisher isolierte untere Wasserschichten an die Oberfläche bringt. Beispielsweise während der Herbstzirkulation kann diese Anreicherung durch Phosphate in den oberen Wasserschichten bei gleichzeitigem Sauerstoffmangel und geringen Tageslichtmengen das Kippen des Teiches begünstigen. Die Algenproduktion wird durch die plötzlich vorhandenen Nährstoffmengen (vgl. Abb. 6) zuerst regelrecht angeheizt, wodurch auch kurzfristig die Sauerstoffproduktion erhöht wird.

Allerdings reichen die Sonnenstunden nicht aus, diese zusätzlichen Algen in den dunklen Stunden ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen. Die Algen sterben und lösen gegebenenfalls ein Massensterben aller Organismen aus.

Phosphor ist bei ausreichender Sauerstoffversorgung im Teich eher unauffällig. Bei einer Überdüngung und bei Sauerstoffmangel kann Phosphor allerdings ein Auslöser des Kippens sein.

Umso wichtiger ist es, einen zusätzlichen Eintrag von Phosphor zu verhindern. Dies gelingt, indem man organisches Material so weit wie möglich entfernt und auch die Erosion von Bodenflächen aus der Umgebung in den Teich verhindert.

Gifte

In einem stabilen Teich kommt es sehr, sehr selten zur Bildung von giftigen Verbindungen. Sobald allerdings der Teich aus dem Gleichgewicht gerät, können sich durch chemische Veränderungen ursprünglich vollkommen ungiftige Stoffe zu giftigen Verbindungen verändern.

Ammoniak
Ammoniak (NH_3) entsteht in basischer Umgebung aus Ammonium (NH_4^+), einer Stickstoffverbindung, welche beim Abbau von organischer Substanz zu anorganischer Substanz entsteht. Ammonium wird durch spezielle Mikroorganismen wiederum zu Nitrat verwandelt, welches ein Nährstoff für Pflanzen ist.

Je höher allerdings der pH-Wert steigt, umso mehr Ammoniak bildet sich aus Ammonium. Bei einem pH-Wert von ca. 7 findet man im Gewässer fast nur Ammonium. Bei steigendem pH-Wert bildet sich zunehmend Ammoniak. Bei einem pH-Wert von 9 wird bereits rund 30 % Ammonium umgesetzt und bei einem pH-Wert ab 10,5 schließlich das gesamte Ammonium zu Ammoniak verwandelt.

Ammoniak ist ein giftiges Gas, das sehr gut wasserlöslich ist. Auf Wasserorganismen wirkt es sowohl von außen als auch von innen. Fische scheiden Ammoniak aus. Dies kann allerdings nur mit einem entsprechenden Konzentrationsgefälle zwischen dem Fischkörper und dem umgebenden Wasser erfolgen. Ist die Ammoniakkonzentration im Wasser zu groß, kann der Fisch das Gas nicht mehr an das Umgebungswasser abgeben und vergiftet sich selbst.

Ammoniak im Umgebungswasser wirkt jedoch auch direkt auf die Schleimhäute und die Kiemen ein. Die Kiemen sind dann geschwollen, verschleimt und schließlich so sehr geschädigt, dass sie absterben (Kiemennekrose). Ab ca. 0,02 mg/l NH_3 kommt es zu einer weitreichenden Schädigung, 0,5 bis 1 mg/l sind akut toxisch.

Um die Bildung von **Ammoniak** zu vermeiden, darf der pH-Wert nicht über den Wert 7 steigen. Bei einer basischen Umgebung hängt die Konzentration von Ammoniak direkt vom pH-Wert und der Menge an Ammonium im Wasser ab.

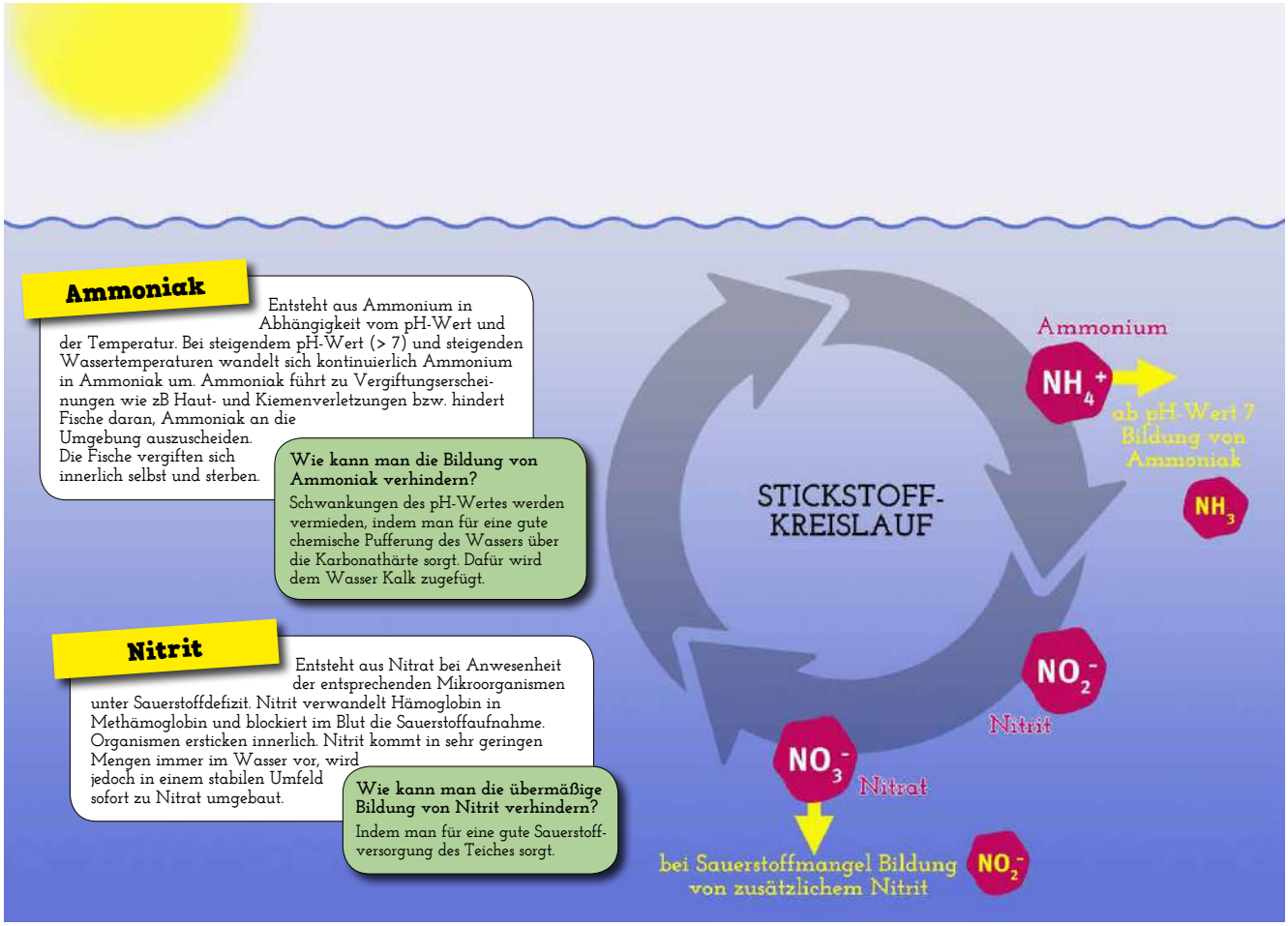


Abb. 7: Entstehung von Giften im Teichwasser; © UBZ

Wichtig für stabile Verhältnisse sind demnach eine gute Pufferung des Wassers über das Kalzium und generell eine niedrige Konzentration bei den anorganischen Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrat).

Nitrit
Nitrit wird zum Problem, wenn einerseits hohe Nitratwerte im Wasser vorliegen und es gleichzeitig zum Sauerstoffmangel kommt bzw. die entsprechenden Mikroorganismen für die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat nicht vorhanden sind. Dann wird in einem erhöhten Ausmaß Nitrit gebildet. Werte über 0,1 mg/l Nitrit stellen für die Lebewesen im Teich eine Gefahr da.

Rasche Abhilfe schafft bei der Gefahr einer **Nitritvergiftung** ein vorsichtiger Wasserwechsel.

Nitrit (NO_2^-) ist ein Zwischenprodukt bei der Umwandlung von Ammonium (NH_4^+) zu Nitrat (NO_3^-). Diese Umwandlung erfolgt mithilfe von Mikroorganismen. Während Nitrat an sich keine unmittelbare Gesundheitsgefährdung darstellt, ist Nitrit durchaus bedeutsam. Nitrit blockiert die Sauerstoffaufnahme im Blut und führt zu innerer Erstickung der Organismen.

Fische im Teich

Fische – allen voran die bunten Goldfische – sind beliebte Bewohner in kleinen Teichen. Goldfische sind robuste, gesellige und sehr unaufgeregte Tiere, die auch mit schwierigen Umweltbedingungen meist recht gut zurechtkommen. Steigt die Anzahl der Tiere über ein erträgliches Maß, werden sie jedoch zur existentiellen Belastung für den Teich.

Abb. 8: Goldfische im Teich; UBZ

Karpfenfische (Karpfen, Goldfische, Giebel …) vermehren sich bei normalen Umweltbedingungen schnell und bilden aufgrund ihrer Körperform und -größe einen großen Anteil der tierischen Biomasse. Je höher die Wassertemperatur ist (bis ca. 25°C), umso aktiver werden sie.

Sie fressen effizient tierische und pflanzliche Bestandteile, verstoffwechseln rasch, atmen intensiv und wühlen am Bodengrund. Sie produzieren große Mengen an Kot, welcher von den Destruenten (Bakterien, Pilze) abgebaut werden muss. Gleichzeitig steht den Produzenten durch die laufenden Abbauprozesse eine immer größere werdende Menge an Nährstoffen zur Verfügung.

Wer den Schulteich auf einem niedrigen Energieniveau halten möchte, verzichtet auf Fische. Sollten sich trotzdem Fische im Teich ansiedeln, sollten diese so rasch wie möglich mittels Reusen entfernt werden.

Altersbedingte Veränderungen

Ein Schulteich ist ebenso wie jedes andere stehende Gewässer natürlichen Veränderungen unterworfen. In der Regel wird der Teich einmalig geplant und angelegt. In den folgenden Jahren wird er zwar gepflegt und umgestaltet, es erfolgt jedoch kein „Neustart“, bei welchem der gesamte Wasserkörper entleert und die Pflanzen und Tiere getauscht werden. Die Organismengemeinschaften bleiben über Jahre oder sogar Jahrzehnte weitgehend ident.

Veränderungen erfolgen in der Regel langsam und in erster Linie über die Pflanzengemeinschaften. Die zu Beginn kleinen Bestände aus Schilfrohr, Rohrkolben und Teichrosen beginnen die gesamte Uferlinie zu bewachsen und ragen mitunter weit in die freie Wasserfläche hinein. In Extremfällen kann der gesamte Wasserkörper zuwachsen.

Daraus ergibt sich ein hoher Eintrag an organischem Material, welches sich am Teichboden absetzt. Der Schlick am Grund wird Schicht für Schicht überdeckt und es kommt zu sauerstoffzehrenden Prozessen. Der Teich wird seichter und vor allem für kleine, seichte Gewässer besteht die Gefahr der Verlandung.

All diese Prozesse sind grundsätzlich natürliche Vorgänge – auch natürliche kleine stehende Gewässer verlanden. Manchmal bleibt von einem ehemaligen Teich nach vielen Jahren nur mehr ein nasser Bereich in einer Wiese übrig. Es gilt hier allgemein die Regel: Was (von außen) in das System gelangt, bleibt im System. Ein Teich ist keine Badewanne, welche man nach Belieben befüllt und entleert.

Der Schulteich ist ein künstlich angelegtes, in der Regel eher kleines Stillgewässer, welches mitunter über Jahrzehnte hinweg das Schulgelände mitgestaltet.

Alterungsprozesse sind ein normaler, letztlich nicht abwendbarer Vorgang. Die Aufgabe der verantwortlichen Personen ist es, diesen Alterungsprozess bestmöglich zu begleiten und dafür zu sorgen, dass die biotischen und abiotischen Faktoren im Teich zueinander im Gleichgewicht stehen, die Lebensqualität der Organismengemeinschaften gegeben ist und der Teich über seine gesamte Lebenszeit ein wertvoller Kleinlebensraum bleibt.

Für den Schulteich ist es sinnvoll, den Alterungsprozess zu verlangsamen, indem organisches Material so gut wie möglich entfernt wird. Das fachgerechte Schneiden der Wasserpflanzen, das Abfangen von Falllaub durch Netze und das gelegentliche Entfernen von Ästen sollten jährliche Rituale der **Instandhaltung** sein. Damit ist die Gefahr für sauerstoffzehrende Prozesse am Teichboden deutlich verringert.

Warum ein Teich kippt

Das Ende ist bekannt: Der Teich hat sich innerhalb weniger Tage – manchmal auch innerhalb weniger Stunden – in eine braune, blubbernde Kloake verwandelt. Tote Tiere treiben an der Oberfläche, der Gestank ist unerträglich und die Aufregung groß. Was ist passiert?

Die Ursache ist fast immer **Sauerstoffmangel**. Zu viele Sauerstoffverbraucher stehen zu wenigen Sauerstoffproduzenten gegenüber. Die Organismen ersticken, beginnend normalerweise mit den Konsumenten.

Darüber hinaus reagieren einige anorganische Verbindungen auf das Fehlen von Sauerstoff und einen hohen pH-Wert, indem sie sich umbauen und giftige Verbindungen bilden.

Das Kippen eines Teiches kann in zwei Phasen ablaufen:

In der ersten Phase sterben meist jene Konsumenten mit einem hohen Sauerstoffbedarf. In der Regel sind dies Fische oder Amphibien.

In der zweiten Phase bricht das Gleichgewicht vollständig zusammen. Der Teich kippt.

Teilweise gelingt es durch Sofortmaßnahmen, das vollständige Kippen des Teiches zu verhindern.

Phase 1: Sterben der Konsumenten
Die Konsumenten sind duch den Sauerstoffmangel stark gestresst oder sterben. Sollten Fische im Teich sein, erkennt man den Sauerstoffstress sehr einfach, da die Tiere an der Wasseroberfläche nach Luft schnappen. Ansonsten ist darauf zu achten, ob beispielsweise andere tote Tiere am Teichboden oder am Ufer zu sehen sind. In der Regel sind die Algen in diesem Stadium noch am Leben. Sprich: Das Wasser hat noch eine grüne Farbe.

Sofortmaßnahmen:

- Zufuhr von Sauerstoff durch das Einleiten von Frischwasser
- Abpumpen von Teichwasser
- Zufuhr von Sauerstoff durch eine Umwälzpumpe
- Abfischen und Fremdunterbringung der Fische
- Entfernen der toten Tiere

Phase 2: Vollständiges Kippen des Teiches
In dieser Phase kommt es zu einem Totalsterben und das Gleichgewicht im Teich bricht vollständig zusammen. Eventuell gerade noch überlebende Tiere sind derart schwer verletzt, sodass sie trotz der Entfernung aus dem Teich verenden.

Sofortmaßnahmen:

- entfernen der toten Tiere,
- abpumpen des Teichwassers und versickern lassen auf großen natürlichen Bodenflächen;
- anschließend muss eine Komplettsanierung erfolgen.

Teich im Gleichgewicht – wichtige Punkte im Überblick

- Je größer das Wasservolumen ist, umso stabiler sind die Verhältnisse.
- Je tiefer der Teich ist, umso sicherer ist er als Winterquartier.
- Je vielfältiger die Strukturen sind, umso besser gelingt es, Klein- und Kleinstlebensräume zu gestalten.
- Fische (zB Goldfische) oder andere größere Tiere (zB Enten) haben im Teich nichts verloren.
- Organisches Material (Blätter, Äste, höhere Pflanzen wie Schilfrohr, Rohrkolben usw.) sollten regelmäßig entfernt werden (jährliche Herbstpflege).
- Das Abschwemmen von organischem Material aus der Umgebung in den Teich hinein muss unbedingt vermieden werden.
- Ein gesunder Bestand an Unterwasserpflanzen sichert die Sauerstoffversorgung.
- Wasserwerte sollten regelmäßig gemessen werden (zu Beginn 1x/Woche).
- Zulaufwasser als Ersatz für die Verdunstung muss grundsätzlich den chemischen und pysikalischen Bedingungen im Teich entsprechen.
- Der Sauerstoffgehalt sollte regelmäßig – vor allem im Herbst in der Früh – gemessen werden.
- Ein stabiles Ökosystem Teich braucht keine Versorgungstechnik (Pumpen, Filter).

Verwendete Quellen und Links

Lampert, W. & Sommer, U. (1993). *Limnoökologie*. Stuttgart: Thieme.

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) (Hrsg.). *Nitrat und Nitrit*. Wien. Verfügbar unter: https://www.ages.at/mensch/ernaehrung-lebensmittel/rueckstaende-kontaminanten-von-a-bis-z/nitrat-und-nitrit [16.12.2022].

Schäperclaus, W. & v. Lukowicz, M. (Hrsg.) (1991). *Lehrbuch der Teichwirtschaft*. Berlin: Parey.

Schlagenhaufer, C. (Hrsg.) (2022). *Wasserflöhe – Cladocera – Daphnien*. Ingolstadt. Verfügbar unter: http://kakerlakenparade.de/daphnia.html [08.08.2022].

WESO Software GmbH (Hrsg.). *Fischkrankheiten: Kiemennekrose (KN)*. Ginsheim-Gustavsburg. Verfügbar unter:https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/krankheiten/krankheiten.php?krankheit=kiemennekrose [6.12.2022].

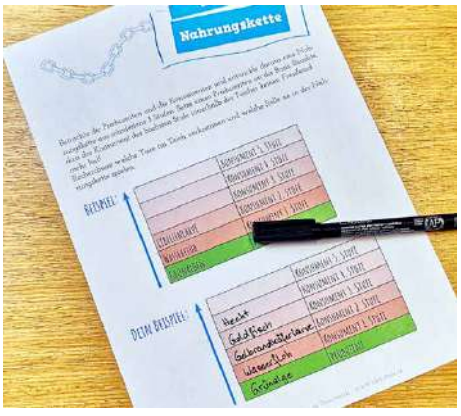
Wikipedia – Die freie Enzyklopädie (2022). *Daphnien*. San Francisco. Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Daphnien [22.1.2023].

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie (2022). *Ammoniak*. San Francisco. Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Ammoniak [6.12.2022].

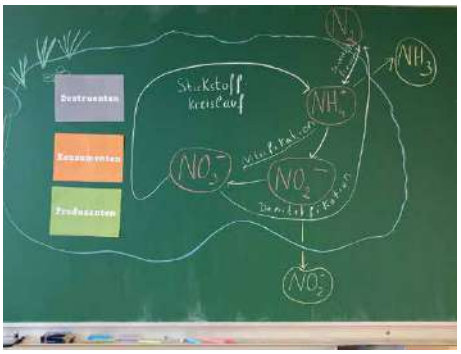
Didaktische Umsetzung

Für den Einstieg ins Thema besorgt die Lehrperson eine Wasserprobe vom Teichboden. Diese Probe wird zu Beginn der Stunde den Schüler:innen als Riechprobe angeboten, mit dem Hinweis, dass es sich hierbei um Teichwasser handelt, das plötzlich zu stinken begonnen hat.

Nach einer kurzen Einführung und Wiederholung ins Thema „Ökosystem Teich“ werden Schritt für Schritt gemeinsam die Wechselbeziehungen und Kreisläufe im Teich betrachtet. Zur Festigung und Vertiefung wird den Schüler:innen ein Arbeitsheft ausgeteilt, welches passend zur fachlichen Information durch die Lehrperson im Zweierteam selbstständig ergänzt wird. Dem Arbeitsheft ist auch ein Arbeitsauftrag für Beobachtungen am Teich beigefügt, welcher in Folge als Exkursion zu einem außerschulischen Lernort durchgeführt werden kann.

Inhalte	Methoden
Einführung ins Thema	**35 Minuten**
Gemeinsam werden die biotischen Faktoren und deren Zusammenspiel im stehenden Gewässer erarbeitet.  	Material faulig riechende Wasserprobe, blaue Kreide, Magnete/Klebeband Internet, evtl. Bestimmungsliteratur, Beilage „Wort- und Textkarten: Biotische Faktoren“, Beilage „Bildkarten: Wasserlebewesen“, Beilage „Tafelbild: Biotische Faktoren – Lösung“ Beilage „Arbeitsheft: Wechselbeziehungen – Ökosystem Teich“ Vorbereitung: Die Lehrperson besorgt eine Wasserprobe. Dazu entnimmt sie am Teichboden Wasser mit Bodensubstrat. Diese wird entsprechend riechen, evtl. auch muffeln. Die Wasserprobe wird als Einstieg in der Klasse herumgegeben, um daran zu riechen. Gemeinsam werden Erklärungen für den Geruch gesucht: • Warum riecht die Probe so? • Wie ist das Ökosystem Teich aufgebaut? • Welche Wechselbeziehungen gibt es? Zur Veranschaulichnung zeichnet die Lerperson mit blauer Kreide einen Teich auf die Tafel und heftet die Wortkarten „Produzenten“, „Konsumenten“ und „Destruenten“ in die Mitte des Gewässers. Die Schüler:innen ordnen den Wortkarten die entsprechenden Text- und Bildkarten zu und fixieren diese ebenso an der Tafel. Im gemeinsamen Gespräch werden die einzelnen Aufgaben der Prodzuenten, Konsumenten und Destruenten näher besprochen. Die Lehrperson teilt die Arbeitshefte aus. Die Schüler:innen versuchen nun im Zweierteam, die Fragen zum Stoffkreislauf auf Seite 2 und 3 schriftlich zu beantworten. Nach einer kurzen Zusammenfassung des Gelernten bekommen die Schüler:innen die Aufgabenstellung zu recherchieren, welche Tiere im Teich vorkommen und welche Rolle diese in der Nahrungskette spielen. Wie im Arbeitsheft auf Seite 5 angegeben, gilt es unterschiedliche Nahrungsketten aus mindestens 3 Stufen zu bilden, welche im Anschluss präsentiert werden.

Stickstoffkreislauf: Ammonium, Nitrat und Nitrit	10 Minuten
Die Schüler:innen erhalten einen Überblick über den Stickstoffkreislauf und welche Aufgaben dabei die Produzenten, Konsumenten und Destruenten haben. 	Material blaue, rote und weiße Kreide Um ein Verständnis für die Abläufe im Stickstoffkreislauf zu bekommen, skizziert die Lehrperson einen Wasserkörper an die Tafel und zeichnet den Eintrag elementaren Stickstoffs (N_2) von außen ins Wasser ein. Mögliche im Wasser vorkommende Stickstoffverbindungen wie Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-) und Nitrat (NO_3^-), werden ebenfalls der Skizze beigefügt und die Begriffe „Stickstofffixierung“, „Nitrifikation“ und „Denitrifikation“ im Klassenverband besprochen. Vertiefende Fragen zu den Abläufen geben einen Überblick über die Aufgaben innerhalb des Stickstoffkreislaufes: • Wie wird das Nitrat wieder zu Ammonium? • Wer ist daran beteiligt? • Wo versteckt sich der Sauerstoff? • Was machen die Produzenten, Konsumenten und Destruenten? • Können Tiere Nitrat als Nahrung direkt verwerten bzw. aufnehmen? Zur Festigung dieser komplexen Abläufe beschreiben die Schüler:innen im Arbeitsheft auf Seite 9 in der Abbildung die Rolle der Produzenten, Konsumenten und Destruenten näher.
Was passiert mit unseren Ausscheidungen?	**15 Minuten**
Die Schüler:innen recherchieren zu den Themen „Kläranlage“ und „Pflanzenkläranlage“.	Material kein weiteres Wie Goldfische Kot und Ammoniak ausscheiden, hinterlassen auch wir Menschen Urin/Harnstoff und Kot. Dadurch verliert unser Körper Stickstoff in organischer Form. Die Schüler:innen überlegen, welchen Weg der Stickstoff nimmt, bis er wieder in anorganische Form umgebaut wird, und recherchieren dazu auf Seite 10 zu den Themen „Kläranlage“ bzw. „Pflanzenkläranlage“. Die Ergebnisse werden im Anschluss besprochen.
Gifte im Teich	**10 Minuten**
Aus harmlosen Verbindungen können die Gifte Ammoniak und Nitrit entstehen.	Material gelbe Kreide, Wasserprobe Die Lehrperson hält die mitgebrachte Wasserprobe hoch und erklärt, dass sich darin vermutlich Stickstoff in Form von Ammonium bzw. Nitrat befindet. Das ist ganz normal und unbedenklich. Aber unter besonderen Umständen wird das Wasser so giftig, dass alle Organismen sterben.



Verantwortlich dafür sind die abiotischen Faktoren pH-Wert und Sauerstoffgehalt.

- Bei steigenden Wassertemperaturen und einem steigenden pH-Wert (> 7) wandelt sich Ammonium in Ammoniak um.
- Nitrit entsteht unter Sauerstoffdefizit bei Anwesenheit entsprechender Mikroorganismen aus Nitrat.

Für ein besseres Verständnis werden potentielle Bereiche entgleitender Prozesse mit gelber Kreide in der Tafelskizze eingezeichnet.

Die Schüler:innen diskutieren, wie die Bildung von Ammoniak und eine übermäßige Bildung von Nitrit verhindert werden könnte.

Richtig oder falsch

Die Schüler:innen testen ihr Wissen über Wechselbeziehungen im Teich.

Material
keine weiteren

Zur Festigung der besprochenen Inhalte wird der Auftrag „Fake news“ im Arbeitsheft (Seiten 12-13) ausgeführt:
Die Schüler:innen überprüfen Aussagen in Bezug auf die Kriterien für einen Teich im ökologischen Gleichgewicht und kennzeichnen „richtige“ und „falsche“ Ausagen.

Lösung richtig: 2, 3, 5, 9, 11, 14, 15, 16, 18, 22, 23
Lösung falsch: 1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 19, 20, 21, 24

Besprechung der Ergebnisse

Das Gelernte wir noch einmal gemeinsam zusammengefasst.

Material
keine weiteren

Zum Abschluss der theoretischen Einheit werden die Fragestellungen des Arbeitsheftes besprochen.
Wurden zu allen Fragestellungen Antworten gefunden?

Teich-Check - Arbeit am Gewässer

Die Schüler:innen nehmen das Ökosystem Teich in Form eines Lehrausgangs praktisch unter die Lupe.

Material
Beilage „Arbeitsheft: Wechselbeziehungen – Ökosystem Teich“, Smartphone, evtl. Bestimmungsliteratur, Binokulare, Mikroskope, Lupen, Leitfähigkeitsmessgerät, Temperaturmessgerät, Sauerstoffmessgerät, Tests für chemische Parameter, Küchensieb, Pinsel

Basierend auf den theoretischen Input im Fachunterricht bietet es sich an, das theoretische Wissen auch direkt am Teich anzuwenden.

Egal ob ein Teich am Schulgelände ist, oder ob eine Exkursion zu einem stehenden Gewässer erforderlich ist, das praktische Arbeiten an außerschulischen Lernorten ist nicht nur aus naturwissenschaftlicher Sicht ein Gewinn.

Die Schüler:innen arbeiten in Kleingruppen und versuchen die Aufgabenstellungen im Arbeitsheft (Seite 14-18) zu lösen.

- Sieh dich am Teich genau um und dokumentiere den Ist-Zustand des Teiches und seine Umgebung.
- Welche Beispiele für Produzenten, Konsumenten und Destruenten kannst du finden? Versuche diese so genau wie möglich zu bestimmen. Nutze optische Geräte wie Lupen, Binokulare, Mikroskope sowie Bestimmungs-Apps.
- Wenn möglich, überprüfe das Wasser durch chemische und physikalische Untersuchungen und trage diese Werte im Erhebungsbogen ein.
- Welche Anzeichen für ein gutes Gleichgewicht des Teiches konntest du erkennen?

Im gemeinsamen Abschlussgespräch werden die Kreisläufe und Prozesse nochmals wiederholt und der „Teich-Check“ besprochen.

Beilagen

- ► Wort- und Textkarten: Biotische Faktoren
- ► Arbeitsheft: Wechselbeziehungen – Ökosystem Teich
- ► Bildkarten: Wasserlebewesen
- ► Tafelbild: Biotische Faktoren – Lösung

Weiterführende Themen

- ► Ökosystem See
- ► Fließgewässer
- ► Umgang mit optischen Geräten
- ► Heimische Fische und ihre Lebensräume
- ► Fische sezieren
- ► Pflanzen an stehenden Gewässern

Weiterführende Informationen

Stundenbilder

Unser kostenloses Angebot umfasst über 170 Stundenbilder zu verschiedenen Umweltbildungsthemen und kann nach einer einmaligen Registrierung genutzt werden. *www.ubz.at/stundenbilder*

Weiterführende Stundenbilder ab der 9. Schulstufe sind zB:

- **Fische sezieren**
  Haben Fische eine Lunge? Wozu dient die Schwimmblase? Haben Fische Zähne?
- **Umgang mit optischen Geräten**
  Wie funktioniert ein Binokular? Wie groß kann ein Mikroskop vergrößern?
  Wie gestalte ich naturwissenschaftliche Skizzen?
- **Das geheime Leben des Wasserflohs**
  Kann man Wasserflöhe mit freiem Auge entdecken? Wie bewegen sie sich fort? Wie kann man bestimmen, in welchem Entwicklungsstadium sie sich befinden?

Literatur

Untergasser, D. (2006). *Krankheiten der Aquarienfische: Diagnose und Behandlung. Extra: Krankheiten der Gartenteichfische*. Stuttgart: Kosmos.

Noch Fragen zum Thema?

Dipl.-Päd.in Mag.a Martina Krobath, BEd
Telefon: 0043-(0)316-835404-5
martina.krobath@ubz-stmk.at

Dr.in Nicole Prietl
Telefon: 0043-(0)316-835404-7
nicole.prietl@ubz-stmk.at

Das Land Steiermark

WASSERLAND STEIERMARK

www.ubz.at

Produzenten

Konsumenten

Destruenten

betreiben Fotosynthese

atmen Kohlendioxid ein und Sauerstoff aus

brauchen Sonnenlicht

produzieren höhere Kohlenstoffverbindungen

produzieren organisches Material

atmen Sauerstoff ein

atmen Kohlendioxid aus

produzieren organisches Material

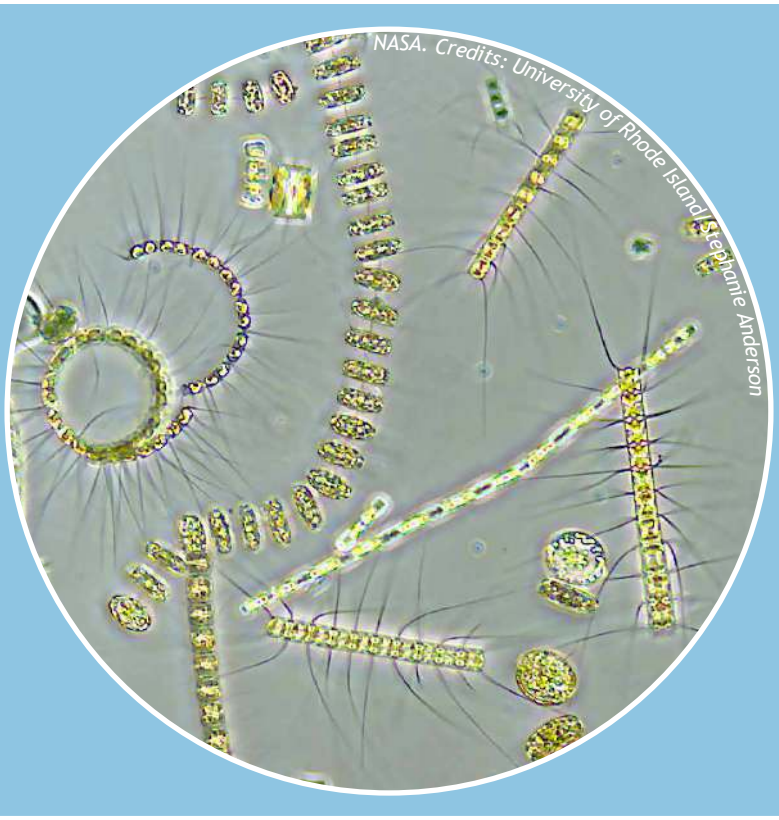
bilden eine Nahrungskette

atmen Sauerstoff ein

atmen Kohlendioxid aus

produzieren organisches Material

bauen organisches Material zu anorganischem um



Phytoplankton

Unterwasserpflanzen

Libellenlarve

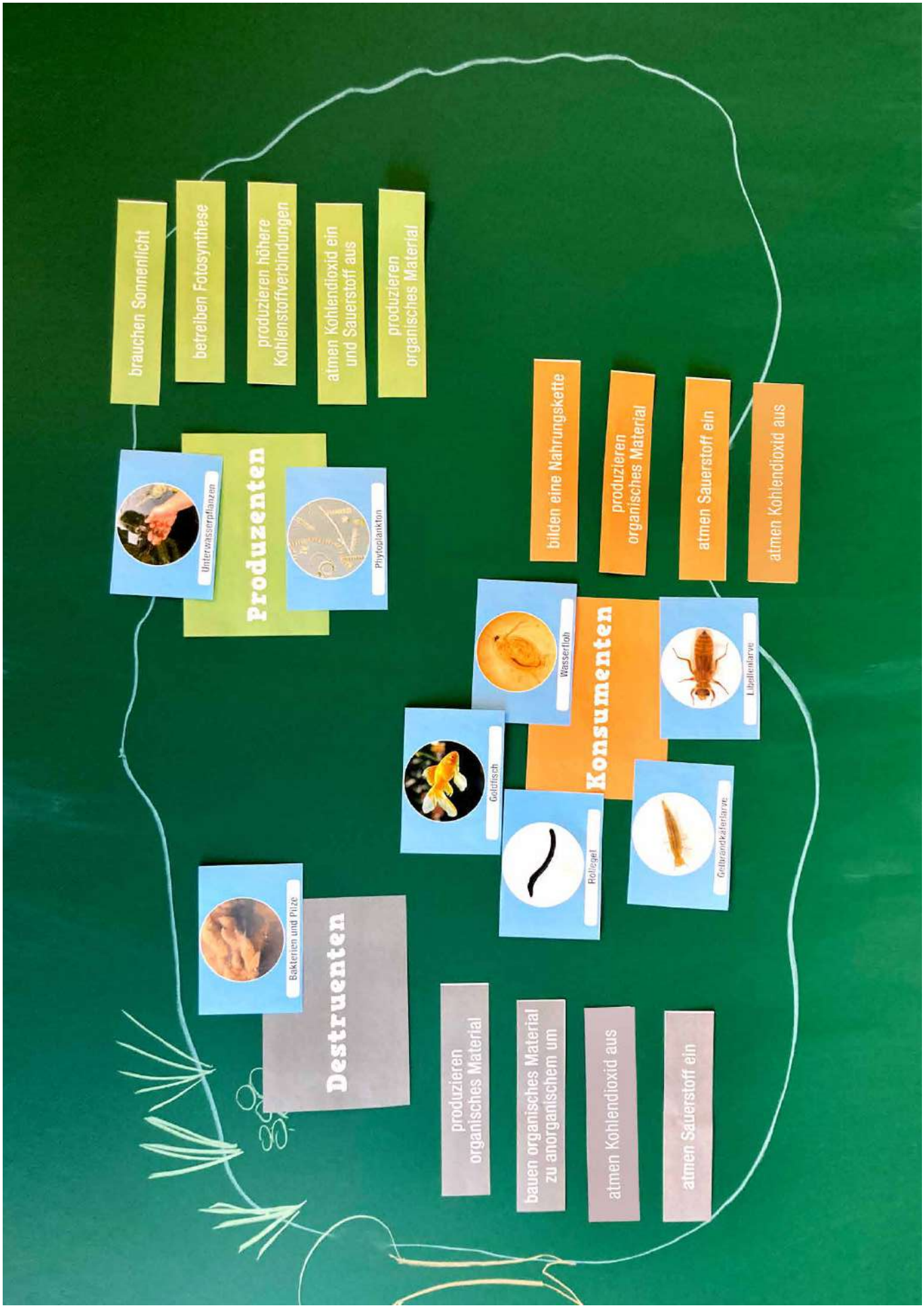
Rollegel

Gelbrandkäferlarve

Bakterien und Pilze

Wasserfloh

Goldfisch


Produzenten
Unterwasserpflanzen
Phytoplankton
brauchen Sonnenlicht
betreiben Fotosynthese
produzieren höhere Kohlenstoffverbindungen
atmen Kohlendioxid ein und Sauerstoff aus
produzieren organisches Material
Konsumenten
Wasserfloh
Goldfisch
Rotegel
Gelbrandkäferlarve
Libellenlarve
bilden eine Nahrungskette
produzieren organisches Material
atmen Sauerstoff ein
atmen Kohlendioxid aus
Destruenten
Bakterien und Pilze
produzieren organisches Material
bauen organisches Material zu anorganischem um
atmen Kohlendioxid aus
atmen Sauerstoff ein