

Fotosynthese und Zellatmung

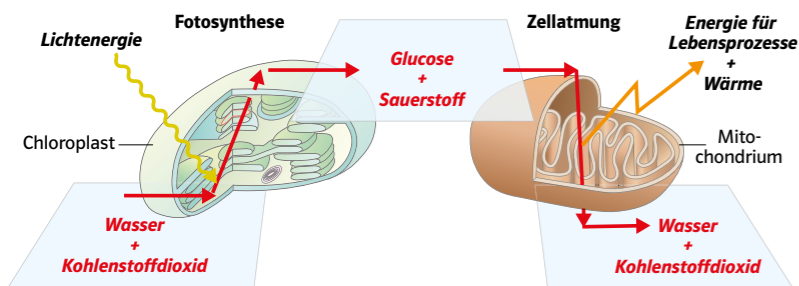


1 Kirschen am Baum

Im Frühjahr bilden Kirschbäume zunächst Blüten. Daraus reifen im Sommer Kirschen heran. Warum schmecken Kirschen süß und woher nehmen die Pflanzen die energiereichen Stoffe für die Bildung der Früchte?

Fotosynthese

Grundlage für die Bildung energiereicher Stoffe und damit für den süßen Geschmack der Früchte ist die *Fotosynthese*. Wie alle Pflanzen benötigt auch der Kirschbaum Wasser und Kohlenstoffdioxid. Über die Spaltöffnungen wird Kohlenstoffdioxid aus der Luft aufgenommen. Wasser nimmt die Pflanze über die Wurzeln im Boden auf. Mithilfe dieser beiden Stoffe ist die Pflanze nun in der Lage, Fotosynthese zu betreiben. Die dafür benötigte Energie stammt vom Sonnenlicht. Mithilfe der absorbierten Lichtenergie erzeugt die Pflanze aus Wasser und Kohlenstoffdioxid Traubenzucker (*Glucose*) und *Sauerstoff*. Dabei wird Lichtenergie in chemische Energie in Form von *Glucose*



2 Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung

umgewandelt. Überschüssige *Glucose* kann die Pflanze in Form von *Stärke* in Speicherorganen speichern und später nutzen.

Warum erscheinen Blätter grün?

Zellen eines Blattes enthalten viele Chloroplasten und diese den grünen Farbstoff *Chlorophyll*. Chlorophyll nimmt fast alle Farbanteile des Lichts auf, bis auf Grün, das reflektiert wird. Daher erscheinen Pflanzen grün.

Die Zellatmung

Für alle Lebensvorgänge benötigen sowohl Pflanzen als auch Tiere Energie. Pflanzen stellen selbst *Glucose* her, während Tiere wie auch Menschen die Energie über die Nahrung zu sich nehmen müssen. Die Zellen nehmen die *Glucose* auf, die daraufhin zu den Mitochondrien, den „Kraftwerken“ der Zelle, transportiert wird. Dort findet dann die Energieumwandlung statt. Weil die Zellen dabei *Sauerstoff* benötigen und *Kohlenstoffdioxid* abgeben, spricht man von *Zellatmung*. Während dieses Prozesses wird Energie freigesetzt, die für die Zelle genutzt werden kann (Abb. 2). Die *Glucose* wird dabei in mehreren Reaktionen gespalten, sodass am Ende nur *Kohlenstoffdioxid* und *Wasser* übrig bleiben.

AUFGABEN >>

- 1 Erläutere mit Abb. 2 die Aussage: „Fotosynthese und Zellatmung sind genau gegenläufige Prozesse“.
- 2 Erläutere, ob die Spaltöffnungen eines Buchenblattes an einem heißen Sommertag eher geöffnet oder geschlossen sind.
- 3 Auch Fleischfresser leben indirekt von Pflanzen. Erkläre diese Aussage.
- 4 Begründe, warum die Blätter der Pflanzen abends mehr *Stärke* aufweisen als morgens.

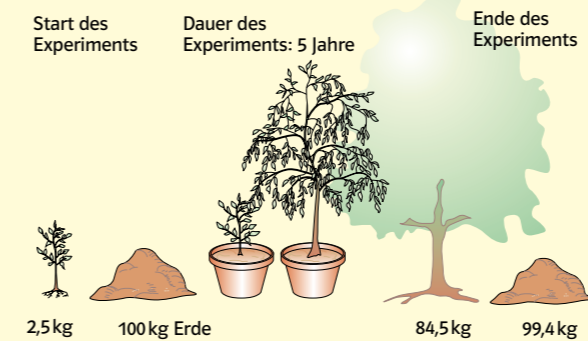
Praktikum

Fotosynthese

Die Fotosyntheseaktivität von grünen Pflanzen lässt sich auch experimentell nachweisen, am einfachsten mithilfe der gebildeten Produkte.

Historisches Wissen zur Fotosynthese

Ab dem Jahre 1640 untersuchte JOHAN B. VAN HELMONT (1580–1644), welches der „Elemente“ Feuer, Wasser, Erde und Luft das Pflanzenwachstum ermöglicht (Abb. 1). Fünf Jahre lang goss er eine kleine Weide nur mit Regenwasser.



1 Van Helmont-Experiment

1771 wies JOSEPH PRIESTLEY (1732–1804) experimentell nach, dass eine Pflanze die Luft in einem Gefäß „auffrischen“ kann (Abb. 2).



2 Priestley-Experiment

AUFGABEN >>

- 1 VAN HELMONT kam zu folgendem Ergebnis: „169 Pfund Holz, Rinde und Wurzeln entstanden aus Wasser allein.“ Beurteile diese Erkenntnis des 17. Jahrhunderts aus heutiger Sicht.
- 2 Erläutere die Beobachtungen PRIESTLEYS und beurteile, ob seine Aussage zur Luftverbesserung stimmt.

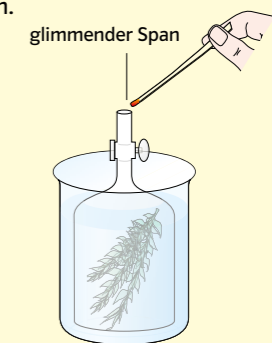
👤 Sauerstoffnachweis

Material

Wasserpest (mehrere Sprosse), großes Becherglas, Wasser, Indigoblau (farblos, reagiert mit *Sauerstoff* blau), Lampe oder Tageslichtprojektor, Glastrichter mit Hahn, Glimmspan, Streichhölzer

Durchführung

- a) Lege die Wasserpest ins wassergefüllte Becherglas. Gib einige Tropfen Indigoblau hinzu und beleuchte die Pflanze. Beobachte wenige Minuten.
- b) Langzeitversuch: Stülpe den geschlossenen Trichter so über die Wasserpest, dass keine Luftblasen enthalten sind (Abb. 3). Beleuchte einen Tag lang intensiv. Prüfe, ob es sich bei dem entstandenen Gas um *Sauerstoff* handelt, indem du die Glimmspanprobe durchführst: Zünde einen Span an, blase über das Ausströmloch. Öffne den Hahn und lass das Gas entweichen.



3 Langzeitversuch mit Sauerstoffnachweis

AUFGABEN >>

- 3 Führe die Versuche durch. Protokolliere und deute die Ergebnisse.
- 4 Warum färbt sich Indigoblau bereits am Anfang des Versuchs? Erkläre.

Nebeneinander leben — Koexistenz im Wald

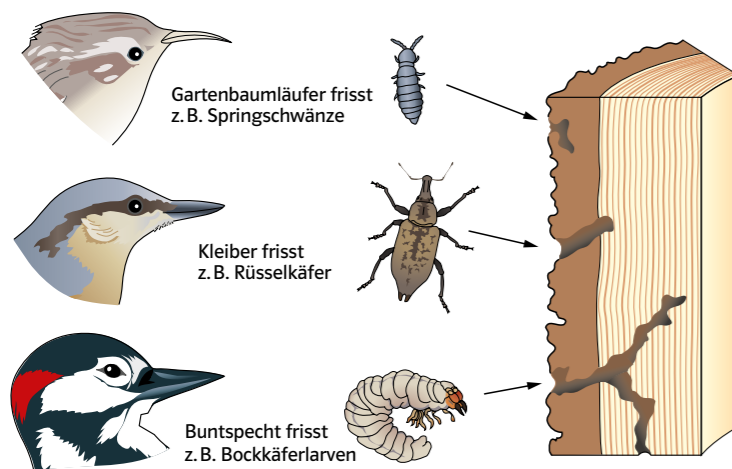


1 Buntspecht, Gartenbaumläufer und Kleiber

Zu den typischen Waldbewohnern der Laub- und Mischwälder in Nordrhein-Westfalen gehören der Buntspecht, der Gartenbaumläufer und der Kleiber. Konkurrieren die drei Vogelarten aufgrund des gleichen Lebensraums dabei miteinander?

Konkurrenz zwischen Arten

Vergleicht man die Nahrungsspektren der drei Vogelarten miteinander, so fällt auf, dass sich alle drei von Insekten und Spinnen ernähren. Sie konkurrieren somit um die gleiche Nahrung, deshalb spricht man auch von *zwischenartlicher* oder *interspezifischer Konkurrenz*.



2 Schnabeltypen und für die Vogelarten erreichbare Beute

Um diese Konkurrenz zu vermeiden, könnte es sein, dass die Vögel an unterschiedlichen Stellen im Wald nach Nahrung suchen. Bei Beobachtungen in der Natur stellt man allerdings fest, dass diese drei Arten an demselben Baumstamm nebeneinander *koexistieren* können. Wie ist das möglich?

Konkurrenzvermeidung

Schaut man sich die Schnäbel der drei Vogelarten an, so fällt auf, dass sich diese in ihrer Form unterscheiden (Abb. 2). Der Buntspecht hat einen meißelartigen Schnabel, mit dem er Spalten in der Borke der Bäume weitet und Löcher hineinhackt. Zudem besitzt er eine lange, mit Widerhaken versehene Zunge, mit der er seine Beute hervorholt. Der Kleiber besitzt ebenfalls einen meißelartigen Schnabel, der allerdings viel kürzer ist. Daher kann er nur kleinere Borkenstücke abschlagen sowie Insekten und Spinnen, die in den schmalen Ritzen der Borke leben, erbeuten. Der Gartenbaumläufer verfügt über einen pinzettenartigen Schnabel, mit dem er nach kleinen Insekten und Spinnen stochert. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit der Schnäbel gelangen die drei Vogelarten jeweils nur an bestimmte Baumbereiche und können demnach nur einen kleinen Teil des gesamten Nahrungsspektrums erbeuten. Dies verringert die Konkurrenz zwischen ihnen, wodurch sie an demselben Baumstamm koexistieren können.

Ökologische Nische

Buntspecht, Gartenbaumläufer und Kleiber sind hinsichtlich ihres Körperbaus und Verhaltens an ihren Lebensraum angepasst. Neben der Nahrung gibt es noch weitere biotische und auch abiotische Faktoren, die für die Tiere von Bedeutung sind (Abb. 3). Die Gesamtheit aller biotischen und abiotischen Faktoren, die auf eine Art einwirken, wird als *ökologische Nische* dieser Art bezeichnet. Man spricht auch von Ansprüchen einer Art an ihre Umwelt.

Konkurrenzausschlussprinzip

Buntspecht, Gartenbaumläufer und Kleiber haben zwar ähnliche Ansprüche an ihre Umwelt, besetzen aber dennoch unterschiedliche ökologische Nischen. Haben zwei Arten allerdings eine identische ökologische Nische, so können sie längerfristig nicht koexistieren. Dieses *Konkurrenzausschlussprinzip* gilt für alle Arten. Über einen längeren Zeitraum hinweg würde die konkurrenzstärkere Art die konkurrenzschwächere verdrängen.

[► Struktur und Funktion]

Steckbrief Buntspecht

Lebensraum
Laub- und Mischwälder mit hohem Eichenanteil, selten Nadelwälder

Brutplatz
selbstgezimmerne Höhlen im Stamm

Nahrung
Insekten, Spinnen und Samen

Steckbrief Kleiber

Lebensraum
Laub- und Mischwälder

Brutplatz
alte Spechthöhlen

Nahrung
Insekten, Spinnen und Samen

Steckbrief Gartenbaumläufer

Lebensraum
Laub- und Mischwälder mit Weide, Eiche, Ahorn

Brutplatz
Nest in Baumspalten oder Astgabeln

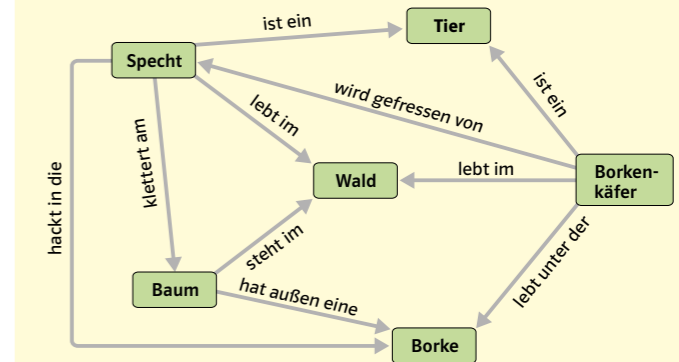
Nahrung
Insekten und Spinnen aus Ritzen der Borke

3 Ausschnitt der ökologischen Nischen

METHODE >>

Begriffsnetz

Ein Begriffsnetz (*Concept-Map*) ist eine bildhafte Darstellung verschiedener Begriffe und ihrer Beziehungen.



Begriffsnetz zum Thema Wald

Vorgehensweise zur Erstellung:

1. Notiere wichtige Begriffe eines Themas auf kleine Zettel, sortiere sie und lege unbekannte Begriffe beiseite.
2. Verteile die Zettel auf einem Blatt und befestige sie.
3. Zeichne Zusammenhänge zwischen Begriffen als Pfeile ein, sie geben die Leserichtung vor.
4. Notiere an jeden Pfeil eine kurze Erläuterung der Beziehung.
5. Ergänze beiseite gelegte oder noch fehlende Begriffe.

AUFGABE >>

Skizziert in der Klasse als Langzeitaufgabe ein Begriffsnetz mit den Wörtern: Biotop, Arten, ökologische Nischen, biotische und abiotische Umweltfaktoren, Konkurrenz, Konkurrenzverringern. Ergänzt fehlende Begriffe.

AUFGABEN >>

- 1 Erkläre die Anpasstheiten von Buntspecht, Gartenbaumläufer und Kleiber an ihren Lebensraum.
- 2 Recherchiere Informationen und erstelle einen Steckbrief für die Schwanzmeise. Beurteile, ob sie als direkter Konkurrent der in Abb. 3 genannten Vogelarten bezeichnet werden kann.

Nebeneinander leben — Koexistenz am See



1 Löffelente (links) und Männchen der Reiherente (rechts)

Auf einem See schwimmen Löffelenten und Reiherenten nebeneinander her und scheinen sich nicht zu beachten.

Dagegen kommt es zwischen Tieren der gleichen Art manchmal zu Aggressionen. Wie lässt sich das erklären?

Nahrungsnischen der beiden Entenarten

Jedes Lebewesen lebt in einem Geflecht aus Wechselbeziehungen der belebten und unbelebten Umwelt. Alle Umweltfaktoren, die eine Art beeinflussen, werden zusammen als ihre *ökologische Nische* bezeichnet. Betrachtet man nur die Ernährung, so nennt man diese Ansprüche die *Nahrungsnische*. Schnabelformen von Löffelente und Reiherente stellen Anpassungen an ihre Ernährung dar. Mithilfe des Schnabels filtern Löffelenten Planktonalgen aus dem Oberflächenwasser des Sees. Reiherenten hingegen sind gute Taucher. Vor ihren Tauchgängen pressen sie Luft aus ihrem Gefieder. Der verminderte Auftrieb erlaubt es den Vögeln, fünf Meter tief zu tauchen (Abb. 2). In der Tiefe finden sie größere Schnecken und Muscheln. Deren Schalen knacken Reiherenten mithilfe ihres kräftigen Schnabels. Man erkennt, dass die Entenarten mit Verhalten und Strukturen an ihre jeweilige Lebensweise angepasst sind.

Brutnischen der beiden Entenarten

Die Küken von Löffel- und Reiherente ernähren sich von kleinen Insekten, die sie im Uferbereich fangen. Zögen Löffel- und Reiherente ihre Küken zur gleichen Zeit auf,

könnte die Nahrung für die Küken im Uferbereich knapp werden. Brut- und Aufzuchtzeiten der beiden Arten sind jedoch zeitlich gegeneinander versetzt (Abb. 3).

Konkurrenz innerhalb und zwischen Arten

Löffel- und Reiherente konkurrieren weder um Nahrung noch um Brutmöglichkeiten. Da von den Tieren der jeweils anderen Art keine Bedrohung ausgeht, können die Arten friedlich nebeneinander existieren.

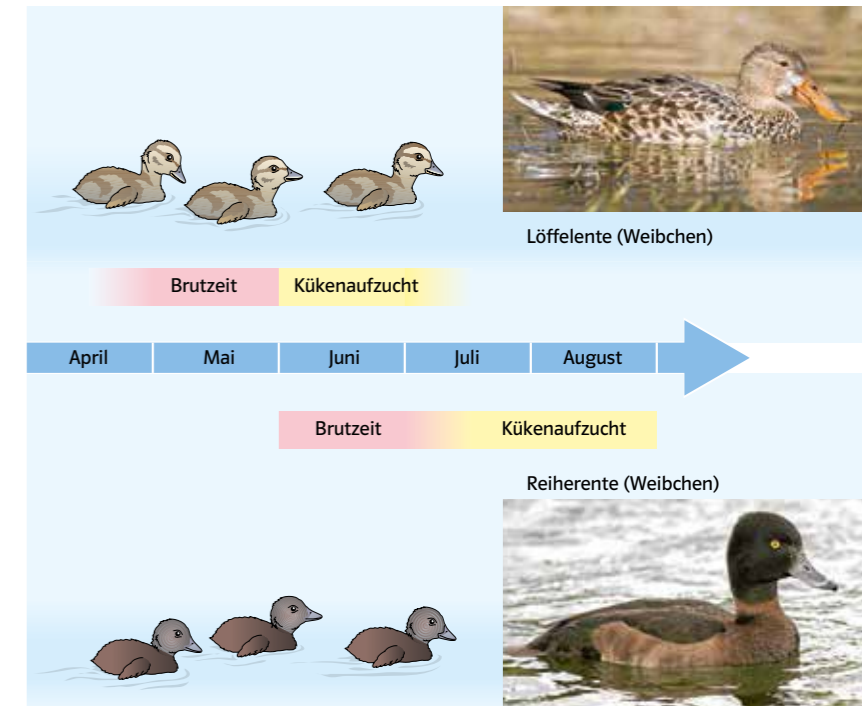
Individuen derselben Art haben an ihre biotische und abiotische Umwelt die gleichen Ansprüche. Sind beispielsweise Nahrung oder Geschlechtspartner knapp, kann aggressives Verhalten von Vorteil sein. Das führt dazu, dass aggressive Individuen ihren Artgenossen gegenüber im Vorteil sind, sofern Energieaufwand und Verletzungsrisiko nicht zu groß sind. So kann man erklären, warum Enten verschiedener Arten auf einem See meist friedlich zusammenleben, während man bei Artgenossen manchmal Auseinandersetzungen beobachten kann.

Konkurrenzausschlussprinzip

Je ähnlicher die ökologischen Nischen zweier Arten sind, desto größer ist die Konkurrenz. Ist eine Art auch nur ein wenig konkurrenzstärker, so wird sie die andere Art langfristig verdrängen. Dieses Phänomen bezeichnet man als *Konkurrenzausschlussprinzip*. Damit erklären Biologen, warum bestimmte Arten in einem Lebensraum gemeinsam leben können, andere hingegen nicht. Löffel- und Reiherenten unterscheiden sich in der Ernährung und den Brutzeiten so stark, dass sie nicht unter dem Konkurrenzdruck der jeweils anderen Art stehen. Es liegt *Konkurrenzvermeidung* vor.

Eingewanderte Arten

Vor etwas über 100 Jahren gelangten einige aus Nordamerika eingeführte Bisams in Polen in die freie Natur. Heute sind sie in ganz Europa verbreitet. In den Uferregionen von Seen fressen sie teilweise so viele Pflanzen in der Röhricht- und Schwimmblattzone,



3 Zeitlich versetzte Brut und Aufzucht

dass sie dadurch die Lebensbedingungen dort vorkommender Tiere verändern. Mangelnde Konkurrenz und Feinde können dazu führen, dass solche eingewanderten Arten (*Neobiota*) sich so stark vermehren, dass sie das Ökosystem prägen.

AUFGABEN >>

- 1 Beschreibe die ökologischen Nischen von Reiher- und Löffelenten. Lege eine Tabelle dazu an.
- 2 Löffel- und Reiherenten leben in unseren Gewässern friedlich nebeneinander. Erkläre dies mithilfe der Ergebnisse von Aufgabe 1.
- 3 Diskutiere mit deinem Sitznachbarn, warum Tiere einer Art und Tiere verschiedener Arten in einem Ökosystem konkurrieren könnten.