

► Natur/Lebensräume

Woher kommt der Sauerstoff?

Was braucht die Pflanze, um Sauerstoff zu produzieren?

Wie kann man das herausfinden?

Die Entstehung der Fotosynthese und die damit verbundene Sauerstoffproduktion der Pflanze war einer der entscheidendsten Schritte der Evolution. Sie ermöglichte die Entstehung der Biosphäre und somit das Leben heterotropher Organismen - der Menschen und Tiere.

Die Fotosynthese ist ein ideales Beispiel, um SchülerInnen im Biologieunterricht wissenschaftlich arbeiten zu lassen.



Foto: Sauerstoffproduktion der Kanadischen Wasserpest, Eva Lenhard

Ort

Klassenraum oder Biologiesaal

Schulstufe

ab der 5. Schulstufe

Gruppengröße

Klassengröße

Zeitdauer

2 Schulstunden

Lernziele

- Die Bedeutung der Pflanzen für die Sauerstoffproduktion verstehen
- Die Bedeutung von Kohlendioxid und Licht für die Sauerstoffproduktion kennen
- Den Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens (Frage – Versuchsplanung – Durchführung – Schlussfolgerung) kennen lernen

Sachinformation

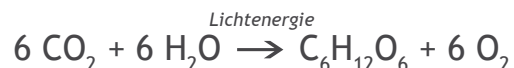
Wissenschaftliches Arbeiten im Biologieunterricht
Naturwissenschaftliches Arbeiten (Problemstellungen erkennen, Vermutungen aufstellen, Untersuchungen planen, durchführen, Daten sammeln und diese diskutieren, Schlussfolgerungen daraus ziehen) ist ein wichtiges Bildungsziel des Biologieunterrichts. SchülerInnen sollen dazu angehalten werden, sich selbst wissenschaftlich zu betätigen und nicht nur fertige „Rezepte“ abzuarbeiten. Dadurch gewinnen sie einen ersten Einblick, wie naturwissenschaftliche Kenntnisse gewonnen werden und auf welchen Voraussetzungen sie beruhen. Sie lernen dabei Methoden und Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und Problemstellungen selbstständig zu lösen. Soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kommunikation werden gefördert. Da die „Fotosynthese“ ein fixer Bestandteil im Lehrplan Biologie ist, bietet sich dieses Thema sehr gut an.

Die Fotosynthese

Menschen brauchen zum Leben Nahrung und Sauerstoff. Und Pflanzen? Auch sie müssen wachsen und Reservestoffe speichern. Im Gegensatz zu uns Menschen können grüne Pflanzen ihre Nahrung selbst herstellen (= fotoautotroph). Bei der Fotosynthese (altgriechisch: „Erzeugen von Licht“) werden energiereiche Stoffe (Kohlenhydrate) aus energieärmeren Stoffen (CO_2 , H_2O , Mineralstoffe) mit Hilfe von Lichtenergie erzeugt. Sie ist einer der bedeutendsten chemischen Prozesse auf unserer Erde, ohne die höheres Leben wahrscheinlich nicht entstanden wäre. Sie liefert für alle Tiere und Menschen energiereiches Futter bzw. Essen. Den produzierten Sauerstoff brauchen (fast) alle Lebewesen zur Energiegewinnung (= aerobe Atmung). Außerdem bildet der Sauerstoff die uns schützende Ozonschicht.

Die Fotosynthese findet in allen grünen Pflanzenteilen, vor allem aber in den Blättern statt. Chlorophyll wird von den Pflanzen selbst gebildet. Es fängt die Energie des Lichtes ein (= absorbieren) und wandelt sie in chemische Energie um. Durch die Sonnenenergie wird das Chlorophyll angeregt, aus der Luft das chemische Element Kohlenstoff aus dem CO_2 herauszulösen und unter der Beteiligung von Wasser in Form von Traubenzucker zu fixieren.

Die Reaktionsgleichung für die Fotosynthese lautet:



Das CO_2 wird von der Pflanze über die Spaltöffnungen, die sich (meist) an der Unterseite der Blätter befinden, aufgenommen. Den Zucker braucht die Pflanze, um wachsen zu können. Als Nebenprodukt entsteht Sauerstoff O_2 , der wiederum über die Spaltöffnungen abgegeben wird. Pflanzen erzeugen mehr Sauerstoff, als sie zum Atmen brauchen. Aus diesem Grund bleibt für andere Lebewesen genug davon übrig.

Die Sauerstoffproduktion der Pflanzen kann sehr gut mit der Wasserpest demonstriert werden. Diese kann man in jedem Aquariengeschäft kaufen. Taucht man einen frisch geschnittenen Stängel der Wasserpest ins Wasser, so steigen Sauerstoffbläschen auf (Schnittstelle Richtung Öffnung des Reagenzglases). Befindet sich die Pflanze in Sodawasser (enthält viel CO_2), so steigen viele Sauerstoffbläschen auf, in Leitungswasser (weniger CO_2) weniger und in destilliertem Wasser (ganz wenig CO_2) steigen keine Sauerstoffbläschen mehr auf. Je heller es ist, desto mehr Sauerstoff wird gebildet. Bei absoluter Dunkelheit hört die Sauerstoffproduktion nach einiger Zeit ganz auf.

Nach dem Versuch bitte die Pflanze nicht in der freien Natur aussetzen, da sie ein schnellwachsender Neophyt (Zuwanderer) ist und einheimische Pflanzen verdrängen kann! Sie kann kompostiert werden.

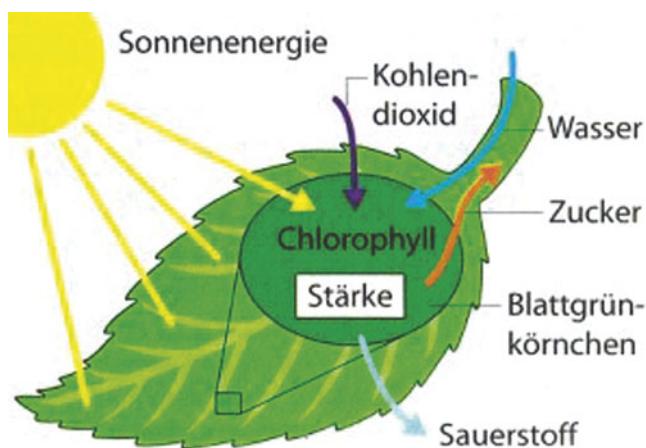


Abb. 1: Fotosynthese, Quelle: www.growlightsolutions.com

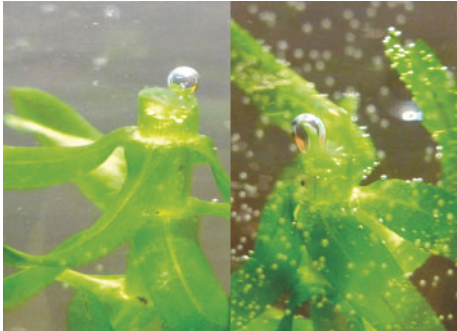
Didaktische Umsetzung

Die SchülerInnen übernehmen die Rolle der WissenschaftlerInnen und versuchen herauszufinden, welche Komponenten die Sauerstoffproduktion fördern bzw. hemmen. Um die gestellte Frage „Was brauchen Pflanzen, um Sauerstoff zu produzieren?“ zu beantworten, sollen die SchülerInnen zuerst Vermutungen aufstellen, die dafür notwendigen Experimente selbst „erfinden“, durchführen, Ergebnisse sammeln, diese diskutieren und daraus Schlussfolgerungen ziehen. Gearbeitet wird in Kleingruppen. Die Lehrperson übernimmt die beratende Funktion, gibt aber keine Anweisungen. Abschließend wird der Vorgang der Fotosynthese von der Lehrperson (oder einem/einer SchülerIn!) beschrieben.

Es ist wichtig, die SchülerInnen selbstständig arbeiten zu lassen. Tauchen unterschiedliche Ergebnisse/Messungen auf, so soll genügend Zeit sein, die Ursachen zu diskutieren. Tipp: Fotodokumentation für Bericht!

In den Unterricht werden zwei vollständig abgedunkelte Reagenzgläser (am besten über Nacht verdunkeln), in denen die Wasserpest einmal in Leitungs- und einmal in Sodawasser schwimmt, mitgebracht.

Inhalte	Methoden
Einführung	
10 Minuten	
<i>Bedeutung der Pflanze als Sauerstoffproduzent.</i> 	<u>Material</u> Reagenzglas mit Halter, Schreibtischlampe, Leitungswasser, 1 Spross Wasserpest, Messer, evtl. Fotoapparat Die Lehrperson gibt einen frisch abgeschnittenen Spross der Wasserpest mit der Schnittfläche nach oben in ein mit Wasser gefülltes Reagenzglas und hält es unter die eingeschaltete Lampe. An der Schnittstelle steigen nun Sauerstoffbläschen auf. Die Lehrperson diskutiert mit den SchülerInnen, was dies sein könnte.
Selbstständige Planung der Experimente	
20 Minuten	
<i>Was brauchen Pflanzen, um O₂ zu produzieren?</i> 	<u>Material</u> Pro Gruppe: 3 Reagenzgläser mit Halter, Leitungswasser, destilliertes Wasser, Sodawasser, 3 Stängel Wasserpest, Messer, Stoppuhr, Beilage „Planung der Experimente“, Beilage „Sauerstoffproduktion der Wasserpest“ Die Klasse wird in Kleingruppen eingeteilt und die Materialien werden bereitgestellt. Die Lehrperson erörtert die Beschaffenheit der verschiedenen Flüssigkeiten. Nun sollen die SchülerInnen die Experimente planen, die ihnen die Frage „Was brauchen Pflanzen, um Sauerstoff zu produzieren?“ beantworten kann. Der Aufbau der Experimente wird skizziert und die Beilage „Sauerstoffproduktion der Wasserpest“ ausgeteilt. Alternativ zu dieser Beilage kann natürlich auch ein PC (Excel) verwendet werden.

Durchführung der Experimente	30 Minuten
<i>Braucht eine Pflanze CO₂, um Sauerstoff zu bilden? Braucht eine Pflanze Licht, um Sauerstoff zu bilden? Daten werden gesammelt.</i>  <i>Foto: Wasserpest in Leitungs- und Sodawasser</i>	<u>Material</u> zusätzlich die abgedunkelten Reagenzgläser mit den Pflanzen Die SchülerInnen führen die geplanten Versuche durch. Es werden die Anzahl der aufsteigenden Sauerstoffbläschen in den verschiedenen Flüssigkeiten in einer selbstbestimmten Zeiteinheit abgezählt und in die Tabelle eingetragen. Danach beschäftigen sie sich mit der Intensität der Lichtquelle. Die Reagenzgläser werden nun unter Schreibtischlampen gehalten. Das Ergebnis wird wieder in der Tabelle eingezeichnet. Abschließend werden die mitgebrachten, bereits abgedunkelten Pflanzen vor der Klasse aufgestellt. Steigen hier auch Sauerstoffblasen auf? Warum ist das so?
Schlussfolgerungen	30 Minuten
<i>Auswerten und Interpretieren der Daten; es werden Schlussfolgerungen gezogen und Ergebnisse kommuniziert</i> 	<u>Material</u> ausgefüllte Tabellenblätter, Tafel oder Flipchart, evtl. Beilage „Entdeckungsgeschichte der Fotosynthese“, evtl. Computer und Beamer Die Lehrperson zeichnet die Tabelle auf die Tafel oder benutzt die Flipchart (dann kann das Blatt in der Klasse verbleiben) bzw. Computer und Beamer. Die ermittelten (bzw. gemittelten) Ergebnisse der Arbeitsgruppen werden eingetragen. Nun wird der ganzen Klasse die Frage gestellt, welche Faktoren die Sauerstoffproduktion beeinflussen. Die Ergebnisse werden diskutiert, die Fotosynthese und die Bedeutung der Sauerstoffproduktion für uns/die Welt werden erläutert. Abschließend wird der Forschungsablauf schriftlich von jedem/jeder SchülerIn dokumentiert – idealerweise mit Fotos. Wenn die Zeit knapp ist, kann die Dokumentation auch als Hausaufgabe gegeben werden.

Beilagen

- ▶ Skizzenblatt - Planung der Experimente
- ▶ Entdeckungsgeschichte der Fotosynthese
- ▶ Tabellenblatt - Sauerstoffproduktion der Wasserpest

Weiterführende Themen

- ▶ Die Atmung
- ▶ Spaltöffnungen mikroskopieren
- ▶ Die Transpiration

Weiterführende Informationen

Literatur

Bayrhuber, H. et al.: LINDER Biologie. Unterrichtswerk und Begleitmaterialien: Fotosynthese: Einzelplatzlizenz (LINDER Biologie SII). Schroedel Verlag GmbH, 2009.

Götz, E., Knodel, H.: Erkenntnisgewinnung in der Biologie dargestellt an der Entwicklung ihrer Grundprobleme. Metzler Verlag, 1980.

Esch, E.: Versuche zur Fotosynthese. Grin Verlag, 2013.

Oehring, B.: Die Problemgeschichte als Orientierungshilfe für die Didaktik. Artikel in: Der Biologieunterricht, Vol. 18, Nr. 4, S. 4-35. Friedrich Verlag, 1982.

Links

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/glossary/de/photosynthese.glos.html>

Ein interaktives, multimediales Lernportal mit Lerneinheiten zu den Themen Chemie, Biochemie, Physik, Mathematik und Pharmazie.



Noch Fragen zum Thema?

Mag.ª Dr.ª Eva Lenhard
Projekte NaturScouts, Wiese
Telefon: 0043-(0)316-835404-4
E-Mail: eva.lenhard@ubz-stmk.at



www.ubz-stmk.at

Planung der Experimente

Plant die Experimente und zeichnet den Versuchsablauf auf.

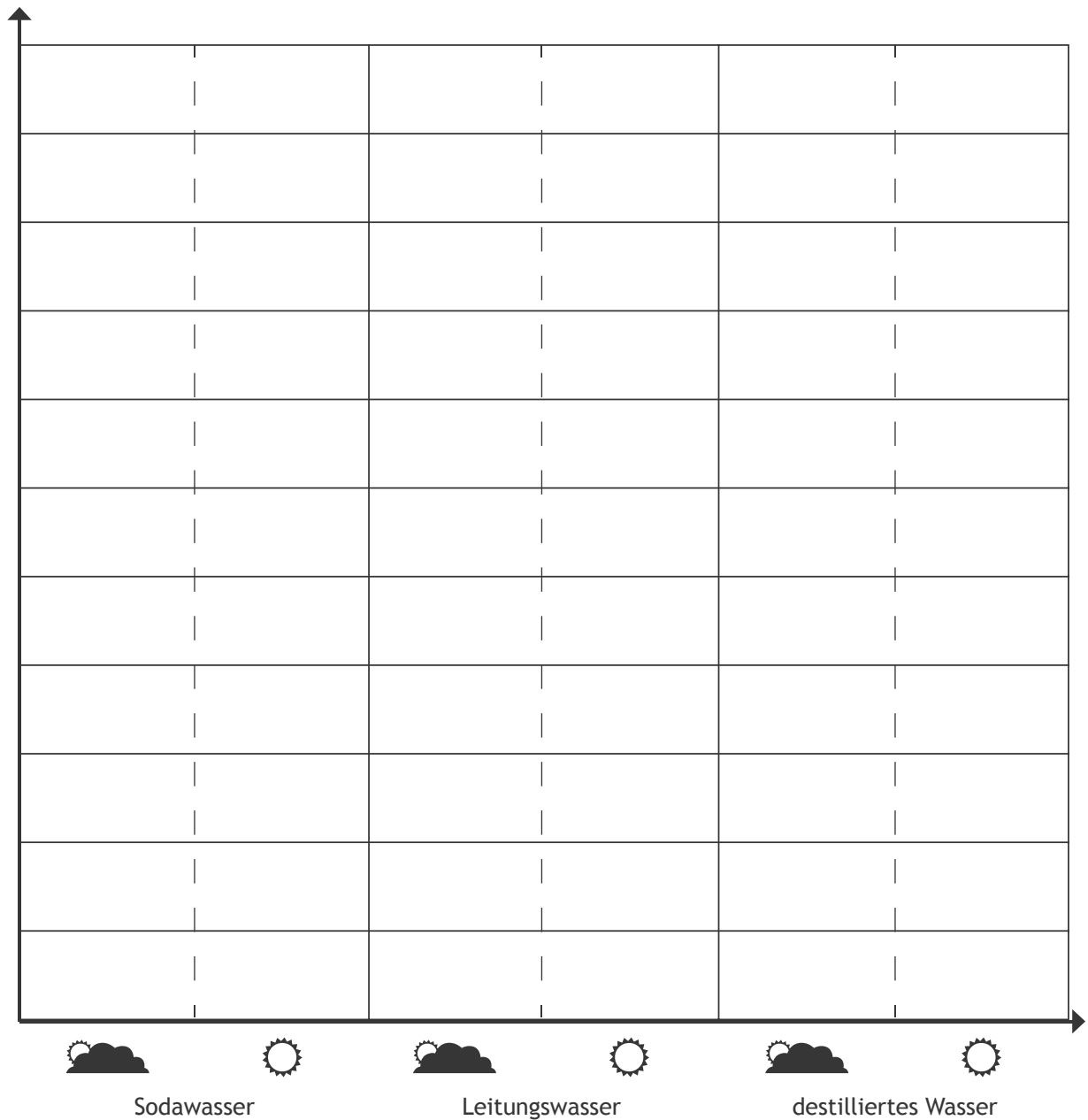


Sauerstoffproduktion der Wasserpest

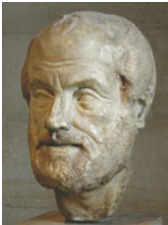
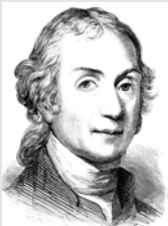
Tragt eure Ergebnisse in die Tabelle ein. Welche Rolle spielt das Licht dabei?



Sauerstoffbläschen pro _____ (Zeiteinheit)



Die Entdeckungsgeschichte der Fotosynthese

Forscher	Jahr	Erkenntnis
Aristoteles 	384 v. Chr. - 322 v. Chr.	Pflanzen nehmen vorbereitete Nahrung aus dem Boden auf.
v. Helmont	1635	Pflanzen bilden ihre Stoffmasse allein aus Wasser, ohne dass die Substanz des Bodens abnimmt.
Mariotte	1620	Pflanzen nehmen aus dem Boden Grundbausteine auf und kombinieren diese neu zu Pflanzenstoffen.
Malpighi 	≈ 17. Jh.	Funktion der Pflanzenorgane: Wasser und Nährstoffaufnahme durch Wurzeln, Transport von Wasser und Gasen, Verwandlung der Stoffe in den Blättern unter Mitwirkung der Sonne
Hales	17./18. Jh.	Verdunstung des Wasser ermöglicht Saftstrom; Luft als Teil der Pflanzennahrung
Priestley 	1771	Pflanzen verbessern die durch das Atmen der Tiere verdorbene Luft und machen sie damit neu zur Atmung fähig. Es gibt also einen Kreislauf der Luft zwischen Pflanzen und Tieren.
Ingenhousz	1779	Zum pflanzlichen Stoffwechsel sind Licht, Kohlenstoffdioxid und Blattgrün notwendig.
De Sature	1804	Beteiligung des Wassers
Mayer	1845	Die Pflanze verwandelt die Strahlungsenergie der Sonne in chemische Energie.
Sachs	1862	Chlorophyll absorbiert Lichtenergie und setzt sie zur Reduktion der anorganischen Stoffe frei. Strahlungsenergie wird in chemische Energie umgewandelt. Stärke ist das Produkt der Fotosynthese.

Tab.: nach Oehring 1982, Götz/Knodel 1980