

Thema: Luft im naturwissenschaftlichen Unterricht

Pflanzen verbessern die Luft – Fotosynthese



Bearbeitet von:
Barbara Scheffczyk
Karina Schuster

Inhaltsverzeichnis

1. Sachinformationen	3
2. Didaktische Analyse 2.1 Wann kann das Thema durchgeführt werden?	5
3. Das Thema im Kontext des Bildungsplans.....	7
4. Arbeitsblätter	9
4.1 Sprudelnde Pflanze	9
4.2 Welchen Stoff produzieren Pflanzen?	11
4.3 Priestleyversuch	13
5. Literaturangaben	14

1. Sachinformationen

Zum (Über-)leben auf dieser Erde sind viele Komponenten wichtig, eine der wichtigsten ist der Sauerstoff, welches durch einen recht komplizierten Metabolismus meist in den Chloroplasten der Blättern von Pflanzen hergestellt wird. Bei dieser Stoffwechselreaktion, Fotosynthese genannt, wird „Lichtenergie in chemische Energie umgewandelt [...], und mit deren Hilfe das in der Luft und im Wasser vorhandene CO_2 organisch in Form von Glucose [Traubenzucker] gebunden [...] (DUDEN: 2000: 177).

Die Lichtenergie die von den Pflanzen genutzt werden kann, befindet sich in einem Wellenlängenbereich von 380 – 750 nm. Man bezeichnet dieses Licht auch als „sichtbares Licht, weil es mit seinen verschiedenen Farben vom menschlichen Auge wahrgenommen wird“ (CAMPBELL: 2003: 215).

Bei der Fotosynthese wird dabei zunächst die Lichtenergie an den Chloroplasten, die sich meist an der oberen und unteren Epidermis der Blätter befinden aufgenommen (absorbiert), und in eine chemische Bindung überführt (vgl. NULTSCH). Aus dieser Reaktion erhält die Pflanze unter anderem anfänglich die Energie, um die Stoffwechselreaktion anzutreiben.

Ein weiterer Stoff, der für die Fotosynthese benötigt wird, ist das Kohlendioxid, das sich in der Atmosphäre befindet. Das Kohlendioxid gelangt über die Spaltöffnungen in das Blattinnere der Pflanze und über dieselbe Öffnung entweicht auch der Sauerstoff aus der Pflanze zurück in die Atmosphäre und sorgt für neuen Sauerstoffnachschub. Auch wenn häufig der Irrglaube besteht, dass der Kohlenstoff aus der Atmosphäre im Blatt zu Sauerstoff „umgewandelt“ wird, stimmt dies nicht, denn der Sauerstoff, der letztendlich aus dem Blatt in die Atmosphäre abgegeben wird, stammt eigentlich aus dem Wasser.

Hier wirft sich somit die Frage auf, wie dieser Prozess funktioniert. Die Fotosynthese an sich besteht aus zwei Reaktionsschritten. Einmal die Lichtreaktion, bei der die Lichtenergie in chemische Energie umgewandelt und Sauerstoff abgespalten wird und als zweiter Schritt aus dem Calvin-Zyklus, bei dem die Zuckermoleküle erzeugt werden (vgl. CAMPBELL). Der Calvin-Zyklus benötigt wiederum die Energie aus der Lichtreaktion, wodurch man erkennen kann, dass beide Stoffwechselreaktionen voneinander abhängig sind. Der Calvin-Zyklus wird häufig auch als Dunkelreaktion bezeichnet, da für den Ablauf dieser Reaktion an sich, kein unmittelbares Licht benötigt wird.

Die Ausgangsstoffe der Fotosynthese sind somit anfänglich 6CO_2 (Kohlendioxid) und $12\text{H}_2\text{O}$ (Wasser), wobei durch Lichtenergie das Produkt $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$ (1 Molekül Glucose (Traubenzucker), 6 Moleküle Wasser und 6 Moleküle Wasser) entsteht (vgl. CAMPBELL).

Aus dieser Gleichung kann man erkennen, dass CO_2 und H_2O durch Lichtenergie in ein Kohlenhydrat, nämlich $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ überführt wird, das von der Pflanze benötigt wird. O_2 und H_2O sind so genannte Abfallprodukte und werden an die Atmosphäre abgegeben. Zucker entsteht, indem durch die Lichtenergie Protonen und Elektronen vom Wasser auf einen Elektronenakzeptor (NADP^+) übertragen werden. Dabei wird Sauerstoff vom Wasser abgespalten woraus ersichtlich wird, dass der abgegebene Sauerstoff ein Produkt der Lichtreaktion ist (vgl. CAMPBELL). Die Lichtreaktion erfolgt weiter kaskadenförmig, wobei die Lichtenergie in Form der chemischen Energie nicht verloren geht, sondern gespeichert wird.

Im zweiten Abschnitt der Fotosynthese, dem Calvin-Zyklus, wird schließlich die Energie aus der Lichtreaktion benötigt, um daraus letztendlich den Zucker herzustellen, den die Pflanze für ihr eigenes Überleben produzieren muss. Im Calvin-Zyklus wird somit das CO_2 aus der

Umgebungsluft in einem Prozess, der sich Kohlenstofffixierung nennt, eingebaut und durch einen weiteren Stoffwechselprozess unter Verbrauch von chemischer Energie in das Kohlenhydrat $C_6H_{12}O_6$ umgesetzt (vgl. CAMPBELL).

2. Didaktische Analyse

2.1 Wann kann das Thema durchgeführt werden?

Unter der Berücksichtigung der Bildungsplaninhalte (siehe Analyse des Bildungsplans) wird das Thema Photosynthese in den Klassenstufen 5 und 8 unterrichtet. Dabei werden in Klassenstufe 5 die Schwerpunkte auf Phänomene gelegt. In Klassenstufe 8 wird das Thema dann auch auf molekularer Ebene beleuchtet (z.B. Reaktionsgleichung). Die Versuche sind jedoch für beide Klassenstufen denkbar, da man vor allem bei den Versuchen „Sprudelnde Pflanzen“ und „Priestley Versuch – Welche Kerze brennt länger“ in Klasse 5 nicht genau auf die Namen und Eigenschaften der Gase eingehen muss, dies aber in Klassenstufe 8 sehr wohl dann tun kann. Der Versuch „Welchen Stoff produzieren die Pflanzen“ zielt auf die Kenntnis des Sauerstoffnachweises ab und sollte daher eher in Klassenstufe 8 durchgeführt werden.

2.2 Analyse nach Klafki

Exemplarische Bedeutung

Die Versuche können exemplarisch für eine ganze Reihe von Stoffwechselproduktionen stehen. Hierbei wird gezeigt, wie Pflanzen das Leben für andere Lebewesen ermöglichen, indem sie für eine ausreichende Sauerstoffproduktion sorgen.

Gegenwartsbedeutung

Die Versuche verdeutlichen den Schülerinnen und Schülern die Wichtigkeit von Pflanzen für das Leben und können damit auch den Naturschutzgedanken fördern.

Zukunftsbedeutung

Die Schülerinnen und Schüler gewinnen mit Hilfe der Versuche Erkenntnisse, die auch für ihr späteres Leben wichtig sein können. Fragen kleinräumiger Natur wie, soll ich eine Pflanze in mein Zimmer / meine Wohnung stellen oder Fragen globaler Bedeutung wie der Schutz des Regenwaldes auf Grundlage dieser Versuche begründet werden.

Zugänglichkeit

Die Bearbeitung der Photosynthese mit Hilfe von Versuchen kann den Schülern die eher langweilige Arbeit mit Pflanzen zugänglich machen und sie so motivieren, sich mit dem Thema zu beschäftigen.

2.3 Schwierigkeitenanalyse

Bei der Durchführung der Versuche kann es vor allem an zwei Stellen zu kleineren Schwierigkeiten kommen.

Der Priestley Versuch erfordert Zeit und diese muss man sich für eine erfolgreiche Durchführung auch nehmen. Durch zu schnelles Probieren wird der Versuch misslingen und so zu Misserfolgserlebnissen führen. Dies könnte die Schüler demotivieren und der Versuch sollte daher für alle gut sichtbar als Demonstrationsversuch durchgeführt werden, damit er auch wirklich gelingt.

Bei der Untersuchung des aus der Wasserpest entweichenden Gases, kann es zur Durchmischung des Gases und der „normalen Luft“ kommen und der Versuch misslingt. Die Schüler sollten hier also nochmal darauf hingewiesen werden, dass sie sehr behutsam vorgehen.

2.4 Lernziele / Kompetenzen

- Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Kenntnisse und Fähigkeiten der fachspezifischen Arbeitsweise experimentieren.
- Die Arbeitsweise fördert ihre Eigenständigkeit und regt die Schülerinnen und Schüler an, sich Gedanken dazu zu machen.
- Die Schülerinnen und Schüler sehen die Notwendigkeit des Naturschutzes auf Grund der Bedeutung der Pflanzen für eine „gute Luft“ und setzen diese Gedanken daher eher um.
- Die Schülerinnen und Schüler sehen und verstehen, dass eine Pflanze ein Gas produziert, das, wie sich im nächsten Versuch herausstellt, wichtig für uns ist.

2.5 Didaktischer Ort

Sollen diese Versuche nun eher im Einstieg, in der Erarbeitungsphase, in der Sicherungsphase oder gar erst im Transfer durchgeführt werden und wer soll sie durchführen?

Der Priestley Versuch eignet sich gut als Demonstrationsversuch und sollte auf Grund des Materialbedarfs auch als solcher durchgeführt werden. Darüber hinaus könnte er, bei Vorbereitung des ersten Teiles, als Einstiegsexperiment dienen und da die Frage aufwerfen, warum die eine Kerze länger brennt als die andere, die dann mit Hilfe der anderen beiden Versuche beantwortet werden kann.

Die beiden Versuche „Sprudelnde Pflanze“ und „Welchen Stoff produziert die Pflanze?“ können sehr leicht als Schülerversuch durchgeführt werden und eignen sich für die Erarbeitungsphase.

3. Das Thema im Kontext des Bildungsplans

Das Thema, Pflanzen verbessern die Luft – Fotosynthese, legitimiert sich auf der Grundlage des Bildungsplans zunächst durch die Vorgabe des themenorientierten Unterrichtens in Klasse 5 bis 7. Hierbei wird unter anderem das Thema „Pflanzen leben anders“ und „Luft“ vorgesehen und durch die hier vorgestellten Versuche besonders betont. Insbesondere die aktive Auseinandersetzung mit den naturwissenschaftlichen Phänomenen ist zudem ein hohes Anliegen des NWA-Unterrichts, denn durch die aktive Auseinandersetzung werden schließlich Kenntnisse und Fähigkeiten durch eigenes Experimentieren (vgl. Bildungsplan 2004) erworben. Die hier vorgestellten Versuche sollen diese aktive Auseinandersetzung fördern und somit dem Anliegen des Bildungsplans nachkommen. Nicht zuletzt führt dieser aktive Kontakt mit einem naturwissenschaftlichen Sachverhalt auch dazu, dass Schülerinnen und Schüler einen emotionalen Bezug zur Natur aufbauen können und ihre Umgebung bewusster und schätzender wahrnehmen.

Konkret auf die Kompetenzen und Inhalte des Bildungsplans bezogen, bedeuten die hier vorgestellten Versuche, dass die Schülerinnen und Schüler Primärerfahrungen machen können und dabei Besonderheiten finden und Prognosen wagen, worauf sie schließlich eine Antwort finden. Des Weiteren können sie Kompetenzen im Hinblick des Planens, Untersuchens und Schlussfolgerns erwerben, indem sie Versuche planen, Daten erheben, Messen, Beobachten, Beschreiben und vergleichen und gleichzeitig in diesem Zusammenhang Gesetzmäßigkeiten überprüfen und Ergebnisse dokumentieren (Bildungsplan: 2004).

Im Anschluss an das Experimentieren oder auch währenddessen werden Beobachtungen in Form von Tabellen ausgewertet und Ergebnisse dokumentiert, was ebenfalls eine Kompetenz laut Bildungsplan 2004 darstellt.

Doch nicht nur die Kompetenzen durch Denk- und Arbeitsweisen werden durch die hier vorgestellten Versuche geschult, sondern auch die Kompetenzen, die durch das erschließen von Phänomenen, Begriffen und Strukturen vertieft werden. Zum einen steht hier die Kompetenz des Experimentierens, das Benennen und auch das Verwenden von Laborgeräten. Ebenso kann, je nach Einbettung in den Unterricht, das phänomenologische Wissen im Bereich der Stoffe gesammelt und strukturiert werden, beispielsweise indem die Schülerinnen und Schüler „die Verbrennung als eine lebenswichtige Stoffveränderung unter Beteiligung von Sauerstoff erfahren“ (Bildungsstandard: 2004: 98) oder auch „exemplarische Reaktionen unter Beteiligung von Sauerstoff [...] planen, durchführen, beschreiben und in Kontexte einordnen“ (ebd.). In diesem Kontext können ebenfalls die „Stoffwechsel- und Energieumwandlungsprozesse (Fotosynthese und Zellatmung) mithilfe chemischer und physikalischer Experimente erfass[t], [beschrieben] und [je nach Klassenstufe] mit Summenformeln dar[gestellt] werden“ (Bildungsstandard: 2004: 99).

Des Weiteren ist es möglich, dass Kompetenzen auch im Bereich „Ökologisch verantwortliches Handeln“ geschult werden, da die Schülerinnen und Schüler Wechselbeziehungen in der Natur wahrnehmen und deuten können. Sie erhalten durch die Behandlung dieser Thematik die Einsicht, dass die Natur von zyklischen Vorgängen geprägt ist und ein Eingreifen von Außen sich durchaus auf diese Vorgänge auswirken kann und

nachhaltige Wirkung hat, wodurch die Problematik der Begrenztheit der Ressourcen auf dieser Erde veranschaulicht werden soll (vgl. Bildungsstandard 2004).

Im Zusammenhang mit den hier vorgestellten Versuchen bedeutet dies, dass die Schülerinnen und Schüler, gerade in Klasse 8 in die Lage gebracht werden sollen, den „Stoffkreislauf am Beispiel von Kohlenstoff und Sauerstoff sowie den Fluss der Energie [...] beschreiben [zu können]“ (Bildungsstandard: 2004: 101). In einfacher Form, in der es lediglich um den Nachweis geht, dass Pflanzen Sauerstoff herstellen, können diese Versuche natürlich auch in der 5. Klasse durchgeführt werden.

Man kann somit erkennen, dass die hier vorgestellte Thematik und Versuche durchaus ihre wichtige Bedeutung im Bildungsplan haben und somit ihre Begründung im Unterricht finden.

4. Arbeitsblätter

4.1 Sprudelnde Pflanze

Sprudelnde Pflanzen / die Blubberpflanze

Man sagt, dass Licht für alle Pflanzen ein lebenswichtiger Faktor ist, aber warum? Wie reagieren denn Pflanzen auf einfallendes Licht?

Für den Versuch brauchst du folgende Materialien:

Geräte

- 1 Erlenmeyerkolben (500ml)
- Glasstab, Holzstab oder ähnliches
- 1 Faden, ca. 10 – 15 cm lang
- 1 Rasierklinge
- 1 Stoppuhr
- 1 Lampe oder eine starke Lichtquelle

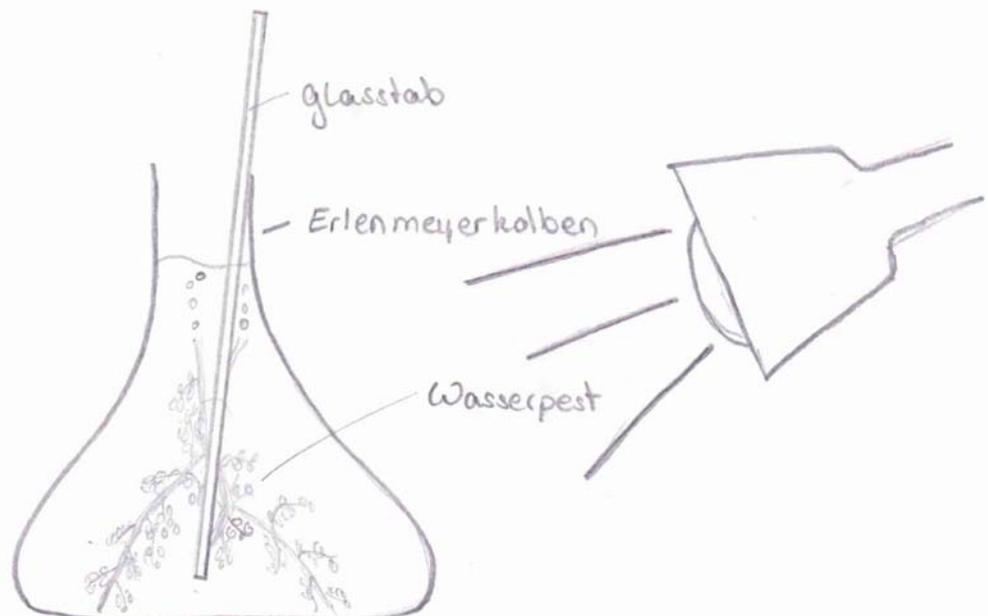
Chemikalien:

- Mehrere Triebe Wasserpest
- Mineralwasser

Entsorgung:

- Keine besonderen Entsorgungsmaßnahmen

Veruschsaufbau:



Durchführung:

1. Schneide die Stängel der Wasserpest oberhalb eines Blattes mit der Rasierklinge schräg ab.
2. Binde die Wasserpest mit einem Faden locker zusammen und befestige sie so am Glasstab, dass die abgeschnittenen Stängel nach oben zeigen.
3. Schiebe die Wasserpest (mit dem Stängel nach oben) in den Erlenmeyerkolben. Vom abgeschnittenen Stängel bis zum oberen Rand des Erlenmeyerkolben sollten 5 -10 cm Platz sein.
4. Fülle nun den Kolben mit Wasser auf. Stelle in einem Abstand von maximal 50 cm die Lampe oder eine andere Lichtquelle auf.
5. Warte einige Minuten und miss dann mit der Stoppuhr 3 Minuten lang die Anzahl der aufsteigenden Luftblasen. Schalte das Licht aus und miss wieder 3 Minuten lang die Anzahl der aufsteigenden Luftblasen.

Ergebnisse:

Lichtquelle	Bläschenzahl
an	
aus	

Beobachtung:

Erkläre die Beobachtungen

4.2 Welchen Stoff produzieren Pflanzen?

Welchen Stoff produziert die Pflanze?

Aus der Wasserpest entweicht ein Gas. Aber welches ist es?

Für den Versuch brauchst du folgende Materialien:

Geräte

- 1 großes Becherglas
- 1 Trichter
- 1 Reagenzglas
- 1 Glimmspan
- 1 Feuerzeug oder Streichholz
- 1 Lampe oder eine starke Lichtquelle

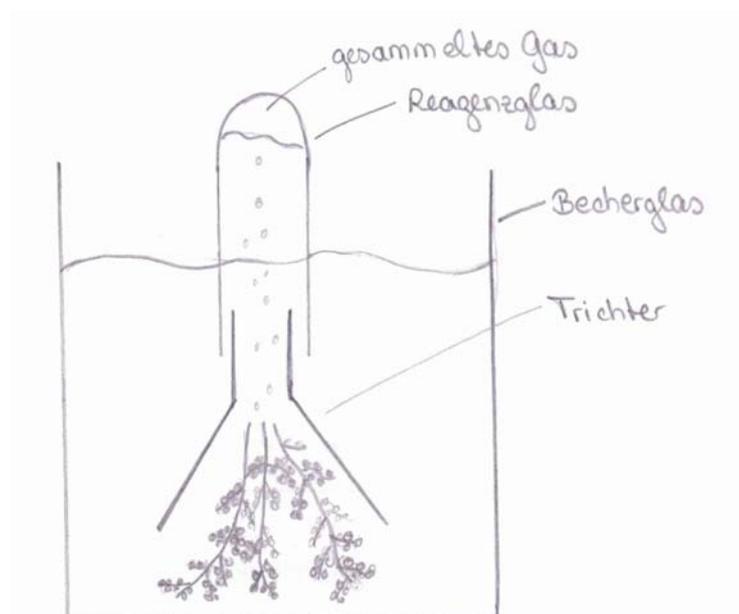
Chemikalien:

- Mehrere Triebe Wasserpest
- Mineralwasser

Entsorgung:

- Keine besonderen Entsorgungsmaßnahmen

Versuchsaufbau:



Durchführung:

Gib einige Zweige der Wasserpest in ein Becherglas und stülpe einen Trichter darüber. Der Trichter muss zu Beginn des Versuches vollständig mit Wasser gefüllt sein. Fülle ein Reagenzglas vollständig mit Wasser, halte es mit dem Daumen zu und stülpe es unter Wasser über die Trichteröffnung. Belichte die Pflanze nun mit einer starken Lampe. Wenn genügend Wasser aus dem Reagenzglas verdrängt wurde, nehme das Reagenzglas vom Trichter und halte schnell einen glimmenden Span in das Glas.

Beobachtung:

Erkläre die Beobachtungen

4.3 Priestleyversuch

Joseph Priestley Versuch – Welche Kerze brennt länger?

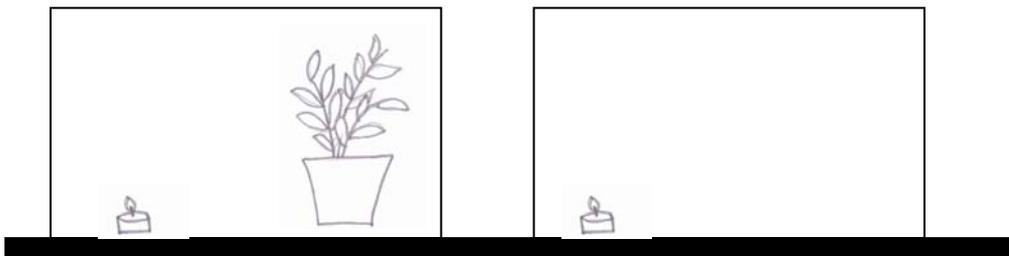
Joseph Priestley (1733-1804) war ein englischer Geistlicher und Naturgelehrter. Er beschäftigte sich mit dem Aufbau der Luft, bei dem er einen Unterschied zwischen „schlechter Luft“ und „guter Luft“ feststellte.

Für den Versuch brauchst du folgende Materialien:

Geräte

- 2 gleich große Glasgefäße (kleines Aquarium)
- 4 Kerzen
- Stoppuhr
- eine Topfpflanze mit Blättern, die gut in den Glasbehälter passt.
- 1 Feuerzeug oder Streichholz

Versuchsaufbau:



Durchführung:

1. Stelle unter eines der beiden Gefäße eine Topfpflanze, das andere bleibt leer. Setze nun unter jedes Gefäß eine brennende Kerze und lasse sie bis zum Erlöschen brennen. Lass das Gefäß nun einige Tage /Stunden an einem hellen Ort stehen, ohne dass es zu einem Luftaustausch kommen kann.
2. Stelle nach einiger Zeit erneut eine brennende Kerze in jedes Gefäß hinein. Führe dies zügig aus, damit so wenig wie möglich frische Luft hineingelangen kann. Miss die Zeiten bis zum Erlöschen der Kerzen mit einer Stoppuhr.

Beobachtung:

Wie kannst du die gemessenen Zeiten erklären?

5. Literaturangaben

Campbell, N. A., Reece, J. B. (2003): Biologie, 6. Aufl., Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag

Duden (2000): Schülerduden Biologie, 4. Aufl., Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag

Nultsch, W. (2001): Allgemeine Botanik, 10. Aufl., Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag

<http://www.kultusportal-bw.de/servlet/PB/menu/1249822/index.html>, 6.10.10