**Fotosynthese-Experimente**

**Pflanzen erneuern „verbrauchte“ Luft [[1]](#footnote-1)**

**Einleitung:**

Der Engländer Joseph Priestley beobachtete 1771, dass Pflanzen die durch Tiere oder eine brennende Kerze „verbrauchte“ Luft wieder „erneuern“ können. Seine Versuche bildeten eine Grundlage für die Entdeckung und Erforschung der Fotosynthese, bei der grüne Pflanzen Kohlenstoffdioxid (CO2) und Wasser (H2O) mit Hilfe von Lichtenergie in organische Substanz (z. B. Glucose, C6H12O6) und Sauerstoff (O2) umwandeln.

**Versuchsdauer:**

* Vorbereitung der Ansätze ca. 20 min
* Standzeit der Ansätze mindestens 4 Tage
* Kerzentest ca. 15 min

**Versuchsmaterial:**

Pflanzensprosse, die nicht leicht welken, z. B. Efeu *(Hedera helix)*. Zur besseren Vergleichbarkeit können diese auf ungefähr gleiche Masse gekürzt werden.

**Geräte:**

* 6 Einmachgläser (1 bis 2 L) mit dicht schließenden Deckeln, eventuell Gummiringe zur Abdichtung (EG)
* 6 100-mL-Bechergläser (BG)
* 6 Teelichte in Aluminiumschälchen
* 6 Holzspieße (Länge entspricht Höhe der Einmachgläser)
* Strohhalm
* Alufolie
* Stoppuhr
* Schrank zum Dunkelstellen einiger Ansätze

**Chemikalien:**

Leitungswasser

**Durchführung:**

**Vorbereitungen:**

Die Holzspieße dienen dem raschen Einstellen der Teelichte in die Einmachgläser und werden dazu als Griffe zwischen Kerzenmaterial und Ummantelung gesteckt. Sie müssen so stark gekürzt werden, dass sie beim Wiederverschließen der Einmachgläser nicht am Deckel anstoßen.

Die Dochte der Teelichte werden auf die gleiche Länge gekürzt, da die Dochtlänge Einfluss auf Flammengröße und Brenndauer hat.

**Vorversuch: *Welchen Einfluss hat ausgeatmete Luft auf die Brenndauer?***

In ein Einmachglas wird mehrmals mit einem Strohhalm geatmet, ein zweites, nicht-beatmetes Glas dient als Kontrolle. In beide Gläser wird je ein brennendes Teelicht gestellt und die Zeit bis zum Verlöschen der Flamme gestoppt.

**Versuchsansätze:**

1. Drei BG (1 A, 2 A, 3 A) mit Alufolie umhüllen (soll Algenwachstum verhindern) und mit Leitungswasser füllen.
2. Kontrollansatz: BG 1 A wird in ein EG gestellt. EG wird verschlossen.
3. In BG 2 A wird ein Pflanzenspross gestellt.
4. BG 2 A und 3 A werden in zwei EG (EG 2 A und 3 A) platziert, so dass später die Teelichte leicht daneben gestellt werden können.
5. Mit Strohhalm wird mehrmals kräftig in EG 2 A und 3 A geatmet, anschließend werden diese rasch luftdicht verschließen.
6. Alle drei Ansätze mindestens vier Tage ans Fenster stellen; pralle Sonne / Hitze vermeiden.
7. Drei weitere BG (1 B, 2 B, 3 B) wie unter 1. – 5. beschrieben vorbereiten. Diese werden jedoch im Dunkeln inkubiert.
8. In alle EG werden brennende Teelichte gestellt und jeweils die Zeit bis zum Verlöschen der Flamme gemessen und verglichen (siehe Abbildung 1).

**Beobachtung:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ansatz | 1 A | 2 A | 3 A | 1 B | 2 B | 3 B |
| Licht | + | + | + | - | - | - |
| Pflanze | - | + | - | - | + | - |
| CO2-Beatmung | - | + | + | - | + | + |
| **Brenndauer \*** | **+** | **(+)** | **-** | **+** | **--** | **-** |

\* + = Brenndauer im Kontrollansatz (1 A und 1 B), (+) Brenndauer etwas geringer im Vergleich zum Kontrollansatz, - Brenndauer geringer als im Kontrollansatz, -- Brenndauer viel geringer als im Kontrollansatz

Es ist sinnvoll, zu den einzelnen Ansätzen Skizzen zur Veranschaulichung zu zeichnen (vgl. Abbildung 1).

**Deutung:**

Für den Verbrennungsprozess ist „frische“ Luft notwendig, deren Konzentration in den „beatmeten“ Ansätzen (3 A und 3 B) geringer ist.

Pflanzen sind in der Lage, „verbrauchte“ Luft zu verbessern, sofern ihnen dazu Licht zur Verfügung steht (2 A). Im Dunkeln erfolgt dagegen eine „Verschlechterung“ der Luft durch die Pflanze (2 B).

**Erklärung:**

Für Verbrennungsprozesse wird Sauerstoff benötigt, was ein Zeitgenosse Priestleys, Antoine de Lavoisier, in den 1770er Jahren erkannte. In den „beatmeten“ Gläsern mit „verbrauchter Luft“ ist der Sauerstoffgehalt geringer bzw. der Kohlenstoffdioxidgehalt höher, weshalb der Verbrennungsprozess der Teelichte schneller zum Erliegen kommt als in den Kontrollansätzen (vgl. Vorversuch und Vergleich der Ansätze 3 A und B mit den Kontrollansätzen 1 A und B).

Pflanzen sind bei Lichtzufuhr in der Lage, über die Fotosynthese Kohlenstoffdioxid (CO2 aus der „verbrauchten“ Luft) aufzunehmen und Sauerstoff (O2) abzugeben, so dass die Flamme länger brennt als im Ansatz ohne Pflanze (2 A im Vergleich zu 3 A). Der Sauerstoff stammt dabei aus der Protolyse des Wassers, was jedoch aus den Versuchsergebnissen nicht zwingend geschlossen werden kann.

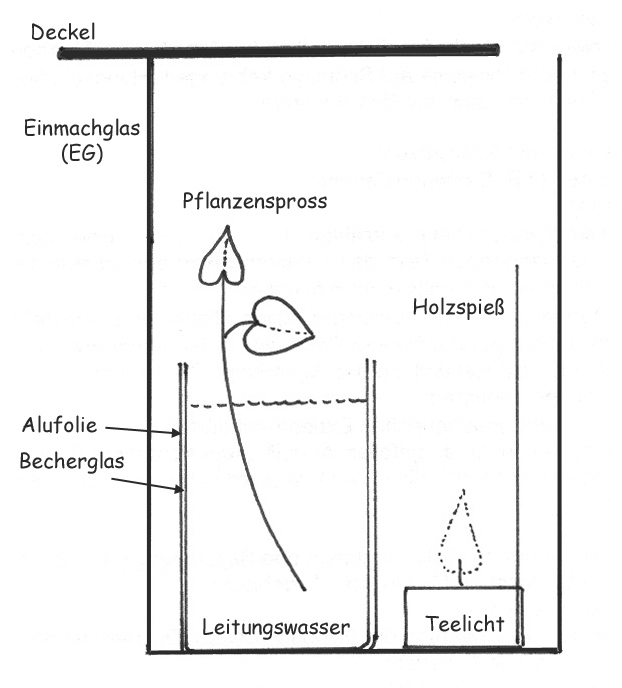
Im Dunkeln verhalten sich Pflanzen hingegen wie Tiere / Menschen, verbrauchen den vorhandenen Sauerstoff und produzieren Kohlenstoffdioxid. Dieser Prozess wird als Zellatmung bezeichnet und findet bei Pflanzen und Tieren gleichermaßen statt. Im Ansatz 2 B ist daher der Sauerstoffgehalt noch stärker verringert und die Flamme des Teelichts erlischt am schnellsten (Vergleich von 2 B und 3 B). Tatsächlich betreiben Pflanzen auch im Licht Zellatmung, die fotosynthesebedingte Sauerstoffproduktion übersteigt jedoch den Sauerstoffverbrauch, sofern der Lichtkompensationspunkt überschritten wird. Dieses fachlich wichtige Detail kann jedoch aus den Versuchsansätzen nicht geschlossen werden und muss hier folglich didaktisch reduziert werden.

Aus den Beobachtungen können die folgenden vorläufigen Reaktionsgleichungen ermittelt werden (Ergebnissicherung).

Fotosynthese (Licht)

*CO2 + H2O O2 + organische Substanz*

Zellatmung

**

*Abbildung 1: Schematische Darstellung des Versuchsansatzes 2 A bzw. 2 B*

1. verändert nach: A. Wild: Pflanzenphysiologische Versuche in der Schule. Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 1999. S. 215ff [↑](#footnote-ref-1)