

Praktikum: Fotosynthese

[SB S. 36/37]

So können Sie mit dem Thema arbeiten	
Einstieg/Motivation	<p>Leitfrage Welche Faktoren beeinflussen die fotosynthetische Aktivität (Fotosyntheserate) der Pflanzen?</p> <p>Methodenauswahl Sie können den Schülerinnen und Schülern ein Bild von zwei Pflanzen der gleichen Art, die aber unterschiedlich groß sind, zeigen und ihnen sagen, dass diese zur gleichen Zeit eingepflanzt wurden. Fragen Sie nach Gründen für die unterschiedliche Entwicklung. (Mögliche Hypothesen wären Unterschiede in der Menge oder Qualität von: Licht, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Sauerstoff, Temperatur, Boden, ...)</p>
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch im Schülerbuch S. 36 „Sauerstoffnachweis“ durch. Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch im Schülerbuch S. 36 „Einfluss der Lichtintensität“ durch. Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch auf dem Arbeitsblatt „Einfluss des Kohlenstoffdioxids“ (s. Lehrerband S. 43) durch.
Sicherung	<ul style="list-style-type: none"> Beschreibung und Auswertung/Deutung der Versuchsergebnisse. Filmeinsatz: „Fotosynthese“ (s. Literatur- und Medienhinweise, Lehrerband S. 42).
Vertiefung	<ul style="list-style-type: none"> Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die Aufgabe 5 im Schülerbuch auf S. 36 (s. auch Praktische Tipps, Lehrerband S. 42). Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch im Schülerbuch S. 39 „Ein Bild aus Stärke“ durch (s. auch Praktische Tipps, Lehrerband S. 37). Die Schülerinnen und Schüler führen den Versuch im Schülerbuch S. 37 „Messung der CO₂- und O₂-Konzentration“ durch und bearbeiten die Aufgaben 8 bis 10 im Schülerbuch S. 37. Sie können auf die Spaltöffnungen eingehen, indem Sie Fertigpräparate mikroskopisch betrachten lassen und auf ihren Bau, ihre Lage, ihre Anzahl sowie ihre Funktion eingehen.

Lösungen

[zu SB S. 36/37]

- Führe die Versuche durch. Protokolliere und deute die Ergebnisse.
 - Das Wasser färbt sich blau. Die Intensität der Färbung nimmt mit der Zeit zu. Teilweise kann man beobachten, dass sich die Blaufärbung von den Blättchen ausbreitet. Die Färbung ist ein Nachweis, dass Sauerstoff gebildet wird.
 - Der glimmende Span beginnt zu leuchten / zu brennen. Das heißt, dass es sich bei dem Gas um Sauerstoff handelt.
- Überlege, welchen Vorteil es hat, diese Versuche mit einer Wasserpflanze durchzuführen. Im Wasser kann man beobachten, wenn Gase von der Pflanze abgegeben werden und als Bläschen aufsteigen. Diese Gase kann man sammeln. Man kann leichter Nachweise durchführen, um festzustellen, um welches Gas es sich handelt. Wenn Pflanzen die Gase an die Luft abgeben, kann man dies nicht sehen und der Nachweis ist methodisch schwieriger.
- Warum färbt sich Indigoblau bereits am Anfang des Versuchs? Erkläre. Weil in Wasser aus dem Wasserhahn Sauerstoff enthalten (gelöst) ist. Um diese Blaufärbung zu vermeiden, müsste man Wasser verwenden, das z. B. durch Abkochen sauerstofffrei gemacht wurde.
- Die Fotosyntheseaktivität ist vom Licht abhängig. Erkläre mithilfe deiner Beobachtungen.

Beobachtung: Die Anzahl der aufsteigenden Sauerstoffbläschen ist bei direkter Lichteinstrahlung am größten. Sie nimmt bei verringerter Lichteinstrahlung ab.

Erklärung: Je mehr Licht einfällt, desto mehr Fotosynthese kann stattfinden und desto mehr Sauerstoff wird gebildet.
- Plane einen Versuch, mit dem der Einfluss der Temperatur auf die Fotosynthese nachgewiesen werden kann. Führe deinen Versuch durch. Trage die Ergebnisse in einem Diagramm auf und deute sie. Der Versuchsaufbau könnte Abb. 2 entsprechen. Wichtig: Die Lichtintensität darf nicht verändert werden! Stattdessen wird die Temperatur des Wassers verändert. (Tipp: Zur Regulation der Wassertemperatur könnten Eiswürfel und ein Wasserkocher hilfreich sein.)

Ergebnisse: Individuelle Lösung. Deutung: Die Fotosynthese-Aktivität nimmt mit zunehmender Temperatur zu. Ab einer bestimmten Temperatur (über 40 °C) nimmt die Fotosynthese-Aktivität stark ab, da für die Fotosynthese wichtige Stoffe (Enzyme) zerstört werden.

- 6 Beschreibe das Versuchsergebnis und erkläre es. Wurde die Hypothese bestätigt?
Ergebnis: Nur die belichteten Teile des Blattes färben sich dunkel.
Erklärung: Die dunkle Färbung durch Iod-Kaliumiodid ist ein Nachweis für Stärke. Nur in den belichteten Teilen des Blattes fand Fotosynthese statt. Dabei wurde in den Chloroplasten Traubenzucker gebildet und als Stärke gespeichert. Ja, die Hypothese wurde bestätigt: Fotosynthese findet nur dort im Blatt statt, wo Licht auftrifft.
- 7 Buntnesseln haben grüne Blätter mit weißen, chloroplastenfreien Stellen. Welches Ergebnis ist zu erwarten, wenn man das Blatt entfärbt und einen Stärkenachweis durchführt? Begründe.
Erwartetes Ergebnis: Die ehemals grünen Blattbereiche färben sich dunkel, die ehemals weißen Stellen bleiben hell.
Begründung: Nur in den grünen Blattbereichen sind Chloroplasten vorhanden. Nur hier kann Fotosynthese stattfinden und dabei Traubenzucker und Stärke gebildet werden. In den chloroplastenfreien Stellen findet keine Fotosynthese statt.
- 8 Dunkle die Biokammer z. B. mit einer Jacke ab und miss 15 Minuten. Beleuchte mit der Lampe und miss 15 Minuten. Berechne die Menge an CO_2 , die pro Minute im Dunkeln erzeugt bzw. durch Fotosynthese aufgenommen wurde.

Individuelles Ergebnis. Im Dunkeln nimmt der Sauerstoffgehalt ab und der Kohlenstoffdioxidgehalt zu. Bei Beleuchtung ist es umgekehrt. Das Ergebnis ist umso deutlicher, je kleiner die Biokammer im Verhältnis zur Menge an grünem Pflanzenmaterial ist. Für diese Berechnung muss das Volumen der Biokammer bekannt sein. Somit kann der absolute CO_2 -Gehalt zu Beginn und Ende (oder zu jeder vollen Minute) bestimmt und die Veränderung pro Minute berechnet werden.

- 9 Vergleiche Messungen einer Pflanze im Topf (mit Boden) und einer Pflanze ohne Boden.
Individuelles Ergebnis. Der Sauerstoffverbrauch und die Bildung von Kohlenstoffdioxid ist bei Pflanzen mit Boden lichtunabhängig größer: Im Boden befinden sich viele Bakterien und Kleinstlebewesen, die wie die Pflanzenwurzeln keine Fotosynthese betreiben, aber Sauerstoff für die Zellatmung benötigen und Kohlenstoffdioxid herstellen.
- 10 Miss über einen Tag und eine Nacht hinweg. Die Messung stellt einen typischen Tagesverlauf dar: Die Tendenzen aus Aufgabe 8 werden fortgesetzt. Je nach Größe der Biokammer, Tageslänge und Lichtintensität kann es vorkommen, dass insbesondere der Kohlenstoffdioxidgehalt auf Null geht.

Praktische Tipps



Sauerstoffnachweis

Bevor Sie die Versuche zur Beeinflussung der fotosynthetischen Aktivität durchführen, sollten Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern über die Möglichkeiten des Sauerstoffnachweises sprechen (s. Schülerbuch S. 36 und Praktische Tipps: „Nachweis von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid“, Lehrerband S. 36)

Einfluss der Lichtintensität

Den Versuch „Einfluss der Lichtintensität“ (s. Schülerbuch S. 36) können Sie abwandeln, indem Sie – möglichst in einem abgedunkelten Raum – den Abstand der Lampe zum Becherglas variieren. Je nach Helligkeit der Lampe bietet sich eine Veränderung des Abstands um jeweils 10 bis 20 cm für die einzelnen Versuche an. Diskutieren Sie auch Verfälschungen, die durch den Versuchsaufbau entstehen: Temperatureinfluss bei sehr geringem Abstand der Lampe!



Ein Bild aus Stärke

Den Versuch „Ein Bild aus Stärke“ (s. Schülerbuch S. 37) können Sie abwandeln, indem Sie anstatt eines normalen Blatts ein panaschiertes Blatt (z. B. Efeu) benutzen. Damit können Sie zeigen, dass Pflanzen nur in den grünen Blattbereichen Stärke produzieren (also Fotosynthese betreiben) und somit die Chloroplasten mit ihrem Chlorophyll vermutlich eine weitere nötige Voraussetzung für die Fotosynthese sind (s. Abbildungen). Da der Versuch „Ein Bild aus Stärke“ durch das Erhitzen des Ethanolis nicht ganz ungefährlich ist, können Sie die Versuchsdurchführung verbal behandeln und Ihren Schülerinnen und Schülern nur Bilder des Ergebnisses (z. B. von Ihnen selbst hergestellte Blätter) zeigen.

Literatur- und Medienhinweise

Daten auf DVD →

Film: FWU 4602832: Fotosynthese

- **Zusätzliches ARBEITSBLATT** „Versuch zur Fotosynthese“
 Kapitel 1: Zelle und Stoffwechsel, 1.2 Fotosynthese und Zellatmung

Einfluss des Kohlenstoffdioxids

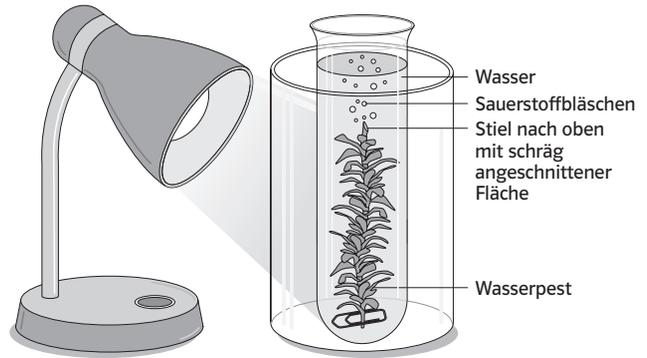
Mit dem folgenden Versuch wird der Einfluss des Kohlenstoffdioxids auf die Fotosyntheseaktivität der Wasserpest untersucht. Da sich die fotosynthetische Aktivität über die Produkte der Fotosynthese (Sauerstoff, Glucose bzw. Stärke) nachweisen lässt, kannst du bei der Wasserpest die Fotosyntheseaktivität einfach mithilfe der Anzahl der aus dem Spross tretenden Sauerstoffbläschen bestimmen.

Material

Zwei große Reagenzgläser (Ø 20mm), Becherglas, Schere, Uhr, Leitungswasser, Mineralwasser (medium), abgekochtes Wasser, Trieb der Wasserpest (in Wasser aufbewahrt), Lampe, Büroklammer

Durchführung

1. Ein Reagenzglas wird mit Leitungswasser gefüllt.
2. Das Ende eines Triebes der Wasserpest wird noch im Aufbewahrungsbecken unter Wasser mit einer Schere schräg angeschnitten. Erst anschließend wird der Trieb vorsichtig (mit der Schnittstelle nach oben) in das Reagenzglas überführt. (Der Trieb kann mit einer Büroklammer am unterem Ende oder einem Stift aus Plastik unten gehalten werden.)
3. Die Lampe wird eingeschaltet, ca. 10 cm vor das Reagenzglas — das man festhalten oder in ein Becherglas stellen kann — gestellt und der Versuchsaufbau wird für 5 min beleuchtet.
4. Die Anzahl der Bläschen, die aus dem angeschnittenen Sprossende entweichen, werden jeweils dreimal eine Minute lang gezählt.
5. Anschließend wird der Trieb der Wasserpest in ein Reagenzglas mit abgekochtem Wasser bzw. Mineralwasser überführt und der Versuch wiederholt.



Warte jeweils eine Minute, bevor du mit dem Zählen beginnst!

Gruppe	Versuch mit Leitungswasser (Bläschenzahl pro min)				Versuch mit abgekochtem Wasser (Bläschenzahl pro min)				Versuch mit Mineralwasser (Bläschenzahl pro min)				
	1	2	3	Durchschnitt	1	2	3	Durchschnitt	1	2	3	Durchschnitt	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

- 1 Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle und ergänze anschließend die Ergebnisse deiner Mitschülerinnen und Mitschüler.
- 2 Vergleiche die durchschnittlichen Werte der drei verschiedenen Versuchsansätze miteinander und deute die Beobachtungen.

ARBEITSBLATT

Einfluss des Kohlenstoffdioxids

Lösungen

1

Gruppe	Versuch mit Leitungswasser (Bläschenanzahl pro min) Ø		Versuch mit abgekochtem Wasser (Bläschenanzahl pro min) Ø		Versuch mit Mineralwasser (Bläschenanzahl pro min) Ø	
	1	2, 1, 1	1,3	0, 0, 0	0	100, 120, 100
2	2, 2, 2	2,0	0, 0, 0	0	45, 45, 38	42,7
3	4, 4, 3	3,7	0, 0, 0	0	14, 13, 15	14,0
4	3, 3, 5	3,7	0, 0, 0	0	13, 14, 15	14,0
5	8, 8, 5	7,0	0, 0, 0	0	23, 26, 19	22,7
6	5, 4, 2	3,7	0, 0, 0	0	86, 95, 123	101,3
7	5, 5, 4	4,7	0, 0, 0	0	14, 15, 18	15,7
8	7, 6, 5	6,0	0, 0, 0	0	52, 90, 110	84,0

(Anmerkung: Die Zahlen stammen aus selbst durchgeführten Schülerversuchen.)

- 2 *Vergleich:* In den Versuchen mit Mineralwasser ist die Bläschenzahl deutlich höher als in den Versuchen mit Leitungswasser. In den Versuchen mit abgekochtem Wasser bilden sich gar keine Bläschen.

Deutung: Die Sauerstoffproduktion ist abhängig vom Kohlenstoffdioxidangebot/-gehalt des Wassers. Je mehr Kohlenstoffdioxid vorhanden ist, desto höher ist die Sauerstoffproduktion bzw. die Fotosyntheserate.

(Anmerkung: Leitungswasser enthält nur wenig Kohlenstoffdioxid, abgekochtes Wasser gar keines. Mineralwasser wird mit Kohlenstoffdioxid versetzt).

Praktische Tipps

Wenn die Versuchsdurchführung nicht möglich ist

Sollte es nicht möglich sein, den Versuch durchführen zu lassen, können Sie auch obige Ergebnistabelle vorgeben und auswerten lassen.

Nachweis von Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Sauerstoff (O₂)

Sie können vor der Durchführung des Versuchs mithilfe von Kalkwasser zeigen, dass in den bei den Versuchen verwendeten Wasserproben unterschiedlich viel Kohlenstoffdioxid vorhanden ist. Geben Sie dazu Kalkwasser in drei Reagenzgläser und gießen sie jeweils eine der drei Wasserproben hinein.

Sollte den Schülerinnen und Schülern nicht klar sein, dass es sich bei den Bläschen, die aus den Trieben der Wasserpest entweichen, um Sauerstoff handelt, können Sie dies mit einem Zusatzversuch nachweisen. Lassen Sie den Versuchsaufbau einige Tage bei guter Beleuchtung stehen. Sie können Ihren Schülerinnen und Schülern z. B. den Versuchsaufbau demonstrieren und dann einen zweiten Versuchsaufbau, der schon einige Tage stand, zeigen. Nehmen Sie nun das Reagenzglas ab, drehen Sie es schnell um und halten Sie einen Glühspan hinein. Die deutlich positive Glühspanprobe zeigt, dass sich in dem Reagenzglas Sauerstoff angereichert hat.

Zusatzinformation

Kohlenstoffdioxid und Fotosyntheserate

Der Kohlenstoffdioxid-Anteil am Gesamtvolumen der Luft liegt bei 0,04%. Dieser Wert liegt meist deutlich unter dem Optimum der Fotosyntheserate der Pflanzen. Daher wird z. B. in manchen Gewächshäusern der Kohlenstoffdioxidgehalt durch Begasung auf 0,1% erhöht, was ungefähr zu einer Verdreifachung der Fotosyntheserate der Pflanzen führt (s. Abb.).

