

Photosynthese: Einfluss verschiedener Parameter



Mit diesem Versuch kann die Photosyntheseleistung von Pflanzen in Abhängigkeit der entscheidenden Photosyntheseparameter quantitativ und ohne Sensorik untersucht werden. Die zu messenden Parameter sind Lichtintensität, Wellenlänge des Lichts, CO₂-Gehalt, Umgebungstemperatur, Pflanzenmasse. Weitere Parameter sind möglich. Gemessen wird das erzeugte Sauerstoffvolumen. Außerdem kann der entwickelte Sauerstoff eingefangen und mit der Glühspanprobe nachgewiesen werden.

Biologie

Pflanzenphysiologie / Botanik

Photosynthese



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

45+ Minuten

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/692d91418dbccd00026d3698>

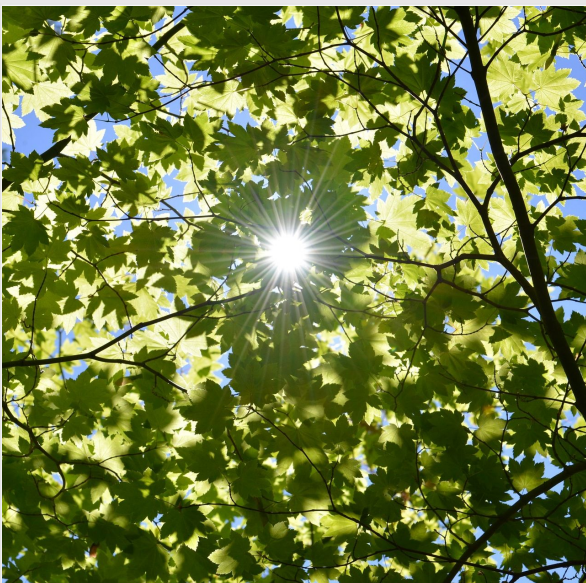
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung (1/2)

PHYWE



Die grüne Pflanze nimmt aus dem Boden Wasser und Nährstoffe auf und aus der Luft Kohlenstoffdioxid. Mittels Sonnenlicht findet eine Photosynthese statt, wobei die Pflanze aus den aufgenommenen Stoffen neue, körpereigene Substanzen wie Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette assimiliert. Dabei entsteht Sauerstoff als Nebenprodukt, der an die Atmosphäre abgegeben wird. Dieser lichtabhängige Prozess wird als Photosynthese bezeichnet. Die Messung der Assimilationsleistung von Grünpflanzen kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- durch die Bestimmung der Assimilatebildung
- durch die Messung des Kohlenstoffdioxid-Verbrauchs
- durch die Ermittlung der entwickelten Sauerstoffmenge

Anwendung (2/2)

PHYWE



Die Beobachtung der Sauerstoffbildung stellt eine besonders geeignete Methode dar, um die Assimilation direkt zu verfolgen. Sauerstoff wird bei der Assimilation als Abfallprodukt von der Pflanze ausgeschieden.

Wenn man diesen Sauerstoff auffängt und nachweist, ist der Beweis für die ablaufende Assimilation erbracht. Bei Landpflanzen ist dies nicht so einfach möglich, bei Wasserpflanzen im Aquarium hingegen beobachtet man die Abgabe von kleinen Gasbläschen, die man auffangen kann.

Der Versuchsaufbau in diesem Versuch ist so konzipiert, dass die Assimilationstätigkeit der Wasserpflanzen im Unterricht nachgewiesen werden kann, und zwar durch Volumenmessung des erzeugten Sauerstoffs. Hierzu wird ein graduiertes Reagenzglas benötigt, um den Sauerstoff aufzufangen.

Dieser Versuchsaufbau erlaubt es, die Parameter, die die Assimilationstätigkeit der Pflanze beeinflussen, quantitativ zu ermitteln.

Sonstige Lehrerinformationen (1/10)

PHYWE

Vorwissen



Die Schülerinnen und Schüler sollten mit den Grundlagen der Photosynthese vertraut sein und dass die Photosynthese- und somit Assimilationsleistung von verschiedenen Faktoren abhängt. Außerdem sollten sie wissen, dass während der Photosynthese Sauerstoff entsteht (chemische Reaktionsgleichung der Photosynthese) und dass die Photosynthese ein lichtabhängiger Vorgang ist.

Prinzip



Die Schülerinnen und Schüler untersuchen den Einfluss von Lichtintensität, Wellenlänge des Lichts, CO₂-Konzentration der Umgebung, Umgebungstemperatur und Dichte des Bewuchs auf die Bildung von Sauerstoff durch eine Wasserpflanze.

Sonstige Lehrerinformationen (2/10)

PHYWE

Lernziel



Die Schülerinnen und Schüler sollen herausfinden, wie groß der Einfluss verschiedener Wachstumsparameter auf die Photosyntheseleistung ist. Außerdem sollen sie den Nachweis führen, dass es sich bei der Messgröße um Sauerstoff handelt.

Aufgaben



Die Schülerinnen und Schüler sollen mit einem einzigen Versuchsaufbau verschiedene Teilversuche durchführen, die sich nur durch die Veränderung von Wachstumsparametern einer Pflanze voneinander unterscheiden. Bei beschränkter Zeit ist es möglich, Teilversuche wegzulassen oder diese auf die verschiedenen Schülergruppen aufzuteilen.

Sonstige Lehrerinformationen (3/10)

Hinweise zur Materialbeschaffung und den besten Bedingungen für das Experiment

Es werden Wasserpflanzen verwendet, und zwar am einfachsten frische Wasserpest (*Elodea canadensis*). Diese kann überall dort beschafft werden, wo Aquarienbedarf erhältlich ist (Zoohandlungen).

Wenn die Ergebnisse vergleichbar und reproduzierbar sein sollen, ist es besonders wichtig, dass die verwendeten Sprossabschnitte möglichst gleich groß sind.



Sonstige Lehrerinformationen (4/10)



Auffanggefäß für
Sauerstoff mit
Graduierung

Hintergrundinformationen zur Methodik

Der während der Photosynthese produzierte Sauerstoff diffundiert durch das Parenchymgewebe und die schützende Kutikula der Wasserpflanze in das umgebende aquatische Medium. Dieser Prozess lässt sich visuell durch das Aufsteigen winziger Gasbläschen im Wasser verfolgen. Interessanterweise zeigt sich bei Wasserpflanzen mit Verletzungen, besonders im Bereich des Stängels, eine deutlich intensivierte Freisetzung von Sauerstoff.

Dieses Phänomen wird in den folgenden Experimenten gezielt genutzt: durch den Einsatz kleiner Sprosssegmente kann die Gasabgabe präzise gemessen und analysiert werden. Diese Methode ermöglicht es, die Sauerstoffproduktion der Pflanzen unter kontrollierten Bedingungen zu quantifizieren und bietet so wertvolle Einblicke in den Prozess der aquatischen Photosynthese.

Sonstige Lehrerinformationen (5/10)

Hilfreiche Hinweise zur Durchführung

- Bei arbeitsteiliger Versuchsdurchführung, indem die Versuche auf mehrere Schülergruppen aufgeteilt werden, sind gleiche Versuchsbedingungen wichtig, d.h. (1) gleicher Abstand und Ausrichtung der Lichtquelle (Photosyntheselampe) von den Versuchspflanzen, (2) gleiche Größe der Sprossabschnitte
- Die Zugabe von Natriumhydrogencarbonat zum Wasser (5 g pro Liter) bei den Teilversuchen mit Ausnahme des Teilversuchs mit den verschiedenen Wasserarten wird zur Beschleunigung der Sauerstoffbildung und somit Reduzierung der Versuchsdauer dringend empfohlen. Außerdem hilft erwärmtes Wasser (nicht mehr als 30°C).
- Zur Durchführung des qualitativen Versuchs zum Nachweis von Sauerstoff sind (sog. Glimmspanprobe) sind Holzspäne erforderlich (z.B. PHYWE Artikelnummer 39126-10).
- Durch Verwendung eines Dreifußes kann die Bestrahlung auch von unten erfolgen. Dadurch muss eine Glaswand weniger durchleuchtet werden, was besonders bei den Versuchen mit den Filtern hilfreich ist.

Sonstige Lehrerinformationen (6/10)

Lernaufgabe zur Photosynthese des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB)



2 Aufgabenstellung

2 Aufgabenstellung

- Diese Lernaufgabe des IQB bedient sich des hier vorgestellten Versuchsaufbaus.
- Mit dieser Lernaufgabe wird die Photosyntheserate in Abhängigkeit von der Lichtfarbe untersucht.
- Direkter Link zum Dokument: [PDF-Datei](#)

In einem Schülerpraktikum sollte die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Farbe des eingestrahnten Lichts untersucht werden. Dazu wurde der in nachfolgender Abbildung (Abb. 1) skizzierte Versuchsaufbau verwendet. Vor die Lichtquelle können dabei Farbfilter gesetzt werden, die jeweils nur Licht eines ganz bestimmten Wellenlängenbereichs (Farbe) passieren lassen. Als Maß für die Fotosyntheserate der eingesetzten Wasserpest wurde in jedem Untersuchungsansatz das Volumen an freigesetztem Sauerstoff bestimmt, das nach 72 Stunden messbar war.

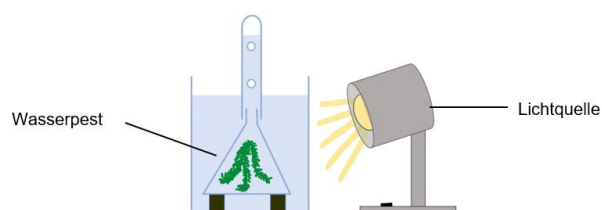


Abbildung 1: Untersuchung der Fotosyntheseaktivität einer Wasserpest-Pflanze, IQB

Sonstige Lehrerinformationen (7/10)

Informationen zu den im Versuch verwendeten Farbfiltern

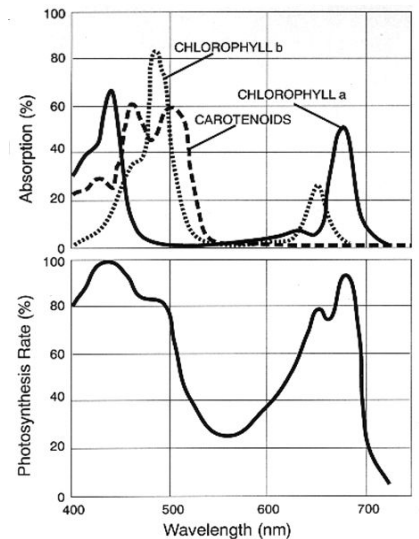
Filterfarbe	Maximum [nm]	Transmission [%]
Blau	452	51
Grün	515	51
Gelb	604	91
Rot	636	94
Grau	-	76
Farblos	-	93

Sonstige Lehrerinformationen (8/10)

Informationen zum Einfluss der Lichtfarbe (Wellenlänge des Lichts) bei der Photosynthese

Die Photosynthese der Pflanzen wird in erster Linie durch sichtbares Licht (Wellenlängen von 400 bis 700 nm) angetrieben, das von Pigmentmolekülen (hauptsächlich Chlorophyll a und b sowie Carotinoiden) absorbiert wird. Pflanzen erscheinen grün wegen des Chlorophylls, das so reichlich vorhanden ist, dass Regionen der Erde aus dem Weltraum grün erscheinen. Das Absorptionsspektrum der Chloroplasten Chlorophyll a und b und der Carotinoide sowie das Wirkungsspektrum der Photosynthese eines Chloroplasten ist in der Abbildung rechts dargestellt. Quelle:

[Absorptionsspektrum der wichtigsten Pigmente und Wirkungsspektrum der Photosynthese](#)



Sonstige Lehrerinformationen (9/10)

Zu erwartende Ergebnisse der quantitativen Versuche: Menge des produzierten Sauerstoffs

- **CO₂-Konzentration im Wasser:** Leitungswasser: geringe Menge; abgekochtes Wasser: keine Produktion, da CO₂ aus dem Wasser ausgetrieben wurde; zugesetztes Sprudelwasser: sehr geringe Produktion, da die CO₂-Gasblasen nicht aufgenommen werden können, sondern nur in Wasser gelöstes CO₂; NaHCO₃-Zusatz: leicht beobachtbare und messbare Produktion bis zu einer bestimmten Konzentration, darüber hinaus nimmt die Produktion wieder ab.
- **Lichtintensität:** mit zunehmender Anzahl der Graufilter exponentielle Abnahme der Menge.
- **Farbe (Wellenlänge) des Lichts:** Maximum bei rot; grün: praktisch keine Produktion; blau und gelb: nicht ganz so hoch wie bei rot.

Sonstige Lehrerinformationen (10/10)

PHYWE

Zu erwartende Ergebnisse der quantitativen Versuche: Menge des produzierten Sauerstoffs

- **Wassertemperatur:** Maximum bei 30°C, danach wieder verringerte Produktion.
- **Menge der Pflanzenmasse pro Volumeneinheit:** Maximum bei mittlerer Pflanzenmassemenge, danach keine weitere Zunahme, da Abschattung und Abfangen der Sauerstoffblasen durch den dichten Bewuchs.

Die Ergebnisse werden sich ungefähr zwischen **0,1 ml und 0,6 ml** aufgefangenem Sauerstoff bewegen.

Sicherheitshinweise

PHYWE



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

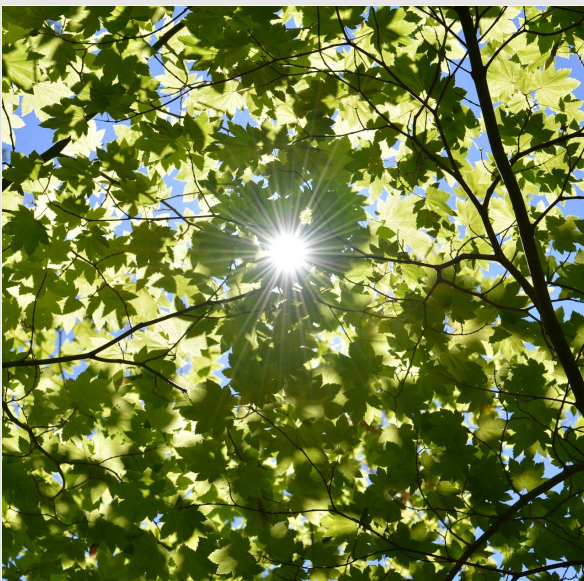
PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Die grüne Pflanze nimmt aus dem Boden Wasser und Nährstoffe auf und aus der Luft Kohlenstoffdioxid. Bei Bestrahlung mit Licht findet Photosynthese statt, wobei die Pflanze aus den aufgenommenen Stoffen neue, körpereigene Substanzen wie Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette assimiliert. Dabei entsteht Sauerstoff als Nebenprodukt, der an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Messung der Assimilationsleistung von Grünpflanzen kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- durch die Ermittlung der entwickelten Sauerstoffmenge, wie in dieser Versuchsreihe praktiziert
- außerdem möglich: durch die (1) Bestimmung der Assimilatebildung und (2) Messung des Kohlenstoffdioxid-Verbrauchs

Aufgaben

PHYWE



A. Quantitative Messung der Sauerstoffbildung einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von

1. der CO₂-Konzentration im Wasser
2. der Lichtintensität
3. der Farbe (Wellenlänge) des Lichts: rotes Licht, gelbes Licht, grünes Licht, blaues Licht
4. der Wassertemperatur
5. Menge der Pflanzenmasse pro Volumeneinheit

B. Qualitativer Nachweis des gebildeten Sauerstoffs mit der Glimmspanprobe

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Gerätesatz Photosynthese	64844-22	1
2	Photosyntheselampe, LED, Vollspektrum, 27 W	65752-99	1
3	Holzspäne, 100 Stück	39126-10	1
4	Natriumhydrogencarbonat, 100 g	CHE-881214431	1
5	Pulverspatel, Stahl, l = 150 mm	47560-00	1
6	Kompaktwaage, AE ADAM, 500 g : 0,1 g Modell CB501	ADA-CB-501	1

Durchführung (1/9)

PHYWE



Versuchsaufbau mit Photosyntheselampe und rotem Farbfilter



Versuchsmaterial mit Farbfiltersatz

Durchführung (2/9)

PHYWE

Allgemeine Vorgehensweise für jeden Teilversuch

- Das Becherglas bis 2 cm unter dem Rand mit ca. 30°C warmen Leitungswasser auffüllen (für optimale Ergebnisse, wird empfohlen, eine Heizplatte zu verwenden, um die Temperatur konstant zu halten) und 5 g Natriumhydrogencarbonat hinzufügen. Rühren bis alles gelöst ist.
- In das Wasser Abschnitte einer Wasserpflanze, z.B. Wasserpest (*Elodea canadensis*) hineingeben, und zwar folgendermaßen: die Pflanze mit einem Skalpell vorsichtig und ohne Druck in Abschnitte von 1,5 cm Länge zerlegen und 20 dieser gleich langen Abschnitte in das gefüllte Becherglas geben.
- Trichter über die Pflanzenabschnitte stülpen.
- Das Auffanggefäß bis zum Rand mit Wasser füllen und mit dem Daumen verschließen, so dass keine Luft mehr enthalten ist.

Durchführung (3/9)

PHYWE

Allgemeine Vorgehensweise für jeden Teilversuch

- Das Auffanggefäß mit der Öffnung in das Becherglas halten und erst den Daumen wegnehmen, wenn die Öffnung unter Wasser ist und auf dem Trichter sitzt.
- Das Auffanggefäß mit dem Universalhalter auf dem Rand des Becherglases fixieren und zwar so, dass im Auffanggefäß keine Luft enthalten ist oder eindringen kann.
- Die Photosyntheselampe auf die Pflanzenabschnitte richten (immer im gleichen Abstand - möglichst nah am Becherglas (ca. 2 cm)! -, im gleichen Winkel und der gleichen Intensität! Am besten wird die Position mit einem wasserfesten Stift markiert).
- Lampe anschalten und 30 min. lang alle 5 min. das Sauerstoffvolumen an der Graduierung des Auffanggefäßes ablesen (ggf. leicht am Trichter rütteln, damit die hängen gebliebenen Luftblasen sich lösen) und notieren.

Durchführung (4/9)

PHYWE
 excellence in science

1. Photosyntheseaktivität (Sauerstoffbildung) einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von der CO₂-Konzentration im Wasser

- Leitungswasser
- Abgekochtes Leitungswasser
- Kohlensäurehaltiges Mineralwasser (90 ml auf 900 ml Leitungswasser)
- Leitungswasser mit 5 g Natriumhydrogencarbonat

Beachte: Die 4 Wasserarten müssen die gleiche Temperatur haben, am einfachsten Raumtemperatur. Beim Mineralwasser darf kein Kohlendioxid in das Auffanggefäß gelangen.

	Gasmenge [ml]			
Messzeit [min]	1.	2.	3.	4.
0	0,0	0,0	0,0	0,0
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Durchführung (5/9)

2. Photosyntheseaktivität (Sauerstoffbildung) einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von der Lichtintensität

1. mit klarer Plexiglasscheibe
2. mit einem Graufilter
3. mit zwei Graufiltern

Beachte: die Farbfilter werden am Becherglas angelehnt. Die Lampe muss dabei so positioniert sein, dass nur gefilterte Strahlung ins Becherglas fallen kann.

Zur Beschleunigung der Sauerstoffbildung sollte das Wasser 5g Natriumhydrogencarbonat enthalten.

	Gasmenge [ml]		
Messzeit [min]	1.	2.	3.
0	0,0	0,0	0,0
5			
10			
15			
20			
25			
30			

Durchführung (6/9)

3. Photosyntheseaktivität (Sauerstoffbildung) einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts

1. mit rotem Farbfilter
2. mit gelbem Farbfilter
3. mit blauem Farbfilter
4. mit grünem Farbfilter

Beachte: die Farbfilter werden am Becherglas möglichst senkrecht angelehnt. Die Lampe muss dabei so positioniert sein, dass nur gefilterte Strahlung ins Becherglas fallen kann. 5g Natriumhydrogencarbonat verwenden!

	Gasmenge [ml]			
Messzeit [min]	1.	2.	3.	4.
0	0,0	0,0	0,0	0,0
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Durchführung (7/9)

4. Photosyntheseaktivität (Sauerstoffbildung) einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von der Wassertemperatur

1. 18°C bzw. Raumtemperatur
2. 25°C
3. 30°C
4. 35°C

Beachte: 5g Natriumhydrogencarbonat verwenden!

	Gasmenge [ml]			
Messzeit [min]	1.	2.	3.	4.
0	0,0	0,0	0,0	0,0
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Durchführung (8/9)

5. Photosyntheseaktivität (Sauerstoffbildung) einer Wasserpflanze in Abhängigkeit von der Menge der Pflanzenmasse unter dem Trichter

1. 14 Sprossabschnitte
2. 16 Sprossabschnitte
3. 18 Sprossabschnitte
4. 20 Sprossabschnitte
5. 22 Sprossabschnitte

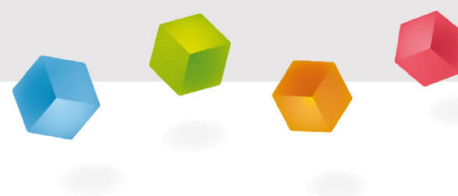
Beachte: 5 g Natriumhydrogencarbonat verwenden!

	Gasmenge [ml]			
Messzeit [min]	1.	2.	3.	4.
0	0,0	0,0	0,0	0,0
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Durchführung (9/9)

B. Qualitativer Nachweis des gebildeten Sauerstoffs mit der Glimmspanprobe

1. Dieser Versuch erfordert eine ausreichende Menge Sauerstoff, daher mindestens 2 ml Sauerstoff im Auffanggefäß ansammeln.
2. Universalhalter vom Auffanggefäß trennen und nach oben hin entfernen.
3. Das Auffanggefäß noch unter Wasser mit dem Stopfen verschließen und aus dem Wasser nehmen. Es darf keine Luft in das Auffanggefäß gelangen.
4. Einen Holzspan anzünden, eine kurze Weile brennen lassen und danach die Flamme sachte ausblasen, so dass der Holzspan noch glimmt.
5. Den Stopfen vom Auffanggefäß, dessen Öffnung oben ist, entfernen und sofort ohne Zögern den glimmenden Span in das Gas im Auffanggefäß halten.

PHYWE

Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Welche Aussagen sind korrekt?

- ☐ Wenn unter Lichteinfall viel Sauerstoff gebildet wird, ist auch die Photosyntheserate hoch.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei rotem Licht sehr niedrig.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei grünem Licht sehr hoch.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei blauem, gelbem oder rotem Licht höher als bei grünem Licht.

✓ Überprüfen

Aufgabe 1

PHYWE

Welche Aussagen sind korrekt?

- ☐ Wenn unter Lichteinfall viel Sauerstoff gebildet wird, ist auch die Photosyntheserate hoch.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei rotem Licht sehr niedrig.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei grünem Licht sehr hoch.
- ☐ Die Photosyntheserate ist bei blauem, gelbem oder rotem Licht höher als bei grünem Licht.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Welche Aussage ist korrekt?

Mit der Glimmspanprobe kann Sauerstoff nachgewiesen werden.

Mit der Glimmspanprobe kann Kohlendioxid nachgewiesen werden.

Bei der Glimmspanprobe fängt der Holzspan wieder an lichterloh zu brennen, wenn er in das Auffanggefäß mit Sauerstoff gehalten wird.

Bei der Glimmspanprobe fängt der Holzspan wieder an lichterloh zu brennen, wenn er in das Auffanggefäß mit Kohlendioxid gehalten wird.

Aufgabe 3

PHYWE

Ziehe die Wörter an die korrekten Stellen

Die grüne Pflanze nimmt aus dem [] Wasser und Nährstoffe auf und [] aus der []. Bei Bestrahlung mit Licht findet [] statt, wobei die Pflanze aus den aufgenommenen Stoffen neue, körpereigene Substanzen wie Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette assimiliert. Dabei entsteht [] als Nebenprodukt, der an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Messung der [] von Grünpflanzen erfolgt am einfachsten durch die Ermittlung der entwickelten Sauerstoffmenge.

Assimilationsleistung

Photosynthese

Sauerstoff

Boden

Kohlenstoffdioxid

Luft

✓ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Welche Aussagen sind korrekt? Die Pflanze produziert am meisten Sauerstoff bei ...

- ☐ ... minimalster Abschirmung des Lichts
- ☐ ... maximalem Vorhandensein von Kohlendioxidgasbläschen im Wasser
- ☐ ... der höchsten Photosyntheserate.
- ☐ ... der dichtesten Pflanzenmasse
- ☐ ... maximaler Umgebungstemperatur

✓ Überprüfen