

Algen als Klimaretter?

Algen sind jedem schon einmal im Alltag begegnet z.B. am Strand, in Nahrungsmitteln wie Algensalat oder in Kosmetikprodukten. Aber was sind Algen eigentlich und können sie einen Beitrag zum Klimaschutz leisten?

Aufgaben:

a) Beschreiben Sie die Prozesse der Photosynthese und Zellatmung, wie sie in Pflanzen, also auch Algen, ablaufen. Verwenden Sie Material M1 und M2 und formulieren Sie Ihre Ausführungen in eigenen Worten.

b) Führen Sie mit Material M3 ein Schülerexperiment durch und untersuchen Sie den Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf die Photosynthese.

c) Erläutern Sie mit Hilfe eines Fließschemas, wie Algen zur Reduktion von CO₂-Emissionen eingesetzt werden sollen. Nutzen Sie dazu Material M4 und M5.



Sprinter Aufgabe: Beurteilen Sie die Bedeutung der Algentechnologie als Maßnahme zur CO₂-Emissionsreduktion. Beziehen Sie auch Ihre Kenntnisse zu *Carbon Capture and Storage* mit ein.

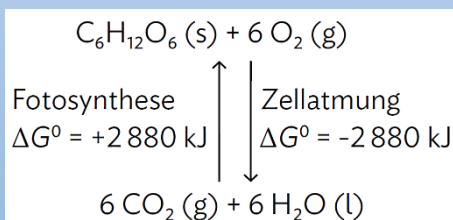
M1: Algen – Eine Einführung

Als Algen bezeichnet man verschiedene ein- oder mehrzellige Organismen, die meist in aquatischen Lebensräumen wie z.B. Seen oder Flüssen vorkommen. Je nach Größe und Zellstruktur wird zwischen Mikro- und Makroalgen unterschieden. Algen besitzen Plastiden (Zellorganellen), in denen die Photosynthese abläuft. Da ihre Fähigkeit zur Kohlenstoffdioxidfixierung 10 bis 15 mal höher als bei Landpflanzen ist, werden sie auch oft als „photosynthetische Zellfabriken“ bezeichnet. Sie können sich an verschiedenste Umgebungsbedingungen anpassen und wachsen sehr viel schneller als andere Pflanzen. Während im Winter die Photosynthese bei Bäumen nur eingeschränkt ist, binden Algen ganzjährig Kohlenstoffdioxid bei der Photosynthese.



Bildquellen: (letzter Zugriff 28.01.21) (links) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Green_algae_.jpg, (Mitte) [https://en.wikipedia.org/wiki/Edible_seaweed#/media/File:Sapporo_Ichiban_Catford_London_\(4073176136\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Edible_seaweed#/media/File:Sapporo_Ichiban_Catford_London_(4073176136).jpg) (rechts) https://de.wikipedia.org/wiki/Ulvophyceae#/media/Datei:Ulva_lactuca.jpeg

M2: Stoff- und Energieumsätze bei Photosynthese und Zellatmung



(Quelle: Bohrmann-Linde C.; Siehr, I. (Hrsg.): Chemie 2000 Sek II, Baden-Württemberg, C.C. Buchner, S.272 (2021).

M3: Schülerexperiment – Kohlenstoffdioxid und Photosynthese



Kohlenstoffdioxid ist ein Spurengas in der Atmosphäre und hat einen Anteil von ca. 0,003 Vol-%. Ozeane enthalten 60-mal mehr Kohlenstoffdioxid als die Luft. Die Funktion der Wasserpflanzen und Ozeane als Kohlenstoffdioxidsenken ist von großer Bedeutung für den natürlichen Kohlenstoffkreislauf und den Klimaschutz. Das folgende Experiment soll Sie Vorgänge der Fotosynthese in Wasserpflanzen verdeutlichen.



Geräte:

4x 250 mL Erlenmeyerkolben (EK), Pipette, Schere, Pflanzlampe, Parafilm, Stoppuhr, Pinzette, Styroporbox

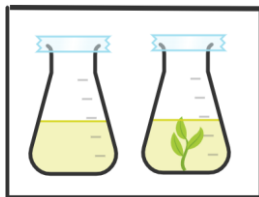
Chemikalien:

- Leitungswasser,
- Wasserpest (*Elodea canadensis*),
- Bromthymolblau-Lösung (w = 0,1 %) in Ethanol

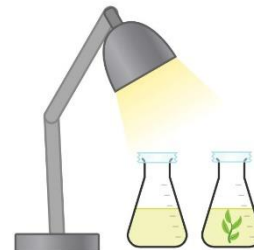


Skizze:

Erlenmeyerkolben 1 und 2 in Styroporbox



Erlenmeyerkolben 3 und 4 unter Pflanzlampe



Durchführung:

1. Beschriften Sie die vier Erlenmeyerkolben (EK) mit den Zahlen 1-4 und füllen Sie jeden Kolben mit jeweils 200 mL Leitungswasser.
2. Geben Sie in jeden EK 5-10 Tropfen der Indikatorlösung, bis ein deutlicher grüner Farbeindruck sichtbar wird.
3. Waschen Sie die Wasserpest mit Leitungswasser und zerteilen Sie sie mit einer Schere in ca. 10 cm lange Stränge. Geben Sie jeweils 4-5 Stränge Wasserpest in die Erlenmeyerkolben 2 und 4. Stellen Sie sicher, dass die Wasserproben die Wasserpeststränge vollständig bedecken.
4. Verschließen Sie die Erlenmeyerkolben 1-4 mit Parafilm.
5. Stellen Sie EK 1 und 2 in eine Styroporbox und verschließen Sie diese mit einem Deckel. Stellen Sie EK 3 und 4 unter eine Pflanzlampe.
6. Notieren Sie Ihre Beobachtungen und starten Sie anschließend Ihre Stoppuhr.
7. Notieren Sie weitere Beobachtungen nach 30 und nach 60 und 90 Minuten.
8. Entsorgung: Die Lösungen werden in den Behälter für organische Abfälle entsorgt. Die Wasserpest kann im normalen Hausmüll entsorgt werden.

Beobachtung:

Notieren Sie Ihre Beobachtungen in der Tabelle.

Kolben	Farbe des Indikators nach Zugabe	Farbe des Indikators			Weitere Beobachtungen (Was passiert an der Blattoberfläche der Wasserpest?)
		nach 30 Minuten	nach 60 Minuten	nach 90 Minuten	
EK 1					Blindprobe, fungiert als Referenz
EK 2					
EK 3					Blindprobe, fungiert als Referenz
EK 4					

Auswertung:

1. Beschreiben Sie, wie sich Erlenmeyerkolben 2 und 4 am Ende des Experiments voneinander unterscheiden. Erklären Sie die Farbveränderung mit Hilfe von Tipp 1 und passenden Fachbegriffen.
2. Erläutern Sie mit Hilfe von Tipp 2, wie sich die Vorgänge in Erlenmeyerkolben 4 von den anderen unterscheiden. Begründen Sie ihre Beobachtungen ausführlich.

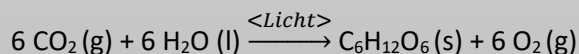
Tipp 1: pH-Farbskala des Indikators Bromthymolblau



Tipp 2: Wasserpflanzen und Photosynthese

Mit Hilfe von Sonnenlicht können aquatische Pflanzen wie die Wasserpest Photosynthese betreiben und Sauerstoff und energiereiche Kohlenhydrate produzieren. Das entstehende Sauerstoffgas kann als kleine Gasbläschen an den Blattoberflächen und in der Lösung beobachtet werden.

Vereinfacht kann die Photosynthese mit folgender Gleichung dargestellt werden:



Da sich während des Versuchs immer weniger Kohlenstoffdioxid in Lösung befindet, kann eine zunehmende Alkalität beobachtet werden. Der Indikator zeigt dies in EK 4 mit einem Farbumschlag von gelb zu grün bzw. blau an. EK 1 und 3 dienen im Versuch als Blind- bzw. Vergleichsprobe.

M4: Pressemitteilung des Forschungszentrums Jülich

CO₂ aus dem Kraftwerk für die Pflanzenforschung

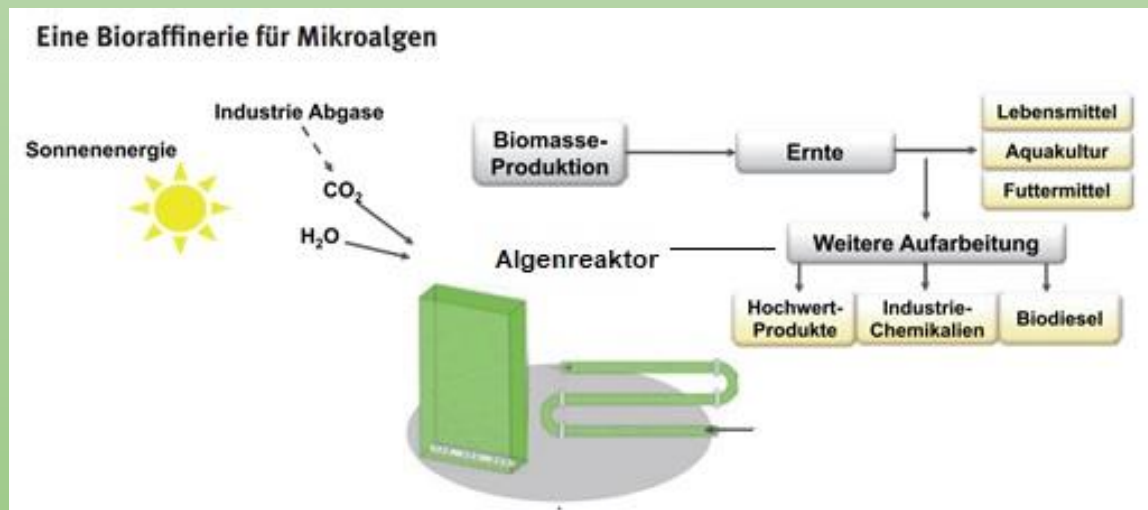
Niederaußem/Jülich, 7. Oktober 2015 – Wie Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe genutzt werden können, untersuchen Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich seit mehreren Jahren. Algen und andere Pflanzen können als Alternative zum Erdöl für Flugzeugtreibstoff, als Grundstoff für die chemische Industrie oder für Nahrungsmittel eingesetzt werden. Für ihr Wachstum brauchen Pflanzen als Nährstoff Kohlenstoffdioxid (CO₂). Diesen Rohstoff stellt die RWE Power AG dem Forschungszentrum zukünftig aus ihrer Pilotanlage zur CO₂-Wäsche im Kraftwerk Niederaußem zur Verfügung.

Im "Algen Science Center" auf dem Jülicher Campus füttern die Pflanzenforscher des Instituts für Bio- und Geowissenschaften (IBG-2) Mikroalgen mit dem CO₂ aus Niederaußem und gewinnen daraus zum Beispiel Öle als Basis für Biotreibstoffe. In Jülich werden drei verschiedene Bioreaktoren auf ihre Funktionsweise und Effektivität hin untersucht. Dabei werden Anlagen und Aufbauten in Gewächshäusern und in Außenanlagen getestet.

Mikroalgen sind vielversprechend als Rohstoff-Lieferanten für Biomasse. Ihre Vorteile: Sie verwerten als „Futter“ Kohlenstoffdioxid aus der Luft oder aus industriellen Emissionen, zum Beispiel wie hier aus Rauchgas von Kraftwerken. Sie können Sonnenlicht direkt als Energiequelle für ihren Stoffwechsel nutzen und vermehren sich rasch. Ihre Wachstumsrate ist sieben- bis zehnmals so hoch wie die von Landpflanzen und man kann sie außerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen anbauen.

Quelle Text (tw. gekürzt und zusammengefasst): <https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2015/15-10-07-niederaussem.html?nn=1414748>, <https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2013/13-06-07-Aufwind.html?nn=1414748> (letzter Zugriff 28.01.21).

M5: Nutzung von Mikroalgen als Rohstoff



Quelle: gekürzt und bearbeitet nach Dechema Mikroalgen Biotechnologie: Gegenwärtiger Stand, Herausforderungen und Ziele S.14, 2016.



Quellen

M1 Algen- Eine Einführung

Links: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Green_algae_.jpg

Mitte:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Edible_seaweed#/media/File:Sapporo_Ichiban,_Catford,_London_\(4073176136\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Edible_seaweed#/media/File:Sapporo_Ichiban,_Catford,_London_(4073176136).jpg)

Rechts: https://de.wikipedia.org/wiki/Ulvophyceae#/media/Datei:Ulva_lactuca.jpeg

M2 Stoff- und Energieumsätze

Bohrmann-Linde C.; Siehr, I. (Hrsg.): Chemie 2000 Sek II, Baden-Württemberg, C.C. Buchner, S.272 (2021).

M3 Schülerexperiment

angelehnt an Messig, Zacher, Groß, „Die Fotosynthese verstehen“- Ein lernerorientierter Versuch zum Thema Pflanzenernährung im Biologieunterricht, S.5, MNU 69 (2016).

M4 Pressemitteilung

Text (tw. gekürzt und zusammengefasst):

<https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2015/15-10-07-niederaussem.html?nn=1414748>,

<https://www.fz-juelich.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/UK/DE/2013/13-06-07-Aufwind.html?nn=1414748> (letzter Zugriff 28.01.21).

aktuelle Website: <https://www.fz-juelich.de/de/ibg/ibg-2/forschung/ibg-2-projekte-1/projekte-archiv/aufwind-nachhaltiges-kerosin-aus-algenoel-1> (letzter Zugriff 28.01.26)

M5: Nutzung von Mikroalgen

gekürzt und bearbeitet nach Dechema Mikroalgen Biotechnologie: Gegenwärtiger Stand, Herausforderungen und Ziele S.14, 2016.

Handreichung unter:

https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/PP_Algenbio_2016_ezl.pdf (letzter Zugriff 28.02.16).