

## MT13660 Mikrobürette von Coutable

### I. Beschreibung

Das Gerät besteht aus:

- Einer Platte aus Polystyrol mit Markierungen – Maße: 550 x 130 mm
- Einem Metallstab mit Fixiergewinde
- Einem Kapillarrohr; Länge: 300 mm, Außendurchmesser: 6 mm; Innendurchmesser: 1,2 mm
- Einem Doppelbogen aus Glas
- Einem Trichter mit Spalten
- Drei Schlauchverbindungen aus Gummi
- Einem Reagenzglas: 25 x 200 mm
- Einer Spritze: 5 cm<sup>3</sup>

### II. Einleitung

#### a. Allgemein

Jede Sekunde nimmt die Sonne um 4 t an Masse ab.  
Die Masse wandelt sich in Sonnenstrahlung um. Ein kleiner Teil wird auf der Erde durch chlorophyllhaltige Pflanzen aufgenommen.

Diese benutzen die Strahlung für die Photosynthese.  
Dank der Photosynthese – ohne diesen Effekt wäre Leben auf der Erde unmöglich – wird die Sonnenenergie in die großen biochemischen Zyklen des Globus aufgenommen. Zur Photosynthese befähigt sind alle höheren Pflanzen, Farne, Moose, Rotalgen, Grünalgen, Braunalgen, Blaualgen, und verschiedene Bakterienarten.

Die Photosynthese ist eine chem. Reaktion, die unter Licht oder anderer elektromagnet. Strahlung abläuft und zur Synthese einer chemischen Verbindung führt

Bei der Photosynthese wird Lichtenergie in chem. Energie umgewandelt, mit deren Hilfe das in der Luft und im Wasser vorhandene CO<sub>2</sub> organisch in Form von Glucose gebunden wird.

Die Bruttogleichung der Photosynthese lautet:



Die Photosynthese verläuft in zwei Etappen bzw. Phasen.

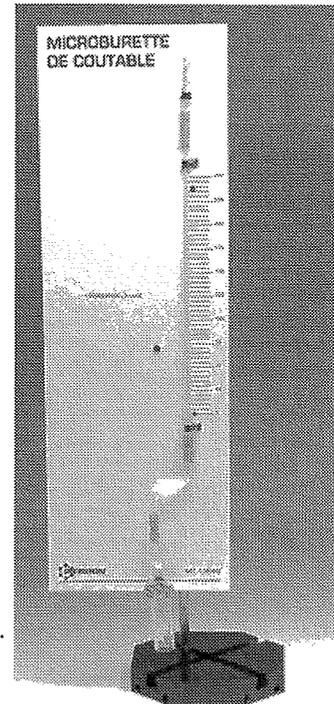
- Die helle Phase oder auch Lichtphase genannt, in der die Protonen (Energie) durch das Chlorophyll aufgenommen werden führt zur Photolyse des Wassers, was dann die Elektronen und Protonen liefert. Die Abgabe von Sauerstoff ist eine Konsequenz dieser Etappe.

- Die Primärreaktion oder auch Dunkelreaktion genannt. Die Inkorporation des Kohlenstoffs ( durch Reduktion von CO<sub>2</sub>), schon geformter Zucker ( Ribulose – 5- phosphat) während des Calvin-Zyklus.

Man kann die Intensität der photosynthetischen Tätigkeit unterschiedlich quantifizieren:

- durch Messen des O<sub>2</sub>- Volumens, abgegeben in Zeit- und Masseeinheiten.
- durch Messen des CO<sub>2</sub>- Volumens, aufgenommen in Zeit- und Masseeinheiten.
- durch Messen des O<sub>2</sub>-Volumens, abgegeben durch Blattoberflächeneinheit, die der Sonne ausgesetzt ist.

Die erste Methode ist die am häufigsten verwandte Methode.



Die Hauptfaktoren, die bei der Photosynthese eine Rolle spielen sind:

- die  $\text{CO}_2$  Konzentration im entsprechenden Milieu (meistens Luft)
- die Lichtintensität
- die Temperatur

Folgende Fragen könnten z.B. den Schülern vorgelegt werden:

- Warum wachsen Pflanzen nicht ohne Licht?
- Warum ist Licht unabdinglich, wozu dient es?
- Die Photosynthese führt dazu, dass die Biomasse wächst, welches ist der entsprechende Mechanismus?
- Wie kann man die Photosyntheseaktivität messen?
- Vollziehen alle Pflanzen Photosynthese?
- Welches sind die Faktoren, die eine Photosynthese einschränken bzw. beschleunigen?
- Atmung und Photosynthese: Gibt es Gemeinsamkeiten? Erkläre.

So oder so ähnlich könnten Fragen zu dieser Thematik lauten. Selbstverständlich ist jeder Lehrer frei, eigene vielleicht besser formulierte Fragen oder (noch besser) Impulse zu formulieren. Es sollten hier lediglich Anregungen gegeben werden.

#### IV. Zubehör

- Ständer mit Doppelmuffe für die Fixierung der Mikrobürette
- Zeitmesser
- Messzylinder
- Filterpapier
- Präzisionswaage
- Thermometer
- Thermische Scheibe
- Beleuchtung

#### V. Vorzubereitende Lösungen

##### a. $\text{KHCO}_3$

- 5 l zu 1% im Voraus präparieren, um alle notwendigen Lösungen herzustellen.
- 10 g  $\text{KHCO}_3$  abwiegen und auf 1 l mit destilliertem Wasser auffüllen.
  - destilliertes Wasser enthält  $\text{CO}_2$  (bei  $20^\circ\text{C}$  zu 0,015 mg/l), welches aus der Atmosphäre im Wasser gelöst ist.

##### b. Pufferlösung

Die Dissoziation von  $\text{HCO}_3^-$  in  $\text{CO}_2$  und  $\text{OH}^-$  kann sich nur bei einem pH-Wert einstellen, der kleiner als 8 ist. Da die Lösung einen pH-Wert von ungefähr 10 hat, wird es notwendig, eine wiederum eine Lösung zu verwenden, die den pH-Wert auf ungefähr 5,6 absenkt.

- eine  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – Lösung präparieren: 9g auf 1 l
- eine  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – Lösung präparieren: 9,5 g/l
- Nehmen wir nun 10ml der  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  und 190ml der  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – Lösung und geben sie zu den bereits vorbereiteten Lösungen, um einen pH-Wert von 5,6 zu erzielen.

#### VI. Die Messung der Photosyntheseaktivität

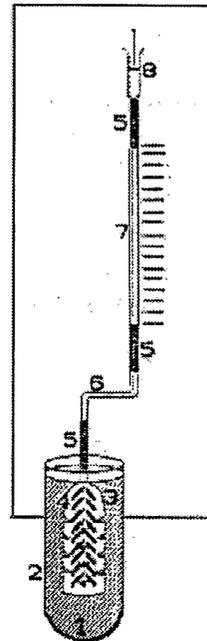
Ziel: Dieser Versuch hat zum Ziel, den Begriff der Photosyntheseintensität bei einer Wasserpflanze sowie den Einfluss von verschiedenen anderen Faktoren, bei denen kein Leben möglich ist, zu illustrieren.

## A. Vorbereitung des Materials

1. Flüssiges Umfeld
2. Reagenzglas
3. Trichter
4. Zweig einer Wasserpflanze
5. Verbindung
6. Doppel Glasbogenrohr
7. Kapillarrohr
8. Spritze

## Gebrauchsanweisung

- Vervollständigen Sie die Montage wie auf der Skizze angegeben. Das Reagenzglas wird mit Hilfe der Klammer, die sich unten auf dem Ständer befindet, fixiert. Der Trichter sollte ungefähr 3 - 4 cm in das Reagenzglas hineinragen.
- Das Verbindungsstück verbindet den Trichter mit dem doppelten Glasbogenrohr. Es sollte eine Länge von wenigstens 4 cm haben.
- Bauen Sie nun den doppelten Glasbogen ein und achten Sie darauf, daß er das Kapillarröhrchen (7) im Innern des Verbindungsstücks berührt.
- Fixieren Sie nun die Mikrobürette mit Hilfe der Stativmuffe auf einem Ständer.
- Jetzt nimmt man zwei oder drei Wasserpflanzenzweige, die vorher mit einer Rasierklinge zurechtgeschnitten wurden.
- Nachdem die Wasserpflanzenzweige vorsichtig zwischen zwei Filterpapieren abgetrocknet wurden, werden die Zweige gewogen.
- Nachdem Wiegen kommen die Zweige - „Kopf“ nach unten - in den Trichter (3) ( der Trichter sollte aus dem Rohr genommen werden können ohne daß man die Fixierung berührt)
- Nun wird der Trichter wieder in das Reagenzglas gesteckt.
- Zum Schluss wird das Reagenzglas vorsichtig mit der vorher präparierten Lösung - je nach Art des Versuches - gefüllt.



## B. Versuchsdurchführung

Reinigung/ Klärung des Systems

Die Spritze wird am oberen Teil des Systems angesetzt. Man zieht vorsichtig den Spritzenkolben heraus und man füllt das ganze System - die Spritze teilweise eingeschlossen - mit Flüssigkeit. Das obere Verbindungsstück wird zwischen zwei Finger genommen. Man löst die Spritze aus dem System heraus und entleert den Inhalt in das Reagenzglas.

Die Spritze wird wieder fixiert.

Man lässt die Finger los: falls das System dicht ist, darf die Flüssigkeit nicht wieder ins das Kapillarröhrchen hinabsteigen.

Man löst die Zeitmessung aus. Blasen sollten sich aus den Teilen der Wasserpflanzen lösen und sich im doppelten Glasbogen ansammeln.

## Messungen

Alle 3, 5 oder 10 Minuten ( je nach Intensität der zu beobachtenden Gasentwicklung) werden Messungen durchgeführt.

Die Messung:

- zieht man vorsichtig an dem Spritzenkolben
- lässt man die Gasblase im Kapillarröhrchen aufsteigen; dabei untersucht man, ob auch keine Blase in den unteren Verbindungsstücken bilden ( wenn ja, dann leicht klopfen...).
- Messung durch Millimeterpapier, fixiertes Regal...
- weiter den Spritzenkolben aus der Spritze ziehen, um die Blase in die Spritze zu bekommen.

- die Flüssigkeit, die in die Spritze miteingezogen wird, wird wieder in das Kapillarröhrchen zurückgedrückt.

Das System ist jetzt für eine neue Messung bereit.

Der Versuch läuft quasi in zwei Phasen ab: Eine erste Phase, die es ermöglicht, die photosynthetische Intensität unter Standardbedingungen herzustellen ( nach Wahl des Lehrers bzw. der Schüler). In einer zweiten Phase – nachdem man einen einzigen Faktor variiert hat (Licht, CO<sub>2</sub>, Temperatur...) - kann dann die photosynthetische Intensität quantitativ bestimmt werden.

### C. Versuchsbedingungen

#### \* Erster Teil des Versuchs

Standardbedingungen:

60 cm<sup>3</sup> destilliertes Wasser

30 cm<sup>3</sup> Pufferlösung

10 cm<sup>3</sup> KHCO<sub>3</sub>- Lösung (1%)

Temperatur und Lichtintensität normal ( Raum)

#### \* Zweiter Teil des Versuchs

Einer der Faktoren wird variiert:

Licht: 0W/m<sup>2</sup> nach 400W/m<sup>2</sup>

KHCO<sub>3</sub>: 0% bis 1%

Temperatur: 3°C bis 40°C

Achtung: Bei einem Wechsel der Lösung, muss die Pflanze mit der neuen Lösung gewaschen werden!

### D) Kommentar für den Schüler: Photosynthetische Aktivität

#### **Lebewesen**

Die Literatur schlägt in diesem Zusammenhang oft für diese Versuch die Kanadische Wasserpest oder die Wassergarbe vor. Photosynthetische Aktivität ist selbstverständlich gut messbar, aber manchmal korrespondiert die Gasentwicklung nicht mit den Erwartungen. Es gibt eine Pflanze, die wir seit Jahren für diese Zwecke problemlos nutzen, die „Cabomba aquatica“ mit seiner feingesägten Blattform.

Es ist sehr einfach, sich bei einem Zoohändler, der Aquariumartikel (Zierfische, Wasserpflanzen etc.) führt, diesen Artikel zu besorgen. Da die Zucht sehr einfach ist, kann man diese Pflanze selbst im Aquarium ziehen.

Bei der Photosynthese wird dann progressiv Sauerstoff freigesetzt, die Intensität der Photosynthese fällt und steigt mit der Intensität des Lichtes.

#### **Montage**

Bitte geben Sie nicht den Stiel der Pflanze in das Glasrohr, wenn ein Trichter auf das Rohr gesetzt werden soll. Es gibt für den Schüler einige Schwierigkeiten, die Sauerstoffabgabe in Form von Blasen wahrzunehmen, wenn der Querschnitt des Pflanzenstiels genauso groß ist wie der des Rohres! Wenn es Probleme geben sollte, eine einzige Gasblase zu erhalten, ist es ratsam, eine Mohrsche Klemme oder ein ähnliche Vorrichtung auf den doppelten Glasbogen zu setzen.

Auch reicht oft das Anbringen des Reagenzglases gegenüber der restlichen Apparatur aus, damit Gasblasen von der Pflanze ausgesandt werden. Diese fangen sich dann im doppelten Glasbogen.

## Versuchsbedingungen:

### Licht:

- Vergessen Sie nicht den thermischen Schirm zwischen Lampe und Pflanze aufzustellen.
- Die Lichtstärke, die die Pflanze aufnimmt, kann durch folgende Formel erfasst werden:

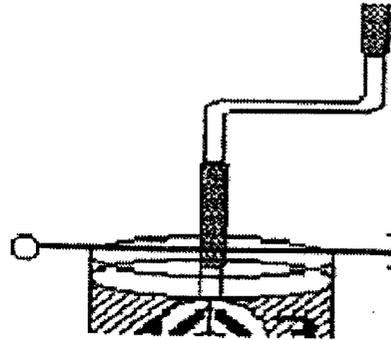
$$E = P / 4 d^2$$

E: Stärke in W/m<sup>2</sup>

P: Die Stärke der Lichtquelle in W

(40W oder 60W reicht vollkommen aus)

d: Abstand zwischen der Pflanze und der Lichtquelle in m



### Temperatur:

- Geben Sie ein Thermometer in die Lösung, um die Temperatur zu überprüfen.
- Stellen Sie destilliertes Wasser zum Gefrieren bereit.

Wichtige Faktoren, die den Versuch beeinflussen, können den Schülern besonders gut illustriert werden. Folgende Faktoren haben direkten Einfluss auf den Ablauf der Photosynthese: Temperatur, Licht und Konzentration an CO<sub>2</sub>.

## E) Ergebnisse

### a. Experimentalwerte

#### 1. Variation von KHCO<sub>3</sub>

Wasserpflanze: Cabomba

Masse: 2 g

Umgebene Temperatur: 22° C

Raumlicht

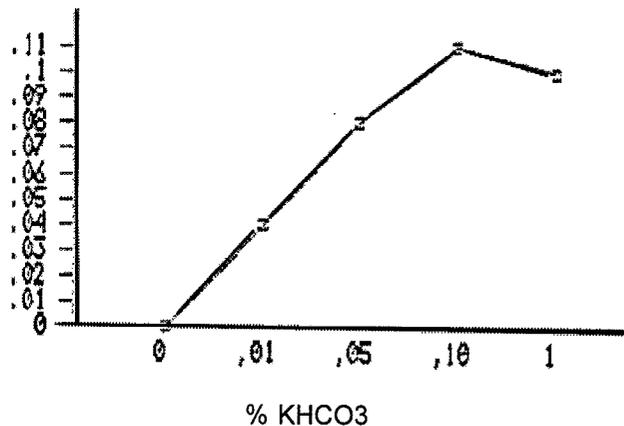
Erster Versuch KHCO<sub>3</sub> zu 0,1%

Dann unterschiedliche Konzentration der Lösungen

Dauer jedes Experiments : 15 min.

Photosynthese Cabomba

<u>% KHCO<sub>3</sub></u>	<u>I<sub>p</sub> l/h/kg</u>
,00	,00
,01	,04
,05	,08
,10	,11
1,00	,10



## 2. Variation der Lichtstärke

Wasserpflanze: Cabomba

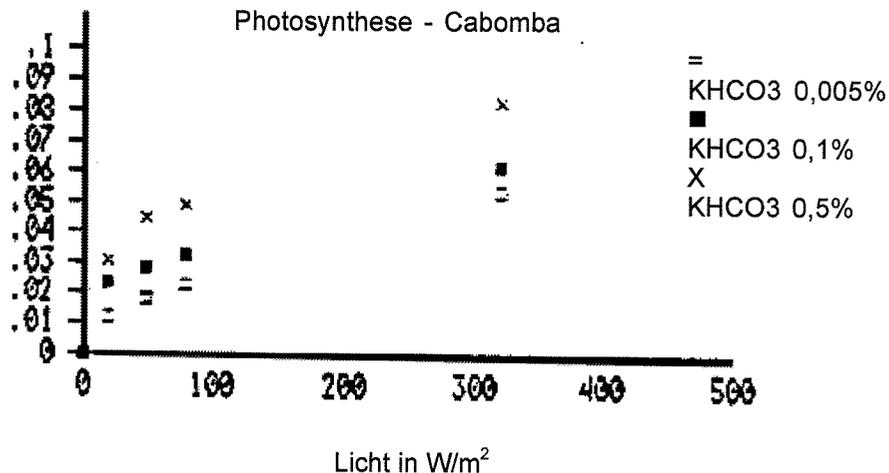
Masse: 2 g

Temperatur: normal

Unterschiedliche Labore arbeiten oft mit unterschiedlichen Lösungen und sie variieren auch die Lichtstärke.

Dauer jeden Versuches: 15 min.

Licht W/m <sup>2</sup>	KHCO <sub>3</sub> 0,005%	KHCO <sub>3</sub> 0,1%	KHCO <sub>3</sub> 0,5%
320	.053 1/h/kg	.061 1/h/kg	.083 1/h/kg
80	.022	.033	.049
50	.018	.028	.044
20	.012	.023	.031
0	.000	.000	.000



### B) Auswertung

#### 1. Variation von KHCO<sub>3</sub>

Die  $I_p$  (Lichtstärke) für eine Konzentration von KHCO<sub>3</sub> null, zeigt die Notwendigkeit von CO<sub>2</sub> für die Photosynthese.

Eine Erhöhung von  $I_p$  in Funktion der Konzentration von KHCO<sub>3</sub> bis zu einem Optimum.

Es existiert ein Optimum bei 0,1% KHCO<sub>3</sub> in den Versuchsbedingungen.

Jenseits des Optimums bleibt KHCO<sub>3</sub> kein limitierender Faktor mehr:

(allgemein, beobachtet man bei einer graphischen Darstellung eine Abflachung zu einem Plateau)

CO<sub>2</sub> ist also ein limitierender Faktor (im ersten Teil des Graphes); dieser Faktor wird einfach sehr wichtig für die Photosynthese.

#### 2. Variation der Lichtstärke

Die  $I_p$  null für eine Lichtstärke null zeigt die Notwendigkeit des Lichts für die Photosynthese.

Die Zunahme des  $I_p$  in Funktion der Lichtstärke empfangen durch Pflanzen. Es gibt keine Proportionalität: eine Zunahme der Lichtstärke führt auch zu einer Zunahme des  $I_p$  allerdings in kleinerer Quantität: dies zeigt die weniger limitierende Rolle des Lichtes unter Versuchsbedingungen, 320 W/m<sup>2</sup>