

**Kurs 9: Photosynthese**

Arbeitsgruppe D6:  
Clara Dees  
Susanne Duncker  
Anja Hartmann  
Kristin Hofmann

**Protokoll:**

Im heutigen Kurs wollten wir in drei verschiedenen Versuchen den genaueren Ablauf der Photosynthese untersuchen. Für diesen Zweck verwendeten wir *Chlamydomonas reinhardtii*, die zuvor mit Stickstoff begast wurden, um den noch vorhandenen Sauerstoff zu verdrängen, und um die Sauerstoffsättigung herabzusetzen. Sie wurden bis zum jeweiligen Versuchsstart in braunen Fläschchen aufbewahrt, um eine neue Sauerstoffproduktion mit Hilfe der Photosynthese zu verhindern. Um genauere Details über den Versuchsablauf zu erfahren siehe Skript S.112ff.

**1. Versuch:**

Der erste Versuch beschäftigte sich mit der Sauerstoffbildung in Abhängigkeit von der Lichtquantität. Bei allen drei Versuchen wurden 13ml *Chlamydomonas* verwendet. Mit Hilfe eines speziellen Computerprogramms und unter Verwendung der Clark-Elektrode, welche den gelösten Anteil an O<sub>2</sub> gemessen hat, konnten die Photosyntheseaktivitäten der Algen in einen Kurvenverlauf übertragen werden (vgl. Anlagen 1-8).

Um nun die Sauerstoffbildung in Abhängigkeit von der Lichtquantität zu ermitteln, musste man die Steigung der Geraden berechnen. Die Werte für die einzelnen Teilversuche sind nun im nachfolgende tabellarisch aufgeführt:

Messung	Einstellungen	Luxwert	Steigung	Änderung von [O <sub>2</sub> ] in Mol/l
1	I	12.000	0,78	21,38 x 10 <sup>-3</sup>
	II	8.000	0,46	14,36 x 10 <sup>-3</sup>
2	III	16.000	0,94	29,38 x 10 <sup>-3</sup>
	IV	4.000	0,1	3,125 x 10 <sup>-3</sup>
3	V	20.000	0,96	30,0 x 10 <sup>-3</sup>
	VI	1.000	-0,15	-4,688 x 10 <sup>-3</sup>
4	VII	30.000	1,07	33,4 x 10 <sup>-3</sup>
	VIII	Dunkel	-0,28	-8,75 x 10 <sup>-3</sup>

### Interpretation der Graphiken (vgl. Anlage 1-8) und Auswertung der Werte:

Bei einer Messungseinheit wurde jeweils eine hohe Luxzahl und eine niedrige auf die Clamydomonas eingestrahlt. Von 12.000 Lux bis 30.000 Lux ist deutlich eine Zunahme der Sauerstoffentwicklung zu bemerken. Ab 8.000 Lux kann man eine Abnahme zu erkennen. Bei 4.000 Lux sinkt die Änderung des  $O_2$  Gehaltes auf unter  $0,005 \text{ Mol/l}$  ab. Wird die Lichtquantität noch weiter erniedrigt, nimmt die Photosyntheseaktivität stark ab und die Gerade hat eine negative Steigung. Dadurch erhält man auch einen negativen Wert für die  $O_2$ -Änderung. Dies ist dann der Fall, wenn die Algen durch Atmung mehr  $O_2$  verbrauchen, als sie herstellen. Schon bei 1000 Lux ist dies der Fall. Versetzt man Clamydomonas ins Dunkel (das Gefäß, indem sie sich befanden wurde mit einem dunklen Tuch abgedeckt), so ist deutlich zu erkennen, dass keine Photosynthese mehr stattfindet. Der zuvor bei 30.000 Lux produzierte  $O_2$  wird nun verbraucht. Würde man sie so lange im dunkeln lassen, bis dieser vollständig veratmet wurde, würden sie ersticken.

Nach jeder Messung wurden die Algen gewechselt, um eine Beeinträchtigung zu vermeiden. Es ist noch anzumerken, dass nie der genaue Luxwert wie auf der Tabelle im Skript (Seite 116) erreicht werden konnte. Es sind daher Schwankungen von bis zu 150 Lux enthalten.

In einer weiteren Grafik wurde nun die Änderung der Sauerstoffkonzentration gegen die Lichtintensität aufgetragen (vgl. Anlage 12). Der im Negativbereich verlaufende Abschnitt stellt die Atmung der Algen dar. Wird die x-Achse überschritten beginnt die Photosyntheseaktivität. Den Schnittpunkt der Kurve mit der x-Achse bezeichnet man als Lichtkompensationspunkt. Er beschreibt den Zustand, bei dem der verbrauchte  $O_2$  gleich dem gebildeten  $O_2$  ist. Ab einem Wert von etwa  $29 \times 10^{-3}$  nähert sich der Kurvenverlauf einer Wagerechten an. Dies bezeichnet man als Sättigungsbereich. Die Photosyntheseleistung kann trotz zunehmender Lichtquantität nicht mehr weiter gesteigert werden. Eine weitere Erhöhung der Luxzahl erbringt also keine Zunahme der  $O_2$  Produktion.

Schlussfolgerung dieses Versuches ist, dass die Sauerstoffbildung in Abhängigkeit von der Lichtquantität bis zu einem bestimmten Wert zunimmt. Erhöht man die Luxzahl weit über den Sättigungsbereich, würde dies zum Lichtstress und somit zum Tod der Clamydomonas führen.

### Versuch 2:

Bei unserem nächsten Versuch sollte mit Hilfe der PH- Wert- Messung der  $CO_2$  -Verbrauch während der Photosynthese bei gleichbleibender Lichtintensität gemessen werden. Die Algen schwimmen in einer  $NaHCO_3$  Lösung. Betreiben sie nun Photosynthese, so wird das  $CO_2$  aus der Lösung in die Algen gezogen. Als Folgereaktion steigt der PH-Wert an. Über die Änderung der  $CO_2$  -Konzentration kann man dann auf den Gesamt- $CO_2$  Verbrauch während des Versuches schließen.

In nachstehender Tabelle sind unsere ermittelten Werte aufgeführt:

PH-Wert und entsprechende $[H^+]$	POH-Wert	$[OH^-]$	Fixierter(bei Licht)/gebildeter(im dunkeln) $CO_2$
$8,15 = 10^{-8,15}$	5,85	$10^{-5,85} = 1,41 \times 10^{-6}$	
$8,4 = 10^{-8,4}$	5,6	$10^{-5,6} = 2,51 \times 10^{-6}$	$-1,1 \times 10^{-6}$

$8,34 = 10^{-8,34}$	5,66	$10^{-5,66} = 2,19 \times 10^{-6}$	$-3,29 \times 10^{-6}$
$8,58 = 10^{-8,58}$	5,42	$10^{-5,42} = 3,80 \times 10^{-6}$	$-7,09 \times 10^{-6}$
$8,51 = 10^{-8,51}$	5,49	$10^{-5,49} = 3,23 \times 10^{-6}$	$-1,032 \times 10^{-5}$
$8,68 = 10^{-8,68}$	5,32	$10^{-5,32} = 4,79 \times 10^{-6}$	$-1,511 \times 10^{-5}$
$8,61 = 10^{-8,61}$	5,39	$10^{-5,39} = 4,07 \times 10^{-6}$	$-1,918 \times 10^{-5}$
$8,79 = 10^{-8,79}$	5,21	$10^{-5,21} = 6,16 \times 10^{-6}$	$-2,534 \times 10^{-5}$
$8,75 = 10^{-8,75}$	5,25	$10^{-5,25} = 5,62 \times 10^{-6}$	$-3,096 \times 10^{-5}$

Berechnung von  $[\text{CO}_2]$ :

$$2,19 \times 10^{-6} - 3,80 \times 10^{-6} - 3,23 \times 10^{-6} - 4,79 \times 10^{-6} - 4,07 \times 10^{-6} - 6,16 \times 10^{-6} - 5,62 \times 10^{-6} = -3,096 \times 10^{-5}$$

Der Gesamtverbrauch von  $\text{CO}_2$  während des Versuches beträgt also folglich  $3,096 \times 10^{-5} \text{ Mol/l}$ .

#### Auswertung der Graphik (vgl.: Anlage 9):

Im Laufe des Versuches hat der pH-Wert kontinuierlich zugenommen. Dies liegt an dem insgesamt zunehmendem  $\text{CO}_2$  Verbrauch der Algen. Alle 5 Minuten wurden sie für 5 Minuten dunkel gehalten, was das kurzweilige Absinken des pHs erklärt. In diesem Zeitraum atmen sie und setzten somit selbst  $\text{CO}_2$  frei, dass dann durch die pH-Elektrode nachgewiesen werden konnte. Der pH sinkt nicht weiter ab, da der Calvin-Zyklus stoppt, und an einem bestimmten Punkt die Produkte aus der Lichtreaktion aufgebraucht sind.

#### Versuch 3:

In diesem Experiment untersuchten wir die Wirkungsweise von DCMU, einem Pflanzengift. Es stoppt die Photosynthese durch kompetitive Hemmung. Da es eine ähnlich Struktur wie Plastochinon aufweist, bindet es an dessen Stelle und wird in den Photosyntheszyklus eingebaut. Die Übertragung der Elektronen von Photosystem II zum Photosystem I ist damit nicht mehr möglich. Der Plastochinon -Zyklus ist gehemmt. Die Algen können keine Glucose mehr produzieren und müssen folglich verhungern.

Bei unserem Versuch haben wir die Auswirkungen von DCMU auf die pH-Wert Änderung und auf die Sauerstoffkonzentrationsänderung beobachtet.

Nach Zugabe des Giftes mit einer kleinen Spritze ist nach nur kurzer Zeit ein rapider Abfall beider Kurven zu beobachten (vgl.: Anlagen 10 und 11).

Die Sauerstoffkonzentration fällt ab, da die Algen zwar atmen aber keine Photosynthese mehr betreiben können. Auch das Sinken des pH-Wertes ist dadurch erklärbar, da das bei der Atmung abgesonderte  $\text{CO}_2$  nicht mehr für die Photosynthese genutzt werden kann. Es bleibt damit in Lösung und lässt die pH-Wertkurve abfallen.