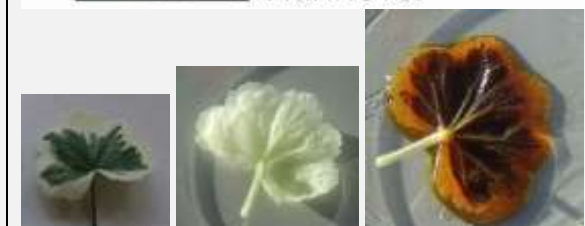
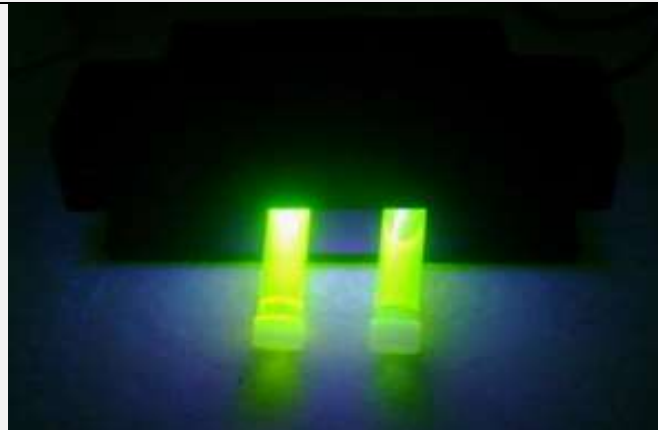
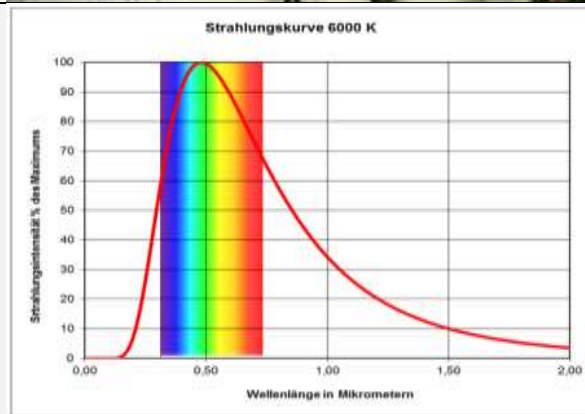


Themenwochen „Photosynthese“ Sek II

22.09. – 02.10. und 12.10 – 15.10.2015



BNE: Bildung für nachhaltige Entwicklung

 <p>Raumschiff</p> <p>Erde</p> <p>„Raumschiff Erde“ Was uns am Leben hält</p>	 <p>"Krümel" Erde im Sonnensystem Einzigkeit unseres Lebensraums</p>	 <p>Geschlossene Gesellschaft "Biosphäre III"</p>
--	--	--

Photosynthese, Welternährung, Treib- und Rohstoffe


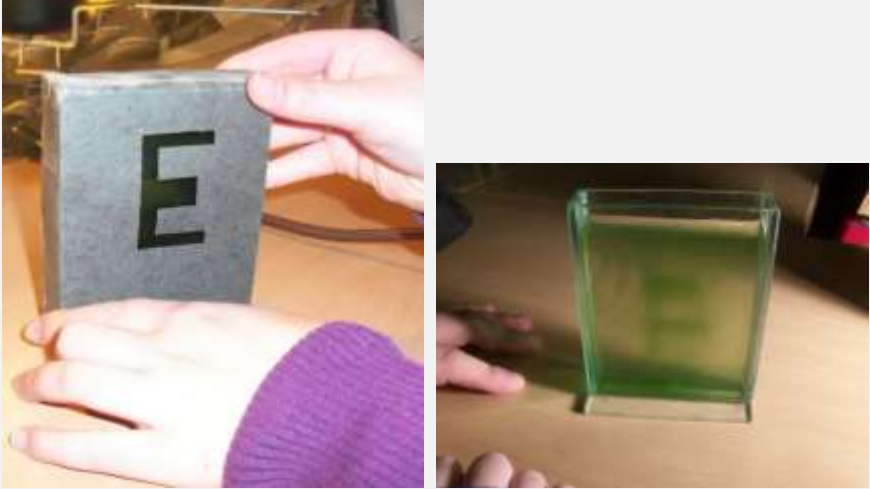


 <p>Wie viele Brötchen wachsen auf einem Quadratmeter?</p>	 <p>Wie viel Sonnenlicht steckt in einem Brötchen?</p>
---	---

MODULE

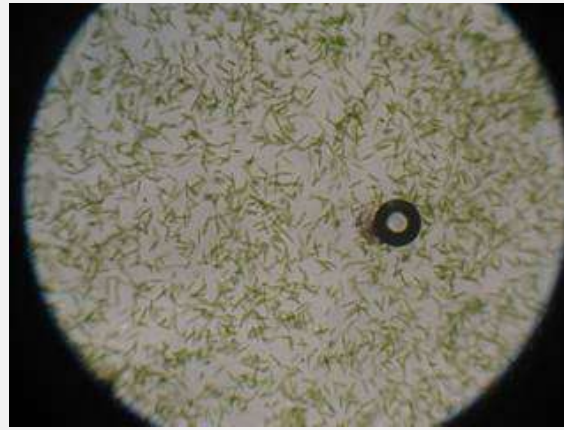


- PHOTOSYNTHESE und LICHT
- PHOTOSYNTHESE-GLEICHUNG (Stöchiometrische Verhältnisse)
- ENERGIEUMWANDLUNG bei der PHOTOSYNTHESE
- WASSERSPALTUNG
- ELEKTRONENTRANSPORT
- SPEKTRALE ZUSAMMENSETZUNG DES SONNENLICHTS UND ENERGIE DER PHOTONEN
- PHOTOSYNTHESE und PHOTOVOLTAIK (Vergleich, Wirkungsgrad)
- CHLOROPLASTEN als Orte der PHOTOSYNTHESE
- ABSORPTION durch CHLOROPHYLL
- WELLENLÄNGENABHÄNGIGKEIT der PHOTOSYNTHESE
- CHROMATOGRAPHIE des CHLOROPHYLLS
- CHLOROPHYLL und FLUORESZENZ
- GASAUSTAUSCH
- Das BLATT als Organ der ENERGIEUMWANDLUNG
- O₂-PRODUKTION bei der PHOTOSYNTHESE
- CO₂- ABHÄNGIGKEIT der PHOTOSYNTHESE

PHOTOSYNTHESE und LICHT

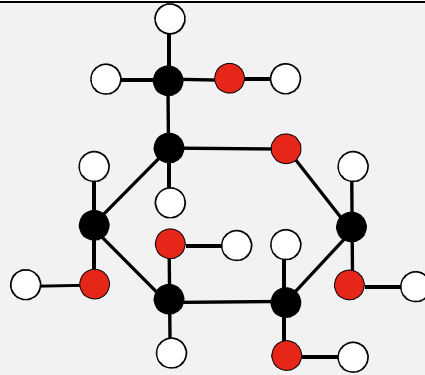
<p>Euglena "schreibt" ihren Namen</p>	<p>Euglena-Kultur Küvette Abdeckung mit „Lichtfenster“</p> <p> -XXXX</p>	
<p>Euglena Phototaxis</p>	<p>Leuchte mit weißem (!) Licht und damit hohem Blauanteil (z.B. Diaprojektor) Elodea Küvette mit Fenster „Euglena“* Küvette mit Farbfenstern*</p> <p></p> <p>Euglenen schwimmen aktiv zum Licht in und „versammeln“ sich hinter dem Fenster. Dabei wird blaues Licht bevorzugt</p>	

Euglena unter dem
Mikroskop



PHOTOSYNTHESE-GLEICHUNG (Stöchiometrische Verhältnisse)

<p>Grundgleichung Photosynthese</p>	<p>Stöchiometrische Verhältnisse Darstellung mit Duplo-Steinen</p> <ul style="list-style-type: none">• Weiß → H• Schwarz → C• Rot → O <p>Grüne Grundplatte</p> <p></p> <p>Aus 6 CO₂- und 6 H₂O-Molekülen werden ein Glucose-Molekül und 6 O₂-Moleküle</p>	
<p>Grundgleichung Photosynthese</p>	<p>Stöchiometrische Verhältnisse Darstellung mit laminierten Kärtchen</p> <ul style="list-style-type: none">• Weiß → H• Schwarz → C• Rot → O <p>Aus 6 CO₂- und 6 H₂O-Molekülen werden ein Glucose-Molekül und 6 O₂-Moleküle</p>	



Grundgleichung
Photosynthese

Stöchiometrische Verhältnisse






Darstellung mit H_2O , CO_2 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
und O_2 Molekül-Modellen
(Molymod) und
Einer Tafel-Waage



Massenerhalt, d.h. ausgeglichene
stöchiometrische Verhältnis sind
erst bei "Gleichgewicht" erreicht



ENERGIEUMWANDLUNG bei der PHOTOSYNTHESE

<p>Solare Leistung (Watt/Quadratmeter)</p>	<p>Leistungsmesser (W/m²)</p> <p>Energiegarten Quadrant Wetterhütte</p> <p></p> <p>Leistung (W/m) ist abhängig vom Einstrahlungswinkel Bei senkrechtem Auftreffen etwa 1000 W/m², d.h. 1000 Joule/Sekunde</p>	 
<p>Zuckerverbrennung</p>	<p>Würfelsucker Watte Brennschalen* Tiegelzangen* Ethanol-Brenner</p> <p></p> <p>Zuckerwürfel in Watte hüllen und anzünden. Watte brennt leicht und liefert die Aktivierungs-Energie zum Verflüssigen des Zuckers.</p>	

Sprengstoff „Solenergix“
Demonstrations-Versuch

Mehl
Sieb
Spiegelfließe
Metallrohr
Gasbrenner



In Flamme hineinge-blasenes
feines und trockenes Mehl
„explodiert“ in einem kurzen
Feuerball



WASSERSPALTUNG

Hydrolyse

Elektrolyse-Gerät*
„Muskelkraftwerk“,
Solarmodule*
Volt-/Amperemeter

Spülmittel
Kolbenprober (Anschluss an
Elektrolyse-Gerät)



Über dem negativen Pol entsteht
Wasserstoff, über dem positiven
Sauerstoff im Verhältnis 2:1

Knallgasversuch mit Seifenschaum



ELEKTRONENTRANSPORT

Hill-Reaktion


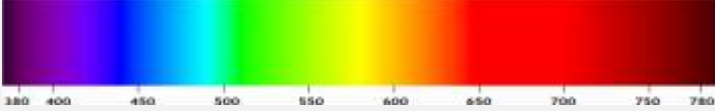
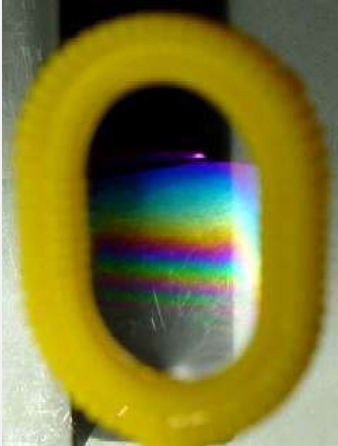


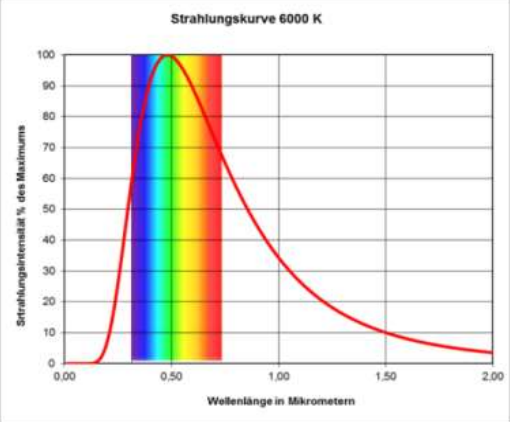
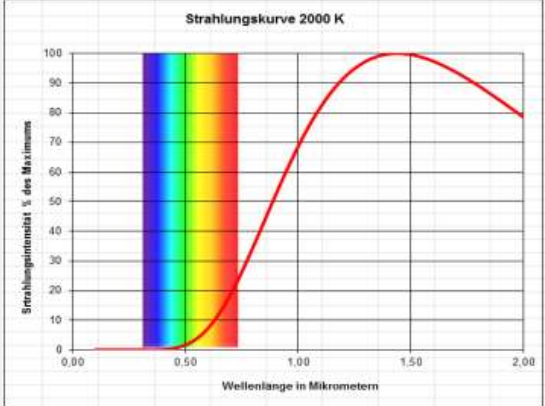
Efeublätter
Rührer
Zentrifuge
Chloroplastensuspension
Dichlorphenol-Indophenol (DCPIP)
Ascorbinsäure



Reduktion des blauen DCPIP zur
farblosen Leucoform
Reaktion im Dunkeln
Reaktion mit Ascorbinsäure
Reaktion im Licht



SPEKTRALE ZUSAMMENSETZUNG des SONNENLICHTS und ENERGIE DER PHOTONEN

<p>Spektrum des Sonnenlichts</p>	<p>Strahler (OH-Projektor) Schale, Wasser, Spiegel Projektionsfläche</p> <p>Grüne Farbfolie</p> <p></p> <p>Wird grüne Farbfolie vor die Leuchte gehalten verschwinden alle Spektralfarben im „Regenbogen“ bis auf das Grün</p>	  
<p>Temperatur und Spektrum der elektromagnetischen Strahlung</p>	<p>Strahler mit unterschiedlicher Temperatur Thermometer (GTH10150) Darstellung der Strahlungskurven (EXCEL-Programm)</p> <p></p> <p>Spektrum ist abhängig von der Temperatur des Strahlers: Je heißer, desto kurzwelliger die Strahlung</p> <p>Strahlungskurve des Sonnenlichts weist auf Oberflächentemperatur der Sonne hin.</p>	 

PHOTOSYNTHESE und PHOTOVOLTAIK (Vergleich, Wirkungsgrad)

Solare Einstrahlung
Umgesetzte Leistung,
Effizienz

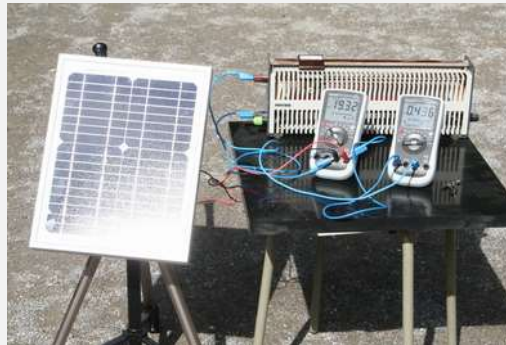
Einstrahlung:
Solare Leistung in Watt/Fläche, z.B.
W/m²

Leistungsmessung Solarmodul
(Fläche/Output in Joule/Fläche)

Produktion von Zucker (Glucose) in
einer bestimmten Zeitspanne
Reaktionsenthalpie Glucose,
Blattfläche, Output in Joule/Fläche




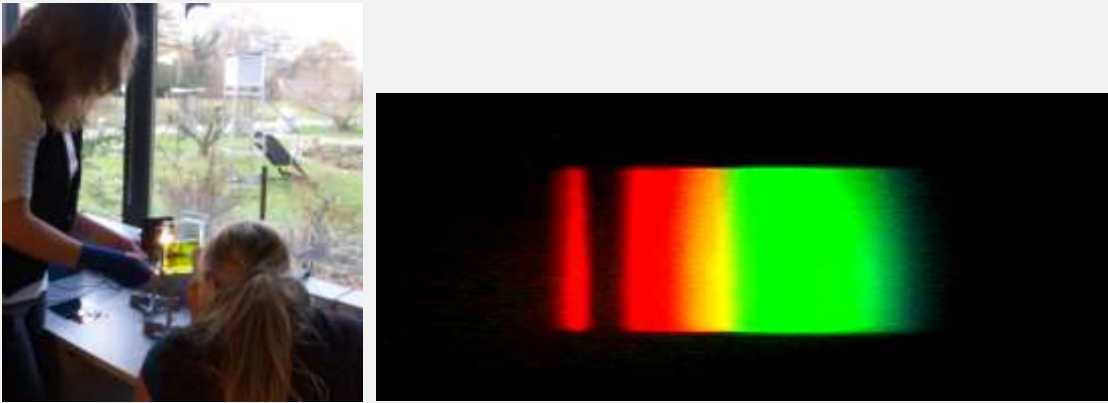


Wirkungsgrad der Photovoltaik ist
deutlich höher als die der
Photosynthese



CHLOROPLASTEN als Orte der PHOTOSYNTHESE

<p>Chloroplasten (Modell und mikroskopieren)</p>	<p>Elodea Objektträger, Deckgläschen</p> <p></p> <p>Elodea belichtet, in kochendem Wasser abgetötet, zerschnitten und gequetscht, mit Alkohol (Brennspiritus) entfärbt und mit Lugol'scher Lösung behandelt: Stärke nachweisen (tiefviolette Färbung).</p>	 
<p>Stärkenachweis</p>	<p>Vorversuch: Stärkereaktion mit Jodkaliumjodid: Kartoffeln, Brot, etc., Gegenprobe: Kalk, Gips, Panaschierte Pelargonien* Jodkaliumjodid</p> <p></p> <p>In heißem Brennspiritus (Wasserbad!) entfärbtes Pelargonienblatt wird durch Jodkalium-Lösung an den ehemals grünen Bereichen blau. Nur dort fand Stärkebildung statt</p>	

ABSORPTION durch CHLOROPHYLL

<p>Absorptionseigenschaften Chlorophyll</p>	<p>Küvetten* Efeublätter, Scheren* Brennspiritus Wasserkocher Handspektrometer*  Blaues Licht wird vollständig, rotes teilweise absorbiert</p>	
<p>Absorptionseigenschaften Chlorophyll</p>	<p>Leuchte Spalt Prisma Projektionsfläche Chlorophyll-Lösung Reagenzglas  In Strahlengang gehaltenes Chlorophyll absorbiert den blauen Anteil im projizierten Spektrum</p>	

Absorptionseigenschaften
Chlorophyll

Photometer
Chlorophyll-Lösung (selbst
hergestellt)
Transmission bei rotem, gelben,
grünen und blauem Licht



Grünes und gelbes Licht wird am
besten hindurchgelassen, blaues
fast vollständig absorbiert

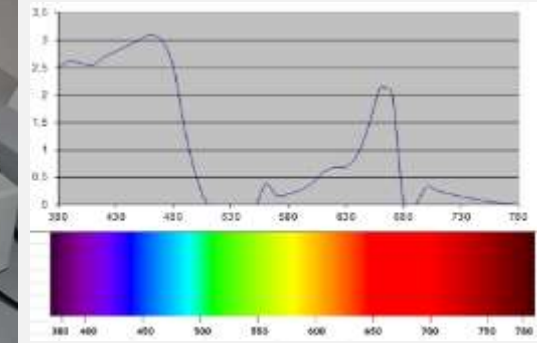


Aufnahme der
Absorptionskurve

Photospektrometer
Chlorophyll-Lösung (selbst
hergestellt)
Absorption über den ganzen
Wellenlängenbereich des
sichtbaren Lichts





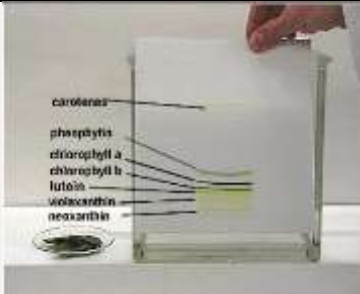
Absorption im blau-violetten und
roten Bereich




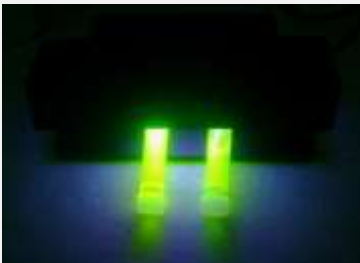



WELLENLÄNGENABHÄNGIGKEIT der PHOTOSYNTHESE

<p>Euglena und farbiges Licht</p>	<p>Euglena (besser Volvox) LEDs rot, grün, blau (aus Schul-LAB), Trafos 0-3V= Oder einseitig einfallendes Sonnenlicht</p> <p></p> <p>Volvox schwimmt unter sonst Verhältnissen dunklen zur blauen LED, bei Euglena ist dies weniger deutlich</p>	
<p>Euglena Phototaxis</p>	<p>Leuchte mit weißem (!) Licht und damit hohem Blauanteil (z.B. Diaprojektor) Elodea Küvette mit Fenster „Euglena“* Küvette mit Farbfenstern*</p> <p></p> <p>Euglenen schwimmen aktiv zum Licht in und „versammeln“ sich hinter dem Fenster. Dabei wird blaues Licht bevorzugt</p>	





CHROMATOGRAPHIE des CHLOROPHYLLS

<p>Farbstoffe auftrennen</p>	<p>Helles Papiertaschentuch, Filzstifte</p>	
<p>Chromatographie Chlorophylle, Carotinoide</p>	<p>Filterpapier Chlorophyll-Lösung, Kreide?</p>	
<p>Dünnschicht- Chromatographie</p>	<p>TLC-Platten Trennkammern Chlorophyll-Lösung Lösungsmittel Laufmittel</p>	



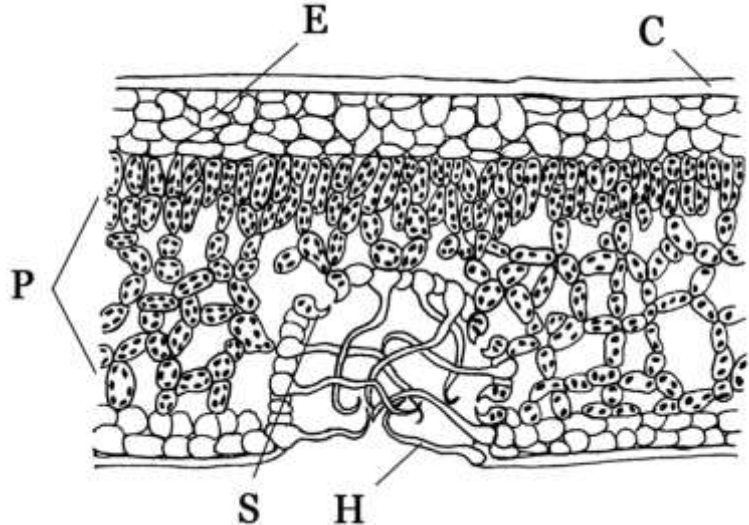



CHLOROPHYLL und FLUORESZENZ

<p>Fluoreszenz Fluorescin / Textmarker</p>	<p>Fluorescin-Lösung UV-Leuchte Gesichtsbräuner (UV-Strahler) Fluorescin-Lösung / Textmarker</p> <p></p> <p>Gelbrotes Fluorescin leuchtet unter UV-Licht grün</p>			
<p>Fluoreszenz Chlorophyll</p>	<p>Chlorophyll-Lösung UV-Leuchte</p> <p></p> <p>Von Zellstrukturen getrenntes Chlorophyll gibt die mit dem blauen Licht aufgenommene Energie als rotes Licht ab</p>			







GASAUSTAUSCH


<p>Spaltöffnungen</p>	<p>Becherglas, Thermometer , Pinzette, Vaseline, Tradescantia</p> <p></p> <p>Wo kann die Pflanze Gas aufnehmen/abgeben?</p>		
<p>Spaltöffnungen</p>	<p>Modell Funktionsmodell</p> <p></p> <p>Welcher Mechanismus steuert die Öffnungs- und Schließbewegungen?</p>		

Das BLATT als Organ der ENERGIEUMWANDLUNG

<p>Blätter</p>	<p>Mikroskop Mikrotom (zum Herstellen von Schnittmaterial) Blattquerschnitte (Mikrodauerpräparate) Modelle</p> <p></p> <p>Die Struktur des Laubblattes spiegelt die Funktion als Energiewandler</p>			
<p>Licht- und Schattenblätter der Rotbuche (Blutbuche)</p>	<p>Blattproben Mikroskop Blattquerschnitte (Mikrodauerpräparate)</p> <p></p> <p>Die Struktur des Laubblattes spiegelt die Funktion als Energiewandler</p>			

O₂-PRODUKTION bei der PHOTOSYNTHESE

<p>Sauerstoffnachweis Elodea (Indigokarmin)</p>	<p>Indigokarmin* Natriumhydrogencarbonat* Natriumdithionit*</p> <p></p> <p>Indigokarmin wird durch Natriumdithionit entfärbt. Bei Sauerstoffkontakt färbt es sich wieder blau</p>	
<p>Sauerstoffproduktion Peperomia</p>	<p>Strahler Sauerstoff-Messgerät Peperomia glabella</p> <p></p> <p>Sauerstoff-Messgerät zeigt bei Startwert 21% zunächst sinkenden, dann steigenden O₂-Gehalt an.</p>	
<p>Sauerstoffnachweis Elodea (Bläschenzählmethode)</p>	<p>Becherglas Glas-Trichter Dreifuß Photosynthese-Leuchte</p> <p></p> <p>Glühender Zunder (Imkerei) wird bei Sauerstoffzutritt entzündet</p>	

<p>Bedingungen der Sauerstoffproduktion bei Elodea Bläschenzählmethode und Messung mit O₂-Sonde</p>	<p>Assimilationsglocken Elodea Overhead-Projektor</p> <p></p> <p>Grundparameter veränderbar:</p> <p>z.B. CO₂-Angebot pH-Wert</p>	 
<p>Sauerstoffproduktion</p>	<p>Variante des „Glimmspan-Versuchs“, mit elektrischem Zünder:</p> <p>Der Vorteil: Der Sauerstoff kann nicht entweichen, die Glimmspanprobe erfolgt im geschlossenen Gefäß.</p>	
<p>Sauerstoffproduktion</p>	<p>Efeublätter Locher Einmalspritzen Natron Farbfolien</p> <p></p> <p>Plättchen von Efeublättern liegen in wassergefüllten und mit wenig Natron angereicherten Einmalspritzen. Unter Licht (blau/rot) Photosynthese und O₂-Bildung und Aufstieg der Plättchen</p>	

Elodea in farbigem Licht

Erlenmeyerkolben,
entgastes Wasser
Elodea
OH-Projektor
Maske Farbfolien rot,grün,blau




Luxmeter



O₂-Bildung (Zahl der
aufsteigenden Bläschen) ist
abhängig von der Farbe,
wahrscheinlich auch mit der damit
verbundenen Lichtstärke



CO₂- ABHÄNGIGKEIT der PHOTOSYNTHESE

<p>CO₂-Verbrauch Elodea (pH-Veränderung)</p>	<p>Gläser Bromthymolblau*</p> <p></p> <p>Durch CO₂-Zugabe angesäuertes Medium wird durch CO₂-Entzug bei der Photosynthese zunehmend alkalischer</p> <p>Abgedunkelt kehrt sich die Reaktion wieder um</p>	 <p>Versuchsbeginn (9 h) Nach 3 Stunden (12 h) Nach 6 Stunden (15 h)</p>
<p>Keimversuche in Luft, CO₂ und O₂</p>	<p>Ein paar Tage vorher vorbereiten!</p> <p>Gläser mit Schraubverschluss Papierhandtücher Kressesamen Sauerstoff CO₂</p> <p></p> <p>Kein Wachstum unter CO₂. Kein Wachstum unter O₂ Wachstum nur unter Luft</p>	