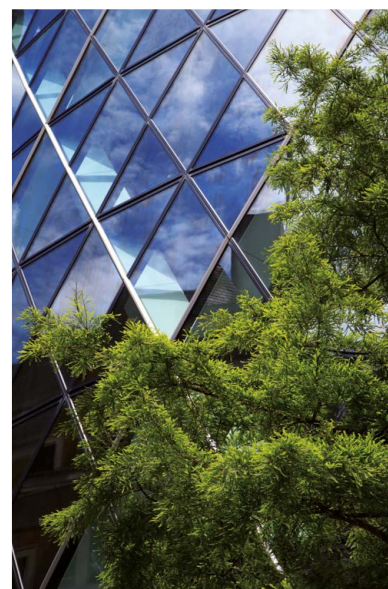


# leXsolar-BioEnergy Ready-to-go



Anleitungsheft

## Layout diagram leXsolar-BioEnergy Ready-to-go

Item-No.1710

Bestückungsplan leXsolar-BioEnergy Ready-to-go

Art.-Nr.1710



**1** 24xL2-06-199 Stopper red  
24xL2-06-199 Stopfen rot

**2** 2xL2-01-120 Pot holder BioEnergy  
2xL2-01-120 Töpfchenhalter BioEnergy

**3** 2xL2-06-185 Timer  
2xL2-06-185 Zeitschaltuhr

**4** 1700-17 ID Tags  
1700-17 ID Schildchen

**5** L2-02-046 Silicone tube 4mm  
L2-02-046 Schlauch innen 4mm

**6** 1700-12 Sprout Box  
1700-12 Keimbox

**7** L2-06-186 Pump  
L2-06-186 Luftpumpe

**8** 1700-06 Fertilizer  
1700-06 Dünger

**9** 1700-13 Box 6 L  
1700-13 Box 6 L

**10** L2-06-191 Weight  
L2-06-191 Waage

**11** 1700-11 Tripod plant lighting with **17**  
1700-11 Stativ Pflanzenbeleuchtung mit **17**

**12** 50xL2-06-188 Net Cup Planter  
50xL2-06-188 Gitternetztopf



Version number  
Versionsnummer

III-01.24\_L3-03-274\_01.02.2016

CE RoHS2

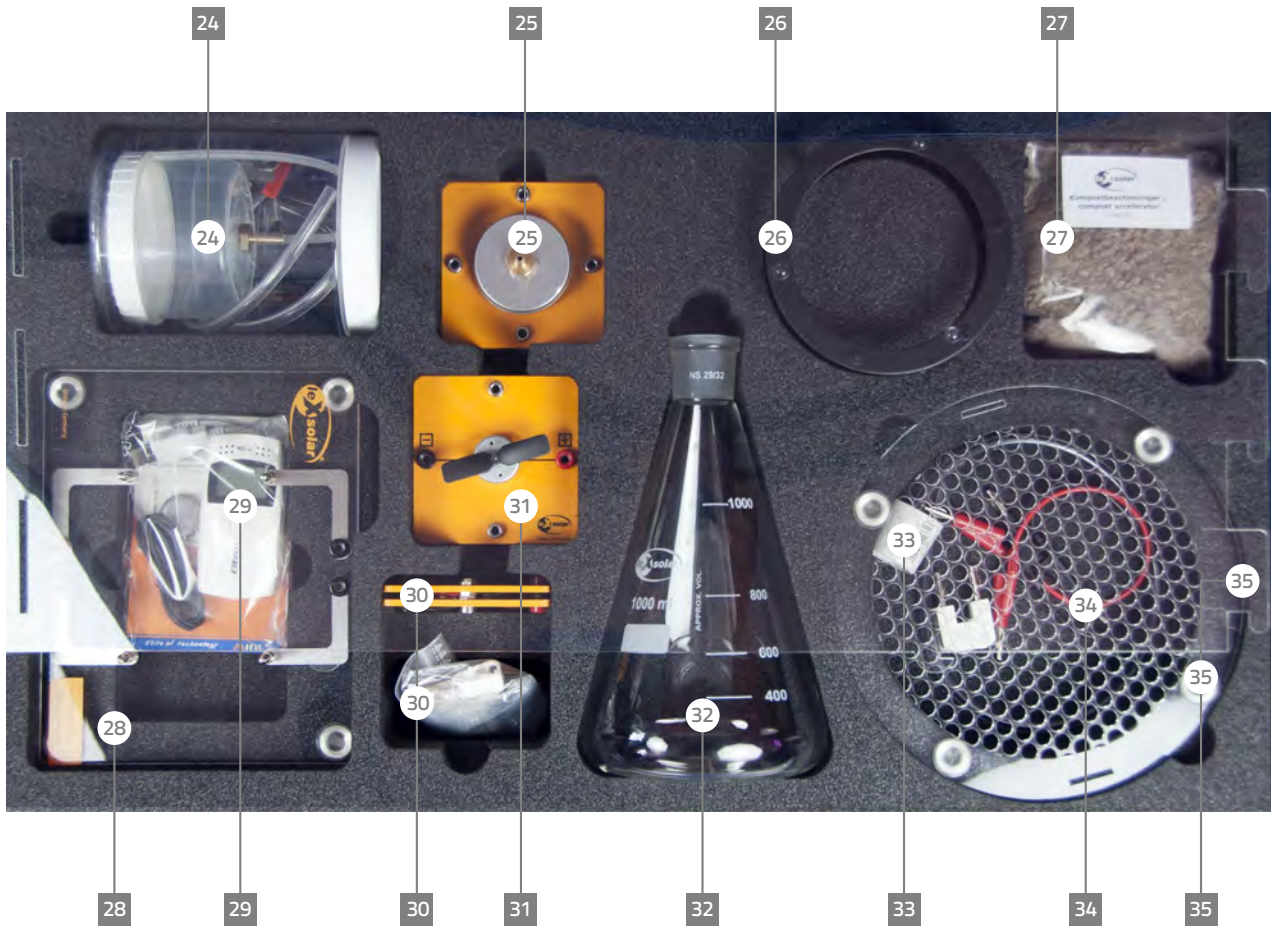
Layout diagram leXsolar-BioEnergy Ready-to-go  
 Item-No.1710  
 Bestückungsplan leXsolar-BioEnergy Ready-to-go  
 Art.-Nr.1710



- 13** 1700-15 Seed set  
1700-15 Samen-Set
- 14** 2x1700-05 Expanded clay pebbles  
2x1700-05 Blähtonkugeln
- 15** 2xL2-04-194 Plant light  
2xL2-04-194 Pflanzenlampe
- 16** L2-06-192 Tweezers  
L2-06-192 Pinzette
- 17** 1700-11 Tripod plant lighting with **11**  
1700-11 Stativ Pflanzenbeleuchtung mit **11**
- 18** 2xL2-06-187 Aeration stone  
2xL2-06-187 Belüfungsstein

- 19** 2xL3-01-012 Plastic box Grate 75 mm deep  
2xL3-01-012 Kunststoffbox Grate 75 mm tief
- 20** L2-06-189 EC meter  
L2-06-189 EC-Messgerät
- 21** L2-05-141 Hose clamp  
L2-05-141 Schlauchklemme
- 22** L2-02-083 Y-switch 4 mm  
L2-02-083 Y-Verteiler 4 mm
- 23** L2-06-200 Nebulizer  
L2-06-200 Zerstäuber

Layout diagram leXsolar-BioEnergy Ready-to-go  
 Item-No.1710  
 Bestückungsplan leXsolar-BioEnergy Ready-to-go  
 Art.-Nr.1710



- |  |   |
|--|---|
| <p><b>24</b> 1700-09 Gas collecting container<br/>1700-09 Gasauffanggefäß</p> <p><b>25</b> 1700-10 Burner<br/>1700-10 Brenner</p> <p><b>26</b> 1700-14 Tripod<br/>1700-14 Dreibein</p> <p><b>27</b> 1700-07 Compost catalyst<br/>1700-07 Kompostbeschleuniger</p> <p><b>28</b> 1602-01 leXsolar-Base unit small<br/>1602-01 leXsolar-Grundeinheit Small</p> <p><b>29</b> L2-06-190 Temperature logger<br/>L2-06-190 Temperaturlogger</p> <p><b>30</b> 1218-02 PEM-Fuel cell module<br/>1218-02 PEM-Brennstoffzellenmodul</p> | <p><b>31</b> 1100-27 Motor module without gear with L2-02-017 Propeller<br/>1100-27 Motormodul ohne Getriebe mit L2-02-017 Propeller</p> <p><b>32</b> L2-06-075 Erlenmeyer flask 1000 mL<br/>L2-06-075 Erlenmeyerkolben 1000 mL</p> <p><b>33</b> 1700-16 Rubber stopper with tube<br/>1700-16 Gummistopfen mit Schlauch</p> <p><b>34</b> L2-06-012 Test lead 25cm, black<br/>L2-06-012 Messleitung 25cm, schwarz<br/>L2-06-013 Test lead 25cm, red<br/>L2-06-013 Messleitung 25cm, rot<br/>2xL2-06-033 Short-circuit plug<br/>2xL2-06-033 Kurzschlussstecker</p> <p><b>35</b> 1700-08 Composter<br/>1700-08 Komposter</p> |
|--|---|

Version number  
 Versionsnummer

III-01.24\_L3-03-274\_01.02.2016

# leXsolar-BioEnergy Ready-to-go

## Schülerheft

### Inhalt

<b>I. Allgemeine Informationen zum Experimentiersystem .....</b>	<b>6</b>
<b>II Schülerexperimente .....</b>	<b>23</b>
1. Keimung von Pflanzensamen.....	23
2. Pflanzenwachstum in der Hydrokultur .....	25
3. Nährstoff- und Wasserverbrauch .....	29
4. Aerober Biomasseabbau im Kompost .....	31
5. Anaerober Biomasseabbau zu Wasserstoff .....	33
6. Anaerober Biomasseabbau zu Methan .....	36

# I. Allgemeine Informationen zum Experimentiersystem

## Bestandteile und Handhabung

In der folgenden Auflistung werden alle im leXsolar-BioEnergy Ready-to-go enthaltenen Einzelteile aufgeführt. Zu jeder Komponente finden Sie die Bezeichnung mit Artikelnummer, eine Abbildung, das Piktogramm in den Versuchsaufbauten und Hinweise zur Bedienung. Mit Hilfe der Artikelnummer können Sie jedes Einzelteil separat nachbestellen.

### Grundeinheit Small (1602-01) mit Kurzschlussstecker (L2-06-033)



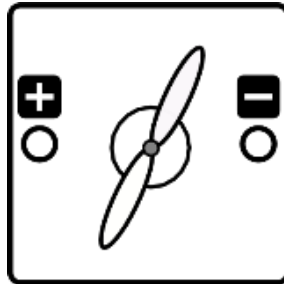
Die Grundeinheit Small ist eine Steckplatine welche bis zu zwei Module aufnehmen kann. Der Strom fließt über die an der Unterseite angebrachten Leitungen. Um die Module auf der Grundeinheit mit anderen zu verbinden, befinden sich an zwei gegenüberliegenden Seiten insgesamt vier Anschlüsse. Für die Verbindung von Modulen auf der Grundeinheit stehen zwei Kurzschlussstecker zur Verfügung.

### PEM-Brennstoffzellenmodul (1218-02)



Hochleistungs-PEM-Brennstoffzelle wandelt Wasserstoff und Sauerstoff in Elektrizität und Wasser um  
Abmaße Brennstoffzelle: 32x32x32 mm  
Abmaße Halterung: 85x85 mm  
Output Spannung: 0,6 V (DC)  
Output Stromstärke: 0,45 A  
Leistung: 270 mW

### Motormodul (1100-27) mit Propeller (L2-02-017)



Steckmodul mit Gleichstrommotor

Anlaufstrom: ca. 20 mA

Anlaufspannung: ca. 0,35 V

Ausgestattet mit Automatiksicherung gegen Überspannung

Ausführung: Steckmodul mit 4 mm-Buchsen

Rastermaß der Buchsen: 70 mm

Modulgröße 85 mm x 85 mm

### Keimbox (1700-12)



Die Keimbox dient zur Keimung der Pflanzensamen. In 49 einzelnen Fächern können die Pflanzensamen eingelegt und kontrolliert zum Keimen gebracht werden. Löcher in den Fächer garantieren das Abfließen von Wasser und verhindern somit Schimmelbildung der Samen und Keimlinge.

### Blähtonkugeln (1700-05)



Die Blähtonkugeln dienen als Substrat in der BioEnergy Hydrokultur.  
Nach dem Waschen in Wasser wiederverwendbar.

### Dünger (1700-06)



Pflanzennährstoffe für BioEnergy Hydrokultur

Gesamtstickstoff (N) 18 %, Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 11 %, Kaliumoxid (K<sub>2</sub>O) 18 %, Magnesiumoxid (MgO) 2,5 %, Schwefeltrioxid (SO<sub>3</sub>) 8 %, Eisen (Fe) 0,1 %, Mangan (Mn) 0,04 %, Bor (B) 0,01 %, Kupfer (Cu) 0,01 %, Molybdän (Mo) 0,001 %, Zink (Zn) 0,01 %

→ Mehr Informationen, sowie das **Sicherheitsdatenblatt** finden Sie direkt beim Hersteller unter:

[https://icl-sf.com/de-de/products/ornamental\\_horticulture/2041-universol-blue/](https://icl-sf.com/de-de/products/ornamental_horticulture/2041-universol-blue/)

Das Sicherheitsdatenblatt wird bereitgestellt durch: Everris International BV, Nijverheidsweg 1-5; 6422 PD Heerlen (NL);



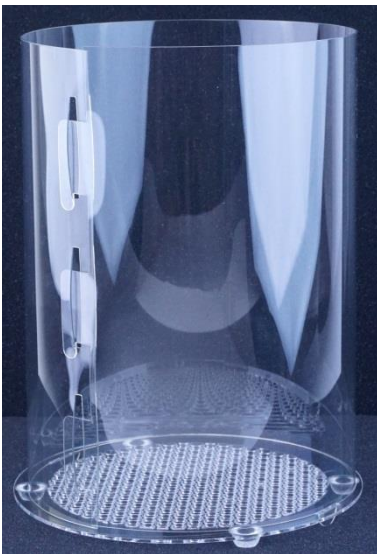
## Kompostbeschleuniger (1700-07)



Bio-aktives Kompostierungsmittel  
startet und optimiert die Wärmevergärung  
rein natürlicher Substanzen

- Mehr Informationen, sowie das **Sicherheitsdatenblatt** finden Sie direkt beim Hersteller unter:  
<https://www.dehner.de/produkte/dehner-bio-kompostbeschleuniger-5-kg-X000141887/>  
Das Sicherheitsdatenblatt wird bereitgestellt durch: Dehner GmbH & Co. KG, Donauwörther Str. 3-5,  
D-86641 Rain

## Komposter (1700-08)

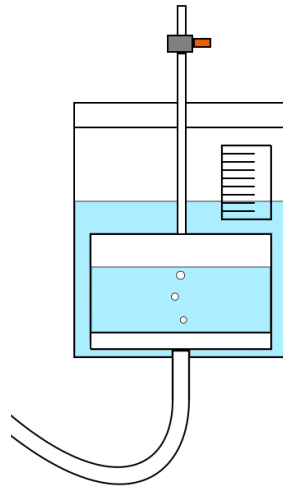


2-teiliger Kompostbehälter zum Zusammenstecken

Die transparente Hülle ermöglicht es, alle Prozesse und Veränderungen optisch zu beobachten.

Die Bodenplatte mit Standfüßen und Löchern, ermöglicht das Abfließen von überschüssiger Flüssigkeit sowie eine ausreichende Belüftung des Kompostes. Sollte auf einem geeigneten Teller/ gefäß stehen.

### **Gasauffanggefäß (1700-09)**

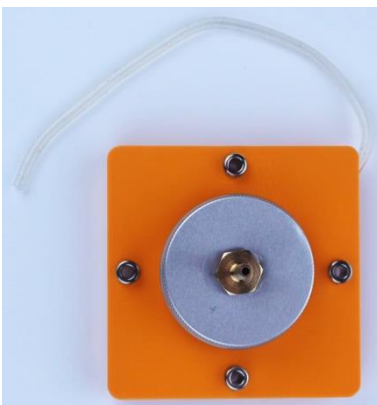


Das Gasauffanggefäß ermöglicht das Sammeln der bei den Biogas-Prozessen entstehenden Gase Methan und Wasserstoff.

Über einen Silikonschlauch und einen Kugelhahn kann der Behälter an den Brenner angeschlossen und das aufgefangene Gas zugeführt werden.

Mithilfe der aufgedruckten Skala kann die Geschwindigkeit der Gasbildung in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter beobachtet werden.

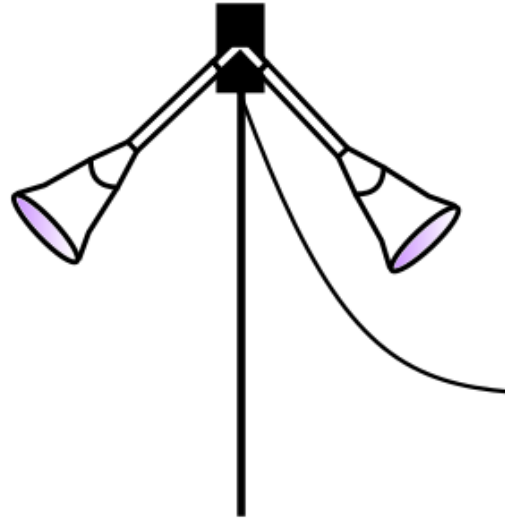
### **Brenner (1700-10)**



Der Brenner dient dem kontrollierten Verbrennen der Gase aus den Biogas-Prozessen.

Das im Gasauffanggefäß gesammelte Gas wird dem Brenner über einen Silikonschlauch und einen Kugelhahn zugeführt.

**Stativ Pflanzenbeleuchtung (1700-11) und Pflanzenlampe (L2-04-194)**



An dem Stativ werden die Pflanzenlampen zur Beleuchtung der Hydrokulturen angebracht.

**Box 6 L (1700-13)**



Zusammen mit der Keimbox und dem Zerstäuber dient die Box dem ersten Schritt der Biomassebildung, dem Keimen der Pflanzensamen.

Löcher im Deckel der Box sorgen für eine ausreichende Belüftung der Pflanzensamen und Keimlinge.

**Dreibein (1700-14)**



Das Dreibein dient als Halterung für das Gas auffanggefäß.

### Samen-Set (1700-15)



Das Samenset beinhaltet die Pflanzensamen zur Anzucht der Biomasse.  
Es setzt sich zusammen aus den Pflanzen Mais, Weizen, Zuckerrübe, Radieschen und Salat.

### Gummistopfen mit Schlauch (1700-16)



Der Gummistopfen garantiert das luftdichte Verschließen der Erlenmeyerkolbens.  
Über den Schlauch wird das gebildete Biogas in das Gas auffanggefäß geleitet.

### ID Schildchen (1700-17)



zum Nummerieren der Pflanzen

### Box 75mm (L3-01-012) und Töpfchenhalter (L2-01-120)



Der Töpfchenhalter hält die Gitternetztöpfe in der Hydrokultur und bietet Platz für 24 Töpfchen.

### Zeitschaltuhr (L2-06-185)



Die Zeitschaltuhr dient dem individuellen zeitlich festgelegten Ein- und Ausschalten der angeschlossenen elektronischen Geräte.

minimal wählbares Zeitintervall: 30 min

1. Einstellen der derzeitigen Uhrzeit
2. Intervallschaltung durch das Eindrücken der schwarzen Tasten programmieren
3. Umschalten zwischen Dauerbetrieb und Zeitschaltintervall

### Luftpumpe (L2-06-186), Schlauch innen 4mm (L2-02-046) und Befeuchtungsstein (L2-06-187)



Die Pumpe leitet über den Schlauch und den Belüftungsstein Luft in die Hydrokultur ein um das Algenwachstum im Wasser zu vermeiden.

### Gitternetztopf (L2-06-188) und Stopfen rot (L2-06-199)



Mithilfe der Blähtonkugeln können Keimlinge und Pflanzen in den Gitternetztopfen eingepflanzt werden. Die Stopfen dienen zum Verschließen der freien Plätze in der Hydrokultur, wenn keine Gitternetztopfe eingesetzt sind und verhindern das Eindringen von Licht, um Algenwachstum zu vermeiden.

### EC-Messgerät (L2-06-189)



Das Messgerät misst die elektrische Leitfähigkeit (engl.: **electric conductivity**) von Flüssigkeiten. Diese physikalische Größe gibt an, wie stark die Fähigkeit eines Stoffes ist, den elektrischen Strom zu leiten.

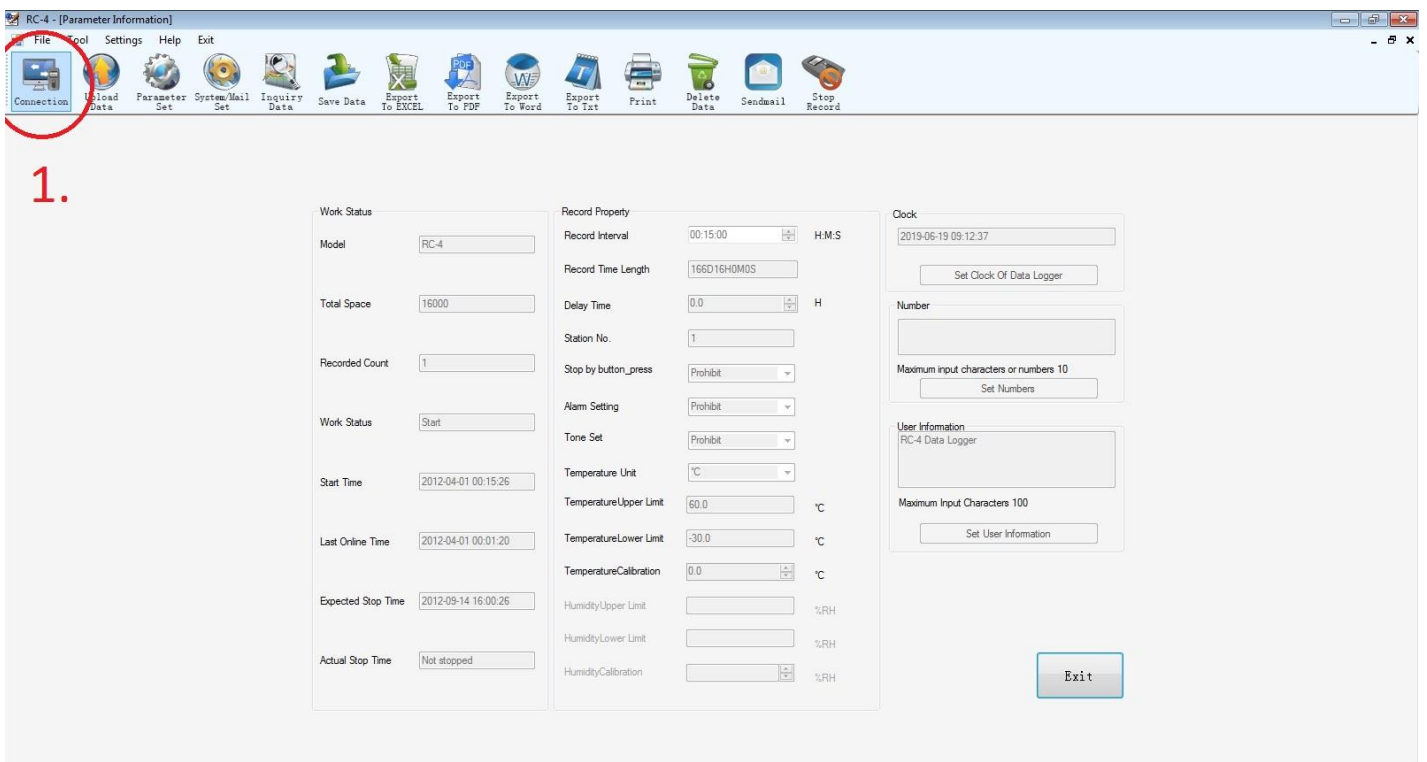
### Temperaturlogger (L2-06-190)



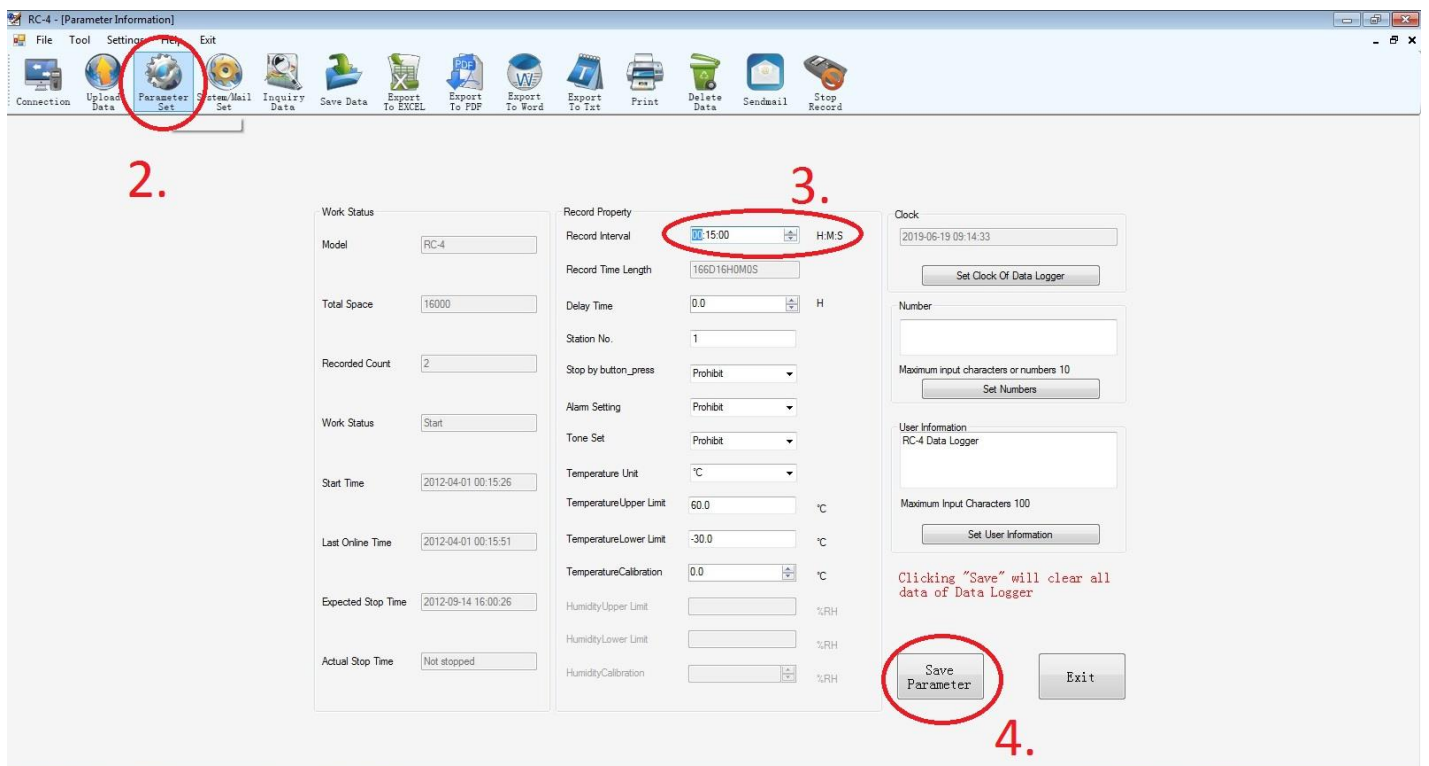
Das Gerät zeichnet Temperaturwerte in individuell wählbaren Zeitintervallen auf. Die aufgezeichneten Daten können über eine USB-Schnittstelle und die zugehörige Software am PC ausgelesen werden.

## Handhabung:

- I. Installieren Sie die zugehörige Software auf Ihrem PC. Die Software kann über <http://www.elitechlog.com/software/> heruntergeladen werden.
- II. Setzen Sie die Knopfzelle in den Temperaturlogger ein, wie in der beiliegenden Kurzanleitung beschrieben.
- III. Schließen Sie den Temperaturlogger über das mitgelieferte USB Kabel an den PC an.
- IV. Datum und Uhrzeit sollten sich automatisch synchronisieren, sobald Sie auf „connection“ (1.) klicken. (Sie können die Synchronisation auch manuell über den Button „Set Check Of Data Logger“ durchführen)

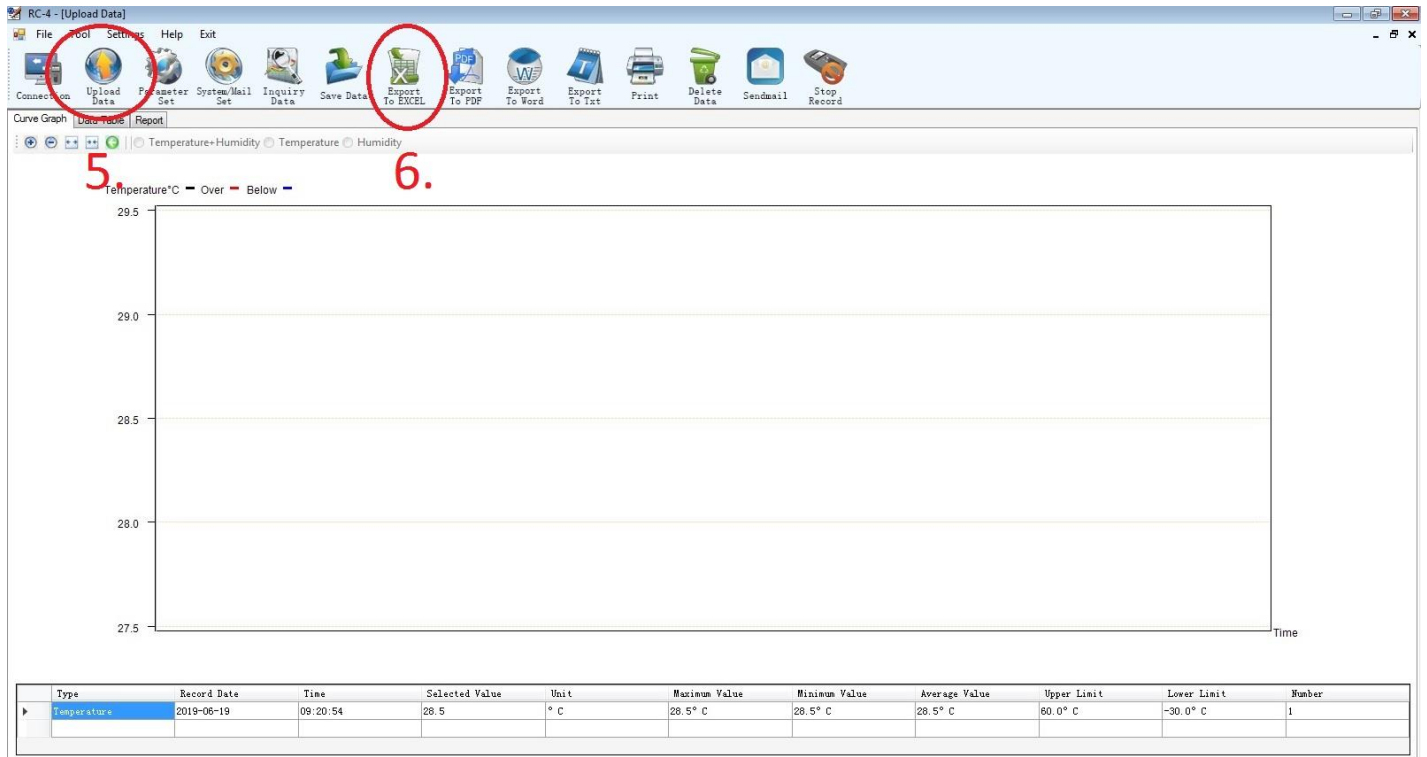


- V. Über den Button „Parameter Set“ (2.) können Sie die verschiedenen Variablen der Temeraturaufnahme einstellen.
- VI. Über die Schaltfläche „Parameter Intervall“ (3.) können sie einstellen wieviel Zeit ziwschen den einzelnen Messpunkten vergehen soll.
- VII. Sie können z.B. auch einstellen ob Sie die Temperatur in °C oder °F aufnehmen wollen, oder welche oberen und unteren Temperaturgrenzen Sie zulassen wollen.
- VIII. Über den Button „Parameter Set“ (4.) speichern Sie die festgesetzten Variablen  
**Bitte beachten Sie, dass alle bereits aufgenommenen Daten gelöscht werden, wenn Sie die Parameter neu festlegen!**
- IX. Sie starten die Datenaufnahme indem Sie auf dem Temperaturlogger die „▶“ Taste vier Sekunden lang drücken. Das „▶“ Symbol erscheint dann auch auf dem Display des Temperaturloggers.





- X. Zum Auswerten der Daten können Sie direkt das mitgelieferte Programm nutzen. Klicken Sie dazu auf „Upload Data“ (5.), oder speichern Sie die Daten als Excel, PDF, Word oder Text Datei (6.)



## Waage (L2-06-191)



Mit der Waage wird das Gewicht der Pflanzen und somit das Biomassewachstum bestimmt.  
Messbereich: bis zu 5 Kg , Tolleranz: 1g

**Pinzette (L2-06-192)**



Werkzeug zum Greifen von kleinen Gegenständen, wie Keimlingen aus Kunststoff

**Schlauchklemme (L2-05-141)**



Die Schlauchklemme dient zum Verschließen bzw. Verengen von Schläuchen.

**Erlenmeyerkolben (L2-06-075)**



Erlenmeyerkolben 1000ml mit Schliff NS 29/32  
Borsilikatglas

### Zerstäuber (L2-06-200)



Der Zerstäuber dient der Befeuchtung der Pflanzensamen in der Keimbox um diese zum Keimen zu bringen.

Größe (d\*H): 4,6\*2,5 cm

Sprühvolumen: 350 ml/h

Maximale Wassertiefe: 5-7 cm

Output: 24V/ 1A

Input: AC 100-240V/ 50/60 Hz

## Gefahren- und Sicherheitshinweise:

### Allgemein

Das Tragen der entsprechenden Schutzkleidung beim Einsatz gefährlicher Flüssigkeiten wird empfohlen.

Laborgeräte müssen vor dem Einsatz durch den Anwender auf einwandfreie Funktion überprüft werden.

Geräte, die zur Reparatur eingesandt werden, müssen gereinigt und dekontaminiert sein.

### Dünger (Universol Blue 323 18-11-18+2.5MgO+TE)



H318 - Verursacht schwere Augenschäden

H272 - Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel

P280 - Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz / Gesichtsschutz tragen.

P305 + P351 + P338 – Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.

P310 - Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen

P210 - Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen

Produkt nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen lassen. Dieser Stoff darf nicht in der Kanalisation, im Erdreich oder in Gewässern entsorgt werden.

### Kompostbeschleuniger (Dehner Kompostbeschleuniger)

Nach Hautkontakt: Bei Berührung mit der Haut mit viel Wasser abwaschen.

Nach Augenkontakt: Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.

Nach Verschlucken: Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken. Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen.

Nicht unverdünnt bzw. in größeren Mengen in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen.

## **Kohlenstoffdioxid**

P403 - An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

## **Methan und Wasserstoff**



H220 - Extrem entzündbares Gas.

P210 - Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen.

P377 Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.

P381 - Bei Undichtigkeit alle Zündquellen entfernen.

P403 - An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

## **Glasgeräte**

Vor jedem Einsatz sind die Glasgeräte auf Beschädigungen zu untersuchen, um Verletzungen zu vermeiden. Beschädigte Glasgeräte stellen ein sehr großes Gesundheitsrisiko dar, da bei austretenden Chemikalien Verätzungen der Haut oder durch Glasbruch Schnittverletzungen auftreten können.

Vermeiden Sie während des Arbeitens mit Glasgeräten plötzliche Temperaturschwankungen, da dies zu Spannungen und dadurch zu einem erhöhten Bruchrisiko führen kann. Dies gilt besonders für dickwandiges Glas. (Dieses muss langsam abgekühlt werden.)

Vermeiden Sie plötzliche Druckänderungen, das heißt belüften Sie Gefäße, die unter Vakuum standen, langsam. Laborglasgeräte mit flachem Boden, wie Erlenmeyerkolben, sollten nicht unter Druck oder Vakuum gesetzt werden.

Glasgeräte können bei unsachgemäßer Handhabung zu tiefen Schnittwunden führen. Halten Sie Verbandsmaterialien sowie eine Pinzette bereit, um etwaige kleine Splitter zu entfernen.

Bei größeren Splittern nahe der Schlagadern sofort ärztlichen Rat einholen und Splitter vorerst nicht entfernen!

## **PEM-Brennstoffzelle**

### **Spezifikationen:**

- Ausgangsleistung: 270 mW
- Ausgangsspannung: 0,6 V (DC)
- Ausgangsstromstärke: 0,45 A

### **Wichtige Hinweise zur Handhabung:**

- Die Brennstoffzelle sollte bei Nichtbenutzung in einem luftdichten Plastik-Beutel gelagert werden, um sie vor Austrocknung zu schützen.

### **Gebrauchsanweisung:**

1. Um die PEM-Brennstoffzelle in Betrieb zu nehmen, ist Wasserstoff notwendig.
2. Wird Wasserstoff aus dem Gasspeicher entnommen, muss zunächst die Schlauchsperrung geschlossen werden, um ein Entweichen des Wasserstoffs zu verhindern.
3. Der Schlauch vom Gasspeicher wird anschließend mit dem oberen Anschluss an der Brennstoffzelle verbunden. Die O<sub>2</sub>-Zufuhr wird beim verwendeten Modell durch die Umgebungsluft gewährleistet.
4. Am unteren Anschluss an der Brennstoffzelle wird das kurze Schlauchstück angebracht, dieses kann später mit einem Pin verschlossen werden.
5. Die Brennstoffzelle wird anschließend auf der Grundplatte in die passende Aussparung gesteckt. Dabei ist auf die richtige Polarität zu achten.
6. Nun kann ein elektrischer Verbraucher an die Modulplatte angeschlossen werden (Polarität beachten!). Der Stromkreis kann mit den Kurzschlusssteckern geschlossen werden.
7. Mit Öffnen der Schlauchsperrung wird die Wasserstoffzufuhr gestartet und das Experiment kann starten

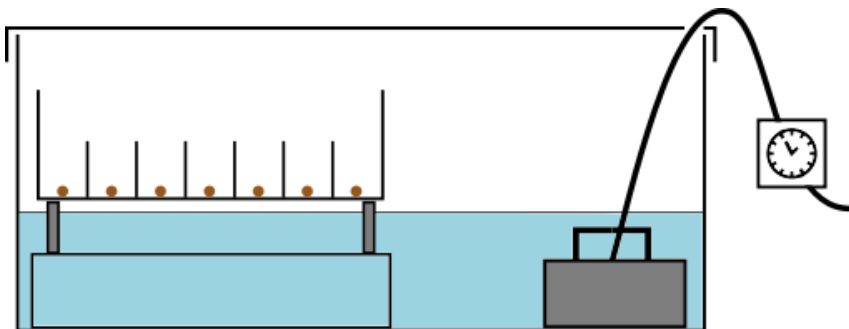


### 1. Keimung von Pflanzensamen

#### Aufgabe

Bringe die Samen in der Keimbox zum Keimen. Beobachte ihr Verhalten und notiere die Keimzeit.

#### Aufbau



#### Benötigte Geräte

- Keimbox
- Box 6 L
- Samen-Set
- Zerstäuber
- Zeitschaltuhr
- Dünger
- EC-Messgerät
- ID-Schildchen

Zusätzlich:

- Wasser

#### Durchführung

##### Aufbau der Keimbox:

1. Setze die Keimbox und den Zerstäuber in die 6 L Box, wie in der Abbildung zum Aufbau dargestellt.
2. Stelle aus Dünger und Wasser eine Lösung mit einem EC-Wert von 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  her und fülle damit die Box soweit, dass der Zerstäuber vollständig bedeckt ist. Achte darauf, dass die Keimbox nicht im Wasser steht.
3. Setze in die Fächer der Keimbox jeweils einen Samen aus dem Samen-Set und markiere die Fächer mit den ID Schildchen.
4. Schließe die 6 L Box mit dem zugehörigen Deckel so, dass das Kabel des Zerstäubers durch die Aussparung geführt wird und sich die Lüftungsschlitze über dem Setzkasten befinden.
5. Schließe den Zerstäuber über die Zeitschaltuhr an eine Steckdose an und programmiere die Zeitschaltuhr so, dass der Zerstäuber alle zwei Stunden für jeweils eine halbe Stunde aktiv ist. Justiere dafür jede dritte Nase der Uhr nach unten, alle anderen nach oben. (siehe S. 13)

##### Zugabe von Dünger und Wasser:

Damit die Samen und Keimlinge immer die gleichen Umgebungsbedingungen haben, ist es wichtig, Wasser und Dünger regelmäßig zuzuführen.

1. Miss alle 2-3 Tage den EC-Wert des Wassers in der Keimbox.
2. Fülle Wasser und gegebenenfalls Dünger nach, bis der EC-Wert 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  beträgt.
3. Achte darauf dass der Zerstäuber vollständig bedeckt ist und die Keimbox nicht im Wasser steht.
4. Nach etwa 2-3 Wochen solltest du das Wasser in der Keimbox einmal komplett wechseln. Reinige alle Materialien mit etwas Spülmittel und baue die Keimbox wie oben beschrieben wieder zusammen.



## 1. Keimung von Pflanzensamen

### Keimung:

1. Notiere in der Datenbank für jeden Samen die zugehörige ID-Nummer und das Datum, an dem Du ihn in die Keimbox gesetzt hast.
2. Beobachte die Samen jeden Tag und notiere das Datum der Keimung.
3. Nach der Keimung kannst du täglich die Größe der Keimlinge messen und in die Datenbank eintragen.
4. Wenn die Keimlinge groß genug sind, kannst Du sie in ein Töpfchen umsetzen, wie in Aufgabe 1.2 beschrieben. (*Tipp! Im Allgemeinen gilt: wenn die Keimlinge über die Wände der Keimbox hinausreichen, können sie in die Hydrokultur umgesetzt werden.*)

### Messwerte

Pflanzenart	Datum Ansatz	Datum Keimung	Größe 1. Tag	Größe 2.Tag	Größe 3. Tag	...

### Auswertung

#### 1. Welche Samen keimen schnell? Welche eher langsamer?

Pflanzenart											
Keimzeit											

#### 2. Welche Keimlinge wachsen schnell?





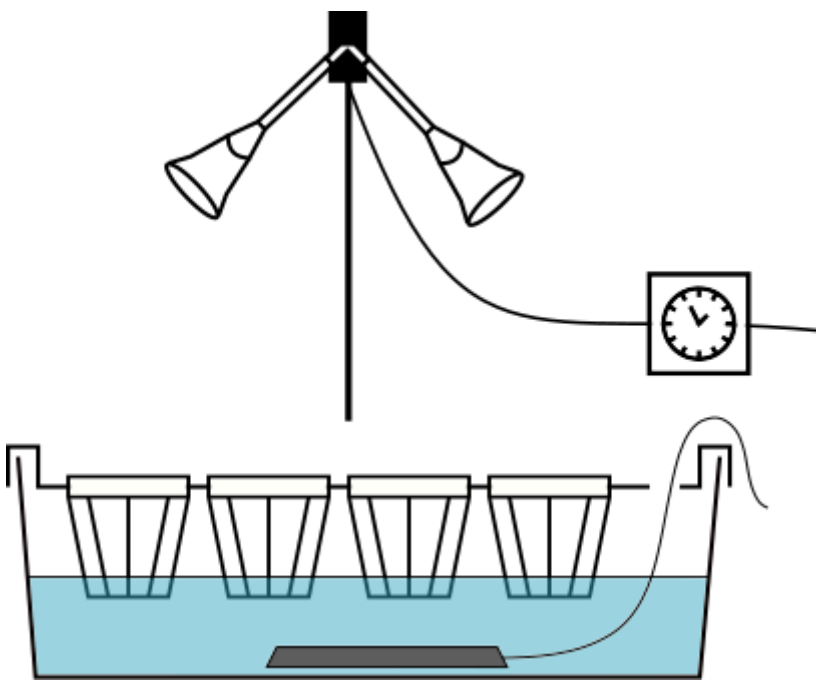
## 2. Pflanzenwachstum in der Hydrokultur

### Aufgabe

Lass deine Keimlinge in der Hydrokultur unter künstlicher Beleuchtung zu Pflanzen heranwachsen. Beobachte und protokolliere dabei ihre Entwicklung.

### Aufbau

### Benötigte Geräte



- Box 75 mm
- Tüpfelhalter
- Gitternetztopfchen
- Blähtonkugeln
- evtl. Stopfen rot
- Belüftungssteine
- Schläuche
- Y-Verteiler
- Luftpumpe
- Pflanzenlampen
- Stativ + Pflanzenbeleuchtung
- Zeitschaltuhr
- EC-Messgerät
- Waage
- Pinzette
- Dünger

Zusätzlich:

- Wasser
- Lineal oder Zollstock

### Durchführung

#### Aufbau der Hydrokultur:

1. Führe jeweils einen Schlauch durch die kleinen Löcher in den Tüpfelhaltern und schließe je einen Belüftungsstein auf der Seite an, die später in der Hydrokultur-Box liegt. Verbinde die freien Enden der Schläuche mit dem Y-Verteiler und schließe diesen über den dritten Schlauch an die Luftpumpe an.
2. Setze den Tüpfelhalter auf die 75 mm Box und lass die Verschlüsse einrasten.
3. Beschrifte die beiden Boxen (1 und 2) am Rand mithilfe eines wasserfesten Stiftes oder Aufklebern.
4. Setze in jedes Loch des Tüpfelhalters ein Gitternetztopfchen.
5. Stelle aus Dünger und Wasser eine Lösung mit einem EC-Wert von 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  her und fülle damit die Box soweit, dass alle Gitternetztopfchen etwa 0,5 cm hoch mit Wasser bedeckt sind.
6. Schließe die Luftpumpe an eine Steckdose an, stelle das Rädchen auf "max." und vergewissere dich, dass durch beide Belüftungssteine Luftbläschen in das Wasser eingeleitet werden.



## 2. Pflanzenwachstum in der Hydrokultur

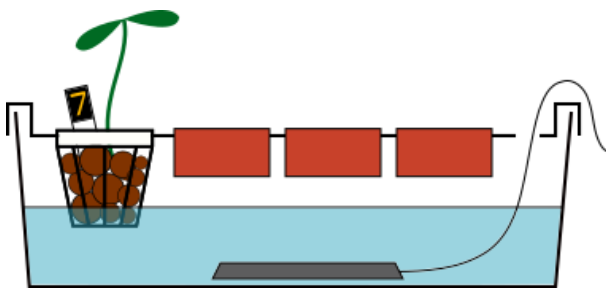
- Mithilfe der Schlauchklemme kann die gleichmäßige Luftzufuhr über die Belüftungssteine eingestellt werden. Wähle dazu den Belüftungsstein, aus dem die meiste Luft austritt und bringe die Klemme am zugehörigen Schlauch an. Drehe die Schlauchklemme soweit zu, bis aus beiden Belüftungssteinen die gleiche Menge Luftblasen austritt.
- Kontrolliere regelmäßig, ob aus beiden Belüftungssteinen die gleiche Menge Luftblasen austritt und stelle die Schlauchklemme gegebenenfalls nach

### Aufbau der Pflanzenbeleuchtung:

- Baue das Stativ zur Pflanzenbeleuchtung auf und drehe den Lampen-Y-Verteiler ein.
- Drehe die beiden Pflanzenlampen jeweils in einen Lampenhals und diese in den Y-Verteiler.
- Schließe die Pflanzenbeleuchtung über die Zeitschaltuhr an eine Steckdose an.
- Stelle auf der Zeitschaltuhr die richtige Uhrzeit ein und programmiere sie so, dass die Pflanzen zwischen 06:00 und 20:00 Uhr beleuchtet werden.  
Drehe dazu die Uhr solange bis der kleine Zeiger auf die aktuelle Uhrzeit zeigt. Justiere alle Nasen zwischen 06:00 und 20:00 Uhr nach unten und die verbleibenden nach oben. (vgl. Seite 13)
- Stelle das Stativ zwischen beide Hydrokulturen und richte die Pflanzenlampen so aus, dass beide Boxen gut ausgeleuchtet sind.

### Keimlinge in die Hydrokultur umsetzen:

- Wenn die Keimlinge über die Wände der Keimbox hinausreichen, können sie in die Hydrokultur umgesetzt werden.
- Lege dir Gitternetztopfchen und Blähtonkugeln bereit.
- Entnimm mit der Pinzette einen Keimling aus der Keimbox und halte ihn in die Mitte eines Töpfchens.
- Fülle das Töpfchen vorsichtig mit Blähtonkugeln, so dass der Keimling stabil darin stehen kann.
- Stecke die zugehörige ID-Nummer des Keimlings in das Töpfchen.
- Setze das bepflanzte Töpfchen in die Hydrokultur-Box.
- Die unbesetzten Plätze in der Hydrokultur kannst du mit roten Plastikstopfen abdecken.



#### Hinweis:

Bei Pflanzenarten die nur sehr kleine Keimlinge ausbilden, wie z. B. der Salat, ist es nötig die Keimlinge umzusetzen, obwohl sie noch sehr klein sind. Dazu füllt man in das Töpfchen so viele Blähtonkugeln bis diese gerade über den Wasserspiegel herausragen. Nun muss man die Keimlinge so auf die Kugeln legen, dass die Wurzeln im Wasser, die Blätter aber an der Luft liegen. Diese Tätigkeit erfordert etwas Ruhe und Geduld.



## 2. Pflanzenwachstum in der Hydrokultur

### Zugabe von Dünger und Wasser:

Damit die Pflanzen immer die gleichen Umgebungsbedingungen haben, ist es wichtig, Wasser und Dünger regelmäßig zuzuführen.

1. Miss alle 2-3 Tage den EC-Wert des Wassers in deinen Hydrokulturen.
2. Fülle Wasser und gegebenenfalls Dünger nach, bis der EC-Wert 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  beträgt.
3. Notiere in der Datentabelle mit zugehörigem Datum für beide Hydrokulturen wie viel Wasser du zugeführt hast und ob du nachgedüngt hast.

Nach etwa 3 Wochen solltest du das Wasser in den Hydrokulturen einmal komplett wechseln. Reinige alle Materialien mit etwas Spülmittel und baue die Hydrokultur wie oben beschrieben wieder zusammen. Die Töpfchen mit den Pflanzen kannst du dazu vorsichtig entnehmen. Achte dabei darauf, dass die Wurzeln nicht abbrechen.

### Beobachtung des Pflanzenwachstums:

Notiere alle 2-3 Tage Gewicht und Größe deiner Pflanzen.

1. Verwende für die Gewichtsbestimmung die Waage aus dem Koffer.
2. Entnimm ein Töpfchen mit einer Pflanze aus der Hydrokultur und lasse das Wasser gut abtropfen.
3. Wiege das Töpfchen mithilfe der Waage und notiere das Gewicht unter der zugehörigen Pflanzen-ID in deiner Datentabelle.
4. Durch die Gewichtsänderung an zwei unterschiedlichen Tagen, kannst du berechnen, wie schnell die Pflanzen an Gewicht zunehmen.
5. Solltest du Blähtonkugeln hinzufügen, um die Pflanze zu stabilisieren, vermerke das Gewicht der zugefügten Kugeln, damit du beim nächsten Mal diesen Wert wieder zurückrechnen kannst.

#### → Beispielrechnung:

- Tag 1: 13,5 g
- Tag 2: 14,1 g  
→ nach Wiegen werden 3,4 g Blähtonkugeln hinzugefügt
- Tag 3: 18,3 g
- Gewichtszunahme Tag 1-2:  $14,1 \text{ g} - 13,5 \text{ g} = 0,6 \text{ g}$
- Gewichtszunahme Tag 2-3:  $18,3 \text{ g} - 14,1 \text{ g} - 3,4 \text{ g} = 0,8 \text{ g}$

9. Die Größe der Pflanzen kannst du mit einem Lineal oder Zollstock messen.
10. Beginne mit der Messung am oberen Töpfchenrand und miss bis zur höchsten Blattspitze.
11. Vermerke auch alle anderen Veränderungen, die du an den Pflanzen beobachten kannst, wie beispielsweise gelbliche oder vertrocknete Blätter, Blüten- und Knospenbildung oder Frucht- und Rübenbildung.

Das Experiment zeigt nach 2-3 Wochen gute Ergebnisse. Du kannst es allerdings auch über mehrere Monate laufen lassen.



## 2 Pflanzenwachstum in der Hydrokultur

### Messwerte

Protokolliere deine Messwerte unter Angabe der zugehörigen Pflanzen-ID in der Datentabelle in der Rubrik „Pflanzenwachstum“. Dokumentiere Gewicht, Größe und andere Beobachtungen, wie Blüten-, Knospen- und Fruchtbildung oder Mangelerscheinungen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Pflanzenwachstum								
2									
3	Anweisungen:		- protokolliere Größe, Gewicht und Zustand der Pflanzen mit zugehöriger ID-Nummer						
4									
5	Datum	ID-Nr.	Größe (cm)	Gewicht (g)	Blüte	Knospenbildung	Frucht/Rübenbildung	Mangelerscheinung	Bild-Dateiname
6									

### Auswertung

1. Welche Farben des Lichtspektrums sendet die Pflanzen-LED aus und warum?
2. Stelle das Wachstum deiner Pflanzen grafisch dar, indem du in einem Diagramm Größe und Gewicht in Abhängigkeit von Anzahl der Tage einzeichnest.
3. Welche Pflanzen wachsen schnell in die Höhe?
4. Welche Pflanzen bauen schnell Biomasse auf?



### 3. Nährstoff- und Wasserverbrauch

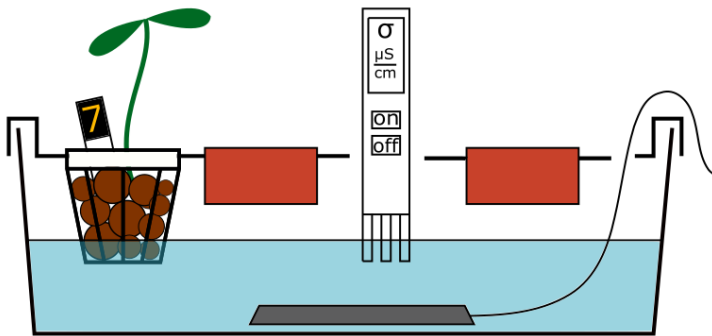
#### Aufgabe

Beobachte den Nährstoff und Wasserverbrauch deiner Pflanzen in der Hydrokultur in Abhängigkeit von der Biomasse.

#### Aufbau

#### Benötigte Geräte

- EC-Messgerät



#### Durchführung

Die Beobachtung des Nährstoff- und Wasserverbrauches kann parallel zum Experiment 1.2 durchgeführt werden.

#### EC-Wert Beobachtung

1. Notiere alle 2-3 Tage den EC-Wert deiner Hydrokultur. Am besten dann, wenn du auch die Größe und das Gewicht deiner Pflanzen misst.
2. Notiere außerdem, wann du nachgedüngt hast und wie sich dabei die Werte verändert haben. Schreibe in der Datentabelle dann den Messwert vor und nach der Düngung auf.

#### Wasserverbrauch

1. Überprüfe alle 2-3 Tage, wie viel Wasser die Pflanzen in deiner Hydrokultur verbraucht haben.
2. Fülle dafür das Wasser mit Hilfe eines Messbechers bis zur Markierung in deiner Hydrokultur auf und notiere die zugegebene Wassermenge. Diese Wassermenge entspricht dem verbrauchten Wasser seit dem letzten Auffüllen.
3. Notiere auch, wenn du das Wasser komplett auswechselst.

Der Verbrauch von Dünger und Wasser ist abhängig von der Größe und der Wachstumsphase der Pflanzen. Berechne deshalb mithilfe der Messwerte aus Experiment 1.2 die gesamte Biomasse der Pflanzen in deiner Hydrokultur und trage diese in die Datentabelle mit ein.

Notiere außerdem in der Spalte „Beobachtungen“ auch alle Veränderungen an deinen Pflanzen, wie in Experiment 1.2.



### 3. Nährstoff- und Wasserverbrauch

#### Messwerte

Notiere deine Messwerte in der Datentabelle unter den Rubriken „EC Becken 1“ und „EC Becken 2“.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>EC-Werte Becken 1</b>						
4							
5	<b>Anweisungen:</b>		- Protokolliere bei jedem Gießen und Düngen die EC- Werte und dein Vorgehen				
6			- Trage das Datum ein				
7			- "Dünger zugefügt", "Wasser zugefügt?" und "Wasserwechsel?" mit ja/nein beantworten (auswählen)				
8			- wenn Wasser zugefügt wurde, notiere die Menge in ml				
9							
10	<b>Datum</b>	<b>EC</b>	<b>Dünger zugefügt?</b>	<b>Wasser zugefügt?</b>	<b>Wieviel ml?</b>	<b>Wasserwechsel?</b>	<b>neuer EC</b>
11							
12							

#### Auswertung

##### 5. Was stellst du fest?

#### Diagramme

Stelle den EC-Wert in Abhängigkeit von der Zeit grafisch dar.

Stelle die EC-Wert Abnahme in Abhängigkeit von der Biomasse grafisch dar.



## 4. Aerober Biomasseabbau im Kompost

### Aufgabe

Setze einen Kompost an und beobachte Veränderungen in der Temperatur, Füllhöhe und dem Aussehen.

### Aufbau



### Benötigte Geräte

- Komposter
- Kompostbeschleuniger
- Temperaturlogger

Zusätzlich:

- Bioabfall
- Zweige
- Haustierrmist
- Blätter, Gräser

### Durchführung

#### Aufbau des Komposters:

1. Schließe die Hülle des Komposters, indem du die Nasen an der kurzen Seite durch die Öffnungen auf der gegenüberliegenden Seite führst und einhaktst.
2. Führe die Nasen an der unteren Seite des entstandenen Zylinders in die Öffnungen der Bodenplatte des Komposters ein und drehe den Zylinder soweit, dass die Nasen einhaken. Die Gummifüße der Bodenplatte sollten dabei nach unten zeigen.

#### Befüllen des Komposters:

1. Um deinen Kompost zu befüllen, benötigst du Bioabfälle sowie kleine Zweige, Gräser, Blätter und Haustierrmist, falls du zu Hause zum Beispiel ein Meerschweinchen hältst.  
Achte darauf, dass die Bioabfälle keine Zitrusfrüchte oder bereits schimmelnde Bestandteile enthalten.
2. Mische deine Bioabfälle mit Zweigen, Blättern, Gras und Haustierrmist in einem Eimer.
3. Füge einige Teelöffel Kompostbeschleuniger und Wasser hinzu und vermische deinen Kompost gut.
4. Fülle deine Kompostmischung nun locker in deinen Komposter ohne Druck auszuüben.
5. Setze dabei den Temperaturlogger von oben in die Mitte des Kompostes ein



## 4. Aerober Biomasseabbau im Kompost

### Aufnahmen der Temperaturkurve:

1. SchlieÙe den Temperaturlogger an einen Computer an:  
(Eine Kurzanleitung finden Sie im Abschnitt Handhabung oder im Internet unter [www.elitechlog.com/softwares/](http://www.elitechlog.com/softwares/))
  - a. Zeit und Datum sollten sich automatisch mit dem PC synchronisieren
  - b. Setze das Messzeit-Intervall auf 15 min.
  - c. Das Maximum und Minimum der Temperatur kannst du auf 20°C und 60°C stellen.
2. Miss und notiere die Raumtemperatur.
3. Aktiviere den Temperaturlogger, indem du den Playknopf „▶“ vier Sekunden lang drückst und lass ihn über zwei Wochen (oder mehr) Daten sammeln.

### Beobachtung von Füllhöhe und Aussehen:

Notiere außerdem über 2 Wochen täglich die Raumtemperatur und alle 2-3 Tage die Füllhöhe und die Erscheinung des Komposts (Farbe, Pilzwachstum aber auch Geruch, etc...) in der Datentabelle.

### Messwerte

Datum	Raumtemperatur	Füllhöhe [cm]	Zustand/Aussehen

### Auswertung

1. Stecke den Temperaturlogger wieder an einen Computer an und lasse dir von dem Programm den Grafen anzeigen. Drucke diesen gegebenenfalls aus.  
Was kannst du daraus ablesen? Begründe dieses Phänomen.
2. Trage die Messwerte für die Füllhöhe in Abhängigkeit von der Zeit in das Diagramm ein. Was stellst du fest?
3. Beschreibe, wie sich das Aussehen deines Kompostes verändert und begründe dies.



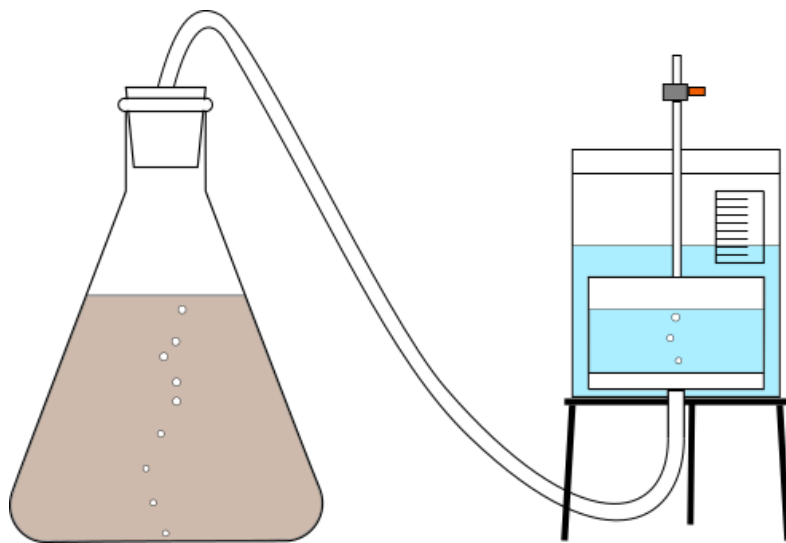


## 5. Anaerober Biomasseabbau zu Wasserstoff

### Aufgabe

Erzeuge Wasserstoff aus Biomasse. Weise ihn mit der Knallgasprobe nach und beobachte die Umwandlung zu Strom mit Hilfe einer Brennstoffzelle.

### Aufbau



### Benötigte Geräte

- Erlenmeyerkolben
- Gummistopfen
- Gasauffanggefäß
- PEM-Brennstoffzelle
- Motormodul mit Propeller
- Kabel
- Kompostbeschleuniger
- Reagenzglas

Zusätzlich:

- Zucker
- Kochendes Wasser
- Kerze

### Durchführung

#### Aufbau des Versuches:

1. Miss 30 g Zucker und 10 g Kompostbeschleuniger ab und fülle beides in den Erlenmeyerkolben.
2. Gib dann 1 Liter kochend heißes Wasser darüber und verschließe den Kolben mit dem Gummistopfen.
3. Baue das Auffangsystem zusammen und schließe es an das Biomasseglas an:
  - a. Das Auffangsystem besteht aus zwei Behältern: dem kleineren Gasauffangbehälter im inneren und dem größeren Druckausgleichsbehälter mit der Skala den 2 Anschlüssen in Deckel und Boden.
  - b. Stelle sicher, dass der Gasauffangbehälter im Druckausgleichsbehälter eingeschraubt ist.
  - c. Stelle das Auffangsystem auf das Dreibein und schließe von unten den Schlauch vom Erlenmeyerkolben an
  - d. Fülle den Druckausgleichsbehälter mit Wasser. Der Gasausgleichsbehälter sollte sich ebenfalls langsam mit Wasser füllen
  - e. Fülle den Druckausgleichsbehälter bis zur Nullmarkierung mit Wasser auf.
  - f. Führe den Oberen Schlauch aus dem Gasauffangbehälter durch den Deckel des Druckausgleichsbehälters und schließe das Ventil an und drehe das Ventil zu
  - g. Schließe den noch nicht verwendeten losen Schlauch am Ventil an und mit dem anderen Ende an der Brennstoffzelle



## 5. Anaerober Biomasseabbau zu Wasserstoff

**FUNKTIONSWEISE:** Strömt nun Gas in das Gasauffanggefäß wird das Wasser nach oben in das Druckausgleichsgefäß verdrängt. An der Skala kannst du ablesen, wie viel Gas sich schon gesammelt hat. Wird das Ventil geöffnet, drückt das Wasser in dem Druckausgleichsgefäß das Gas aus dem Gefäß hinaus, weil es wieder nach unten strömen will.

4. Nach 1,5 bis 2 Tagen sollte sich anfangen in dem Gasauffangbehälter Gas zu sammeln.

### Knallgasprobe

5. Ist der Gasauffangbehälter mehr als halb voll, nimmst du dir das Reagenzglas und lässt über das Ventil etwas Wasserstoff hinein. Halte es dann über eine Flamme. Notiere deine Beobachtungen.

Bitte pass auf, dass du dich nicht verletzt und trage Handschuhe.

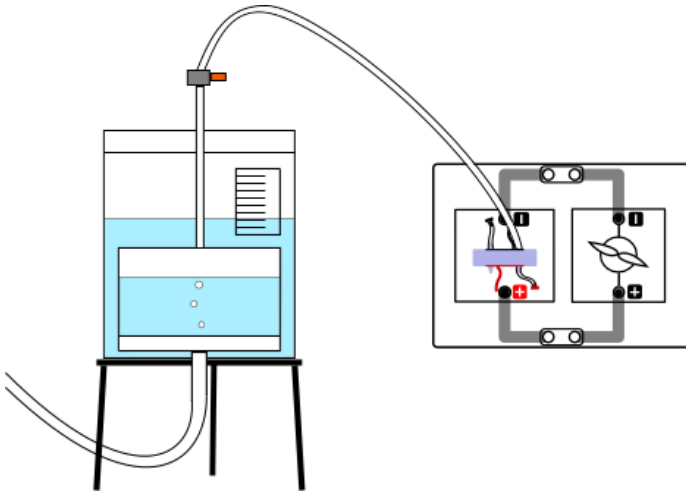
### Gasproduktion mit und ohne Heizung

6. Lass das Gas über das Ventil bis zur Nullmarkierung ausströmen. Wie viel Gas hat sich nach einer Stunde wieder gesammelt?
7. Wiederhole den Versuch mit der Heizung: Montiere die Heizung und lass das Gefäß sich eine halbe Stunde lang erwärmen. Entleere es dann wieder bis zur Nullmarkierung und schaue nach einer halben Stunde wieder wie viel Gas sich nun gesammelt hat.



## 5. Anaerober Biomasseabbau zu Wasserstoff

### Brennstoffzelle



8. Stecke nun den Schlauch vom Auffangergerät an die richtige Stelle der Brennstoffzelle an und öffne das Ventil.
9. Verbinde mit den Kurzschlusssteckern das Motormodul mit der Brennstoffzelle.
10. Warte zwischen 15 und 30 Minuten. Wann beginnt sich der Motor zu drehen?

### Messwerte

#### 1. Knallgasprobe

Beobachtung:

#### 2. Gas sammeln

Wasserstoffvolumen ohne Heizung

Wasserstoffvolumen mit Heizung

#### 3. Brennstoffzelle

Beobachtung:

### Auswertung

1. Warum knallt das Gas?
2. Erkläre warum sich mit oder ohne Heizung mehr Gas in der gleichen Zeit im Reagenzglas sammelt.

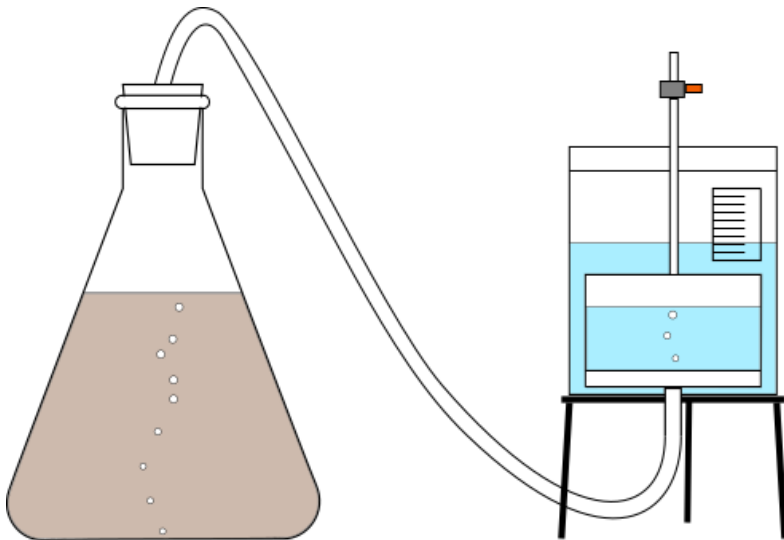


## 6. Anaerober Biomasseabbau zu Methan

### Aufgabe

Erzeuge Methan aus Biomasse. Weise das Methan nach, indem du es mit dem Bunsenbrenner verbrennst.

### Aufbau



### Benötigte Geräte

- Erlenmeyerkolben
- Gummistopfen
- Gasauffanggefäß
- Brenner

Zusätzlich:

- Kuhdung
- Wasser

### Durchführung

1. Besorge dir Kuhdung von einem Bauernhof oder einer Weide.
2. Gib den Kuhdung in das Glas bis es etwa zu einem Drittel damit gefüllt ist und fülle es bis zum Rand mit kaltem Wasser auf.
3. Schraube den Deckel darauf und schüttele das Glas leicht, damit sich der Kuhdung gut mit dem Wasser mischt.
4. Baue das Auffangsystem zusammen und schließe es an das Biomasseglas an:
  - a. Das Auffangsystem besteht aus zwei Behältern: dem kleineren Gasauffangbehälter im inneren und dem größeren Druckausgleichsbehälter mit der Skala den 2 Anschlüssen in Deckel und Boden.
  - b. Stelle sicher, dass der Gasauffangbehälter im Druckausgleichsbehälter eingeschraubt ist.
  - c. Stelle das Auffangsystem auf das Dreibein und schließe von unten den Schlauch vom Erlenmeyerkolben an
  - d. Fülle den Druckausgleichsbehälter mit Wasser. Der Gasausgleichsbehälter sollte sich ebenfalls langsam mit Wasser füllen
  - e. Fülle den Druckausgleichsbehälter bis zur Nullmarkierung mit Wasser auf.
  - f. Führe den Oberen Schlauch aus dem Gasauffangbehälter durch den Deckel des Druckausgleichsbehälters und schließe das Ventil an und drehe das Ventil zu



## 6. Anaerober Biomasseabbau zu Methan

- g. SchlieÙe den noch nicht verwendeten losen Schlauch am Ventil an und mit dem anderen Ende an den Bunsen Brenner.

*FUNKTIONSWEISE:* Strömt nun Gas in das Gasauffanggefäß wird das Wasser nach oben in das Druckausgleichsgefäß verdrängt. An der Skala kannst du ablesen, wie viel Gas sich schon gesammelt hat. Wird das Ventil geöffnet, drückt das Wasser in dem Druckausgleichsgefäß das Gas aus dem Gefäß hinaus, weil es wieder nach unten strömen will.

5. Nach 2 Wochen sollte sich anfangen in dem Gasauffangbehälter Gas zu sammeln.
6. Wenn es sich zu einem Viertel oder mehr gefüllt hat, kannst du das Gas auf seine Brennbarkeit testen:
  - a. Öffne dazu das Ventil und versuche das ausströmende Gas mit einem Feuerzeug oder Streichholz zu entzünden. **Bitte achte auf deine Sicherheit!**
  - b. Die bläuliche Flamme sieht man am besten vor einem dunklen Hintergrund, also schalte eventuell das Licht aus.
  - c. Am Anfang kann es sein, dass dein Gas nicht brennt. Ist das der Fall, lässt du das Gas ab, bis das Wasser wieder an der Nullmarkierung steht und wartest, bis sich wieder genug Gas gesammelt hat, dass du es erneut testen kannst.
  - d. Sobald du eine Flamme erzeugen kannst, kannst du mit den Experimenten fortfahren.

### Gasproduktion mit und ohne Heizung

7. Leere das Methan im Gasauffanggefäß bis zur 0 Linie aus.
8. Beobachte wie viel Gas sich im Zeitraum von einem halben bis einem Tag in dem Gefäß sammelt, wenn du die Heizung nutzt. Notiere die Volumen.
9. Leere das gesammelte Methan dann wieder bis zur 0 Linie aus.
10. Nimm die Heizung ab und beobachte wiederum, wie viel Gas sich nun im Gefäß nach einem halben bis einem Tag sammelt.



## 6. Anaerober Biomasseabbau zu Methan

### Messwerte

#### Methanproduktion

	Start	Test 1	Test 2	Test 3	...
Datum, Uhrzeit					
Brennbarkeit	---				

#### Gasproduktion mit und ohne Heizung

	Mit Heizung		Ohne Heizung	
	Datum, Uhrzeit	Volumen (ml)	Datum, Uhrzeit	Volumen (ml)
Start				
Nach einem halben Tag				
Nach einem ganzen Tag				

### Auswertung

**Nach welcher Zeit ist das aufgefangene Gas brennbar? Wie erklärst du dir das?**

**Wie viel mehr Gasvolumen kann man mit oder ohne Heizung an einem Tag sammeln. Warum ist das so?**

leXsolar GmbH  
Strehleener Straße 12-14  
01069 Dresden / Germany

Telefon: +49 (0) 351 - 47 96 56 0  
Fax: +49 (0) 351 - 47 96 56 - 111  
E-Mail: [info@lexsolar.de](mailto:info@lexsolar.de)  
Web: [www.lexsolar.de](http://www.lexsolar.de)