

# Experimente zu den Themen Energie und Klimawandel

## Station 2: Elektrische Energie

**Schulfach: Biologie/Naturwissenschaften**  
**Sekundarstufe 1**



Dieses Material ist im Rahmen des Projekts  
„Bildung für einen nachhaltige Energieversorgung und -nutzung“  
www.energiebildung.uni-oldenburg.de  
an der Universität Oldenburg  
in der Arbeitsgruppe Fachdidaktik Biologie entstanden.

Dieses Unterrichtsmaterial steht unter der folgenden Creative Commons Lizenz:



(CC BY-NC-SA 3.0).

(Weiterbearbeitung und Weitergabe unter den Bedingungen: Namensnennung, nicht-kommerziell und Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Nähere Informationen sind zu finden unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> )

Oldenburg, im November 2011

***INFO zur Struktur der Materialien:***

Diese Materialien sind in Stationen gegliedert. Jede Station beinhaltet mehrere Experimente. Zu Beginn werden die Lehrermaterialien vorgestellt. Im Anschluss hieran folgen die Schülermaterialien.

Inhaltsverzeichnis

Station 2 „Elektrische Energie – Elektrostatik, Spannung, Strom“ .....	3
1. Elektrische Ballons – Lehrermaterial .....	4
2. Der Blitzableiter – Lehrermaterial .....	6
3. Der Dynamo – Lehrermaterial .....	8
4. Die Zitronenbatterie - Lehrermaterial .....	9
5. Der Zungenversuch - Lehrermaterial .....	11
6. Elektrische Ballons – Schülermaterial .....	12
7. Der Blitzableiter – Schülermaterial .....	13
8. Der Dynamo – Schülermaterial .....	14
9. Die Zitronenbatterie – Schülermaterial .....	15
10. Der Zungenversuch– Schülermaterial .....	16

## **Station 2 „Elektrische Energie – Elektrostatik, Spannung, Strom“**

### *Anmerkung:*

Die Versuche sind alle unabhängig voneinander durchführbar. Die Lernenden sollen die Elektrostatik kennenlernen und erfahren, dass chemische Energie zu elektrischer umgewandelt werden kann. Die fachlich genaue Auswertung des Versuchs ‚Die Zitronenbatterie‘ kann nur mit Lernenden erfolgen, die bereits elektrochemische Grundkenntnisse haben. Rein phänomenologisch kann dieser Versuch jedoch auch mit jüngeren Lernenden bereits durchgeführt und zu Teilen ausgewertet werden.

Eine Variante des Versuchs 4, bei der eine Zitrone eine LCD-Uhr antreibt, findet sich unter der Internetadresse der Sendung „Wissen macht Ah!“ :

<http://www.wdr.de/tv/wissenmachtah/bibliothek/zitronenbatterie.php5>

[letzter Zugriff 06.04.09].

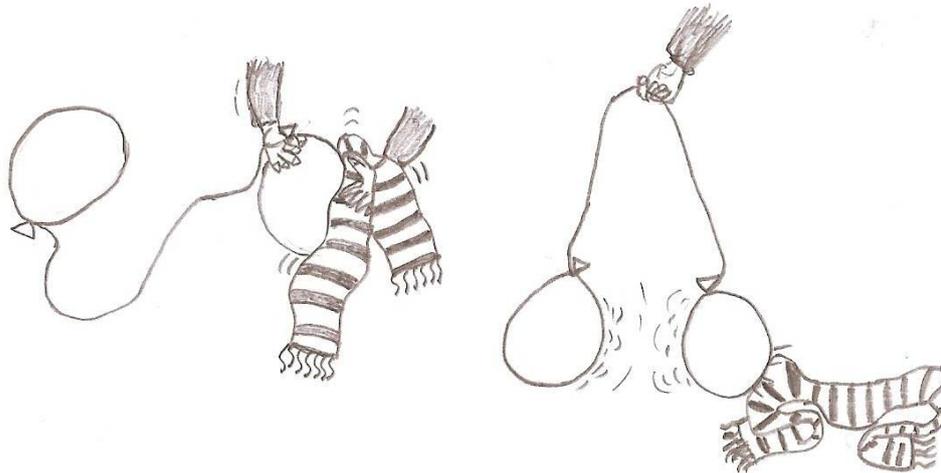
Mit der Klassengemeinschaft kann der Versuch auch folgend variiert werden: Es werden mehrere Zitronen in Reihe geschaltet und mit Hilfe eines Multimeters die variierenden Spannungen gemessen.

## 1. Elektrische Ballons<sup>1</sup> – Lehrermaterial

### Materialien:

2 Luftballons, Wollschal, Bindfaden (etwa 1m lang)

### Aufbau:



### Vorbereitung:

Die Luftballons werden etwa gleich weit aufgepustet und jeweils an ein Ende des Bindfadens gebunden.

### Durchführung:

Beide Ballons werden an dem Wolltuch gerieben. Dann werden sie am Bindfaden herab gehängt. Danach wird das Wolltuch an einen Ballon gehalten.

### Beobachtung:

Zunächst stoßen sich die Ballons ab. Wird das Wolltuch an einen der Ballons gehalten, so scheint er daran zu kleben.

### Auswertung:

Durch die Reibung mit dem Wollschal entsteht eine sogenannte Reibungselektrizität. Sie ist eine spezielle Form der Berührungselektrizität. Diese tritt auf, wenn durch die Berührung verschiedener Stoffe eine Ladungsverschiebung stattfindet. Elektronen werden von einem Gegenstand auf den anderen übertragen. In diesem Fall überträgt der Wollschal Elektronen auf die Luftballons. Sie sind nun negativ geladen. Da sich gleiche Ladungen abstoßen, streben die Ballons auseinander. Der Wollschal ist nun positiv geladen. Wird er an einen der negativ geladenen Ballons gehalten, ziehen sich die beiden gegensätzlich geladenen Gegenstände an. Der Ballon und der Wollschal haften aneinander.

---

<sup>1</sup> verändert nach: <http://www.labbe.de/zzebra/index.asp?themaId=684&titelId=5483> [letzter Zugriff 06.04.09]

**INFO:**

Wer hat eigentlich die Elektrostatik als erstes entdeckt?

Schon in der Antike fanden die Griechen heraus, dass Bernstein leichte Gegenstände anzieht, wenn er vorher mit einem Tuch oder einem Stück Fell gerieben wurde. Das griechische Wort für Bernstein lautet „elektron“. Davon leitet sich direkt unser moderner Begriff für Elektrik her. Allerdings versuchten die Griechen nicht das Reiben des Bernsteins mechanisch zu intensivieren und somit einen stärkeren und/oder kontinuierlichen Effekt zu erzielen. Blitze wurden damals als die Waffe des Zeus angesehen. Obwohl man auch bei der elektrostatischen Entladung von Bernstein im Dunkeln Lichtbögen beobachtete, stellte niemand einen Bezug her. Bis zum Beginn des siebzehnten Jahrhunderts blieb das Wissen über statische Elektrizität fast unverändert auf dem Stand der Antike. In seinem berühmten Buch „De Magnete“ prägte William Gilbert 1600 als erster den Begriff „electrica“. Andere Autoren, wie beispielsweise Giovanni Battista della Porta beschrieben in ihren Schriften den Effekt, zogen jedoch keine weiteren Schlüsse. (verändert nach: <http://www.hp-gramatke.de/history/german/page4000.htm> [letzter Zugriff 07.04.09])

## 2. Der Blitzableiter<sup>3</sup> – Lehrermaterial

### Materialien:

Trockenes Glas, Nudelsieb (Edelstahl), Luftballon, Wollschal

### Aufbau:



Das Nudelsieb wird so auf das Glas gestellt, dass es den Tisch nicht berührt. Der Luftballon wird aufgeblasen und mit dem Wollschal gerieben. Dann wird der Ballon in das Nudelsieb gelegt.

### Durchführung:

Mit einem Finger wird sich nun langsam dem Sieb genähert.

### Beobachtung:

Ist der Abstand zwischen Finger und Sieb klein genug, so springt ein Funke über. Diesen kann man spüren und bei genügend abgedunkeltem Raum sogar sehen.

### Auswertung:

Wie in Versuch 1 wird der Ballon elektrisch aufgeladen. Das Sieb ist aus Edelstahl und dadurch ein guter elektrischer Leiter. Die Ladung wird umverteilt. Wird sich nun mit einem Finger dem Sieb genähert findet ein Ladungsausgleich und somit eine Entladung des Siebes statt. Wie der Blitz bei einem Gewitter gibt es auch hier einen Lichtbogen.

---

<sup>3</sup> verändert nach: Berger 2004. Die Klima-Werkstatt – Spannende Experimente rund um Klima und Wetter. Verleger im OZ Verlag GmbH: Freiburg

**INFO:**

Wie entstehen Blitze bei Gewitter? Starke Sonneneinstrahlung lässt viel Wasser verdunsten und erwärmt die Luft. Beides sind Indikatoren für Gewitter. Daher finden die meisten Gewitter bei uns im Sommer statt. Bei Aufziehen einer Kaltfront schiebt sich die kalte Luft unter die warme Luft. Die feuchtwarme Luft steigt in die Höhe. Quellwolken bilden sich aus dem kondensierten Wasserdampf und wachsen zu einem sogenannten Cumulonimbus. In diesem Cumulonimbus verhindern starke Aufwinde das Herabfallen kleinerer Regentropfen aus der Wolke. Die kleinen Wassertropfen werden immer wieder nach oben getragen. Dort gefrieren sie, neues Eis lagert sich an. Der Vorgang wiederholt sich. Wenn sie so schwer geworden sind, dass die Aufwinde sie nicht mehr tragen, fallen sie als sehr dicke, kalte Regentropfen, Graupel oder Hagelkörner aus dem Cumulonimbus. Durch die Aufwinde in der Wolke und die ungleiche Verteilung von Eis und Wasser entstehen Räume mit unterschiedlichen Ladungen. Normalerweise ist der obere Teil des Cumulonimbus positiv, der untere hingegen negativ geladen. Wird die Spannung zwischen den verschieden geladenen Bereichen sehr groß, kommt es zu einer Entladung. Dieser Spannungsausgleich kann entweder innerhalb der Wolke, oder zwischen dem Erdboden und dem unteren Teil der Wolke erfolgen. Diese Entladung erzeugt einen sichtbaren Lichtbogen. Diese Lichtbögen nennt man Blitze. Für Blitze zwischen Wolke und Erde muss der Spannungsunterschied mehr als 100 Millionen Volt betragen. Selten kann es zu einem positiv geladenen Blitz zwischen dem oberen Teil des Cumulonimbus und dem Erdboden kommen.

Und woher kommt der Donner?

Die Luft um den Blitzkanal herum erhitzt sich schlagartig auf etwa 40 000°C. Die so plötzlich erwärmte Luft dehnt sich sehr schnell aus. Dadurch entsteht der Donner. Schall ist deutlich langsamer als Licht. Während sich Licht mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 300 000 Metern pro Sekunde ausbreitet, liegt die Schallgeschwindigkeit bei 330 Metern pro Sekunde. So kann aus dem Zeitabstand zwischen Blitz und Donner die Entfernung der Blitze berechnet werden. Dabei entsprechen 3 Sekunden etwa einem Kilometer.

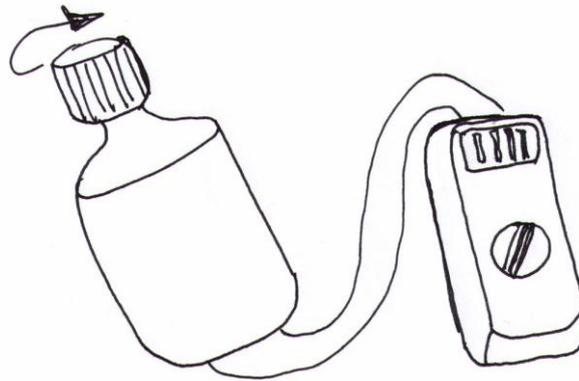
(Informationen aus: <http://www.meteoros.de/light/blitz.htm> [letzter Zugriff 06.04.09])

### 3. Der Dynamo – Lehrermaterial

#### Materialien:

Fahrraddynamo, 2 Kabel, Multimeter

#### Aufbau:



#### Durchführung:

Das Rädchen am Dynamo wird mit Hilfe der Finger gedreht.

#### Beobachtung:

Auf dem Multimeter kann ein Wert abgelesen werden.

#### Auswertung:

Die Bewegungsenergie der Hand wird in elektrische Energie umgewandelt, die am Messgerät abgelesen werden kann.

#### **INFO:**

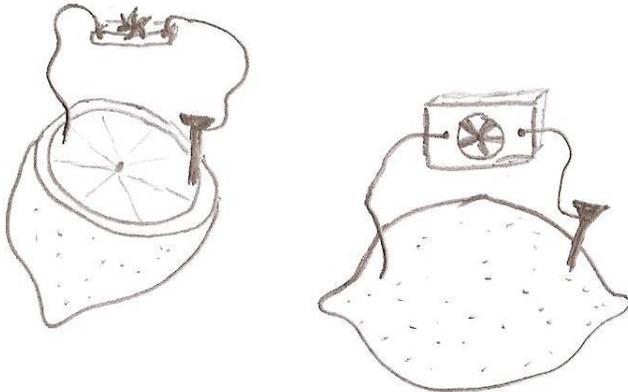
Wie in Versuch 4 der Station 1 schon angemerkt, funktioniert ein Windrad wie ein riesiger Fahrraddynamo. Statt der Muskelkraft bringt hier der Wind das Rad zum Drehen. In der Gondel eines Windrades befindet sich ein Generator. Im Inneren des Generators wird der Rotor (*Läufer*) gegenüber dem feststehenden Stator-Gehäuse (*Ständer*) gedreht. Die Drehbewegung des Windrades wird auf eine Kupferspule übertragen. Die Kupferspule ist innerhalb eines Magneten gelagert, welcher sie komplett umschließt. Die Drehungen der Spule innerhalb des Magnets induzieren durch die Lorentzkraft eine elektrische Spannung. Die so erzeugte Elektrizität wird nun an einen Transformator geleitet, der den Strom in den Hochvoltbereich transformiert.

#### 4. Die Zitronenbatterie<sup>5</sup> - Lehrermaterial

##### Materialien:

Stück Kupferdraht, unverzinkter Eisennagel, Zitrone, Multimeter, 2 Kabel

##### Aufbau:



Der Motor wird mit einem Kabel mit dem Eisennagel verbunden und mit dem anderen Kabel an den Kupferdraht angeschlossen.



*Die Zitrone darf nach dem Versuch auf keinen Fall mehr verzehrt werden!*

##### Durchführung:

Kupferdraht und Eisennagel werden in die Zitrone gesteckt.

##### Beobachtung:

Der Motor dreht sich.

##### Auswertung:

Findet ein Austausch von Elektronen zwischen unterschiedlich geladenen Körpern statt, fließt Strom. Damit der Austausch von Elektronen möglich ist, sind verschiedene Dinge wichtig: ein Pluspol (der Kupferdraht), ein Minuspol (der Eisennagel), ein Leiter (in diesem Fall die Kabel und der Motor) und ein Elektrolyt (der Zitronensaft). Eisen ist unedler als Kupfer, deshalb gehen an der Anode mehr Eisenionen in Lösung, als Kupferionen in der gleichen Zeit an der Kathode. Die Elektronen bleiben im Eisennagel zurück und „wandern“ über das Kabel zum kleinen Motor und von dort zum Plus-Pol, dem Kupferdraht, da dieser nun gegenüber dem Eisennagel positiv geladen ist. So findet ein Ladungsausgleich statt. Es fließt Strom! Die Elektronen werden vom Kupferdraht an die Oxonium-Ionen des Zitronensaftes abgegeben. Dadurch bildet sich Wasserstoff. Das funktioniert solange, bis die Zitronensäure keine Ionen mehr aus dem Metall herauslösen kann, bzw. bis beide Metallstücke gleich stark geladen sind.

Die Zitrone enthält nun die giftigen Schwermetalle Eisen und Kupfer und darf daher nicht mehr verzehrt werden.

<sup>5</sup> verändert nach: KÖMO – CHIK (März 2006). Unterrichtsreihe Wenn der Strom nicht aus der Steckdose kommt... mobile Energiespeicher. Lernstraße Grundlagen der Elektrochemie. Materialien der Arbeitskreises „Chemie im Kontext“ im Kölner Modell Version 1.2

Die chemischen Vorgänge an den Elektroden nennt man Oxidation und Reduktion. Sie können in Gleichungen beschrieben werden.

Die Elektrodengleichungen in diesem Fall lauten:



### 5. Der Zungenversuch<sup>6</sup> - Lehrermaterial

#### Materialien:

Solarmodul, 2 Kabel, 4 Krokodilklemmen, 2 Alufoliestreifen



Das Experiment darf nur wie aus dem Lernpaket (0,2 V) mit einem Solarmodul durchgeführt werden. Bei Nutzung unbekannter Strom-/ Spannungsquellen kann der Versuch lebensgefährlich sein.

#### Aufbau:



#### Durchführung:

Mit Hilfe der Krokodilklemmen werden die Kabel an der einen Seite am Solarmodul befestigt. An der anderen Seite der Kabel wird zwischen die Krokodilklemmen jeweils ein Streifen Alufolie geklemmt. Das Solarmodul wird so hingelegt, dass die Sonne oder eine andere Lichtquelle darauf scheint. Nun werden die Streifen der Alufolie an die Zungenspitze gehalten.

#### Beobachtung:

Solange die Streifen der Alufolie die Zunge berühren, empfindet der Mensch ein Kribbeln und einen sauren Geschmack auf der Zunge.

#### Auswertung:

Durch chemische Vorgänge wird im Solarmodul Lichtenergie in elektrische Energie umgewandelt. Werden nun die Alufolienstreifen an die Zunge gehalten, wird dadurch der Stromkreis geschlossen. Strom fließt durch die Zunge hindurch. Der leicht saure pH-Wert des Speichels erklärt den sauren Geschmack auf der Zunge.

---

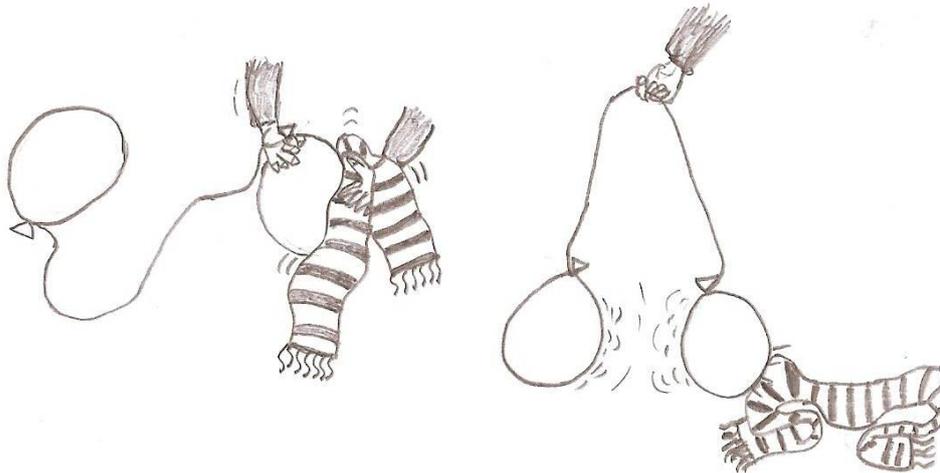
<sup>6</sup> verändert nach Stempel (2007). Grundlagen der Solarenergie, Lernpaket Strom mit Solarenergie, S.35

## 6. Elektrische Ballons – Schülermaterial

### Materialien:

2 Luftballons, Wollschal, Bindfaden (etwa 1m lang)

### Aufbau:



### Vorbereitung:

Die Luftballons werden etwa gleich weit aufgepustet und jeweils an ein Ende des Bindfadens gebunden.

### Durchführung:

Beide Ballons werden an dem Wolltuch gerieben. Dann werden sie am Bindfaden herab gehängt. Danach wird das Wolltuch an einen Ballon gehalten.

### Beobachtung:

---

---

---

### Auswertung:

---

---

---

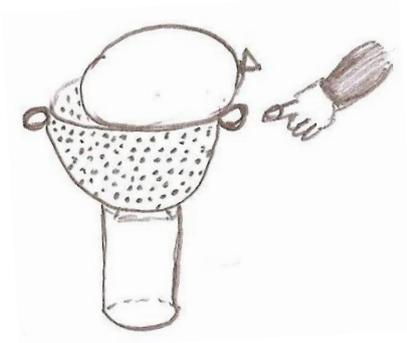
---

## 7. Der Blitzableiter – Schülermaterial

### Materialien:

Trockenes Glas, Nudelsieb (Edelstahl), Luftballon, Wollschal

### Aufbau:



Das Nudelsieb wird so auf das Glas gestellt, dass es den Tisch nicht berührt. Der Luftballon wird aufgeblasen und mit dem Wollschal gerieben. Dann wird der Ballon in das Nudelsieb gelegt.

### Durchführung:

Mit einem Finger wird sich nun langsam dem Sieb genähert.

### Beobachtung:

---

---

---

---

### Auswertung:

---

---

---

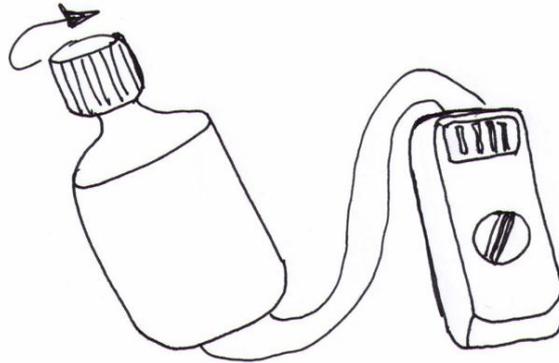
---

### 8. Der Dynamo – Schülermaterial

**Materialien:**

Fahrraddynamo, 2 Kabel, Multimeter

**Aufbau:**



**Durchführung:**

Das Rädchen am Dynamo wird mit Hilfe der Finger gedreht.

**Beobachtung:**

---

---

---

---

**Auswertung:**

---

---

---

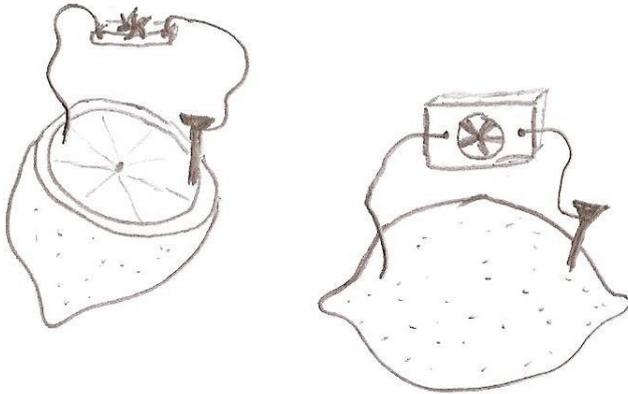
---

9. Die Zitronenbatterie – Schülermaterial

Materialien:

Stück Kupferdraht, unverzinkter Eisennagel, Zitrone, Multimeter, 2 Kabel

Aufbau:



Vorbereitungen:

Der Motor wird mit einem Kabel mit dem Eisennagel verbunden und mit dem anderen Kabel an den Kupferdraht angeschlossen.



Die Zitrone darf nach dem Versuch auf keinen Fall mehr verzehrt werden!

Begründe dies, nachdem du die Auswertung geschrieben hast.

Durchführung:

Kupferdraht und Eisennagel werden in die Zitrone gesteckt.

Beobachtung:

---



---



---



---

Auswertung:

---



---

Formuliere die Elektrodenreaktionen.

Anode: \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

Kathode: \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

Gesamtreaktion: \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

## 10. Der Zungenversuch– Schülermaterial

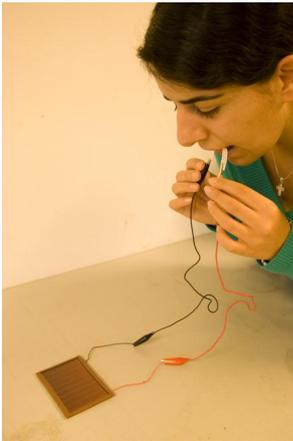
### Materialien:

Solarmodul, 2 Kabel, 4 Krokodilklemmen, 2 Alufoliestreifen



Das Experiment darf nur mit einem Solarmodul wie aus dem Lernpaket durchgeführt werden. Bei Nutzung unbekannter Strom-/ Spannungsquellen kann der Versuch lebensgefährlich sein.

### Aufbau:



### Durchführung:

Mit Hilfe der Krokodilklemmen, werden die Kabel an der einen Seite am Solarmodul befestigt. An der anderen Seite der Kabel wird zwischen die Krokodilklemmen jeweils ein Streifen Alufolie geklemmt. Das Solarmodul wird so hingelegt, dass die Sonne, oder eine andere Lichtquelle darauf scheint. Nun werden die Streifen der Alufolie an die Zungenspitze gehalten.

### Beobachtung:

---

---

---

### Auswertung:

---

---

---

---