

# Experimente zu den Themen Energie und Klimawandel

## Station 3: Wärme

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



Dieses Material ist im Rahmen des Projekts  
„Bildung für einen nachhaltige Energieversorgung und -nutzung“  
[www.energiebildung.uni-oldenburg.de](http://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 3 „Wärme – Bewegungsenergie der Teilchen“ .....	3
1. Der Flaschengeist - Lehrermaterial .....	4
2. Die magische Spirale - Lehrermaterial .....	5
3. Das Barometer - Lehrermaterial.....	7
4. Der Flaschengeist – Schülermaterial .....	8
5. Die magische Spirale - Schülermaterial .....	9
6. Das Barometer– Schülermaterial .....	11

### **Station 3 „Wärme – Bewegungsenergie der Teilchen“**

#### *Didaktische Anmerkungen:*

Die Versuche zielen alle darauf Lernenden zu verdeutlichen, dass sich warme Luft ausdehnt und aufsteigt. Sie bauen nicht aufeinander auf und können somit einzeln, oder nacheinander durchgeführt werden. Es bietet sich allerdings an, zunächst den Versuch ‚Der Flaschengeist‘ durchführen zu lassen, da dieser verdeutlicht, dass Luft sich bei Erwärmung ausdehnt. Gegebenenfalls kann bei älteren Lernenden hier angesprochen werden, dass durch die Wärmezufuhr Energie übertragen wird. Es kann geklärt werden, dass Wärme mit der Bewegungsenergie der Teilchen gleichzusetzen ist.

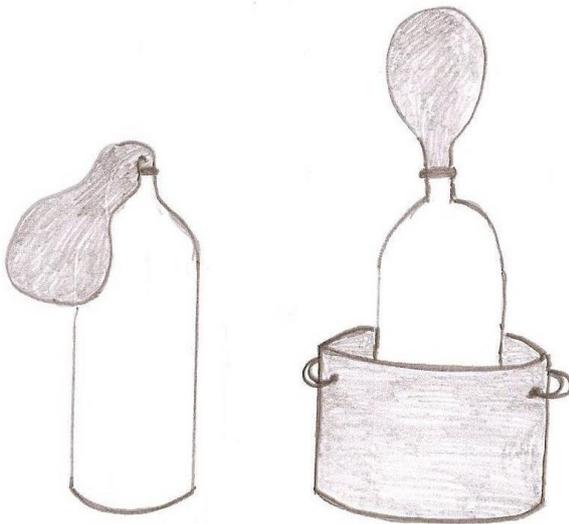
Den Abschluss des Versuchsblocks bildet der Bau eines Barometers. Dadurch kann den Lernenden verdeutlicht werden, dass der Luftdruck in direktem Zusammenhang mit Wetter und Klima steht.

## 1. Der Flaschengeist<sup>1</sup> - Lehrermaterial

### Materialien:

Leere Flasche, Luftballon, Wasserkocher, Topf oder Schale

### Aufbau:



### Vorbereitung:

Die leere Flasche wird für etwa 2 Stunden in ein Gefrierfach gelegt. Alternativ geht auch ein sehr kalt eingestellter Kühlschrank.



Vorsicht: Die Flasche könnte beim Versuch platzen!

### Durchführung:

Nachdem die leere Flasche 2 Stunden kalt gestellt wurde, wird sie herausgeholt. Ein Ballon wird über die Öffnung gestülpt und einige Zeit gewartet. Währenddessen wird im Wasserkocher Wasser erhitzt. Hat sich die Flasche ungefähr auf Zimmertemperatur erwärmt, wird sie in den Kochtopf gestellt. Der Kochtopf wird nun mit dem heißen Wasser gefüllt.

### Beobachtung:

Der Ballon wird immer strammer und richtet sich auf.

### Auswertung:

Die Luft in der Flasche ist identisch mit der Luft außerhalb der Flasche. Die Luftmenge in der Flasche ist ebenfalls gleich geblieben. Kühlt sich die Flasche und dadurch die Luft darin ab, zieht sich die Luft zusammen. Wird die Flasche wieder erwärmt, erwärmt sich auch die Luft darin und dehnt sich aus. Der Luftballon bietet zusätzliches Volumen. Er füllt sich mit Luft. In manchen Fällen ist der Druck in der Flasche so hoch, dass der Ballon ihm nicht standhält und sich ausdehnt. Kühlt man die Flasche wieder ab, so zieht sich die Luft in der Flasche wieder zusammen. Der Ballon wird wieder schlaff und wird manchmal sogar in die Flasche gesogen.

<sup>1</sup> verändert nach [http://www.igwindkraft.at/kinder/index.php?mdoc\\_id=1001649](http://www.igwindkraft.at/kinder/index.php?mdoc_id=1001649) [letzter Zugriff 31.03.09]

## 2. Die magische Spirale<sup>2</sup> - Lehrermaterial

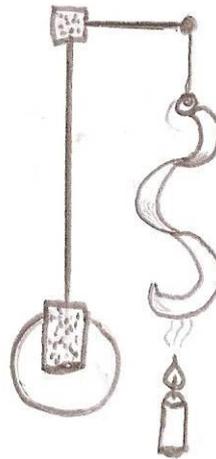
### Materialien:

Blatt dünner Karton oder dickes Papier, Stativmaterial (oder Bierdeckel, 2 Korke, Knetmasse, Zahnstocher und Schaschlikspieß), Schere, Klebstoff, Bindfaden, Büroklammer, (Buntstifte), Kerze oder Heizung

### Aufbau:



### Alternativer Aufbau:



### Vorbereitungen:

1. Auf dem Blatt Papier, oder dem Karton wird eine Spirale aufgezeichnet (siehe Vorlage S.35).
2. Die Spirale kann nun bunt angemalt werden.
3. Nun wird die Spirale ausgeschnitten.
4. In der Mitte, dort wo das Kreuz ist, wird ein kleines Loch in den Karton oder das Papier gestochen und der Bindfaden durchgeschoben.
5. Am Bindfaden wird nun die Büroklammer befestigt, sodass er nicht wieder durch das Loch rutscht und sich die Spirale frei drehen kann.

### Durchführung:

Die Spirale wird wie auf der Abbildung über eine Kerze gehängt, oder auf die Heizung gestellt.

### Beobachtung:

Die Spirale beginnt sich zu drehen. Solange eine Heizquelle unter der Spirale ist, dreht sie sich immer weiter.

<sup>2</sup> verändert nach: [http://www.igwindkraft.at/kinder/index.php?mdoc\\_id=1001649](http://www.igwindkraft.at/kinder/index.php?mdoc_id=1001649) [letzter Zugriff 31.03.09]

**Auswertung:**

Die Luft wird von der Kerze oder dem Heizkörper erwärmt. Durch die Erwärmung vergrößert sich das Volumen der Luft, die Masse bleibt jedoch gleich. Somit wird die Dichte ( $\rho = \frac{m}{V}$ ) geringer. Dadurch steigt die warme Luft nach oben. Sie streift an der Spirale vorbei und setzt diese so in Bewegung.

**INFO:**

Wie funktioniert ein Heißluftballon?

Ein Kubikmeter Luft hat unter Normalbedingungen eine Masse von etwa 1,3 kg. Ist der Druck konstant, sinkt wie oben bereits beschrieben mit steigender Temperatur die Dichte von Gasen. Durch den Dichteunterschied der kälteren Luft außerhalb und der wärmeren Luft innerhalb des Ballons wirkt eine Auftriebskraft. Der Auftrieb wirkt der Schwerkraft (dem Gesamtgewicht) des Heißluftballons entgegen. Addiert man das Gewicht der angehängten Nutzlast (Korb mit Brenner, Gasbehältern und Insassen) und das Gewicht der Ballonhülle zum Gewicht der Luft **im** Ballon, so erhält man das Gesamtgewicht. Je größer die Hülle, desto mehr Nutzlast kann sie tragen. Die durchschnittliche Größe eines Ballons beträgt 3000 Kubikmeter.

Die Auftriebskraft ( $F_A$ ) ist gleich dem Gewicht der von ihm verdrängten Luft außerhalb des Ballons. Sie wird berechnet über die Masse der im Ballon enthaltenen Luft ( $m_{Luft}$ ) und die Erdbeschleunigung ( $g$ ).  $F_A = m_{Luft} \cdot g$ . Mit dem Volumen ( $V$ ) der Luft innerhalb des Ballons, das gleich dem verdrängten Volumen ist und der Dichte ( $\rho_a$ ) der Luft Außerhalb des Ballons gilt außerdem  $F_A = \rho_a \cdot g \cdot V$ .

Die Dichte der Luft beträgt unter Normalbedingungen  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Werden also bei einem durchschnittlichen Ballon 3000 Kubikmeter Luft bei Normalbedingungen verdrängt, so entsteht eine Auftriebskraft von 38 259 Newton.

Damit der Ballon abheben kann, muss die Auftriebskraft ( $F_A$ ) größer sein als die Gewichtskraft ( $F_G$ ).

Die resultierende Kraft ( $F_{res}$ ) muss also größer als Null sein. Geht man davon aus, dass die Luft im Heißluftballon eine Temperatur von  $90^\circ\text{C}$  hat und die Dichte der Luft bei  $90^\circ\text{C}$  etwa  $0,924 \text{ kg/m}^3$  beträgt kann über  $F_{res} = V \cdot g \cdot (\rho_a - \rho_i)$  errechnet werden, wie groß die resultierende Kraft ist.

$$F_{res} = 3000 \text{ m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \left( 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 0,924 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 11065,68 \text{ N}$$

Somit könnten 1128 kg gehoben werden. Von diesen 1128 kg muss die Masse der Ballonhülle noch abgezogen werden um sagen zu können, welche Nutzlast der Ballon maximal tragen kann. (verändert nach: [http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web\\_ph09/umwelt\\_technik/02ballon/physik.htm](http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph09/umwelt_technik/02ballon/physik.htm) [letzter Zugriff 01.04.09])

### 3. Das Barometer<sup>3</sup> - Lehrermaterial

#### Materialien:

Luftballon, Marmeladen- oder Einweckglas, Gummiband, Trinkhalm, Zahnstocher, Karton, Klebeband, Schere

#### Aufbau:



#### Vorbereitungen:

Auf dem Stück Karton wird eine Skala eingezeichnet. Wie auf der Skizze oben, wird an das untere Ende eine Regenwolke und an das obere Ende eine Sonne gezeichnet. Der Luftballon wird am Hals abgeschnitten und über die Öffnung des Glases gestülpt. Anschließend wird er mit dem Gummiband fixiert. Der Zahnstocher wird vorne auf den Trinkhalm geklebt und der Trinkhalm anschließend mittig auf dem Luftballon befestigt.

#### Durchführung:

Es wird beobachtet, wie sich der Zahnstocher auf der Skala bewegt. Diese Beobachtungen können über mehrere Tage erfolgen und in einer Tabelle eingetragen werden (**s. S. 9**).

Zusätzlich können die Hände um das Glas gelegt werden um eine Vermutung zur Auswertung zu erleichtern.

#### Beobachtung:

Zeigt der Zahnstocher auf der Skala weiter nach oben, so ist das Wetter am darauffolgenden Tag in der Regel schöner. Werden die warmen Hände an das Glas gelegt, so hebt sich der Zahnstocher ebenfalls.

#### Auswertung:

Steigt der Luftdruck, so ist der Umgebungsdruck höher als der Luftdruck im Glas. Der Umgebungsdruck drückt von außen auf den Luftballon und presst so die Luft im Glas zusammen. Dadurch steigt der Zahnstocher auf der Skala nach oben. Das so angezeigte Hochdruckgebiet bringt zumeist eine Verbesserung der Wetterlage mit sich. Sinkt der Umgebungsdruck mit dem Luftdruck, so wölbt sich der Ballon nach außen. Der Zahnstocher sinkt auf der Skala nach unten. Das so angezeigte Tiefdruckgebiet bringt meistens eine Verschlechterung des Wetters mit sich.

Legt man die Hände um das Glas erwärmt sich die Luft im Glas und dehnt sich aus, wie bei einem Tiefdruckgebiet.

---

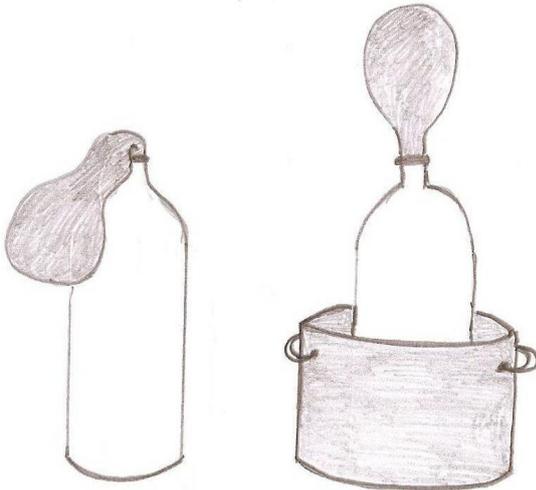
<sup>3</sup> verändert nach: <http://www.labbe.de/zzebra/index.asp?themaId=424&titelId=5143> [letzter Zugriff 01.04.09]

#### 4. Der Flaschengeist – Schülermaterial

##### Materialien:

Leere Flasche, Luftballon, Wasserkocher, Topf oder Schale

##### Aufbau:



##### Vorbereitung:

Die leere Flasche wird für etwa 2 Stunden in ein Gefrierfach gelegt. Alternativ geht auch ein sehr kalt eingestellter Kühlschrank.



Vorsicht: Die Flasche könnte beim Versuch platzen!

##### Durchführung:

Nachdem die leere Flasche 2 Stunden kalt gestellt wurde, wird sie herausgeholt. Ein Ballon wird über die Öffnung gestülpt und einige Zeit gewartet. Währenddessen wird im Wasserkocher Wasser erhitzt. Hat sich die Flasche ungefähr auf Zimmertemperatur erwärmt, wird sie in den Kochtopf gestellt. Der Kochtopf wird nun mit dem heißen Wasser gefüllt.

##### Beobachtung:

---

---

---

##### Auswertung:

---

---

---

---

### 5. Die magische Spirale - Schülermaterial

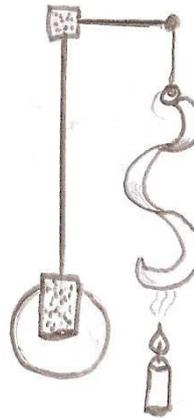
#### Materialien:

Blatt dünner Karton oder dickes Papier, Stativmaterial (oder Bierdeckel, 2 Korke, Knetmasse, Zahnstocher und Schaschlikspieß), Schere, Klebstoff, Bindfaden, Büroklammer, (Buntstifte), Kerze oder Heizung

#### Aufbau:



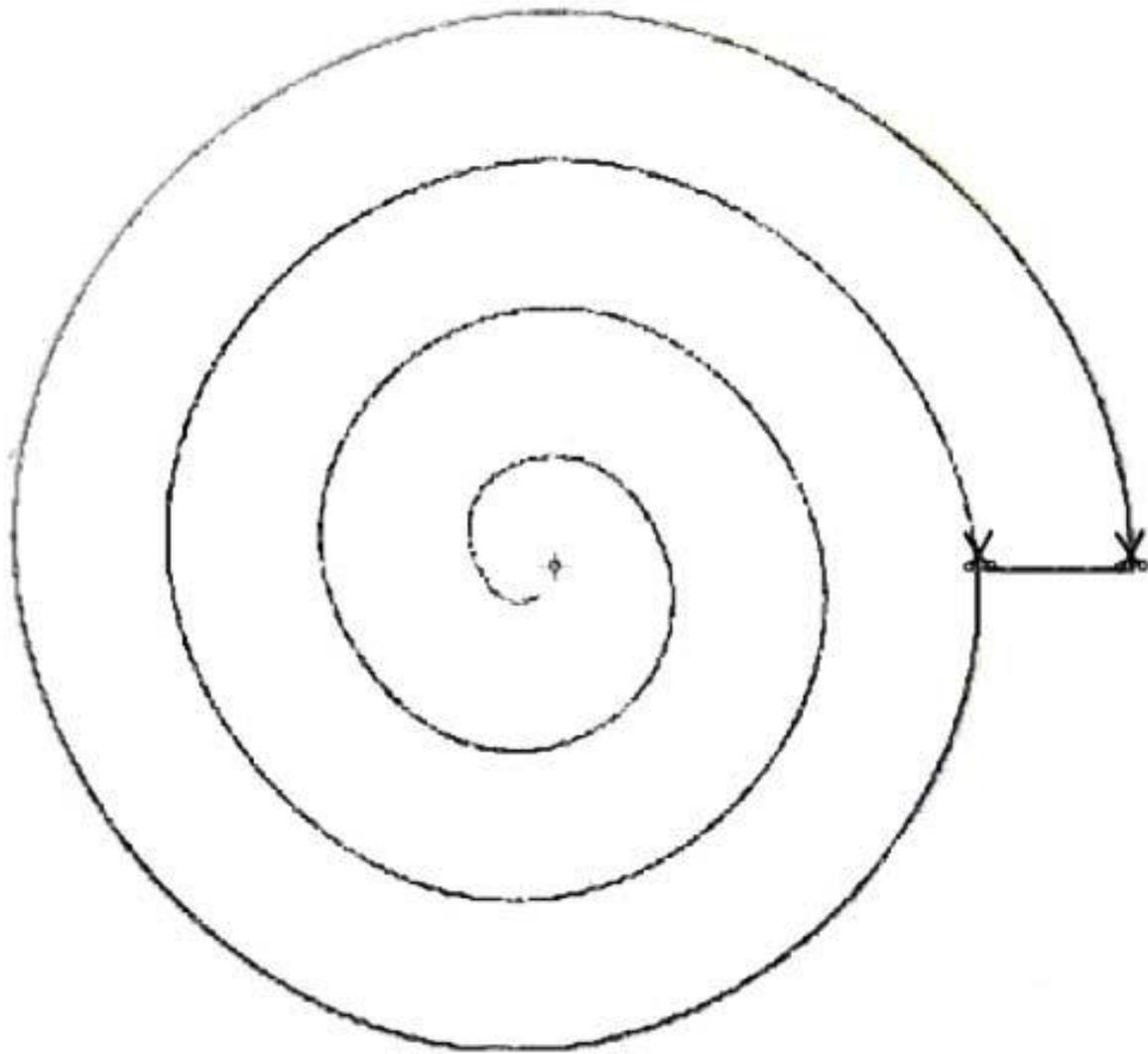
#### Alternativer Aufbau:



#### Vorbereitungen:

1. Auf dem Blatt Papier, oder dem Karton wird eine Spirale aufgezeichnet. (siehe Vorlage)
2. Die Spirale kann nun bunt angemalt werden.
3. Nun wird die Spirale ausgeschnitten.
4. In der Mitte, dort wo das Kreuz ist, wird ein kleines Loch in den Karton, oder das Papier gemacht und der Bindfaden durchgeschoben.
5. Am Bindfaden wird nun die Büroklammer befestigt, sodass er nicht wieder durch das Loch rutscht und sich die Spirale frei drehen kann.

*Vorlage:*



*Durchführung:*

Die Spirale wird wie auf der Abbildung über eine Kerze gehängt, oder auf die Heizung gestellt.

*Beobachtung:*

---

---

*Auswertung:*

---

---

6. Das Barometer– Schülermaterial

**Materialien:**

Luftballon, Marmeladen- oder Einweckglas, Gummiband, Trinkhalm, Zahnstocher, Karton, Klebeband, Schere

**Aufbau:**



**Vorbereitungen:**

Auf dem Stück Karton wird eine Skala eingezeichnet. Wie auf der Skizze oben, wird an das untere Ende eine Regenwolke und an das obere Ende eine Sonne gezeichnet. Der Luftballon wird am Hals abgeschnitten und über die Öffnung des Glases gestülpt. Anschließend wird er mit dem Gummiband fixiert. Der Zahnstocher wird vorne auf den Trinkhalm geklebt und der Trinkhalm anschließend mittig auf dem Luftballon befestigt.

**Durchführung:**

Es wird beobachtet, wie sich der Zahnstocher auf der Skala bewegt. Diese Beobachtungen können über mehrere Tage erfolgen und in einer Tabelle eingetragen werden.

**Beobachtung:**

**Auswertung:**

Datum	Anzeige auf dem Barometer	Wetterlage	Erklärung