

## B5 Wir bauen ein thermisches Sonnenkraftwerk – Mit Brennglas und Spiegel

Durch den Einsatz von Lupe und Brennspiegel im Sonnenlicht sollt ihr so hohe Temperaturen im Brennpunkt erzeugen, dass ihr sogar Papier entzünden könnt oder das Wasser bis fast zum Siedepunkt erhitzt.

Bei allen Versuchen arbeitet ihr im Team, beim Teilexperiment 1 z. B. zu zweit, bei Teilexperiment 2 zu viert, bzw. so wie euch die Lehrkraft einteilt. Bevor ihr loslegt, solltet ihr euch alle Materialien für die Versuche bereitlegen. Zudem braucht ihr ein Protokollblatt, um eure Beobachtungen und Messungen zu notieren

### 1 Entzünden eines Papierstreifens mit der Lupe als Brennglas

#### 1.1 Geräte und Materialien

- 1 Eimer mit Wasser
- 1 Lupe als Brennglas
- Papier, schwarz, DIN A4
- Sonnenbrille für mindestens eine Schülerin bzw. einen Schüler

**Achtung:** Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

#### 1.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Bei diesem Experiment achte bitte auf folgende mögliche Gefahren:

- Brennpunkt der Lupe bei Bestrahlung durch Sonne kontrolliert einsetzen! Es besteht Verbrennungsgefahr und Brandgefahr.
- Brennpunkt nicht auf das Auge lenken!
- Wasserbehälter bereitstellen zum Löschen des Papierbrandes.
- Am Arbeitsplatz dürfen keine wasserempfindlichen Materialien vorhanden sein.

#### 1.3 Versuchsdurchführung

- Zunächst müsst ihr in einem Vorversuch mit der Lupe ans Fenster gehen und das Sonnenlicht draufscheinen lassen. Wenn ihr eure Hand hinter die Lupe bringt und diese ein Stück in der Bestrahlungsrichtung entfernt, seht ihr einen kleiner werdenden Lichtpunkt, den Brennpunkt.
- Versucht, das Licht auf einen möglichst kleinen Lichtpunkt zu fokussieren, indem ihr den Abstand zwischen Lupe und Hand verändert. Wenn ihr das Licht auf die Innenfläche eurer Hand fokussiert, werdet ihr sehr schnell feststellen, dass es an dieser Stelle ziemlich heiß wird. Also aufpassen! Probiert dies aber ruhig öfter aus.

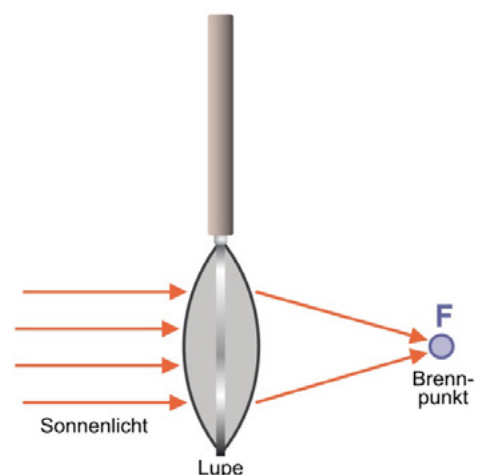


Abb. 1: Die Sammellinse als Brennglas.

- Im eigentlichen Versuch setzt ihr anstelle der Handfläche einen schwarzen Papierstreifen ein.
- Schaut auf die Uhr und messt die Zeit, bis ihr eure erste Beobachtung macht. Taucht das Papier dann in das Wasser (aus Sicherheitsgründen).
- Notiert eure Beobachtungen auf dem Protokollblatt.
- Das nasse Papier könnt ihr entsorgen.



Abb. 2: Erzeugen des Brennpunkts und Entzünden des Papierstreifens.

#### 1.4 Beobachtung

- Beschreibe, was du auf der Handinnenfläche fühlst, wenn der Brennpunkt erscheint.
- Notiere, was passiert, wenn man den Brennpunkt jetzt auf das Papier fokussiert.

#### 1.5 Auswertung

- Fertige eine Skizze zur Ermittlung der Brennweite der verwendeten Lupe an.
- Beschreibe den Unterschied von Konvex- und Konkavlinse.
- Vergleiche die Konvexlinse mit einem Hohlspiegel.
- Errechne die Energieverstärkung, wenn das Brennglas einen Durchmesser von 5,5 cm hat und der Brennpunkt eine angenommene Fläche von  $5 \text{ mm}^2$  besitzt.

#### 1.6 Fragen

- Wovon hängt die Entzündungstemperatur fester, brennbarer Stoffe ab?
- Wenn du Internet-Anschluss hast, dann recherchiere im Internet die Bedeutung des Temperaturpunkts „Fahrenheit 451“. Tipp: Ein gleichnamiger Roman und Film sorgten in den 50er- bzw. 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts weltweit für Furore.

## 2 Wir erwärmen Wasser mit der Sonne

### 2.1 Geräte und Materialien

- 1 Digitalthermometer
- 1 Feuerzeug bzw. Streichhölzer
- 1 Spiegel, konkav (als Brennspiegel)
- evtl. Stativ mit Klammer  
Als Stativersatz: Einige Bücher oder ein schweres Trink- oder Konservenglas
- 1 Reagenzglas aus Glas, 13 cm
- 1 Reagenzglasklammer aus Holz
- 1 Teelicht
- Wasser
- Sonnenbrille für mindestens eine Schülerin bzw. einen Schüler
- evtl. Klebeband zum Fixieren des Reagenzglasalters

**Achtung:** Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

### 2.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Bei diesem Experiment achte bitte auf folgende mögliche Gefahren:

- Sei vorsichtig beim Arbeiten mit Feuer, es besteht Verbrennungsgefahr und Brandgefahr!
- Am Arbeitsplatz dürfen keine wasserempfindlichen Materialien vorhanden sein.
- Den Brennpunkt der Lupe bei Bestrahlung durch Sonne kontrolliert einsetzen! Es besteht Verbrennungsgefahr und Brandgefahr.
- Auf keinen Fall während des Versuches ohne geeigneten Augenschutz (Sonnenbrille oder geschwärzte Glasscheibe) in den Brennspiegel schauen. Hier sieht man das Spiegelbild der Sonne: Es besteht Erblindungsgefahr!
- Beim Erwärmen des Wassers nicht in den Brennspiegel schauen.
- Verbrühe dich nicht beim Umgang mit heißem Wasser.

### 2.3 Versuchsdurchführung

- Geht mit dem Brennspiegel ins Freie oder an das offene Fenster. Richtet den Brennspiegel Richtung Sonne aus. Eventuell müsst ihr den Brennspiegel dazu etwas ankippen. Die gekippte Position kann durch ein untergeschobenes Heft, Radiergummi o. ä. fixiert werden.
- Versucht nun, den Brennpunkt des Spiegels zu finden. Er liegt zwischen ca. 2 cm und 5 cm über dem mittleren Bereich des Spiegels. Haltet dazu einen schmalen Streifen weißes Papier in verschiedener Höhe über den Spiegel. Der Brennpunkt ist gefunden, wenn ihr einen möglichst kleinen hellen Fleck auf dem Papier seht.



Abb. 3: Brennpunktssuche.

- Zündet das Teelicht an und schwärzt das untere Ende des Reagenzglases mit dem Kerzenruß.
- Füllt dann in das Reagenzglas ca. 1,5 cm hoch Wasser ein.
- Bringt die Reagenzglasklammer an und stellt das Digitalthermometer vorsichtig in das Reagenzglas.
- Wenn ihr die Position des Brennpunkts bestimmt habt, könnt ihr die Reagenzglasklammer am Stativ fixieren. Oder ihr klemmt, den Reagenzglashalter zwischen ein paar übereinander geschichteten Büchern fest. Oder ihr befestigt ihn mit Klebeband an einem stabilen, großen Glas.
- Und dann noch einmal nachjustieren, sodass das untere Ende des Reagenzglases genau im Brennpunkt liegt.
- Jetzt könnt ihr das Thermometer einschalten.
- Lest ca. 30 Minuten lang jede Minute die Temperatur am Thermometer ab und notiert diese Messwerte. (Falls die Thermometeranzeige ausschaltet, einfach wieder mit „on“ einschalten!)



Abb. 4: Klebeband und großes, schweres Trinkglas als Stativersatz.

## 2.4 Beobachtung

Fasse deine Beobachtungen schriftlich zusammen.

## 2.5 Auswertung

- a) Was kannst du über den Temperaturanstieg sagen, wenn das Sonnenlicht das Wasser erwärmt?
- b) Wie lange dauert es, bis das Wasser siedet? Woran erkennst du das?
- c) Falls die Sonnenstrahlung nicht zum Sieden reicht, welche Temperatur konntet ihr erreichen?
- d) Erstellt aus den gemessenen Temperaturwerten beim Erhitzen des Wassers ein Temperatur-Zeit-Diagramm.

## 2.6 Fragen

- a) Die Bündelung der Sonnenenergie erfolgt nach den Gesetzmäßigkeiten der Optik. Wie müsste man ein Solarkraftwerk im großen Maßstab konstruieren? Fertige eine Skizze dazu an.
- b) Erkläre warum das Reagenzglas mit Ruß geschwärzt werden musste.

Wenn du Internet-Anschluss hast:

- c) Recherchiere im Internet, wo die größten Solarkraftwerke der Welt stehen und begründe ihren Standort.
- d) Was ist die Idee beim sog. „Desertec-Projekt“? Recherchiere.
- e) Recherchiere, wie groß die Solarkonstante ist. Berechne damit die Spiegelfläche eines Solarkraftwerks zur Erzeugung von 20 MW Leistung bei einem Wirkungsgrad von 80 %.