Sonneneinstrahlung und die Jahreszeiten digital

Bildquelle: Pixabay

Klassenstufe	Thema	Niveau	Vorbereitungszeit
Sek I + Sek II	Jahreszeiten	•	• •

Aufgabenstellung

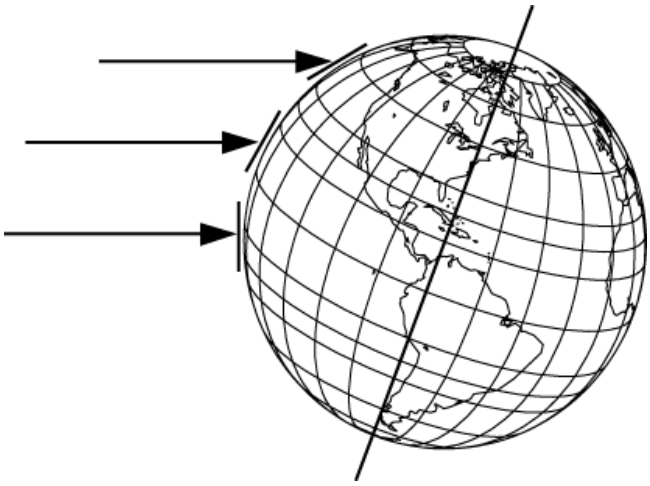
Die Schülerinnen und Schüler verstehen, wie es zu den unterschiedlichen Jahreszeiten kommt und welchen Einfluss die Sonneneinstrahlung darauf hat. Hierzu bauen sie ein Solarmodul, um digital Messwerte zu erheben.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Einleitung

Die Energie der Sonne ist mit Abstand der wichtigste Faktor für unser Wetter und Klima. Die Sonneneinstrahlung macht mehr als 99,9% der Energie aus, die die Erde erwärmt, die Winde antreibt und die Meeresströmungen bewegt. Die Sonnenenergie, die die Erde erhält, wird als Sonneneinstrahlung bezeichnet.

Wenn die Erdoberfläche in einem 90-Grad-Winkel direkt der Sonne zugewandt ist, ist die Sonneneinstrahlung am höchsten. Wenn sich der Winkel zwischen der Oberfläche und den Sonnenstrahlen vergrößert, wird die gleiche Energiemenge über eine größere Region verteilt und die Sonneneinstrahlung verringert. Dies wird als Projektionseffekt bezeichnet und ist der Grund, warum Polarregionen viel kälter sind als äquatoriale Regionen. Daher hängt die Menge der Sonneneinstrahlung, die ein Teil der Erde während des Tages erhält, von der geographischen Breite dieses Erdteils ab.



Die Erde dreht sich täglich um ihre Achse (Rotationsachse), die gegenüber ihrer Umlaufbahn um die Sonne um etwa 23,5 Grad geneigt ist. So ist unabhängig von der Jahreszeit immer ein Teil des Planeten einer direkteren Sonneneinstrahlung ausgesetzt als ein anderer. Da die Erde die Sonne umkreist, ändert sich die Intensität der Sonneneinstrahlung an einem bestimmten Ort, wodurch sich die Jahreszeiten ändern. Mit ihrer elliptischen Umlaufbahn variiert die Entfernung von der Erde zur Sonne im Laufe eines Jahres nur um 5 Millionen Kilometer oder etwa 3% der durchschnittlichen Entfernung zur Sonne (die durchschnittliche Entfernung zur Sonne beträgt etwa 150 Millionen Kilometer). Die Erde ist der Sonne (Perihel) um den 4. Januar eines jeden Jahres am nächsten und Anfang Juli am weitesten von der Sonne (Aphel) entfernt.

Zu jedem Zeitpunkt des Tages ändert sich die Energiemenge, die ein bestimmter Teil der Erde erhält, durch die Rotation der Erde. Die eine Hälfte der Erde erhält Sonnenlicht, während die andere Hälfte keins erhält. Während der Rotation kann die Menge an Sonnenlicht, die einen bestimmten Ort erreicht, aufgrund des Geländes, des Breitengrades und vieler anderer Faktoren variieren.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Wesentliche Fragestellung

Die Erde dreht sich einmal im Jahr auf einem fast kreisförmigen (elliptischen) Weg um die Sonne. Die Erde dreht sich auch um eine Achse, die um 23,5° von einer Linie senkrecht zur Ebene ihres Weges um die Sonne geneigt ist.

- Wie hängen diese Eigenschaften der Erdbewegungen mit dem Temperaturwechsel zusammen, der im Laufe der Jahreszeiten beobachtet wird?
- Welchen Einfluss hat der Winkel der Sonneneinstrahlung auf die Menge der an ein bestimmtes Gebiet gelieferten Sonnenenergie?
- Warum treten die wärmsten Temperaturen des Jahres oft ein bis zwei Monate nach der Sommersonnenwende auf?
- Warum treten die kältesten Temperaturen des Jahres oft ein bis zwei Monate nach der Wintersonnenwende auf?

Material & Methoden

Für jeden Schüler oder jede Gruppe werden folgende Materialien benötigt:

- Datenerfassungssystem
- PASCO Smart Temperatur-Interface + PASCO Temperaturfühler aus Edelstahl -35°C bis +135°C (oder PASCO Smart Temperatursensor)
- Karton, 15 x 15 cm
- Kleiner Stativfuß und -Stab
- Schwarzes Bastelpapier, 15 x 15 cm
- Dreifingerklemme
- Strohhalm
- Schere
- Winkelmesser
- Klebeband, Rolle
- Leim, Flasche

Sicherheit

Beachten Sie neben Ihren gewohnten Sicherheitsvorkehrungen bitte folgende Sicherheitshinweise:

- **Schauen Sie nicht direkt in die Sonne**!

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Vorgehensweise

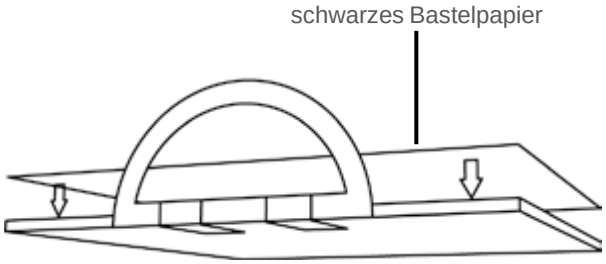
Teil 1 - Herstellung des Solarmoduls und Prüfung bei 90° Einstrahlung

Aufbau:

1. Stellen Sie ein Solarmodul wie folgt her:

   a. Kleben Sie ein Stück schwarzes Bastelpapier auf die Oberfläche des Kartons.

   b. Kleben Sie den Winkelmesser so darauf, dass er senkrecht zur Oberfläche des Kartons steht.



2. Kleben Sie den Strohhalm so auf den Winkelmesser, dass er senkrecht (90°) zum Karton steht und das Ende des Strohhalms etwa 0,5 cm von der Oberfläche des Kartons entfernt ist.

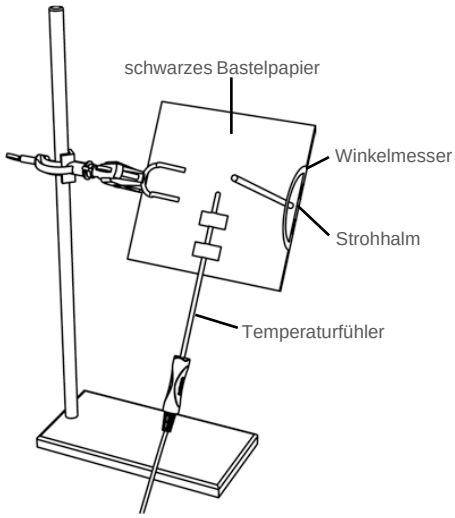
3. Kleben Sie das Ende des Temperaturfühlers (bzw. -sensors) möglichst nahe zur Kartonmitte auf den Karton.

4. Nehmen Sie Ihr Solarmodul, Ihren Temperaturfühler (bzw. -sensor), Ihr Datenerfassungssystem und Ihr Stativmaterial nach draußen an einen sonnigen und windgeschützten Platz.

5. Befestigen Sie das Solarmodul am Stativmaterial und der Dreifingerklemme.

ACHTUNG: Bei der Durchführung des nächsten Schrittes nicht direkt in die Sonne schauen!

6. Richten Sie den Winkel der Oberfläche des Kartons so aus, dass er senkrecht (90°) zur Sonne steht und der Strohhalm auf die Sonne zeigt.



Hinweis: Wenn die Oberfläche des Kartons senkrecht zur Sonne steht, wird das durch den Strohhalm einfallende Licht auf eine kleine Stelle auf dem Solarmodul gebündelt, und der Schatten des Kartons ist am kleinsten.

7. Starten Sie ein neues Experiment auf dem Datenerfassungs-system.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

8. Schließen Sie das Temperatur-Interface bzw. den Temperatursensor an das Datenerfassungssystem an.

9. Richten Sie eine geeignete Anzeige ein, um die Daten während der Datenerfassung anzuzeigen.

10. Warum haben Sie die Oberfläche des Kartons mit schwarzem Papier abgedeckt?

11. Sie testen drei experimentelle Situationen mit dem aufgestellten Karton:
    - 90° zur Lichtquelle
    - 60° zur Lichtquelle
    - 30° zur Lichtquelle

    Beeinflusst die Position des Kartons seine Temperatur nach 5 Minuten an dieser Position? Warum?

Daten sammeln:

12. Datenaufzeichnung starten.

13. Nehmen Sie Daten für 5 Minuten auf.

14. Geben Sie hier Ihre Datenlaufnummer ein_____.

15. Stoppen Sie die Datenaufzeichnung.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Teil 2 - Test des Solarmoduls bei 60° Sonneneinstrahlung

Aufbau:

16. Entfernen Sie das Solarmodul und stellen Sie es an einen schattigen Ort.

17. Entfernen Sie den Strohhalm und kleben Sie ihn 30° von der Senkrechten auf dem Winkelmesser so ab, dass, wenn der Strohhalm senkrecht zur Sonne steht, das Solarmodul um 30° zum Horizont geneigt wird, was einen Einstrahlungswinkel von 60° ergibt.

18. Fächeln Sie dem Solarmodul zu, um die Abkühlgeschwindigkeit zu erhöhen. Wenn es wieder ungefähr seine ursprüngliche Temperatur erreicht hat, befestigen Sie es am Stativmaterial.

19. Richten Sie das Solarmodul wie gewohnt aus. Dadurch wird das Solarmodul gegenüber dem letzten Aufbau um 30° in Richtung Horizont geneigt und erhält somit eine Sonneneinstrahlung bei 60°.

ACHTUNG: Nicht direkt in die Sonne schauen!

Daten sammeln:

20. Datenaufzeichnung starten.

21. Nehmen Sie Daten für 5 Minuten auf.

22. Geben Sie hier Ihre Datenlaufnummer ein_____.

23. Stoppen Sie die Datenaufzeichnung.

24. Entfernen Sie das Solarmodul und bringen Sie es an einen schattigen Ort.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Teil 3 - Test des Solarmoduls bei 30° Sonneneinstrahlung

Aufbau:

25. Wiederholen Sie den Vorgang aus Teil 2 mit einer 60° Neigung des Solarmoduls zum Horizont, so dass sich ein Einstrahlungswinkel von 30° ergibt.

26. Geben Sie hier Ihre Datenlaufnummer ein_____.

27. Speichern Sie Ihre Datei und räumen auf.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Datenanalyse

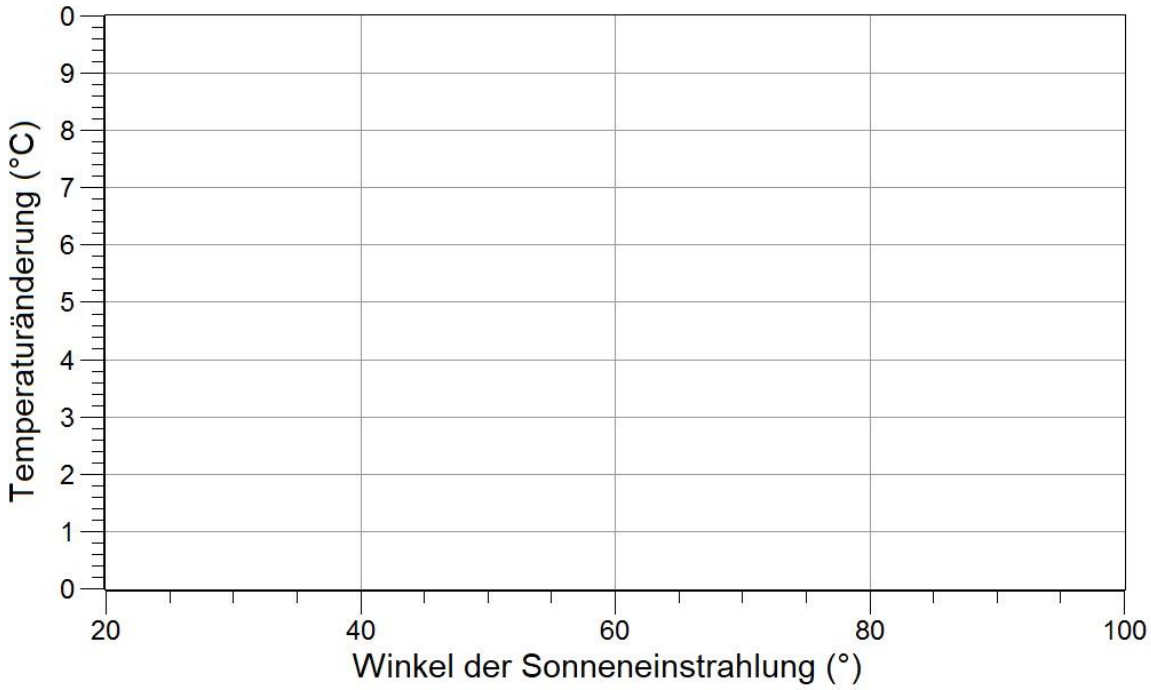
1. Ermitteln Sie die minimalen und maximalen Temperaturen für die drei Datenläufe und berechnen Sie die Temperaturänderung.

2. Tragen Sie die Werte in Tabelle 1 ein.

   Tabelle 1: Temperaturvergleich bei verschiedenen Einstrahlungswinkeln

Einstrahlungs-winkel	Minimale Temperatur	Maximale Temperatur	∆ Temperatur
90°			
60°			
30°			

3. Zeichnen Sie ein Diagramm des Einstrahlungswinkels auf der y-Achse mit der Temperaturänderung auf der x-Achse. Beschriften Sie das Gesamtdiagramm, die x-Achse und die y-Achse und fügen Sie Einheiten und Skalen auf den Achsen ein.



Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Auswertung und Fragen

1. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit Ihren Vorhersagen.

2. Was ist die unabhängige Variable (der von Ihnen kontrollierte Parameter) in diesem Experiment?

3. Was ist die abhängige Variable (der Parameter, der sich geändert hat) in diesem Experiment?

4. Welche Parameter haben Sie versucht, in diesem Experiment konstant zu halten (kontrollierte Variablen)?

5. Ist der Zusammenhang zwischen Temperaturänderung und Sonneneinstrahlungswinkel linear? Erklären Sie Ihren Gedankengang.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Abschließende Fragen

Nutzen Sie die verfügbaren Ressourcen, um die folgenden Fragen zu beantworten.

1. Erklären Sie anhand der Ergebnisse dieser Lerneinheit und dessen, was Sie über die Bewegung der Erde um die Sonne sowie die Neigung der Rotationsachse der Erde relativ zu ihrer Bahnebene wissen, warum Jahreszeiten auftreten.

2. Warum sind die Jahreszeiten ausgeprägter, je weiter man sich vom Äquator entfernt?

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Multiple-Choice-Fragen

Wählen Sie die beste Antwort zu jeder der folgenden Fragen bzw. die beste Ergänzung zu den folgenden unvollständigen Aussagen.

1. Während der Winterzeit auf der Nordhalbkugel ist der Nordpol der Erde:
   - **A.** Relativ zum Südpol zur Sonne hingeneigt
   - **B.** Relativ zum Südpol von der Sonne weg geneigt
   - **C.** Relativ zum Südpol gleich weit von der Sonne entfernt

2. Während der Sommerzeit auf der Südhalbkugel ist der Nordpol der Erde:
   - **A.** Relativ zum Südpol zur Sonne hingeneigt
   - **B.** Relativ zum Südpol von der Sonne weggekippt
   - **C.** Relativ zum Südpol gleich weit von der Sonne entfernt

3. An den Frühlings- und Herbst-Äquinoktien ist der Nordpol der Erde:
   - **A.** Relativ zum Südpol zur Sonne hingeneigt
   - **B.** Relativ zum Südpol von der Sonne weggekippt
   - **C.** Relativ zum Südpol gleich weit von der Sonne entfernt

4. Die warmen Sommertemperaturen auf der Nordhalbkugel nördlich der Tropen treten vor allem deshalb auf, weil:
   - **A.** Die Erde näher an der Sonne ist
   - **B.** Die Tage länger sind
   - **C.** Nordhalbkugel zur Sonne hingeneigt ist
   - **D.** Sich die Windverhältnisse ändern und wärmere Temperaturen bringen

5. Der Wendekreis des Krebses bzw. der Wendekreis des Steinbocks sind Breitengrade auf der Erde, die den nördlichsten und südlichsten Breitengrad markieren, auf dem die Sonne direkt über uns gesehen werden kann (zur Junisonnenwende bzw. zur Dezembersonnenwende). Diese Breitengrade befinden sich bei ungefähr
   - **A.** 0° Breitengrad
   - **B.** 23,5° Breitengrad
   - **C.** 30,0° Breitengrad
   - **D.** 60,0° Breitengrad
   - **E.** 90,0° Breitengrad

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de

Thematisch passende Artikel aus unserem Shop auf einen Blick:

Gerät / Material	Bestellnummer
• PASCO Smart Temperatur-Interface	71194003
• PASCO Temperaturfühler aus Edelstahl -35°C bis +135°C	71041034
• PASCO Smart Temperatursensor	71164021
• Stativfuß	313101010
• Stativstab	71020131
• Dreifingerklemme	313101052
• Schere	71183041

Bilderverzeichnis:

https://gsep.pasco.com/

Diese Versuchsanleitung wurde im Januar 2020 erstellt.

Bitte beachten Sie, dass diese Versuchsanleitung lediglich als Orientierung dient. Sie wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt. Sie ersetzt keine fachgerechte Unterrichtsvorbereitung! Wir können keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernehmen und bitten Sie, die jeweiligen Aussagen und Quellen vor Verbreitung zu überprüfen.

Dr. G. Schuchardt
Institut für wissenschaftliche Lehrmittel
info@schuchardt-lehrmittel.de
www.schuchardt-lehrmittel.de