


Themenfeld 3: Strahlung und Klimaphysik 3.2 Thermische Energie, Strahlungshaushalt und Treibhauseffekt				
Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
Atomkern (x DStd.)	Temperatur und thermische Energie Temperatur <ul style="list-style-type: none"> Temperatur und das eigene Empfinden Zusammenhang: Temperatur nimmt zu – thermische Energie nimmt zu Brownsche Molekularbewegung Thermometer skalieren <ul style="list-style-type: none"> Ausdehnung von Flüssigkeiten Skala für Thermometer erarbeiten Aufnahme eines Temperaturverlaufs Arten des Wärmetransports <ul style="list-style-type: none"> Wärmestrahlung <ul style="list-style-type: none"> Intensität der Infrarotstrahlung Wärmeleitung <ul style="list-style-type: none"> Erklärung im Teilchenmodell (fest/flüssig) gute und schlechte Wärmeleiter Konvektion <ul style="list-style-type: none"> als Wärmemitführung Beispiel: Golfstrom/Heizungsanlage 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Temperatur als Maß für die Bewegungsenergie der Teilchen und den Zustand beim absoluten Nullpunkt der Temperatur (0 Kelvin) als absolute Ruhe. erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus, z.B. zur Untersuchung von Temperaturkurven. unterscheiden verschiedene Arten des Wärmetransports. 	Sachkompetenz(en): <input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1 <input type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3 <input type="checkbox"/> E 1.4 <input type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3 <input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5 Kommunikationskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3 <input checked="" type="checkbox"/> K 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> K 1.5 <input type="checkbox"/> K 2.1 <input type="checkbox"/> K 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4 <input type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2 Bewertungskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3 <input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1 <input type="checkbox"/> B 3.2 Leitperspektive(n): D BNE W	<ul style="list-style-type: none"> Experiment Auflösen von Tee Simulation Brownsche Molekularbewegung D Visualisierung Brownsche Molekularbewegung Experiment Thermometer skalieren Experiment: Wärmestrahlung/Transmission (siehe Anhang): EIN VERSUCH FÜR JEDE SAMMLUNG  Heimversuche zum Wärmetransport Video: Wärmetransport durch Konvektion D
Radioaktiver Zerfall (x DStd.)	Strahlung und Wechselwirkung Strahlung <ul style="list-style-type: none"> Übersicht über das elektromagnetische Spektrum <ul style="list-style-type: none"> Nachweis der nicht sichtbaren Wärmestrahlung mithilfe einer Wärmebildkamera Wärmestrahlung, optische Strahlung, Mobilfunkstrahlung, Röntgenstrahlung Wechselwirkung <ul style="list-style-type: none"> Experimente zu Reflexion, Absorption und Emission von Strahlung 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das elektromagnetische Spektrum (Wärmestrahlung, optische Strahlung, Mobilfunkstrahlung, Röntgenstrahlung) beschreiben Wechselwirkungen von Strahlung und Materie (Transmission, Absorption, 	Sachkompetenz(en): <input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4 Erkenntnisgewinnungskompetenz(en): <input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3 <input type="checkbox"/> E 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3 <input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5	<ul style="list-style-type: none"> Versuche mit der Wärmebildkamera (TU Braunschweig) Reflexion, Transmission und Absorption – das Eisbärenfell (Science on stage)

¹ Inhalte im Fach Physik aus dem Bildungsplan Physik 2024

² Kompetenzen laut Bildungsplan Physik Studienstufe

Themenfeld 3: Strahlung und Klimaphysik 3.2 Thermische Energie, Strahlungshaushalt und Treibhauseffekt

Thema	Leitfragen / Zentrale Unterrichtssituationen	Inhalte Die Su*S können ... ¹	Kompetenzen & Leitperspektiven Die Su*S ²	Experimente & Materialhinweise & Sprachbildung Schulspezifische Absprachen
	<ul style="list-style-type: none"> weiterführend: Streuung und Transmission vertiefender Einsatz der Wärmebildkamera 	<p>Emission, Reflexion, Streuung), insbesondere von CO₂ und Wärmestrahlung in der Atmosphäre.</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben Einsatzmöglichkeiten der Wärmebildkamera. 	<p>Kommunikationskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3 <input type="checkbox"/> K 1.4 <input type="checkbox"/> K 1.5 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.1 <input type="checkbox"/> K 2.2 <input type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4 <input checked="" type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2</p> <p>Bewertungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3 <input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1 <input type="checkbox"/> B 3.2</p> <p>Leitperspektive(n):</p> <p>D BNE W</p>	<p>Experimente mit Kältespray, Gummiband und Müllsack</p>
<p>natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt & Rückkopplungseffekte (x DStd.)</p>	<p>natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt</p> <ul style="list-style-type: none"> Strahlungsgleichgewicht: Trotz beständiger Strahlung wird die Erde nicht immer heißer Welche Rollen spielen die verschiedenen Oberflächen auf der Erde? Albedoeffekt Welche Auswirkung hat CO₂ auf die Gleichgewichtstemperatur? <ul style="list-style-type: none"> Absorptions- und Transmissionsmessung Welche anderen Treibhausgase gibt es noch? Stefan-Boltzmann-Gesetz <p>Rückkopplungseffekte</p> <ul style="list-style-type: none"> Eis-Albedo-Rückkopplung Ozean als CO₂-Speicher Planktonproblem Tauende Permafrostböden Wasserdampf 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern das Prinzip des Treibhauseffektes. unterscheiden den natürlichen und den anthropogenen Treibhauseffekt. erläutern Absorptions- und Emissionsprozesse im Gleichgewichtshaushalt der Erde Strahlungshaushalt der Erde auch mithilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes erklären. <ul style="list-style-type: none"> erläutern Rückkopplungsprozesse und mögliche Kippunkte 	<p>Sachkompetenz(en):</p> <p><input type="checkbox"/> S 1.1 <input type="checkbox"/> S 1.2 <input checked="" type="checkbox"/> S 2.1 <input type="checkbox"/> S 2.2 <input type="checkbox"/> S 2.3 <input type="checkbox"/> S 2.4</p> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> E 1.1 <input type="checkbox"/> E 1.2 <input type="checkbox"/> E 1.3 <input type="checkbox"/> E 1.4 <input type="checkbox"/> E 2.1 <input type="checkbox"/> E 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> E 3.1 <input type="checkbox"/> E 3.2 <input type="checkbox"/> E 3.3 <input type="checkbox"/> E 3.4 <input type="checkbox"/> E 3.5</p> <p>Kommunikationskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> K 1.1 <input type="checkbox"/> K 1.2 <input type="checkbox"/> K 1.3 <input checked="" type="checkbox"/> K 1.4 <input checked="" type="checkbox"/> K 1.5 <input type="checkbox"/> K 2.1 <input type="checkbox"/> K 2.2 <input checked="" type="checkbox"/> K 2.3 <input type="checkbox"/> K 2.4 <input type="checkbox"/> K 3.1 <input type="checkbox"/> K 3.2</p> <p>Bewertungskompetenz(en):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B 1.1 <input type="checkbox"/> B 1.2 <input type="checkbox"/> B 1.3 <input type="checkbox"/> B 2.1 <input type="checkbox"/> B 2.2 <input type="checkbox"/> B 3.1 <input type="checkbox"/> B 3.2</p> <p>Leitperspektive(n):</p> <p>D BNE W</p>	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsmaterial auf www.klimawandel-schule.de Video: Experiment zum Strahlungsgleichgewicht D Video: Experiment zur Temperatur von hellen und dunklen Flächen D <ul style="list-style-type: none"> Auch das Abkühlen beider Flächen vergleichen lassen Video: Wirkung von Treibhausgasen D Wärmebildkamera einsetzen CO₂ – Schicht in Erdnähe (siehe Anhang) Simulation zur Schwarzkörperstrahlung D Einsatz „Klimakoffer“: Kippsysteme Einsatz „Klimakoffer“: Rückkopplungsprozesse Expertenarbeit/Referatsthemen unter der Leitperspektive W. Stichwort: Klimagerechtigkeit.

Kompetenzen			
Sachkompetenzen	Erkenntnisgewinnungskompetenzen	Kommunikationskompetenzen	Bewertungskompetenzen
S 1.1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien	E 1.1 beobachten und beschreiben physikalische Phänomene oder Sachverhalte	K 1.1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus	B 1.1 prüfen eine vorgegebene Argumentation hinsichtlich Schlüssigkeit und überzeugender Argumentation
S 1.2 beschreiben einfache Modelle, deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten sowie deren Grenzen	E 1.2 explorieren die Umstände und Praktiken, unter denen ein physikalisches Phänomen erscheint und verstärkt wird	K 1.2 differenzieren zwischen fiktiven Aussagen und auf empirischer Evidenz beruhendem naturwissenschaftlichen Wissen	B 1.2 entwickeln relevante Kriterien für den Bewertungsprozess
S 2.1 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme nach Anleitung auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen	E 1.3 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten	K 1.3 prüfen Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt und schätzen deren Vertrauenswürdigkeit ein	B 1.3 beurteilen anhand vorgegebener Kriterien Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz
S 2.2 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus	E 1.4 stellen Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf	K 1.4 unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen	B 2.1 bilden sich reflektiert und rational in überfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil
S 2.3 wenden bekannte Auswerteverfahren auf Messergebnisse an	E 2.1 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung physikalischer Fragestellungen, auch mithilfe digitaler Messwerterfassung und –auswertung	K 1.5 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Alltags- oder Fachsprache wieder	B 2.2 treffen begründete Entscheidungen unter Berücksichtigung fachlicher und überfachlicher Kriterien
S 2.4 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Fragestellungen und Probleme an	E 2.2 entwickeln einfache geeignete Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen), auch mithilfe digitaler Werkzeuge, wobei sie Hypothesen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen	K 2.1 formulieren unter Verwendung von Alltags- oder Fachsprache der Sachlogik angemessen (z.B. chronologisch und kausal korrekt) strukturiert	B 3.1 reflektieren Entscheidungen unter Berücksichtigung der nachhaltigen Entwicklung unter fachlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten und entwickeln einfache Handlungsoptionen
	E 3.1 werten in Experimenten gewonnene oder recherchierte Daten auch mithilfe von digitalen Hilfsmitteln aus, identifizieren Zusammenhänge und erklären diese mithilfe bekannter Modelle (z. B. Denkmodelle, grafische Darstellungen, mathematische Gleichungen)	K 2.2 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus	B 3.2 benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen
	E 3.2 differenzieren zwischen Beobachtung und Interpretation experimentell gewonnener Daten	K 2.3 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge	
	E 3.3 interpretieren Messergebnisse unter Berücksichtigung von Messunsicherheiten und beschreiben Möglichkeiten zur Verbesserung des Messprozesses	K 2.4 prüfen die Urheberschaft, dokumentieren verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate	
	E 3.4 beurteilen die Eignung von Verfahren und Modellen für die Lösung von einfachen physikalischen Problemen	K 3.1 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien	
	E 3.5 übertragen gewonnene Erkenntnisse auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Anwendbarkeit	K 3.2 tauschen sich mit anderen über physikalische Sachverhalte aus, vertreten den eigenen Standpunkt mithilfe fachlicher Argumente, reflektieren ihn und korrigieren diesen gegebenenfalls	

Beitrag zur Leitperspektive D

Durch die aktuellen Möglichkeiten der Digitalität bieten sich für die dargestellten Schwerpunkte verschiedene Anwendungen an. Die digitale Messwerterfassung und die Verfügbarkeit verschiedener Applikation und Programme machen für die inhaltlichen Schwerpunkte Video- und Audioanalysen möglich. Stöße bei Ballsportarten oder Verkehrsunfällen kommen für Videoanalysen in Frage. Dies kann zur Auswertung eines vorhandenen Crashtest-Videos bis hin zur Erstellung eines eigenen Videos mit anschließender Analyse reichen. Die gängigen Videoanalyse-Apps sind Phyphox und Viana. Die digitale Messwerterfassung der Lehrmittelhersteller oder aber auch die App Phyphox können eine Auseinandersetzung mit Tönen, Geräuschen, Klängen und Frequenzspektrum intensivieren.

Beitrag zur Leitperspektive BNE

Im Sinne der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft ist die Lärmverschmutzung als ein großes Umweltproblem unserer Zeit zu thematisieren. Speziell hier gibt es die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler selbstständig Projekte durchführen, um Lärmverschmutzung durch Messungen in ihrer Lebenswelt zu identifizieren, zu kategorisieren und sich mit Maßnahmen der Reduzierung des Umgebungslärms beschäftigen.

Beitrag zur Leitperspektive W

Ein sparsamer Umgang mit Ressourcen ist vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung ein wichtiges Anliegen. Die Schülerinnen und Schüler sollten für den Schutz unseres Planeten sensibilisiert werden und zu einem bewussten, sparsamen Umgang mit Ressourcen erzogen werden. Dazu gehört ein grundlegendes technisches Verständnis für die Energieversorgung der Menschen und die Einsicht, dass einerseits jede und jeder Einzelne seinen Beitrag leisten sollte und andererseits nur eine gemeinsame Lösung erfolgreich sein kann.

Anhang:

Kann eine Glas- bzw. Acrylglasplatte Infrarotstrahlung absorbieren?

Hypothese

Was denkst du? Begründe deine Vermutung!

Material

Glas- bzw. Acrylglascheibe (ca. 4 mm) mit Halterung, Stoppuhr, Stativmaterial, IR-Thermometer oder Thermofühler, Bügeleisen,

Durchführung:

- Bügeleisen senkrecht aufstellen.
- Thermofühler mittig auf die Glas- bzw. Acrylscheibe kleben.
- Wärmeleitpaste/Fettcreme zwischen Fühler und Scheibe anbringen.
- Scheibe im Abstand einer Handbreite vor das Bügeleisen stellen.
- Am Bügeleisen die höchste Temperaturstufe wählen.
- Messvorgang starten.

Beobachtungsfragen:

- Wie verändert sich die Temperatur?
- Vergleich zwischen Glas- bzw. Acrylglascheibe

Messwerterfassung:

- Vielfachmessgerät mit Thermofühler + Excel
- IR-Thermometer + Excel

Auswertungsfragen:

- Welches ist die Ursache für den Temperaturanstieg?
- Wenn sich Glas- bzw. Acrylglascheiben wie die Atmosphäre verhalten: Welche Bedeutung hat das für die Wärmestrahlung, die vom Erdboden ausgeht?

Versuchsaufbau



Sicherheitshinweise

Verbrennungsgefahr am Bügeleisen

Erklärung:

- Glas, Acrylglas und die Erdatmosphäre sind für den sichtbaren Anteil der Sonnenstrahlung weitgehend durchlässig (unwesentliche Erwärmung).
- Glas, Acrylglas und die Erdatmosphäre absorbieren dagegen die Infrarot- bzw. Wärmestrahlung.
- Die Wärmestrahlung des Bodens wird vom „Dach des Treibhauses“ absorbiert – Temperatur steigt an.
- Das führt zur vermehrten Wärmerückstrahlung zum Boden.

Erwärmt sich eine CO₂-Schicht in Erdnähe stärker als in höheren Bereichen der Lufthülle?

Hypothese

Was denkst du? Begründe deine Vermutung!

Material

Glaswanne, schwarze Pappe, Acrylglas, zwei Thermometer, Lampe

Durchführung:

In den Wannenboden wird schwarze Pappe ausgelegt. Ein Thermometer wird auf die Pappe gelegt. Auf das Thermometer gibt man eine Lage Acrylglas. Oben auf dem Acrylglas liegt das zweite Thermometer.

Pappe und Acrylglas können mit Knetkugeln getrennt werden.

Beobachtungsfragen:

- Welche Schicht erwärmt sich stärker?

Messwerterfassung:

- Digitalthermometer mit Measure oder SPARKvue
- Analog mit Excel oder Geogebra

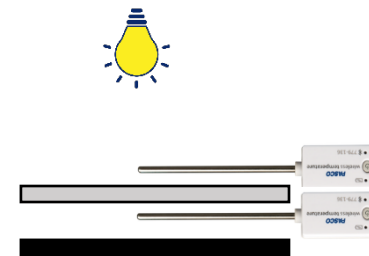
Auswertungsfragen:

- Welche Rolle spielt das Acrylglas in Hinblick auf die Wärmestrahlung?

Erklärung:

Die Atmosphäre, simuliert durch Acrylglas, ermöglicht das ungehinderte Durchlassen von sichtbarem Sonnenlicht. Dieses Licht erreicht die Erde, simuliert durch schwarze Pappe, und ein Teil wird reflektiert, während ein Teil absorbiert wird und die Erdoberfläche erwärmt. Die erwärmte Erdoberfläche strahlt nun Wärmeenergie mit einer anderen Frequenz aus, die jedoch von der CO₂-haltigen Atmosphäre absorbiert wird und sie erwärmt, anstatt in den Weltraum abgestrahlt zu werden.

Versuchsaufbau



Sicherheitshinweise

keine

Simulation

