



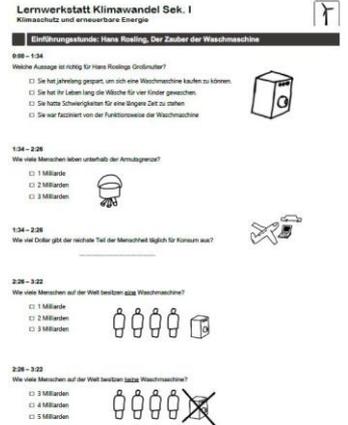
Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

Einführung: Hans Rosling „Zauber der Waschmaschine“

Der im Film gezeigte Vortrag von Hans Rosling behandelt den weltweiten Energieverbrauch am Beispiel der elektrischen Waschmaschine und nimmt Bezug auf den unterschiedlichen Wohlstand und die Treibhausgasemissionen der Weltbevölkerung.

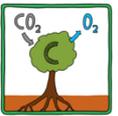
Die Schülerinnen und Schüler füllen einen Vorab-Fragebogen mit ihren Einschätzungen aus (Fragen: Welcher Anteil der Weltbevölkerung lebt in Armut? Welcher Anteil der Weltbevölkerung lebt in Reichtum? Welcher Anteil der Weltbevölkerung besitzt eine eigene Waschmaschine?). Im Anschluss wird der Film in Abschnitten gemeinsam angeschaut und die Fragen auf dem Arbeitsblatt beantwortet. Anschließend findet eine gemeinsame Nachbesprechung statt.

Die Schülerinnen und Schüler werden durch den Film für das Thema Energieverbrauch und Verantwortung der reichsten Länder sensibilisiert.



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

Station 1: Photosynthese



Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Veränderung der CO₂-Konzentration in einem Versuchsgefäß mit Blättern, welches beleuchtet bzw. abgedunkelt wird. Sie lernen die Bedeutung und Grenzen der Photosyntheseleistung (der Wälder) als CO₂-Senke kennen.

An der Experimentierstation wird mit einem drahtlosen CO₂-Sensor die Kohlendioxid-Konzentration in dem Versuchsgefäß kontinuierlich gemessen und die Messwerte via Bluetooth an eine Mess- und Analyse-Software auf einem Tablet übertragen und aufgezeichnet.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen und vergleichen zunächst die CO₂-Konzentration der Raumluft, der Außenluft und ihrer Atemluft. Anschließend führen sie den Photosynthese-Versuch durch, bei dem die CO₂-Fixierungsrate bestimmt wird und diese mit der Freisetzung von CO₂ bei der Dunkelatmung verglichen wird.

Zum Abschluss vergleichen die Schülerinnen und Schüler die CO₂-Emissionen durch alltägliche Handlungen (Duschen, Autofahren, Bekleidungsproduktion) mit der durchschnittlichen CO₂-Fixierung einer Buche von 12,5 kg / Jahr.





Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 2: Absorption und Reflexion



Die Schülerinnen und Schüler messen und vergleichen den Temperaturanstieg einer hellen und einer dunklen Fläche bei Bestrahlung mit einer Halogenlampe.

Bei diesem Experiment wird die Alltagserfahrung, dass sich dunkle Flächen bei Sonneneinstrahlung durch Absorption der Strahlung schneller erwärmen, durch eine Messung belegt.

Durch die Aufzeichnung des Temperaturverlaufs erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass sich sowohl die Geschwindigkeit der Temperaturveränderung als auch die Endtemperatur deutlich unterscheiden. Sie setzen sich mit dem Begriff der Albedo auseinander und reflektieren die Bedeutung von Schnee- und Eisflächen für die Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur und ziehen Rückschlüsse auf die Funktion der Farbgebung von Gebäuden und Verkehrsflächen auf innerstädtische Temperaturentwicklungen.



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 3: Strom aus Wärme



Die Schülerinnen und Schüler lernen die Wirkungsweise eines Peltier-Elements kennen. Sie setzen sich mit alternativen Methoden der Gewinnung von elektrischer Energie auseinander.

Der Versuch ermöglicht den Schülerinnen und Schülern zu erkennen, dass große Temperaturunterschiede (Wärmestrom) genutzt werden können, um elektrischen Strom zu erzeugen.





Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

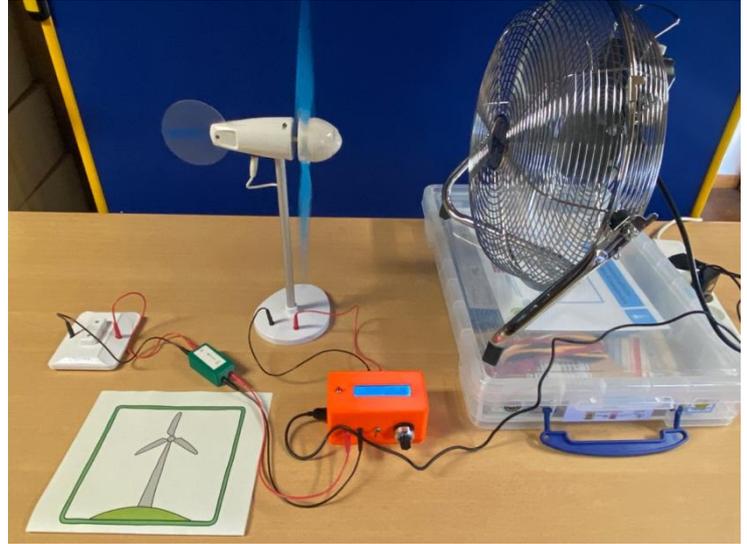
Station 4: Windenergie



Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Leistungsabgabe einer Modell-Windenergie-Anlage in Abhängigkeit von der anliegenden Last (Verbrauchern). Sie lernen ein Verfahren zu Speicherung von elektrischer Energie (Akkumulator) kennen, mit dem sich kurzfristige Schwankungen des Windangebots puffern lassen.

An dieser Experimentierstation setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff der Leistungsanpassung auseinander. Sie erkennen, dass Energie-Angebot und Energie-Abnahme aneinander angepasst werden müssen, um Windenergieanlagen optimal betreiben zu können.

Sie lernen außerdem, dass eine Form der Leistungs-Anpassung auch in der Speicherung von Angebotsüberschüssen in Akkumulatoren bestehen kann.



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

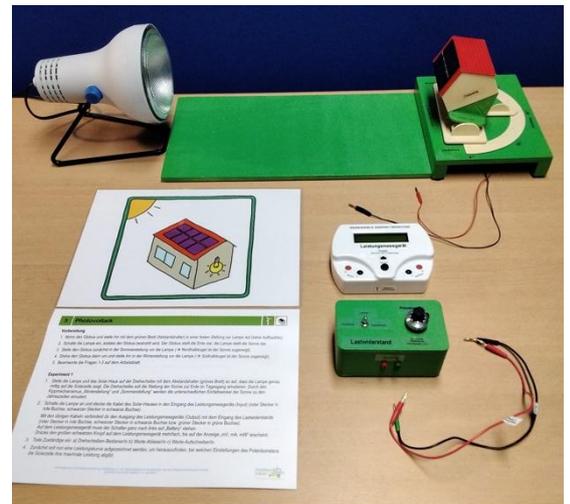
Station 5: Photovoltaik



Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Leistungsabgabe einer Modell-Photovoltaik-Anlage in Abhängigkeit von der anliegenden Last (Verbrauchern) und sie untersuchen die tages- und jahreszeitlichen Veränderungen der maximalen Leistung der Anlage.

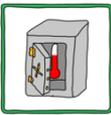
Zunächst rekapitulieren die Schülerinnen und Schüler die Ursache der unterschiedlichen Sonneneinstrahlungswinkel im Sommer und Winter mit Hilfe einer Lampe und einem Globus.

An der Experimentierstation lassen sich die unterschiedlichen Winkel der PV-Anlage relativ zur Sonne über einen Kippmechanismus nachbilden. Der Tagesgang der Sonnenstellung wird durch die Drehung des Modellhauses simuliert. Die Schülerinnen und Schüler ermitteln zunächst den optimalen Arbeitspunkt der PV-Anlage und messen dann die Leistung der PV-Anlage im Winter und Sommer in 15° Schritten von Osten nach Westen. Die Messungen werden mit dem deutschen Strombedarf verglichen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Zeiten des maximalen Solarstromangebots und der maximalen Nachfrage nicht übereinstimmen und eine Speichermöglichkeit für die erzeugte elektrische Leistung vorhanden sein sollte.





Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 6: Latentwärmespeicher



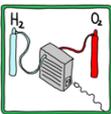
Die Schülerinnen und Schüler lernen das physikalische Prinzip des Latentwärmespeichers kennen und messen die aufgenommene und abgegebene Wärmemenge, um daraus den Wirkungsgrad zu berechnen.

Kommerzielle Latentwärmespeicher nutzen die Kristallisationsenergie beim Phasenübergang von Wasser zu Eis. In diesem Versuch wird Natriumacetat, das sich in handelsüblichen Taschenwärmern befindet, zur Demonstration der Funktionsweise genutzt.

Die Schülerinnen und Schüler protokollieren die Wärmeabgabe vom Taschenwärmer an Wasser in einem Isoliergefäß und anschließend die Abkühlung von erhitztem Wasser bei der Regeneration des Taschenwärmers. Zusätzlich wird die elektrische Energie, die zum Erhitzen des Wassers benötigt wird, gemessen (Station 8).



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 7: Brennstoffzelle



Die Schülerinnen und Schüler lernen das Prinzip der chemischen Energiespeicherung in Form von regenerativ erzeugtem Wasserstoffgas kennen (power to gas) und ermitteln den Wirkungsgrad qualitativ.

An dieser Experimentierstation stellen die Schülerinnen und Schüler mit einer umkehrbaren PEM-Brennstoffzelle und einer Photovoltaikzelle Wasserstoff und Sauerstoff aus destilliertem Wasser her, den sie anschließend nutzen, um einen Elektromotor mit der Brennstoffzelle anzutreiben.

Mit einem Kurbelgenerator vollziehen die Schülerinnen und Schüler nach, welche Arbeit die Photovoltaikzelle bei der Wasserspaltung verrichtet.





Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 8: Stromverbrauch



Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Leistungsaufnahme von drei Leuchtmitteln gleicher Helligkeit (Glüh-, Halogen- und LED-Lampe) und berechnen die Stromkosten sowie die CO₂-Emissionen für unterschiedliche fossile Energieträger.

Neben dem Vergleich der Leuchtmittel untersuchen die Schülerinnen und Schüler auch die Kosten und Emissionen durch Kleinstverbraucher im Dauerbetrieb / Standby (Hintergrundbeleuchtung von Steckdosenleisten, Ladegeräte usw.).

Diese Station wird auch zum Erhitzen des Wassers für die Regeneration der Taschenwärmer genutzt (Station 6).

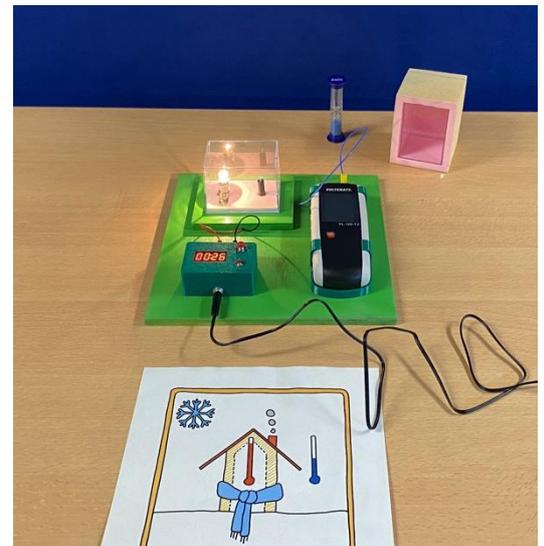


Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie Station 9: Wärmedämmung



Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Energiemengen, die zum Beheizen eines Modellhauses mit und ohne Isolierung notwendig sind und berechnen die Einsparungen sowie die Reduktion der CO₂-Emissionen bei Nutzung fossiler Energieträger.

In diesem Experiment können die Schülerinnen und Schüler beim Beheizen eines isolierten Hauses eine Reduktion der eingesetzten Energiemenge von bis zu 75% ermitteln. Sie stellen fest, dass die Gebäudeisolierung ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz ist und auf lange Sicht auch eine erhebliche Kostenersparnis mit sich bringt. Sie diskutieren die Vor- und Nachteile von verschiedenen Dämmstoffen.





Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

Station 10: Ernährung



Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit dem Einfluss der Ernährungsweise und des Umgangs mit Lebensmitteln auf das Klima.

Die Schülerinnen und Schüler schätzen, in welchem Umfang **Lebensmittelabfälle** in der Lieferkette von der Produktion bis zum Verbraucher anfallen und sind meist überrascht, dass die Endverbraucher für mehr als die Hälfte der Abfälle verantwortlich sind. Sie vergleichen die Emissionen von Treibhausgasen pro kg und km, die für den **Transport von Lebensmitteln** bei Schiff, Bahn, LKW und Flugzeug anfallen. Am Beispiel der Tomate setzen sie sich mit den Klimavorteilen einer **saisonalen Ernährung** auseinander. Schließlich vergleichen sie die Treibhausgasemissionen, die bei der **Produktion verschiedener Lebensmittel** entstehen.



Lernwerkstatt Klimawandel Sekundarstufe I



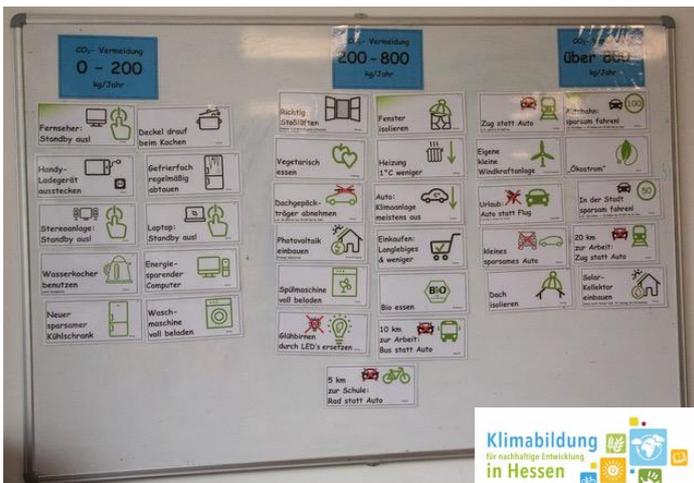
Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie

Abschluss: Klimatipp



Die Schülerinnen und Schüler vergleichen die Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch unterschiedliche Maßnahmen.

Zunächst werden in Kleingruppen die vorgeschlagenen Maßnahmen nach ihrer Wirksamkeit in drei Klassen (0-200 kg/Jahr, 200-800 kg/Jahr und >800 kg/Jahr) eingeteilt, wobei die Schülerinnen und Schüler Vermutungen anstellen sollen. Anschließend erhalten sie eine Tabelle mit den tatsächlichen Werten und die Karten werden neu zugeordnet. Danach werden die Handlungsmöglichkeiten danach gruppiert, welche von den Schülerinnen und Schülern selbst umgesetzt werden können, wo sie die Unterstützung von Erwachsenen brauchen und welche nur durch die politischen Entscheidungsträger:innen realisiert werden können. Schließlich diskutiert die Klasse mit welchen Maßnahmen staatlichen Handelns Klimaschutz erreicht werden kann (Förderung, Kostenerhöhungen, Verbote).



Bereich	Klimatipp	CO ₂ -Vermeidung (kg CO ₂ /Jahr)
Strom	Handy-Ladegerät austauschen	11
Strom	Wasserkocher benutzen anstatt Kochplatte	23
Strom	Nicht unnötig viel Wasser erhitzen	33
Strom	Laptop: Standby aus!	34
Strom	Energiesparender Computer	50
Strom	Waschmaschine voll beladen	64
Strom	Fernseher: Standby aus!	70
Strom	Gefrierfach regelmäßig abtauen	87
Strom	Abstand zwischen Kühlschrank & Herd	87
Strom	Stereoanlage: Standby aus!	112
Strom	Deckel drauf beim Kochen	118
Strom	Neuer sparsamer Kühlschrank	154
Strom	Glühbirnen durch LED's ersetzen	238
Verkehr	10 km zur Arbeit: Bus statt Auto	242
Heizung	Auto-Klimaanlage ausschalten wann immer möglich	292
Heizung	Heizung 1°C weniger	300
Heizung	Richtig Stoßlüften: Fenster 1-2 Minuten ganz aufmachen	300
Strom	Spülmaschine voll beladen	385

Bereich	Klimatipp	CO ₂ -Vermeidung (kg CO ₂ /Jahr)
Verkehr	5 km zur Schule: Rad statt Auto	400
Konsum	Langlebiges & weniger Zeug kaufen	440
Ernährung	Vegetarisch essen	460
Strom: Erzeugung	Photovoltaik einbauen: Erzeugt Solarstrom	513
Heizung	Fenster isolieren	630
Ernährung	Bio essen	710
Verkehr	Dachgipackträger abnehmen z.B. 20 000 kg bei 9/100 km im Jahr	787
Strom	„Ökostrom“	840
Verkehr	20 km zur Arbeit: Zug statt Auto	933
Heizung	Solar Kollektor einbauen: Sonne erhitzt Wasser für Heizung und Warmwasser	994
Flugverkehr	Z.B. von Kassel => Stockholm statt Teneriffa	1006
Verkehr	Autobahn: sparsam fahren! z.B. 9/100km -> 7/100km bei 20 000 km im Jahr	1166
Strom: Erzeugung	Eigene kleine Windkraftanlage	1215
Heizung	Dach isolieren	1458
Verkehr	In der Stadt sparsam fahren! z.B. 10/100km -> 7/100km bei 20 000 km im Jahr	1749
Verkehr	Zug statt Auto z.B. jährlich 20 000 km	2600
Verkehr	kleines sparsames Auto	5247



Lernwerkstatt Klimawandel Sekundarstufe I



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie
 Alternativer Abschluss: Diskussion der Zusammenhänge und Handlungsmöglichkeiten

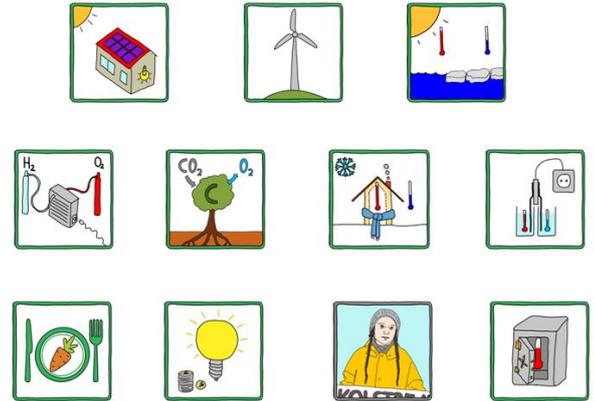


Die Schülerinnen und Schüler stellen Ihre bearbeiteten Stationen vor und diskutieren die Zusammenhänge.

Zunächst werden die bearbeiteten Stationen und die dabei erlangten Erkenntnisse von den Kleingruppen in der Klasse vorgestellt und erklärt.

Die Schülerinnen und Schüler tauschen sich aus und können gemeinsam die auftretenden Probleme identifizieren und verstehen (Beispiel: eine Photovoltaik-Anlage erbringt im Sommer die höchste Leistung, im Winter wird jedoch die meiste Energie benötigt und verbraucht), aber mit Hilfe der an den Stationen behandelten Aspekten und Technologien auch gemeinsam Lösungen finden und Handlungsmöglichkeiten herausarbeiten (Beispiel: wie kann die an der Photovoltaik-Anlage erzeugte Energie dauerhaft gespeichert werden, um sie bei Bedarf einsetzen zu können?).

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren gemeinsam und erkennen übergeordnete Zusammenhänge.



Modul III: Klimaschutz und erneuerbare Energie
 Alternativer Abschluss: PREZI „Klimaschutz – Treibhausgas“



Anhand der PREZI-Präsentation wird das Thema „Klimaschutz“ anhand der Treibhausgas-Emissionen verdeutlicht.

Im Rahmen der PREZI wird zunächst die Temperaturentwicklung der letzten 2000 Jahre beleuchtet. Es wird der IPCC-Bericht angeführt und verdeutlicht, dass die Treibhausgasemissionen massiv reduziert werden müssen, um das gesetzte 1.5 Grad-Ziel einhalten zu können. Anhand von verschiedenen Grafiken zum verbleibenden CO₂-Budget wird der enorme Handlungsdruck deutlich.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, welche Sektoren in welchen Anteilen die Haupt-Emissionsquellen von Treibhausgasen in Deutschland darstellen (z.B. Verkehr, Haushalte und Kleinverbraucher, Landwirtschaft usw.).

Die nationalen Klimaschutzziele von Deutschland werden thematisiert und in den Kontext des Pariser Klimaabkommens gesetzt.





Alle Module Zusatzstation: Was können wir tun?



In allen Modulen gibt es eine Station, an der die SchülerInnen und Schüler gebeten werden, ihren persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu benennen und ihre Forderungen an die Erwachsenen / Wirtschaft / Politik zu stellen.

Die Zettel werden anonym ausgefüllt und im Anschluss an den Experimentierteil von den Anleiterinnen und Anleitern gesichtet bzw. archiviert. Gegebenenfalls können einige der Vorschläge in der Abschlussstunde aufgegriffen werden.

