

Bildungsziele, Überblick

Unterrichtseinheit 3: Kosten und Umweltauswirkungen.

Bildungsziele.

Die Schülerinnen und Schüler sollen verstehen, dass Lichtnutzung, Lampentechnologien und Energieverbrauch sowie Klimawandel, Umweltschutz und Energiekosten eng zusammenhängen. Außerdem sollen sie lernen, dass die Beleuchtungskosten nicht nur durch den Kaufpreis der verwendeten Lampentechnologie bestimmt wird, sondern auch die Lebensdauer und die Lichtausbeute entscheidende Größen zur Beurteilung der Gesamtkosten sind.

Die Unterrichtseinheit 3 im Überblick.

Beobachtungsstationen	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Energieerzeugung und Klimawandel
Theoretischer Hintergrund	Strommix und Stromverbrauch
	Gleicher Lichtkomfort bei geringerem Energieverbrauch
Experiment	Kosten und Einsparpotenziale bei der Beleuchtung
Forscherfrage	Energieeffizienz und Ökobilanz

Didaktik, Materialien

Unterrichtseinheit 3: Kosten und Umweltauswirkungen.

Didaktik.

Anhand eines Versuchs wird den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht, dass die Erzeugung von Energie, die durch die Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien (fossilen Energieträgern) entsteht, immer Kohlenstoffdioxid (CO₂) erzeugt. Ein weiterer Versuch erklärt exemplarisch den Treibhauseffekt und stellt die Rolle von CO₂ bei der globalen Erwärmung dar. Durch Messungen des Stromverbrauchs unterschiedlicher Lampentechnologien gleicher Beleuchtungsstärke erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass je nach Wahl der Lampentechnologie unterschiedlich viel Energie verbraucht wird.

Energiesparlampen sind zurzeit das energieeffizienteste Leuchtmittel für den privaten Haushalt. In dieser Unterrichtseinheit werden die Schülerinnen und Schüler das weit verbreitete Vorurteil entkräften, dass Energiesparlampen teurer sind als andere Lampentechnologien. Dazu werden sie die Gesamtkosten, die mit der Beleuchtung eines Raums verbunden sind (Anschaffungskosten, Kosten für den Energieverbrauch etc.) berechnen.

Notwendiges Vorwissen der Schülerinnen und Schüler.

- Zur Stromerzeugung werden kohlenstoffhaltige Rohstoffe verbrannt.

Materialien für die Beobachtungsstationen.

- Papier oder anderes brennbares Material
- Streichhölzer
- Reagenzglas mit Lochstopfen und Glasröhrchen
- Becherglas mit Kalkwasserlösung
- Marmeladenglas mit etwas Erde gefüllt
- Klarsichtfolie und ein Schießgummi
- 2 Thermometer
- 1 Lampe bzw. ein mit Sonne beschienenes Fensterbrett
- Klassensatz: Kopien des Arbeitsblattes 1

Materialien für die Schülerversuche.

- 1 Glühlampe (25 W), 1 Halogenlampe (20 W), 1 Energiesparlampe (5 W)
- 1 Beleuchtungsmessgerät (Luxmeter)

Materialien für den theoretischen Hintergrund.

- Foliensatz 3 (bei erweitertem Informationsbedarf)
- Klassensatz: Kopien des Arbeitsblattes 2

Unterrichtsverlauf

Unterrichtseinheit 3: Kosten und Umweltauswirkungen.

Beobachtungsstationen: Überblick.

Die aufeinander aufbauenden Beobachtungsstationen visualisieren folgende Zusammenhänge:

1. Verbrennungsprozesse, wie sie bei der Energieerzeugung stattfinden, erzeugen Kohlenstoffdioxid (CO_2).
 Dieses kann mit Kalkwasser durch Ausfällen von Calcium-Carbonat (CaCO_3) und resultierender Trübung der Flüssigkeit nachgewiesen werden.
2. CO_2 verstärkt den Treibhauseffekt und damit den Klimawandel.

1. Station.

In einem Reagenzglas wird Papier, Holz oder eine andere kohlenstoffhaltige Substanz angezündet und das Reagenzglas anschließend mit dem Lochstopfen verschlossen. Das Ende des Glasrohrs, das aus dem Lochstopfen führt, wird in eine neu angesetzte Kalkwasserlösung gehalten. Durch Ausfällen von CaCO_3 entsteht eine Trübung. Die Schülergruppen notieren ihre Beobachtungen im Arbeitsblatt 1.

2. Station.

In das mit Erde gefüllte Marmeladenglas wird ein Thermometer gestellt und anschließend mit der Klarsichtfolie und dem Schießgummi verschlossen. Ein zweites Thermometer wird neben das Marmeladenglas gelegt. Beides wird entweder unter die Lampe gestellt oder für einige Minuten auf das sonnenbeschienene Fensterbrett. Die Schülergruppen notieren ihre Beobachtungen im Arbeitsblatt 1.

Fazit:

Das Thermometer in dem Marmeladenglas zeigt eine höhere Temperatur an als das daneben liegende Thermometer. Die Klarsichtfolie erzeugt denselben Effekt wie die Kohlenstoffdioxidmoleküle in der Luft: Sie lässt Energie in Form von Licht durch, nicht jedoch Energie in Form von Wärme, die von der Erde abgestrahlt wird. Dadurch heizt sich das Treibhaus auf.

Beobachtungsstationen

Beobachtungsprotokoll.

1. Station.

In einem Reagenzglas findet eine Verbrennung statt. Über ein kleines Röhrchen wird das bei der Verbrennung entstandene Abgas in das Kalkwasser geleitet.

a) Was passiert? Die Flüssigkeit _____

b) Schreibe die chemische Reaktion auf, die im Glas stattfindet:



c) Woher kommt das CO_2 in der Verbrennungsluft? _____

Wenn zur Strom- und Wärmeerzeugung ebenfalls große Mengen an kohlenstoffhaltigen Substanzen (Kohle, Gas, Öl) verbrannt werden, welche Schlussfolgerung kannst du dann zwangsläufig ziehen?

In der Atmosphäre _____

2. Station.

Ein Thermometer wird zusammen mit etwas Erde in ein Marmeladenglas gelegt, das mit einer Klarsichtfolie verschlossen wird. Dieses System stellt die Erde dar. Sie wird durch die Kohlenstoffatome in der Atmosphäre genauso abgeschirmt wie das Marmeladenglas durch die Klarsichtfolie.

a) Was kannst du beobachten, wenn du die Temperaturen im und neben dem Marmeladenglas vergleichst?

b) Wie kannst du das Phänomen erklären?

Tipp:

Denke dabei an die Eigenschaften von Licht und daran, was du über die Absorption von Licht in bestimmten Materialien gelernt hast.

c) Was bedeuten deine Schlussfolgerungen für das System Erde?

Ein Anstieg der Kohlenstoffdioxidmenge in der Atmosphäre aufgrund der Verbrennung fossiler Energiequellen zur Stromerzeugung führt zu _____

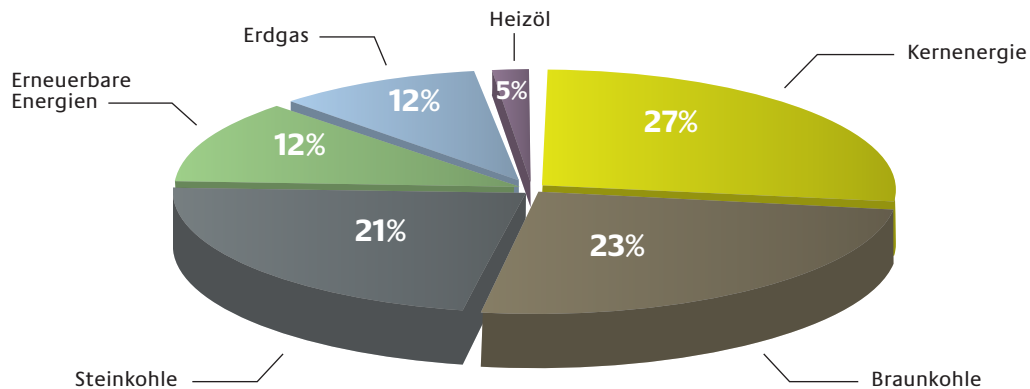
Diskutiere deine Ergebnisse in der Klasse. Was kann man machen, um den Treibhauseffekt durch die ansteigende Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre nicht zu verstärken und den Klimawandel zu stoppen?

Warum ist das so?

Strommix und Stromverbrauch.

Der Strommix gibt an, welche Zusammensetzung der in Deutschland erzeugte Strom hat. Alle Stromproduzenten speisen den Strom in das Verbundnetz ein, aus dem u. a. die privaten Verbraucher ihren Strom beziehen.

Energieträger am Strommix in Deutschland 2006.



Quelle: VDEW.

Stromverbrauch senken: Geld sparen und Klima schützen.

Bei der Herstellung von Strom aus Kohle, Gas und Öl entsteht Kohlenstoffdioxid (CO₂), das als mitverantwortlich für die globale Erwärmung und den Klimawandel gilt. Wenn weniger Strom verbraucht wird, der Stromverbrauch also insgesamt gesenkt wird, dann muss auch weniger Strom erzeugt werden. Das hilft dem Klima – denn es wird weniger CO₂ produziert und außerdem werden die fossilen Rohstoffe (Öl, Kohle, Erdgas) und nukleare Rohstoffe (Uran) geschont.

Strom sparen heißt auch Geld sparen. Denn wer weniger Strom verbraucht, senkt gleichzeitig seine Stromkosten.

Aufgabe.

Ein beispielhafter Drei-Personen-Haushalt hat insgesamt 20 Lampen in der Wohnung. Die Familie verwendet vier Energiesparlampen, der Rest sind Glühlampen (davon acht 40-W-Glühlampen, vier 60-W-Glühlampen und vier 75-W-Glühlampen).

1. Wie viel Strom kann der Beispielhaushalt jährlich einsparen, wenn alle Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzt werden?
2. Wie viel Geld kann die Familie dadurch im Jahr sparen?
3. Wie viel CO₂ kann die Familie im Jahr einsparen?

Verwende für die Berechnung die folgenden Annahmen und die unten aufgeführte Tabelle:

- Eine Kilowattstunde Strom kostet 0,20 Euro.
- Eine Energiesparlampe benötigt nur 20 Prozent der Energie einer Glühlampe.
- Eine Lampe leuchtet durchschnittlich 3 Stunden am Tag und an 350 Tagen im Jahr (wegen der Urlaubszeiten wird ein Jahr nicht mit 365 Tagen berechnet).
- Durch eine Kilowattstunde Strom wird etwa 0,6 kg CO₂ produziert.

Glühlampe (Leistung in Watt)	Energiesparlampe gleicher Helligkeit (Leistung in Watt)
15	3 – 5
25	5 – 7
40	7 – 9
60	11 – 16
75	15 – 20
100	20 – 23
120	23 – 26

Antwort.

Experiment

Gleicher Lichtkomfort bei geringerem Energieverbrauch.

„Energiesparen – schön und gut, aber das bedeutet ja immer eine Einschränkung der Lebensqualität.“ Diese Aussage hört man oft, wenn man über das Thema Energiesparen spricht. Finde mit dem folgenden Experiment heraus, ob diese Aussage für die Beleuchtung von Räumen stimmt.

Nimm dir ein Beleuchtungsmessgerät (Luxmeter) und miss in jeweils 1 m Entfernung die Lichtstärke einer:

Energiesparlampe = _____ lx

Halogenlampe = _____ lx

Glühlampe = _____ lx

Nimm dir nun ein Strommessgerät und prüfe den Stromverbrauch einer:

Energiesparlampe = _____ kWh

Halogenlampe = _____ kWh

Glühlampe = _____ kWh

a) Was stellst du fest? _____

b) Wie kannst du deine Beobachtungen erklären? _____

c) Stimmt die oben aufgeführte Aussage, dass Energiesparen immer eine Einschränkung der Lebensqualität bedeutet?

Experiment

Kosten und Einsparpotenziale bei der Beleuchtung.

Zeichne auf einem Blatt Papier den Grundriss eurer Wohnung bzw. eures Hauses auf. Markiere alle Orte, an denen sich Lampen befinden. Notiere in der Tabelle, welche Lampenart (Energiesparlampe, Halogenlampe, Glühlampe etc.) mit welcher Leistung verwendet wird.

	Anzahl gesamt	davon mit _____ W	davon mit _____ W	davon mit _____ W
Energiesparlampen				
Halogenlampen				
Glühlampen				

Ausstattung eines beispielhaften Zwei-Personen-Haushalts mit Lampen und deren typische Brenndauer pro Tag.

Brennstelle	Beleuchtungszeit [h/d]	Anzahl Lampen	Status Quo		EcoTopTen		EcoTopTen + Verhalten		
			Leistung [W]	End-Energieverbrauch [kWh/a]	Leistung [W]	End-Energieverbrauch [kWh/a]	Beleuchtungszeit [h/d]	Leistung [W]	End-Energieverbrauch [kWh/a]
Wohnzimmer	3,5	2	60	147	20	49	2,8	20	39,2
Esstisch	1	1	60	21	15	5,25	0,8	15	4,2
Schreibtisch	1,3	1	20	9,1	7	3,185	1,04	7	2,548
Küche allg.	4	1	15	21	15	21	3,2	15	16,8
Arbeitsplatz Küche	2,5	1	60	52,5	60	52,5	2	60	42
Flur	1,8	2	25	31,5	7	8,82	1,44	7	7,056
Badezimmer	1	1	18	6,3	18	6,3	0,8	18	5,04
Toilette	0,2	1	75	5,25	75	5,25	0,16	75	4,2
Schlafzimmer allg.	0,1	3	60	6,3	34	3,57	0,08	34	2,856
Nachttisch	0,4	2	40	11,2	40	11,2	0,32	40	8,96
Summe	15,8	15	-	311,15	-	166,1	12,64	-	132,86

- a) Wenn du alle Glühlampen mit Energiesparlampen der gleichen Beleuchtungsstärke (nicht der gleichen Leistung) ersetzt, wie viel Energie würdest du im Jahr sparen? (Als Brenndauer pro Tag und je Lampe kannst du die in der Abbildung „Ausstattung eines beispielhaften Zwei-Personen-Haushalts mit Lampen und deren typische Brenndauer pro Tag“ angegebenen Beleuchtungszeiten übernehmen).

Ergebnis: _____ kWh

- b) Wenn ihr die vorhandenen Lampen in eurem Haushalt sparsamer einsetzt: Wie viel Energie könnt ihr dann im Jahr einsparen? Orientiert euch bei der Berechnung an den Angaben zur Beleuchtungszeit aus der „EcoTopTen + Verhalten“-Spalte.

Ergebnis: _____ kWh

- c) Wenn ihr sowohl die vorhandenen Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzt wie auch einen sparsameren Umgang mit der Beleuchtung praktiziert: Wie viel Energie könntet ihr dann im Jahr einsparen?

Ergebnis: _____ kWh

Investitions- und Betriebskosten von Glühlampen und Energiesparlampen.

	Glühlampen	Energiesparlampen
Anschaffungspreis in €/Lampe	0,5	10
Lebensdauer in Stunden [h]	1.000	10.000
Anschaffungskosten je Betriebsstunde in €/h	0,0005	0,001
Stromkosten in €/kWh	0,20	0,20

- d) Energiesparlampen sind teurer im Einkauf als Glühlampen, halten aber sehr viel länger. Wenn ihr die Angaben der oben stehenden Tabelle zur Lebensdauer und den Preisen von Energiesparlampen, Glühlampen und Strom nehmt und mit den jährlichen eingesparten Energiemengen vergleicht: Nach welcher Zeit rentiert sich der Einkauf einer Energiesparlampe? Welche Lampentechnologie ist für den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren die günstigere?

Ergebnis: _____

Verwende für die folgende Berechnung die Annahme, dass die Brenndauer jeder Lampe pro Tag etwa 3h beträgt und an insgesamt 350 Tagen im Jahr leuchtet (aufgrund der Urlaubszeiten wird ein Jahr nicht mit 365 Tagen berechnet).

- a) In 20 Jahren braucht man _____ Glühlampen bzw. _____ Energiesparlampen für die Sicherstellung der Beleuchtung aus einer Leuchte.
- b) Die Investitionskosten betragen für den Zeitraum von 20 Jahren: _____ € für Glühlampen oder _____ € für Energiesparlampen.
- c) Der Stromverbrauch in 20 Jahren beträgt _____ kWh bei 60-W-Glühlampen oder _____ kWh bei 11-W-Energiesparlampen.
- d) Die Stromkosten betragen in 20 Jahren: _____ € bei 60-W-Glühlampen oder _____ € bei 11-W-Energiesparlampen.

Ergebnis.

- Kosten Glühlampe für 20 Jahre: _____ € Investitionskosten + _____ € Betriebskosten = _____ €.
- Kosten Energiesparlampe für 20 Jahre: _____ € Investitionskosten + _____ € Betriebskosten = _____ €.

Somit kannst Du feststellen, _____

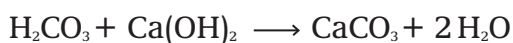
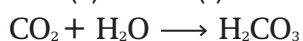
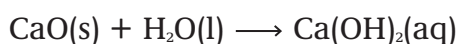


Lehrerspicker

Lösungen und Hintergründe.

Beobachtungsstationen.

Die zugrunde liegenden chemischen Gleichungen lauten:



Schülerexperiment: Kosten und Einsparpotenziale bei der Beleuchtung.

In der Studie „Energiesparlampe als EcoTopTen-Produkt“ wurden drei Szenarien angenommen:

- Status Quo: 25 Prozent der Lampen sind Energiesparlampen, 75 Prozent sind Glühlampen; Gesamtbrenndauer Lampen: 7.595 Stunden/Jahr
- EcoTopTen: 75 Prozent der Lampen sind Energiesparlampen, 25 Prozent sind Glühlampen; Gesamtbrenndauer Lampen: 7.595 Stunden/Jahr
- EcoTopTen + Verhalten: 75 Prozent der Lampen sind Energiesparlampen, 25 Prozent sind Glühlampen + Verhalten: 20 Prozent geringere Brenndauer der Lampen (Gesamtbrenndauer Lampen: mit 6.076 Stunden jährlich etwa 1.520 Stunden weniger als in den beiden anderen Szenarien).

Die Studie „Energiesparlampe als EcoTopTen-Produkt“ von Dietlinde Quack (2004) steht im Internet unter: www.ecotopen.de (im Bereich Download unter Forschungsberichte) zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Forschfrage: zu 2. Energiebilanz der Energiesparlampe.

Der Energiemehrverbrauch bei der Produktion von Energiesparlampen (10-fach im Vergleich zur Herstellung einer Glühlampe) ist wesentlich geringer als die Einsparungspotenziale bei der Nutzung. Somit sind Energiesparlampen – trotz der energieintensiveren Produktion – derzeit das energieeffizienteste Leuchtmittel für den privaten Haushalt.

Unterrichtseinheit 3:
**Kosten und
Umweltauswirkungen.**