

Entwicklung, Erprobung und Etablierung neuer experimenteller Umweltbildungsangebote zum Themengebiet ‚Energie und Chemie‘ für die Klassenstufen 4 bis 7

Abschlussbericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
(Az 32828/01-41)

Anhang

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Mischnick

Projektdurchführung: Dr. Ilka Deusing-Gottschalk

Technische Universität Braunschweig

Institut für Lebensmittelchemie

Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor

Projektpartner: Prof. Dr. Mirjam Steffensky

Projektdurchführung: Dr. Karen Rieck

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
(IPN)

Abteilung Didaktik der Chemie

Braunschweig/Kiel, Januar 2016 – Dezember 2017

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	32828	Referat	41	Fördersumme	115.400 €
Antragstitel	Entwicklung, Erprobung und Etablierung neuer experimenteller Umweltbildungsangebote zum Themengebiet ‚Chemie und Energie‘ für die Klassenstufen 4 bis 7				
Stichworte					
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
24 Monate	01.01.2016				
Zwischenberichte	30.06.2016	31.12.2016	30.06.2017		
Bewilligungsempfänger	Prof. Dr. Petra Mischnick TU Braunschweig Institut f. Lebensmittelchemie / Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor 38106 Braunschweig			Tel	0531 / 391 - 7201
				Fax	0531 / 391 - 7230
				Projektleitung	Prof. Dr. Petra Mischnick
				Bearbeiterin	Dr. Ilka Deusing-Gottschalk
Kooperationspartner	Prof. Dr. Mirjam Steffensky Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN), Abteilung Didaktik der Chemie 24098 Kiel				

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Energie ist ein abstrakter, für SchülerInnen schwer erfassbarer Begriff. Durch einen stofflichen Bezug kann er besser (be)greifbar werden. Daher sollen Lernangebote mit einer Fokussierung auf stoffliche Träger bzw. im Kontext regenerativer Energien auf stoffliche Systeme zur Speicherung konzipiert werden.

SchülerInnen ab Klasse 4 sollen damit ein grundlegendes Wissen über das Konzept Energie sowie Aspekte der Bewertungskompetenz entwickeln. Die beiden Ansätze einer handlungsorientierten Umweltbildung und der Vermittlung eines naturwissenschaftlichen Grundverständnisses sollen miteinander verzahnt werden. Damit soll das Verständnis der SchülerInnen für einen nachhaltigen Umgang mit Energie über angeleitetes Handeln hinaus gefördert werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

In zwei Themenfeldern sollen experimentelle Module mit unterschiedlicher Schwerpunkten entwickelt werden, in denen die vier grundlegenden (Sub)Konzepte der Energie, Energieform, -träger, -transformation und -erhaltung, auf phänomenologischer Ebene erarbeitet werden. Durch das experimentelle Herangehen werden die gewonnenen Erkenntnisse tiefer verankert.

Themenfeld 1

- Die verschiedenen Energieformen und ihre Umwandbarkeit ineinander
- Energieumwandlungen in Verbindung mit Energieerhaltung
- Vergleich unterschiedlicher Energieträger

Themenfeld 2

- Die Sonne als Energiequelle und die unterschiedlichen Arten erneuerbarer Energie
- Speicherung von regenerativ erzeugter Energie in Form von chemischer Energie
- Wärmedämmung zur Steigerung des nutzbaren Anteils

Dabei wird immer auch ein konkreter Bezug zur Lebenswelt der Kinder hergestellt, z.B. dienen Nahrungsmittel als Verständnisbrücke. Verknüpft wird dieser fachwissenschaftliche Fokus mit der Bewertungskompetenz. Das Projekt wird über den gesamten Zeitraum durch das Institut für die Didaktik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel fachdidaktisch begleitet. Im Rahmen einer am Agnes-Pockels-Labor etablierten AG-Struktur sollen die Module mit Gruppen von Viertklässlern entwickelt werden. Auf dieser Grundlage werden dann Module für Schulklassen zur Durchführung im Schülerlabor konzipiert, Teilmodule auch in Form von Experimentierkisten für den Einsatz im Schulunterricht.

Ergebnisse und Diskussion

Im Projektverlauf wurden wie geplant Experimentiereinheiten entwickelt, in denen SchülerInnen ab Klasse 4 die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Energiekonzepts sowie die erneuerbaren Energien und die damit verbundenen Anforderungen erarbeiten können. Es wurden drei Module mit insgesamt sechs Themenschwerpunkten aus dem Feld 'Chemie und Energie' entwickelt. Zu den Experimenten wurden die erforderlichen Arbeitsmaterialien, Verlaufspläne zur Durchführung sowie weitere Informationsmaterialien erstellt. Für alle Module wurden zusätzlich Pre-/Posttest-Kombinationen durchgeführt, mit denen im Rahmen des Projekts der Erkenntnisgewinn der Kinder in den einzelnen Modulen erfasst wurde. Die Module wurden sowohl im Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor als auch von Partnern mit unterschiedlichen Schülergruppen erprobt. Auf Basis der dabei gemachten Erfahrungen wurden die Module, auch im Hinblick auf die Vorstellungen der Kinder, überarbeitet. Die Projektziele ließen sich im Rahmen des Arbeits- und des Kostenplans umsetzen.

Die Ergebnisse der Pre-/Posttest-Kombinationen zeigen, dass die SchülerInnen einen messbaren Erkenntnisgewinn erzielen konnten. Dieser beruht nicht nur auf den erworbenen Grundkenntnissen im Hinblick auf das Energiekonzept und die Energieversorgung. Auch die Bewertungskompetenz wurde durch das Trainieren von Vergleichen und Abwägen verschiedener Sachverhalte gefördert.

Durch die vermittelten Kompetenzen entwickeln die SchülerInnen ein größeres Verständnis für bestimmte Verhaltensweisen eines nachhaltigen Umgangs mit Energie. Dies erhöht nicht nur ihre Akzeptanz, sondern führt zu einer tieferen Verankerung der nachhaltigen Handlungsweisen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Das Projekt wurde zu folgenden Anlässen der Öffentlichkeit präsentiert:

- 18.06.2016, TU NIGHT, der Wissenschaftsnacht der Technischen Universität Braunschweig (ausgewählte Experimente und Poster)
- 13./14.03.2017, 12. Jahrestagung von LernortLabor, dem Bundesverband der Schülerlabore, in Würzburg (Poster)

Ausgewählte Projektinhalte mit dem Schwerpunkt 'Erneuerbare Energien' wurden im Februar 2017 den Angehörigen der AG-TeilnehmerInnen präsentiert.

- 12./13.09.2017, 34. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh in Berlin (Kurzvortrag und Poster)

Ausgewählte Projektinhalte wurden am 19.09.2017 im Rahmen der Veranstaltung „10 Jahre Stadt der Wissenschaft“ der Stadt Braunschweig und der Forschung Region Braunschweig der Öffentlichkeit präsentiert.

Nach endgültiger Fertigstellung werden die Projektinhalte auf der Homepage des Agnes-Pockels-Labors (www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor) und im Netzwerk zur MINT-Nachhaltigkeitsbildung mint.NB (www.mint-nachhaltigkeitsbildung.de) anderen Interessierten zur Verfügung gestellt.

Fazit

Die entwickelten Module mit unterschiedlichen Schwerpunkten aus dem Themenbereich 'Chemie und Energie' wurden von verschiedenen Schulklassen und Schülerarbeitsgemeinschaften von Viert- und Fünftklässlern durchgeführt. Die SchülerInnen führten die Experimente mit viel Engagement durch. Entscheidend für das Verständnis und die Bereitschaft der Kinder, sich mit dem abstrakten Begriff Energie auseinander zu setzen, war, dass immer auch ein konkreter Bezug zur Lebenswelt der Kinder hergestellt wurde. Durch die vermittelten Kompetenzen können die SchülerInnen ein größeres Verständnis für nachhaltige Handlungsweisen entwickeln, wodurch diese eher akzeptiert und eingesetzt werden. Die entwickelten Module werden in das bestehende Angebot des Agnes-Pockels-Labors aufgenommen und weitergeführt. Mit der Bereitstellung von Experimentierkisten wird der Einsatz der Experimente im Schulunterricht unterstützt und gefördert.

Anhang

Inhaltsübersicht	64
Übersicht Module 1- 3	65
Modul 1: Grundlagen des Energiekonzepts	
- Verlaufspläne	66
- Anhang	77
- Pre-/Post-Tests	82
- Arbeitsblätter	87
Modul 2: Chemische Energieträger	
- Verlaufspläne	101
- Anhang	114
- Pre-/Post-Tests	117
- Arbeitsblätter	122
Modul 3: Energie aktuell	
- Verlaufspläne	139
- Anhang	162
- Pre-/Post-Tests	166
- Arbeitsblätter	171
Information und Hintergrundwissen für Lehrkräfte	199

	Modul	Teilmodul	Experimente / Erkenntnisse
1	Grundlagen des Energiekonzepts	a. Energieformen und ihre Umwandlung	Energieformen praktisch kennenlernen / Alltagsbeispiele für Umwandlungen von Bewegungs-, elektrischer, Licht- und chemischer Energie finden und ausführen / Bewegung durch Wasserdampf
		b. Energie sinnvoll nutzen: Energieeffizienz	Vergleiche von Energienutzung im Alltag: Leuchtmittel, Kochen / Wege der Wärmeübertragung / Dämmstoffe im Vergleich
2	Chemische Energieträger	a. Nutzung und Vergleich von chemischen Energieträgern	Untersuchung der Bestandteile einer Kerze und der Kerzenflamme / CO ₂ -Nachweis, Identifizierung der Verbrennungsprodukte einer Kerze, Untersuchung von Atemluft / Entwicklung und Test eines einfachen Kalorimeters / Verschiedene Energieträger im Vergleich
		b. Kohlenstoffdioxid: Eigenschaften und Folgen	Sauerstoffnachweis bei Pflanzen / Temperaturvergleich bei Lichteinwirkung auf Luft und eine CO ₂ -Atmosphäre / Löslichkeit von CO ₂ in Abhängigkeit von der Wassertemperatur / Übergang von CO ₂ aus der Luft ins Wasser / Säurewirkung durch CO ₂ , Auflösung von Kalk mit Säure
3	Energie aktuell	a. Erneuerbare Energien	Solarthermie / Fotovoltaik / Bau einer Farbstoffsolarzelle / Windentstehung / Bau und Betrieb eines Aufwindkraftwerks / Wasserräder im Vergleich / Pflanzenwachstum, Zuckernachweis in Blättern
		b. Energiespeicherung	Nachweis von Stärke und Ölen als Energiespeicherstoffe / (Biogas aus Pflanzenresten / Wasserelektrolyse, Brennstoffzelle und Power-to-gas-Konzept / Aufbau einer Batterie / Zink-Iod-Akku / Natriumacetat als Latentwärmespeicher

a. Energieformen und ihre Umwandlung

1. Versuchsreihe: Energieformen und Kategorisierung

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Einstieg 15 min	Frage: "Energie" - Was ist das? Wo kommt Energie her? - Wo geht Energie hin? - Wo steckt Energie drin? Beispiele werden gesammelt	Freie SuS-Äußerungen SuS nennen Energieformen und/oder Beispiele für Energieumwandlungen aus ihrer Lebenswelt (Wärme, Licht, fahrendes Auto, Batterie, Erdöl...)	ggf. Bilder als Impulse Tafel
Hinführung 5 min	Frage: Was gehört zusammen? Aufgabe: Was ist ein Windrad? Wir wollen verschiedene Windräder bauen und antreiben. Welche Beispiele kennt ihr?	SuS schlagen Kategorien vor und ordnen die Beispiele zu SuS machen Vorschläge, kurze Diskussion <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	Bilder/Begriffe werden sortiert
Erarbeitung Windräder 45 min	Was beobachtet ihr dabei? Wo ist Energie im Spiel?	SuS bauen die Windräder, führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse	Arbeitsblatt 1 (AB1): „Wenn Mühlen sich drehen...“
Auswertung 15 min	Was habt ihr beobachtet? Zusammenfassen der Erkenntnisse: Was ist Energie? Die Fähigkeit, etwas zu bewirken. Man kann Energie selbst nicht sehen oder anfassen. Wir erkennen sie an ihren Wirkungen wie Bewegung, Licht, Wärme. → Dabei wird eine Energieform in eine andere umgewandelt	SuS nennen ihre Versuche und Beobachtungen SuS ordnen wenn möglich die E-Formen zu.	Kärtchen an die Tafel heften Merksatz an die Tafel heften

2. Versuchsreihe: Energieumwandlungen

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 15 min	<p>Geschichte erzählen: „Eine kleine Reise der Energie“ (siehe Anhang) Wo ist die Energie in der Geschichte?</p> <p>Aufgabe für euch: Wie bzw. wobei können wir im Labor die verschiedenen Energieformen nutzen? Die E-Formen Bewegungs-, Elektr. -, Licht- und Chem. E sollen jeweils in andere E-Formen umgewandelt werden, möglichst je 2 Beispiele finden und durchführen</p>	<p>SuS nennen die Beispiele für Energie in der Geschichte</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>E-Formen/Bild (s. Anhang) an die Tafel heften</p>
Erarbeitung E-Formen umwandeln 50 min	<p>Welche Geräte, Materialien braucht ihr? (ggf. Anregungen durch bereit gestelltes Material geben)</p> <p>Was beobachtet ihr dabei? Welche Energieformen treten bei der Nutzung auf? Es können auch mehrere sein Beobachtet genau!</p>	<p>SuS-Teams planen mögliche Umwandlungen, nennen dafür erforderliche Geräte, Materialien</p> <p>SuS führen die Umwandlungen durch und notieren ihre Versuchsergebnisse</p>	<p>div. Materialien sind parat (Handkurbel, Lampe, Solarzelle, Heizrührer, Kerze; Flummi), weitere auf Anforderung AB2: „Was passiert, wenn man Energie nutzt?“</p>
Auswertung 15 min	<p>Welche Versuche habt ihr durchgeführt und was habt ihr beobachtet? Welche E-Formen habt ihr dabei wahrgenommen? Welche E-Form tritt am häufigsten auf? Kann man die Umwandlungen auch alle rückwärts durchführen?</p> <p>Zusammenfassen der Erkenntnisse: Wo ist Energie? Energie ist immer irgendwo und irgendwie da, denn sie wird überall gebraucht. Alles was lebt, wächst, sich bewegt oder verändert, braucht Energie.</p>	<p>SuS nennen ihre Versuche und Beobachtungen SuS ordnen die E-Formen zu SuS prüfen die Ergebnisse: Wärme tritt überall auf. Sie lässt sich kaum in andere Energieformen umwandeln</p>	<p>E-Formen an die Tafel heften</p> <p>Merksatz an die Tafel heften</p>

3. Versuchsreihe: Wärmeenergie nutzen

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	<p>Wer kennt dieses Bild? Was ist darauf zu sehen?</p> <p>Was ist Dampf? Wie funktioniert eine Dampflok?</p> <p>Kann man e mit Wasserdampf eine Maschine in Bewegung bringen? Steckt im Wasserdampf genug Energie dafür?</p> <p>Wir wollen herausbekommen, wie das funktioniert und auch ein Modell bauen, das mit Dampf fährt.</p> <p>Regeln beim Anzünden der Kerze besprechen und demonstrieren, ggf. von einigen Kindern vorführen lassen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Immer vom Körper weg 2. Streichholzschachtel nach hinten legen 3. Nach dem Anzünden der Kerze das Streichholz sofort im Wasserglas entsorgen 	<p>Freie SuS-Äußerungen</p> <p>SuS äußern Vermutungen</p> <p>Abstimmen</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>Bild von „Emma“, der Dampflok (Anhang)</p> <p>Kerze, Streichhölzer, Wasserglas</p>
Erarbeitung 20 min*		<p>SuS führen den Versuch durch und notieren ihre Versuchsergebnisse</p>	<p>AB3 „Wie kann man Wärmeenergie weiter umwandeln?“</p>
Auswertung 20 min	<p>Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Welche E-Formen habt ihr dabei wahrgenommen?</p> <p>Zusammenfassen der Erkenntnisse: Die im Kerzenwachs gespeicherte Energie wird durch Verbrennen in Wärmeenergie umgewandelt. Die Kupferspirale und das darin enthaltene Wasser</p>	<p>SuS nennen ihre Beobachtungen (Die Kerzenflamme erhitzt das Kupferrohr, Dampf strömt unter Wasser aus dem Rohr, der Kreisel dreht sich) und die E-Formen</p>	<p>Schema Feuer- Dampf- Bewegung anheften, anschließend die entsprechenden E-Formen (Kärtchen)</p>

<p>werden erhitzt, sodass das Wasser verdampft. Der Wasserdampf benötigt viel mehr Raum und strömt daher unter Wasser aus den Rohrenden aus und erzeugt so einen Rückstoß. Da die beiden Rohrenden in die entgegengesetzte Richtung zeigen, beginnt der Kreisel zu rotieren.</p> <p>ggf: Rennboote zeigen: die Rohrenden zeigen beide nach hinten, das Boot fährt vorwärts</p> <p>Wie funktioniert eine Dampflok? Der Wasserdampf strömt in verschiedene Kolben, die aussehen wie eine Spritze. Die Spritzenkolben heben und senken sich, dadurch wird die Räder bewegt.</p> <p>Wie funktioniert eine Dampfmaschine? Das Prinzip wird erläutert und um die Turbine, also die Abfolge Bewegung –elektrische Energie (bekannt aus Versuchsreihe 1: Propeller oder durch Handgenerator demonstriert), erweitert</p> <p>Hinweis auf heutige Kohle- und Gaskraftwerke</p> <p>Erkenntnis: In heißem Wasserdampf ist sehr viel Energie enthalten. Bei sehr hohen Temperaturen kann Wärmeenergie also in andere Energieformen umgewandelt werden</p> <p>Vorführversuch: Implodierende Dose (das Wasser in der Dose wird zum Sieden gebracht, dann die Dose sehr schnell kopfüber in das kalte Wasser getaucht)</p>	<p>SuS versuchen anhand ihrer Beobachtungen das Prinzip nachzuvollziehen</p>	<p>Spritze mit Schlauch ggf. Modell (Anhang)</p> <p>ggf. Handgenerator Kärtchen für Strom ergänzen</p> <p>leere Getränkedose mit etwas Wasser, Brenner, Tiegelzange, Schale mit kaltem Wasser alternativ: Youtubevideo z.B. https://www.youtube.com/watch?v=vv08vG02aIA Stand 18.10.2016</p>
--	--	--

*Zusätzlich zu den Dampfkreiseln kann man 2- 3 kleine Dampfboote bauen (Korkscheibe in Bootform, darauf eine Kupferspirale, deren beiden Enden in die gleiche Richtung zeigen). Damit kann man in einer langen Wasserschale Rennen fahren.

b. Energie sinnvoll nutzen: Energieeffizienz

1. Versuchsreihe: Energie gezielt nutzen

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 10 min	<p>Es heißt immer, man soll Energie sparen. Wie spart man denn am besten Energie?</p> <p>Wieso heißen Energiesparlampen denn so? Das werden jetzt untersuchen. Außerdem wollen wir testen, wie man beim Kochen Energie sparen kann.</p>	<p>Vorschläge, Diskussion ggf. Energiesparlampen, Geräte richtig ausschalten, weniger heizen... Vermutungen</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	
Erarbeitung 60 min	<p>Die Arbeitsweise wird erklärt: Es gibt 4 verschiedene Stationen für den ersten Versuch und 3 verschiedene Stationen für den 2. Versuch. Jedes Team soll alle 7 Stationen besuchen, die Reihenfolge ist egal.</p>	<p>Die SuS führen die Versuche damit durch und notieren ihre Ergebnisse.</p>	<p>AB1: Energiesparen mit Köpfchen!</p>
Auswertung 20 min	<p>Im ersten Versuch habt ihr die Leuchten auf das Solarpaneel und gemessen, wie viel Spannung erzeugt wird. Warum? Und was habt ihr festgestellt, als ihr ihre Lichtstärke verglichen habt?</p> <p>Und wie sieht es mit den Temperaturen im Becherglas aus, welche ist am höchsten, welche am niedrigsten?</p> <p>Was heißt das im Hinblick auf die eingesetzte elektrische Energie?</p> <p>Welche Leuchte eignet sich am besten, um Energie zu</p>	<p>Vermutungen, ggf. : Um zu vergleichen, wie viel Licht die Leuchten geben.</p> <p>Die Messwerte liegen nah beieinander (etwa 1,1 – 1,2 V). Sie leuchten also alle ähnlich hell.</p> <p>Bei der Glühlampe wird es am wärmsten (i.a. ca. 26 °C), bei der LED-Leuchte bleibt die Temperatur konstant. Die Energiesparlampe liegt dazwischen.</p> <p>Bei der LED-Leuchte wird die elektrische Energie komplett in Lichtenergie umgewandelt, bei der Energiesparlampe auch in etwas Wärmeenergie, bei der Glühlampe wird ein großer Teil in Wärmeenergie umgewandelt.</p>	

	<p>sparen und warum?</p> <p>Bei der Glühlampe entsteht neben der Lichtenergie viel Wärmeenergie, aber man nutzt eine Lampe ja nicht zum Heizen. Merksatz: Energiesparen heißt, die eingesetzte Energie möglichst vollständig in die gewünschte Energieform umzuwandeln.</p> <p>Was hat Versuch 2 mit Kochen zu tun?</p> <p>Was wird heißer, das Wasser in der großen oder in der kleinen Schale? Warum ist das so?</p> <p>Was wird heißer, das Wasser in der Schale mit oder ohne Deckel? Warum ist das so?</p> <p>Was können wir aus diesen Beobachtungen für Regeln zuhause beim Kochen festhalten?</p> <p>Merksatz: Energiesparen heißt auch, die eingesetzte Energie möglichst vollständig für den gewünschten Zweck zu nutzen. Zusammenfassen der Erkenntnisse: Wie nutzt man Energie? Energie ist etwas Besonderes, denn sie kann weder verschwinden, noch kann sie geschaffen werden. Sie wird bei ihrer Nutzung umgewandelt – von einer Form</p>	<p>Ggf.: Die LED, weil die elektrische Energie in die gewünschte Energieform, nämlich Lichtenergie, umgewandelt wird.</p> <p>Ggf.: Die Heizplatte ist der Herd, die Glasschale der Topf und das Uhrglas der Deckel.</p> <p>Das in der großen Schale. Ggf.: Die gesamte von der Heizplatte abgegebene Wärmeenergie geht in die große Glasschale über, bei der kleinen Schale geht viel Wärme in die Luft.</p> <p>Das in der Schale mit Deckel. Ggf.: Weil bei der Schale ohne Deckel der Wasserdampf in die Umgebung geht, also viel Wärmeenergie aus der Schale verschwindet.</p> <p>1. Der Topf darf nicht kleiner sein als die Herdplatte. 2. Immer eine Deckel auflegen.</p> <p>SuS: Diskussion, z.B. Energie sollte so umgewandelt werden, dass ein möglichst großer Anteil genutzt werden kann, dabei unnötige Umwandlungsschritte vermeiden</p>	
--	--	---	--

	<p>in eine andere. → Die Energie wird nicht verbraucht – sie ist nur woanders. Sie kann aber nicht unendlich oft umgewandelt werden, weil der Anteil der nutzbaren Energie bei jedem Umwandschritt kleiner wird. Nicht mehr nutzbare Energie tritt oft in Form von Wärme auf. Was versteht man dann unter „Energieverschwendung“, „Energiesparen“ ...</p> <p>Erkenntnis: Unnötige Energieumwandlungen sollten vermieden werden, die Zahl der Umwandschritte sollte möglichst gering sein.</p>		
--	---	--	--

2. Versuchsreihe: Wärmeübergang

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 10 min	<p>Impuls Thermoskanne: Wozu ist sie gut? Wie kann diese Kanne etwas warm halten? Kann sie auch etwas kalt halten? Was hat das mit dem Thema Energiespeicherung zu tun?</p> <p>Wir wollen untersuchen, wie sich Wärme eigentlich verhält, wenn verschiedene Temperaturen aufeinandertreffen.</p>	<p>SuS: Vermutungen, z.B. sie hält Getränke warm</p> <p>Diskussion</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	Thermoskanne
Erarbeitung 60 min	<p>heißes Wasser wird nach Bedarf an die Teams verteilt <i>Hinweis: Ist in einem Durchgang der Temperatureausgleich erreicht und bleibt die Temperatur bei der darauffolgenden Messung konstant, wird der Durchgang abgebrochen und der nächste begonnen.</i> den Teams einzeln vorführen, wie das Glas am besten mit der Tiegelzange gehalten werden kann</p>	<p>SuS führen den ersten Versuch durch und notieren ihre Ergebnisse.</p> <p>Danach führt jedes Team im eigenen Tempo Versuch 2 durch.</p>	<p>heißes Wasser (ca. 80°C) AB2: Wenn Wärme wandert</p>
Auswertung 20 min	<p>Was habt ihr im ersten Versuch beobachtet? Wie hat sich die Temperatur in Durchgang A verändert?</p> <p>Und in Durchgang B?</p> <p>Warum verläuft der Temperatureausgleich in B schneller als in A? Erklärung: Die Teilchen im Wasser bewegen sich, sie stoßen zusammen, dabei wird Energie übertragen. Das geschieht immer in die gleiche Richtung: vom wärmeren Teilchen zum kälteren Teilchen. Ein Teilchen mit viel Energie gibt Energie an die anderen ab. Das funktioniert auch, wenn eine feste Wand dazwischen</p>	<p>Das Wasser innen hat sich abgekühlt, das Wasser außen aufgewärmt. Am Ende hatten beide die gleiche Temperatur. Das kalte Wasser wurde ebenfalls wärmer, das warme kälter. Das ganze ging aber viel schneller als in A. SuS: Vermutungen, z.B. in A wird auch Wärme nach außen an die Luft abgegeben, weil das heiße Wasser außen ist.</p>	

	<p>ist. Unterschiedliche Temperaturen gleichen sich also aus. Und in Durchgang C?</p> <p>Woran kann das liegen? In der Luft sind weniger Teilchen als im Wasser. Also stoßen diese auch seltener zusammen. Nur bei einem Zusammenstoß kann Energie übertragen werden. Was wäre für die Thermoskanne als Zwischenschicht besser, Wasser oder Luft? Wie kann man die Wärmeübertragung noch stärker verringern, also noch weniger Stöße erreichen?</p> <p>Zusammenfassung der Erkenntnisse: Durch das Zusammenstoßen von Teilchen wird Energie übertragen, so erfolgt mit der Zeit ein Temperaturausgleich. Wenn weniger Teilchen vorhanden sind, gibt es weniger Zusammenstöße, der Ausgleich verzögert sich. Sind keine Teilchen vorhanden, kann kein Ausgleich erfolgen, Vakuum ist also ein idealer Wärmeisolator.</p> <p>Was habt ihr beim Unterwasservulkan beobachtet?</p> <p>Warum ist das so? Kalte Flüssigkeiten oder Gase haben eine höhere Dichte als kalte: d.h. die Teilchen sind enger zusammen. Darum sind warme Medien leichter als kalte und sie steigen auf,.</p>	<p>Die Luft im Glas außen wurde zunächst wärmer, hat sich dann aber kaum noch weiter erwärmt,. Das Wasser innen hat sich viel langsamer als in A abgekühlt. SuS: Vermutungen</p> <p>SuS: Vermutungen, z.B. Luft</p> <p>SuS: Vermutungen, z.B. noch weniger Teilchen, gar keine Teilchen = Vakuum</p> <p>SuS: warmes Wasser strömt in kaltem Wasser nach oben und verteilt sich dabei. Kaltes Wasser fällt in warmen Wasser nach unten und verteilt sich dabei. SuS: Vermutungen, z.B. Wärme steigt auf</p>	<p>Schematischen Aufbau einer Thermoskanne</p>
--	---	--	--

3. Versuchsreihe: Wärmedämmung

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Einführung 10 min	<p>Impuls: Eisbär Warum friert ein Eisbär nicht, obwohl er immer in der Kälte ist? Wir müssen uns im Winter immer dick anziehen! So ein Fell wärmt also. Das sollte ja dann bei anderen Tieren genauso sein. D.h. ein Schafsfell wärmt das Schaf auch, ist das richtig? Hier ist ein Stück Schafsfell. Wie können wir einfach testen, wie stark das Fell wärmt? (ggf. Impuls Fellstück) Wir testen das jetzt. (Thermometer in Fellstück wickeln, Vergleichsthermometer danebenlegen) Was schätzt ihr denn, wie warm es im Fell wird?</p>	<p>Vermutungen, z.B. weil er ein warmes Fell hat.</p> <p>Zustimmung oder Ablehnung</p> <p>ggf. Vorschläge, z.B. Fell nehmen, Thermometer einwickeln und Temperatur darin messen</p> <p>Vermutungen</p>	<p>Bild Eisbär (siehe Vorlage)</p> <p>ggf. abstimmen Fellstück, 2 Thermometer, ein Kind liest die Anfangstemperaturen ab und notiert sie an der Tafel</p>
Hinführung 5 min	<p>Wir haben bereits untersucht, was passiert, wenn kaltes und warmes Wasser aufeinandertrifft.</p> <p>Wir wollen im Labor untersuchen, wie man diesen Temperatenausgleich am besten verhindern kann. Das ist zum Beispiel für Häuser ganz wichtig, damit innen immer eine für uns angenehme Temperatur herrscht, egal ob Winter oder Sommer ist. Was schlägt ihr vor? Welche Materialien kommen in Frage? Und wie können wir das im Labor untersuchen?</p> <p>Wir haben im Labor 3 unterschiedliche Materialien, nämlich Styropor, Dämmfilz und Watte. Davon sucht sich jedes Team eins aus. Bevor wir anfangen, wollen wir noch prüfen, wie stark das Fell wärmt. Was stellt ihr fest?</p>	<p>SuS: es wird Energie von den warmen Teilchen auf die kalten Teilchen übertragen, die Temperaturen gleichen sich aus</p> <p>Vorschläge, z.B. die Häuser müssen gedämmt werden z.B. Styropor, Dämmfilz, Glaswolle..... Vorschläge, z.B. Eis oder heißes Wasser einwickeln, Temperatur messen o.ä.</p>	<p>ein Kind liest die</p>

Einstieg zur Versuchsreihe Energieformen:

„Eine kleine Reise der Energie“

Wie sieht Energie aus? Das ist eine gute Frage. Die Antwort steckt in dieser Geschichte: „Eine kleine Reise der Energie“. Sie handelt von dir!

*Heute gibt es Nudeln mit Tomatensoße zum Abendessen. Du lädst dir einen großen Berg davon auf deinen Teller und legst los! Lecker! Danach bist du voller Tatendrang. Du setzt dich auf dein Fahrrad und strampelt los. Schnell rast du die Straße entlang. Vor dir fährt ein rotes Auto. An der Ecke biegt es zur Tankstelle ab. Du fährst einfach weiter. Vor dir taucht ein Berg auf. „Da will ich rauf!“ Und dann strampelst du noch heftiger den ganzen Berg hoch. Das rote Auto von eben zieht schnell an dir vorbei. Du schwitzt heftig, aber dann bist du endlich oben. Das Auto parkt am Straßenrand. „Runter bin ich bestimmt schneller!“, denkst du und fährst los. Bergab rollt das Fahrrad von ganz allein. In der Ferne siehst du Windräder, die sich langsam drehen. Allerdings wird es langsam dunkel. Doch du hast natürlich Licht am Fahrrad, das schaltest du ein, so bist du gut zu sehen und siehst selbst auch genug!
Dann bist du unten angelangt und rollst gemütlich nach Hause.*

So etwas habt ihr bestimmt alle schon erlebt. Aber die Geschichte hieß doch „Eine kleine Reise der Energie“. Wo kommt die denn vor? Sie war die ganze Zeit dabei! Wahrscheinlich habt ihr gar nicht gemerkt, in wie vielen verschiedenen Gestalten sich die Energie dabei gezeigt hat:

Chemische Energie:

Sie steckt in vielen Dingen – zum Beispiel auch in deinem Essen. Beim Essen nimmst du die Energie auf, die in der Nahrung steckt. Du brauchst sie, damit du warm bleibst, dein Kopf braucht sie zum Denken, deine Muskeln braucht sie zum Beispiel beim Radfahren. Ein Auto kann nur dann fahren, wenn Kraftstoff im Tank ist.

Bewegungsenergie:

Wenn du beim Radfahren in die Pedale trittst und ein Auto an dir vorbei rauscht – dann wird aus der chemischen Energie Bewegungsenergie. Vorher hast Du etwas gegessen und das Auto hat getankt, die Energie, die in euch steckt, die ihr also gespeichert habt, nutzt ihr jetzt, um vorwärts zu kommen.

Wärmeenergie:

Aber nicht nur dafür! Der Motor des Autos wird heiß. Je länger du strampelst, desto wärmer wird dir. Du fängst an zu schwitzen. Dein Körper wandelt ein Teil der chemischen Energie, die in ihm steckt, gerade in Wärmeenergie um, ebenso wie der Automotor. Und dazu auch noch in eine ganz andere Form.

Lageenergie:

Langsam kommst du der Bergspitze näher. Das Auto steht schon oben. Ihr habt jetzt etwas gemeinsam: Lageenergie. Je höher ihr euch befindet, desto mehr Lageenergie steckt in euch. Und die lässt sich ganz einfach umwandeln: Einfach bergab rollen lassen, dann wird daraus wieder Bewegungsenergie. Da es dunkel wird, machst du Licht an. Und schon passiert es:

Elektrische Energie:

Dein Dynamo wandelt einen Teil der Bewegungsenergie deines Reifens in elektrische Energie um. Das funktioniert ganz ähnlich wie bei einem Windrad, das sich im Wind dreht.

Lichtenergie:

Und die elektrische Energie wird in deiner Fahrradleuchte in Lichtenergie umgewandelt. So kennst du es auch von zu Hause, wo der Stecker deiner Schreibtischlampe in die Steckdose gesteckt werden muss. Elektrische Energie kann natürlich noch viel mehr: Das Radio dudelt, im Backofen lockt der Kuchen, der Mixer schlägt die Sahne und ganz nebenbei lädst du den Akku von deinem Nintendo.

Energie ist ein Verwandlungskünstler! Sie erscheint immer wieder in neuen Gewändern. Diese vielen unterschiedlichen Erscheinungsformen der Energie nennt man **Energieformen**. Und wie du in dieser Geschichte erkennst, sind diese ineinander umwandelbar.

Energieerhaltung contra Energieverbrauch: was stimmt denn nun?

Energie kann nicht verschwinden. Und sie kann auch nicht geschaffen werden. Begriffe wie Energiegewinnung oder Energieverbrauch sind daher aus wissenschaftlicher Sicht eigentlich falsch. Energie kann nicht aus dem Nichts gewonnen werden. Sie wird auch nicht verbraucht und ist dann endgültig weg. Energie kann nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden. Sie bleibt an sich erhalten und ändert dabei nur ihre Erscheinungsform oder sie ist an anderer Stelle als vorher. Eine Energieform wird immer in eine oder mehrere andere Energieformen umgewandelt.

**Energieerhaltung bedeutet:
Aus Energie entsteht immer wieder Energie und nichts anderes.**

Trotzdem werden die Begriffe Energieverbrauch oder Energiegewinnung von allen Leuten benutzt. Diese Begriffe beziehen nämlich darauf, inwieweit die Energie, die immer da ist, von uns genutzt werden kann. Denn wir können Energie nicht in jeder Form einfach so nutzen.

Zwar ist um uns herum immer Energie. So ist die Energie der Sonne in schier unbegrenzten Maße vorhanden. Jeden Tag liefert die Sonne 30 x mehr Energie auf die Erdoberfläche als die Menschheit pro Jahr verbraucht. Aber auch mit dieser unglaublichen Menge an Energie können wir nicht einfach so unser Haus heizen oder Essen kochen. Wir müssen sie erst in eine für uns nutzbare Form umwandeln. Das funktioniert mit Solarthermieanlagen, in denen z.B. Wasser aufgeheizt wird oder Fotovoltaikanlagen, die mithilfe des Sonnenlichts Strom erzeugen. Die Natur ist da übrigens ein echtes Vorbild, Pflanzen können das Sonnenlicht nutzen, um zu wachsen oder z.B. Früchte hervorzubringen. Und wenn dann die Sonnenenergie in einer Form vorliegt, die wir nutzen können, dann haben wir doch viel gewonnen. Aber die Energie war natürlich schon vorher da.

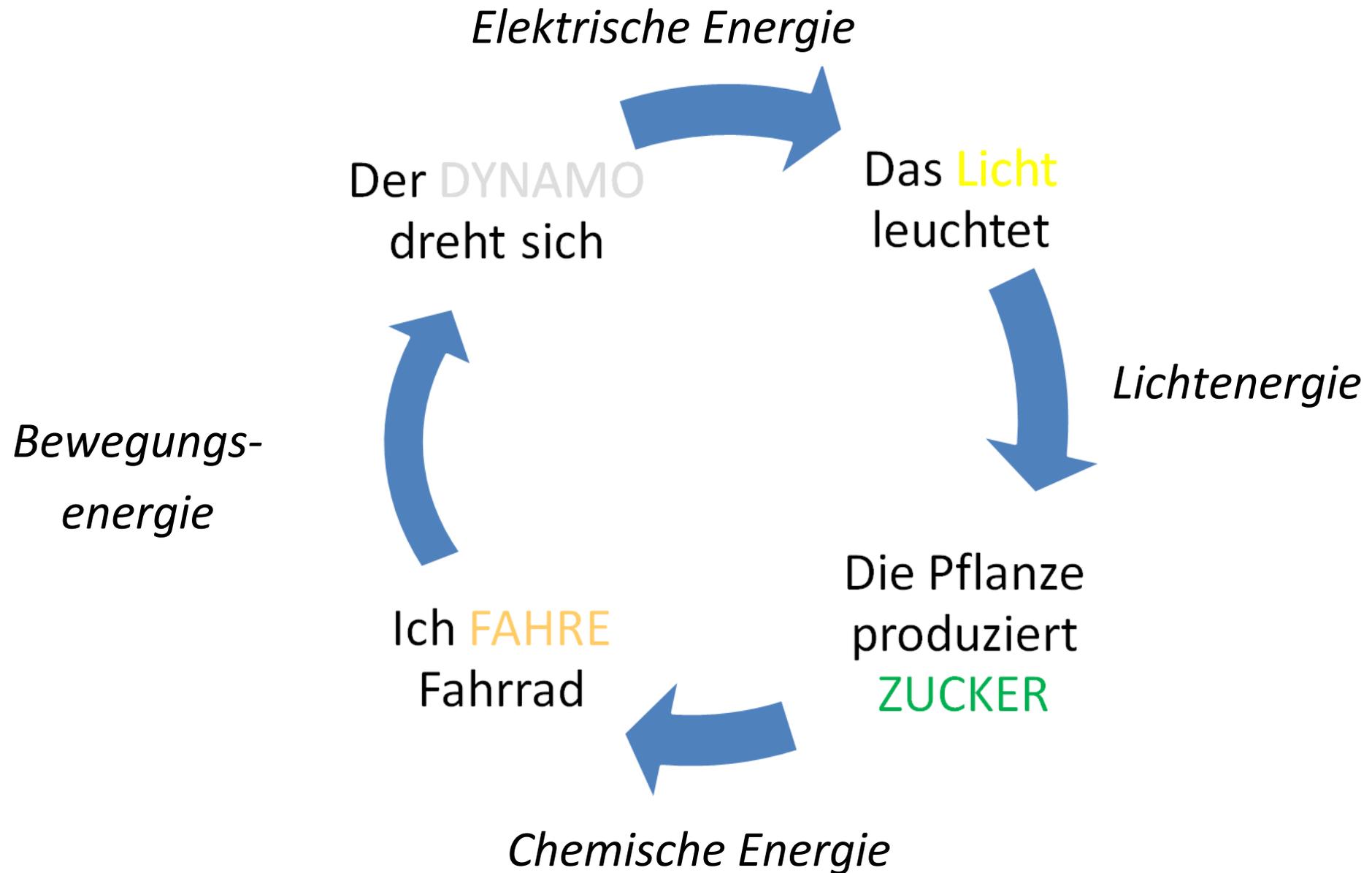
**Energiegewinnung bedeutet:
(Vorhandene) Energie wird in eine nutzbare Form umgewandelt.**

Energie bleibt immer erhalten. Sie wird nicht verbraucht, sie ist auch nach ihrer Nutzung noch da, nur meist in einer anderen Form. Aber in dieser Form können wir die Energie vielleicht nicht weiter nutzen. So verbraucht ein Auto das Benzin nicht nur zum Fahren, sondern das Auto wird auch warm und stößt heiße Abgase aus. Und wenn wir Fahrrad fahren, kommen wir zwar voran, aber fangen auch an zu schwitzen. Eine Lampe beleuchtet nicht nur unser Zimmer, sie gibt auch immer etwas Wärme ab, auch wenn dies bei modernen LED längst nicht mehr so viel ist wie bei einer Glühlampe. Diese Wärme verteilt sich in der ganzen Umgebung, wir können sie nicht wieder einfangen und benutzen, sie ist für uns damit verloren oder, wie es korrekt heißt: „entwertet“.

**Energieverbrauch bedeutet:
Energie wird in eine für uns nicht mehr nutzbare Form umgewandelt.
Sie ist entwertet.**

Was ist Energie?

- 1. Energie kann man nicht sehen, man erkennt sie an ihren Wirkungen wie Bewegung, Licht, Wärme...
Dabei wird eine Energieform in eine andere umgewandelt.**
- 2. Bei jeder Umwandlung entsteht Wärmeenergie.
Wärmeenergie lässt sich oft nicht weiter umwandeln.
Sie ist dann entwertet.**
- 3. Energie bleibt immer erhalten, aus Energie entsteht immer wieder Energie.
Sie kann aber nicht unendlich oft umgewandelt werden, weil die nutzbare Energie bei jeder Umwandlung weniger wird.**
- 4. Nur ein Teil der eingesetzten Energie wird für den gewünschten Zweck genutzt.
Der Anteil der nutzbaren Energie hängt von der Art der Umwandlung ab.**





Was weißt du über Energie?

Name

Ich bin ein: Mädchen Junge

Geburtsdatum:

Hinweise:

Auf den nächsten Seiten gibt es Fragen, bei denen du ankreuzen kannst, ob die Antwort richtig oder falsch ist. Bei einigen Fragen gibt es nur eine richtige Antwort. Es gibt aber auch Fragen, bei denen es mehrere richtige Antworten gibt.

Wenn du ein Kreuz falsch gesetzt hast, streiche es durch und mache das Kreuz an der richtigen Stelle.

Lies die Aufgaben genau durch. Wenn du etwas nicht verstehst, fragst du nach.

So kreuzt du an:

Beispiel 1: Wie viele Tage hat eine Woche?

	richtig	falsch
2 Tage		X
5 Tage		X
7 Tage	X	
10 Tage		X

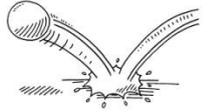
Beispiel 2: Was hat üblicherweise Räder?

	richtig	falsch
Fahrrad	X	
Tisch		X
Auto	X	
Tür		X

1) Welche Aussagen über Energie sind richtig und welche falsch?

	richtig	falsch	
Energie kann man herstellen, also neu erschaffen.			
Energie verschwindet, wenn man sie nutzt, sie ist dann nicht mehr vorhanden.			
Energie kann nicht verschwinden.			

2) Du lässt einen Flummi fallen. Welche Aussage trifft dann zu?

	richtig	falsch	
Der Flummi besitzt Energie in verschiedenen Formen.			
Der Flummi besitzt keine Energie.			
Der Flummi besitzt nur Energie in einer einzigen Form.			

3) Ein Auto nutzt zum Fahren die Energie aus dem Benzin. Danach ist die Energie nicht mehr nutzbar. Warum?

	richtig	falsch	
Die Energie liegt danach in einer Form vor, in der sie nicht mehr umwandelbar ist.			
Die Energie wurde durch das Verbrennen vernichtet, sie ist nicht mehr da.			
Die Energie wurde beim Fahren an die Umgebung abgegeben, sie ist aber noch vorhanden.			

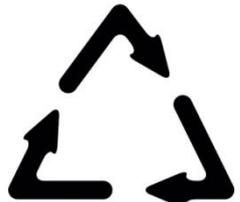
4) Der Begriff „Energiegewinnung“ wird viel verwendet. Was bedeutet er?

	richtig	falsch	
Energie wird neu hergestellt, also aus dem „Nichts“ gewonnen.			
Vorhandene Energie wird in eine nutzbare Form umgewandelt.			
Energie kann man z.B. in einer Lotterie gewinnen.			

5) Welche Energieformen sind beteiligt, wenn du eine Lampe einschaltest?

	richtig	falsch	
nur elektrische Energie und Lichtenergie			
elektrische Energie, Lichtenergie und Wärmeenergie			
nur Lichtenergie und Wärmeenergie			

6) Was bedeutet Energieerhaltung ?

	richtig	falsch	
Aus Energie entsteht immer wieder Energie und nichts anderes.			
Wenn man Energie nutzt, wird eine Energieform in eine andere umgewandelt.			
Energie kann nicht verbraucht werden.			

1) Was passiert, wenn zwei unterschiedlich warme Stoffe aufeinander treffen?

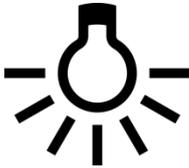
	richtig	falsch	
Der wärmere kühlt ab, der kühlere erwärmt sich.			
Beide kühlen ab.			
Beide werden wärmer.			

2) Wenn man Wasser in einem Topf kocht, steigen Schwaden auf.

Was ist in den Schwaden enthalten?

	richtig	falsch	
<u>nur</u> winzig kleine Wassertropfen			
<u>nur</u> Wärmeenergie			
winzig kleine Wassertropfen und Wärmeenergie			

3) Welche Glühlampe nutzt die eingesetzte Energie am besten aus?

	richtig	falsch	
LED-Leuchte			
Halogenleuchte			
Glühlampe			

- 4) Um möglichst wenig Energie zum Kochen einzusetzen, soll der Topf ...

	richtig	falsch	
kleiner als die Herdplatte sein.			
größer als die Herdplatte sein.			
genauso groß wie die Herdplatte sein.			

- 5) Hauswände werden mit Dämmstoffen verkleidet, ...

	richtig	falsch	
um das Haus zu wärmen.			
damit im Winter die Wärme aus dem Haus nicht nach draußen gelangt.			
damit im Sommer die Hitze nicht von draußen in das Haus gelangt.			

- 6) Du hast bestimmt schon mal den Begriff ‚Energiesparen‘ gehört. Was ist damit gemeint?

	richtig	falsch	
Dazu wird Energie gesammelt wie in einem Sparschwein.			
Es ist dann mehr Energie als vorher da.			
Die Energie wird so eingesetzt, dass möglichst viel von ihr tatsächlich genutzt wird.			

Name:

Datum:

Wenn Mühlen sich drehen...

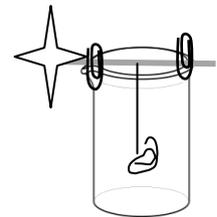
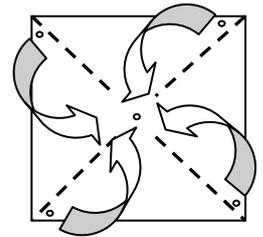
A. Der Windfahrstuhl

Geräte

Windradvorlage aus Papier (8 cm x 8 cm), kleiner Nagel, großer Nagel, runder Bleistift, Gummiband, 3 Büroklammern, Klebefilm, Bindfaden, Bindfaden, großes Glas

Durchführung

1. Schiebt die Büroklammern auf den Bleistift und befestigt dann das Gummiband an einem Ende vom Bleistift.
2. Klebt den großen Nagel an ein Bindfadenende. Das andere Fadenende klebt ihr in die Mitte des Bleistifts zwischen die beiden Büroklammern.
3. Schlagt bei der Windradvorlage die mit einem Punkt markierten Ecken zur Mitte um und steckt den kleinen Nagel durch alle 5 Löcher.
4. Schiebt den Nagel des Windrads durch das Gummiband.
5. Legt den Bleistift wie auf dem Bild auf das Glas und klebt die beiden Büroklammern an der Becherglaswand fest. Der Bleistift soll sich frei drehen, aber dabei nicht wegrutschen.
6. Pustet gegen das Windrad. Was passiert?



Beobachtung

Wo steckt hier Energie?

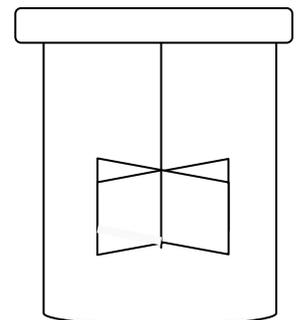
B. Die Lichtmühle

Geräte

2 x schwarzer Tonkarton (2 cm x 4 cm) zur Hälfte mit Alufolie beklebt, Faden, großes Glas mit Deckel, Klebefilm, Lampe

Durchführung

1. Steckt die beiden Pappstreifen so an den Schlitten ineinander, dass ein Kreuz entsteht.
2. Klebt ein Fadenende mit Klebefilm in die Mitte vom Kreuz, so dass dieses gerade herunterhängt.



3. Klebt das andere Fadenende in die Mitte unter den Deckel und legt dieses auf das Glas, sodass das Windrad frei hängt. Es muss an allen Seiten gleich weit vom Glas entfernt sein.
4. Wartet, bis sich das Kreuz nicht mehr bewegt. Beleuchtet dann das Glas direkt mit der Lampe. Was passiert? Schaut ganz genau hin!
5. Schaltet die Lampe aus, wartet einen Moment und beleuchtet das Glas erneut.

Beobachtung

Wo steckt hier Energie?

C. Die Windkraftanlage

Geräte

Propeller mit Generator, Klammer, 2 Krokodilklemmen, LED, Föhn

Durchführung

1. Befestigt den Propeller in der Klammer und stellt ihn auf den Tisch.
2. Klemmt die beiden Anschlüsse des Propellers mithilfe der Krokodilklemmen jeweils mit der passenden Farbe an ein Bein der LED.
3. Bringt den Propeller mit Hilfe des Föhns zum Drehen. Bewegt den Föhn dabei.
4. Beobachtet die LED. Was passiert?

Beobachtung

Wo steckt hier Energie?

Vorbereitung für die Versuchsreihe „Wenn Mühlen sich drehen...“

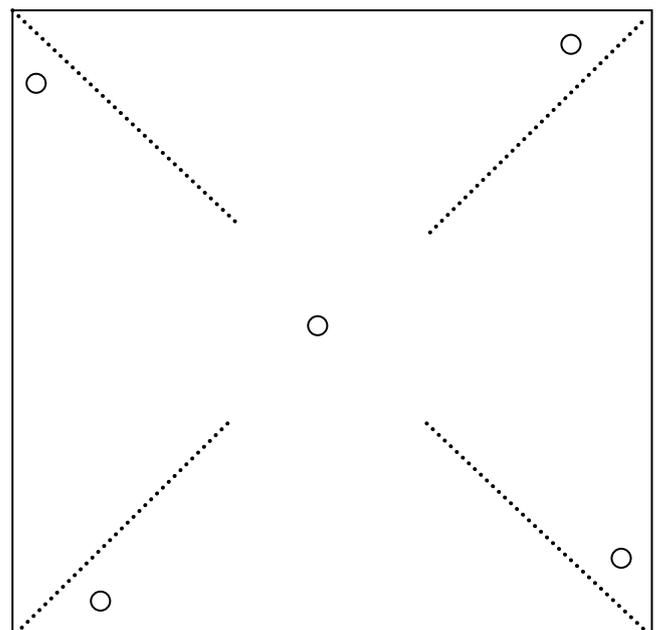
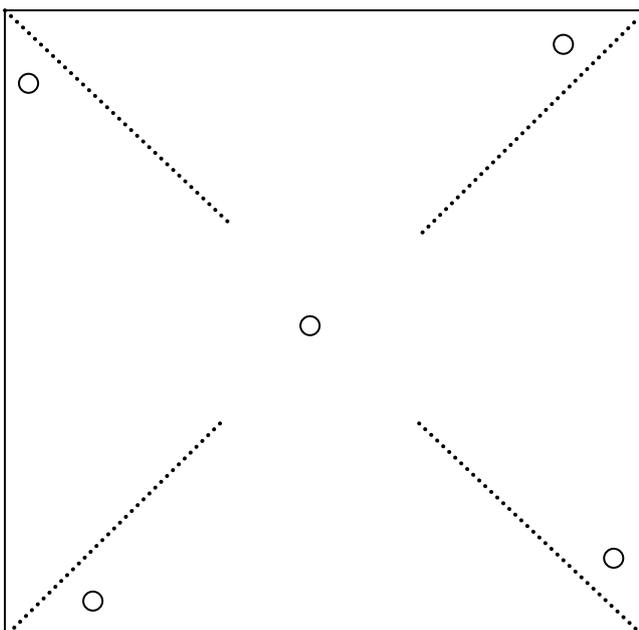
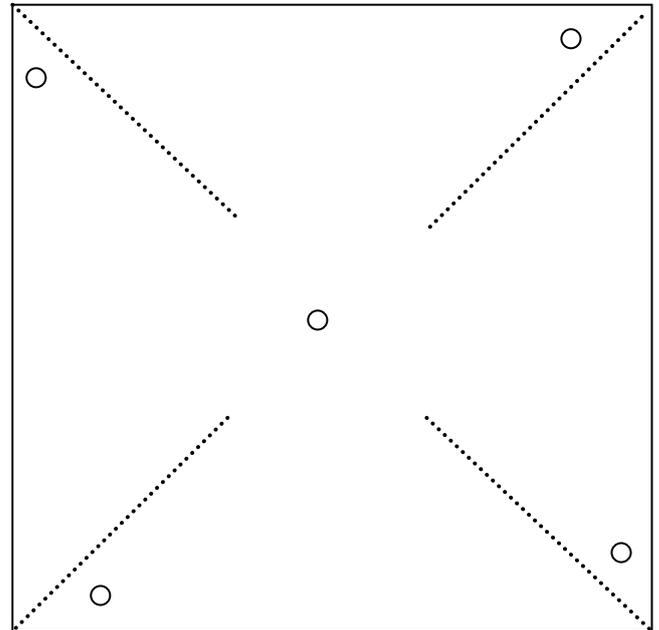
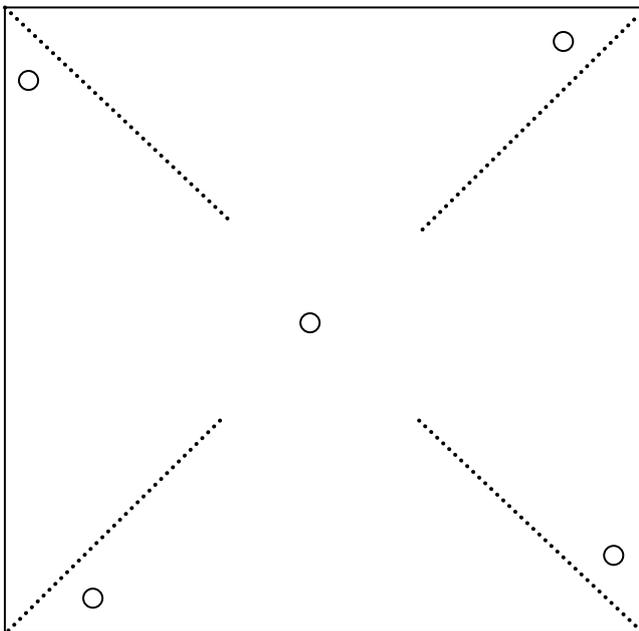
Mühle A: Windfahrstuhl

- pro Team 1 x Pappquadrate mit vorgezeichneten Linien und Punkten (siehe Kopiervorlage)
Faden ca. 15 cm, an einem Ende ein Nagel angebunden oder geklebt

Mühle B

- pro Team 2 x schwarzes Papier 2 cm x 4 cm, eingeschnitten, jeweils zur Hälfte mit Alufoliestücke 2 cm x 2 cm beklebt
pro Team 1 x Faden ca. 10 cm

Kopiervorlage:



Name:	Datum:
-------	--------

Was passiert, wenn man Energie nutzt?

Überall in deiner Umwelt finden Energieumwandlungen statt! Finde einfache Beispiele und probiere sie wenn möglich aus!
 Welche Materialien brauchst du dafür? Was machst damit? Was passiert dabei? Welche Energieformen entstehen? Beobachte genau!
 Ein Beispiel ist schon in der Tabelle eingetragen. Fülle die Tabelle ebenso für deine Beispiel aus.

eingesetzte Energieform →	Material	Durchführung	Beobachtung	→ entstandene Energieform(en)
Lageenergie	<i>Flummi</i>	<i>den Flummi auf den Boden fallen lassen</i>	<i>der Flummi springt auf und ab</i>	<i>Bewegungsenergie → Lageenergie → Bewe- gungsenergie →</i>
Bewegungs- energie				
Elektrische Energie				
Lichtenergie				

Chemische Energie				
Lageenergie				
Bewegungs- energie				
Elektrische Energie				
Lichtenergie				
Chemische Energie				

Hinweise zum Versuch „Was passiert, wenn man Energie nutzt?“

Den Kindern wird eine Auswahl an Materialien zur Verfügung gestellt. Dazu gehören die Geräte aus dem ersten Versuch sowie weitere je nach Möglichkeit. Mithilfe der Geräte und Materialien sollen für alle Energieformen Beispiele, möglichst auch verschiedene, gebildet werden können.

Mögliche Beispiele, die im Labor umgesetzt werden können:

1. Bewegungsenergie

laufende Kinder -> WärmeE

hüpfende Kinder -> LageE, WärmeE

Handgenerator -> elektr. E., WärmeE

Windrad A -> Lageenergie

Windrad C -> elektrische Energie -> Lichtenergie

2. Elektrische Energie

Lampe -> LichtE, WärmeE

Föhn -> WärmeE, BewegungsE

Magnetrührer -> Wärme, Bewegung

Batterie -> div. Geräte (Taschenlampe, Radio..)

3. Lichtenergie

Lampe -> WärmeE

Lampe -> elektr. E. (Solarpanel)

Windrad B -> BewegungsE

4. Chemische Energie

Kerze -> LichtE und WärmeE

Nahrung -> BewegungsE u. WärmeE

5. Lageenergie

Flummi -> BewegungsE -> LageE -> ...

Wasserrad -> BewegungsE (-> Elektrische E)

Jojo -> BewegungsE

Zum Abschluss können die Kinder aus den gewählten Beispielen durch Aneinanderreihung möglichst lange, sinnvolle Umwandlungsketten zusammenstellen:

Nahrung – hüpfende Kinder

Chemische E -> BewegungsE -> LageE -> BewegungsE...

oder

Nahrung – Handgenerator - Leuchte

Chemische E -> BewegungsE -> elektrische E -> LichtE (-> WärmeE)

oder....

Name:	Datum:
-------	--------

Wärmeenergie gezielt nutzen

Geräte und Materialien

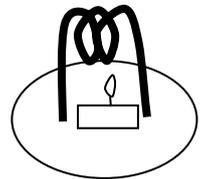
Wasserschale, Wasser, Korkscheibe, Kupferspirale, Teelicht, Streichhölzer, Wasserglas

Sicherheitshinweis

Vorsicht mit der Flamme. Die Kupferspirale nach dem Anzünden der Kerze **nicht mehr anfassen!!** Sie ist **sehr** heiß!

Durchführung

1. Fülle die Wasserschale halbvoll mit Wasser.
2. Stecke die beiden Enden der Kupferspirale vorsichtig durch die Löcher in der Korkscheibe, sodass sie unten etwa 1 cm weit herausstehen.
3. Setze den Kreisel auf die Wasseroberfläche
4. Stelle das Teelicht unter die Spirale und zünde es an.
Das Streichholz wird im Wasserglas entsorgt. Was passiert jetzt?



Beobachtung

Erkläre deine Beobachtungen!

Welche Energieumwandlungen finden statt?

Name:	Datum:
-------	--------

Energiesparen mit Köpfchen!

A. Wie man beim Kochen Energie sparen kann

Geräte und Materialien

Heizplatte, Becherglas 1 L, Glasschale groß und klein (Durchmesser wie die Heizplatte sowie deutlich kleiner), Abdeckung (Uhrglas o.ä.), Messzylinder 250 mL, Thermometer, Uhr, Wasser (Raumtemperatur)

Sicherheitshinweis

Die Heizplatte wird heiß! Nicht berühren! Die Wasserschale immer am oberen Rand anfassen. Vorsicht beim Ausgießen heißen Wassers.

Durchführung

1. Stellt die Heizplatte auf 200 °C, schaltet sie an und startet die Uhr. Nach genau 60 Sekunden schaltet ihr sie wieder aus.
2. Holt euch mit dem Becherglas einen Wasservorrat (mindestens 800 mL).
3. Füllt 200 mL Wasser in die große Glasschale, stellt sie auf die Heizplatte und legt das Thermometer hinein. Schaltet die Heizplatte wieder an und startet die Uhr.
4. Nach genau 2 Minuten lest ihr die Temperatur ab und notiert sie.
5. Schaltet dann die Heizplatte aus und entleert die Glasschale.
6. Füllt jetzt noch einmal 200 mL Wasser in die Schale, stellt sie auf die Platte, legt das Thermometer hinein und deckt die Schale zu.
7. Schaltet die Heizplatte wieder an und startet die Uhr. Lest wieder nach genau 2 Minuten die Temperatur ab.
8. Wiederholt beide Durchgänge mit der zweiten Glasschale. Vergleicht dann!

Beobachtung

Glasschale groß _____ °C Glasschale klein _____ °C

Glasschale groß + Deckel _____ °C Glasschale klein + Deckel _____ °C

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen? Wie kann man mit möglichst wenig Energie kochen? Begründe!

B. Möglichst viel Licht mit möglichst wenig Energie

Geräte

Lampen mit Glühlampe, Halogenlampe und LED-Lampe, Becherglas 250 mL, Thermometer, Uhrglas, Uhr, Solarpaneel, 2 Krokodilklemmen, Multimeter (Messbereich 200 V; 2 Kabel eingesteckt in „COM“ und „V“)

Durchführung

1. Schaltet die Lampe am euerm Arbeitsplatz ein und legt sie hin.
2. Stellt das Thermometer in das Becherglas und deckt dieses mit dem Uhrglas ab. Lest die Temperatur ab und notiert sie.
3. Schiebt jetzt das Becherglas **direkt** vor die Lampe, so dass das Thermometer **mit der Spitze zur Lampe** steht. Dann startet ihr die Uhr.
4. Nach genau 3 Minuten lest ihr die Temperatur im Becherglas ab. Dann stellt ihr das Becherglas offen zu Seite.
5. Jetzt messt ihr noch, wie stark die Lampe ist: Klammert dazu die Kabel des Messgeräts hinten an das Solarpaneel und schaltet das Gerät an.
6. Haltet das Solarpaneel direkt vor die Lampe, so wie das Becherglas zuvor stand. Lest den Messwert ab und schaltet dann Lampe und Messgerät aus.
7. Wechselt den Platz und wiederholt das Ganze mit den anderen beiden Leuchten. Vergleicht dann die Messwerte der Leuchten!

Beobachtung

	Anfangstemperatur im Becherglas	Endtemperatur im Becherglas	Anzeige am Messgerät [V]
Glühlampe			
Halogenlampe			
LED-Lampe			

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen? Welche Lampe benötigt am wenigsten Energie? Begründe!

Name:	Datum:
-------	--------

Wenn Wärme wandert

A. Wie kommt die Wärme von einem Glas ins andere?

Geräte und Materialien

Becherglas 100 mL, Becherglas 400 mL, Uhr, 2 Thermometer, Glasstab
 heißes Wasser (ca. 60 °C), kaltes Wasser (aus der Leitung)

Durchführung

1. Fülle etwa 100 ml kaltes Wasser in das große Becherglas. Fülle das kleine Becherglas mit heißem Wasser voll und stelle es in das große Becherglas (Versuch A).
2. Stelle in beide Bechergläser ein Thermometer und notiere die Anfangstemperaturen.
3. Rühre jede Minute in beiden Gläsern einmal mit dem Glasstab kurz um, ohne das Thermometer zu berühren, und lies dann die beiden Temperaturen ab.
4. Führe den Versuch noch einmal durch, indem du jetzt das kleine Becherglas mit kaltem und das große mit heißem Wasser füllst (Versuch B).
5. Fülle das kleine Becherglas mit heißem Wasser und stelle es in das leere große Becherglas (Versuch C). Miss wieder in beiden Gläsern die Temperatur und vergleiche mit Versuch A!

Beobachtung

A	Start	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	7 min	8 min	9 min	10 min
T_{klein}											
$T_{\text{groß}}$											

B	Start	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	7 min	8 min	9 min	10 min
T_{klein}											
$T_{\text{groß}}$											

C	Start	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min	7 min	8 min	9 min	10 min
T_{klein}											
$T_{\text{groß}}$											

Erklärung

B. Wärme im Wasser: Der Unterwasservulkan

Geräte und Materialien

Becherglas 600 mL, Schnappdeckelglas mit Deckel, Pipette, Tiegelzange, Pipette, heißes Wasser (ca. 60 °C), kaltes Wasser aus der Leitung, schwarze Tinte, Wasser in Spritzflasche

Durchführung

1. Fülle das große Becherglas fast bis zum Rand mit kaltem Wasser.
2. Gib 2 Tropfen Tinte in das Schnappdeckelglas, fülle es dann ganz bis zum Rand mit heißem Wasser (die letzten Tropfen kannst du auch mit der Spritzflasche hineingeben) und lege den Deckel darauf, drück ihn aber nicht fest! Warte, bis sich die Tinte gleichmäßig verteilt hat.
3. Stelle das Schnappdeckelgläschen mit der Tiegelzange vorsichtig auf den Boden des Becherglases und schieb dann den Deckel ab. Was passiert?
4. Fülle jetzt das große Glas mit heißem Wasser, das kleine mit kaltem und wiederhole den Vorgang. Was ändert sich?
5. Was passiert, wenn du das kleine Gläschen mit heißem Wasser mit der Öffnung nach unten (Deckel beim Umdrehen festhalten!) an die Wasseroberfläche des großen Glases mit kaltem Wasser setzt?

Beobachtung

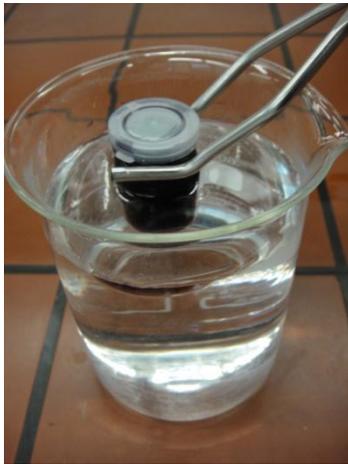
7. Lass den letzten Ansatz eine Weile stehen. Wie sieht die Mischung dann aus?

Kannst du erklären, wie sich Wärme ausbreitet?

Hinweise zur Durchführung:

Mit diesem Versuch soll die Wärmebewegung in Flüssigkeiten visualisiert werden. Es eignet sich jede Farbe, die ausreichend intensiv ist, um auch in der verdünnten Lösung noch wahrgenommen zu werden. Die Farbe darf aber nicht temperaturabhängig, daher ist blaue Tinte nicht geeignet: Sie entfärbt sich in heißem Wasser.

Die Vorgehensweise sollte vorab an der Tafel skizziert werden. Insbesondere muss gezeigt werden, wie das Schnappdeckelglas mit der Tiegelfzange gegriffen werden muss, damit es in das Becherglas gestellt werden kann. Das Glas muss von oben gegriffen werden, die Enden der Tiegelfzange werden direkt unter den Rand des Glases gesetzt. Nur so kann man mit der Zange in das Becherglas hineingreifen. Wird dieser Versuch im direkten Anschluss an den ersten durchgeführt, sollte das Greifen des Glases direkt im Labor demonstriert werden.



Name:	Datum:
-------	--------

Wärmedämmung – wozu?

Geräte

Karton halbiert, 2 Plastikschaalen ca. 50 mL, 2 Bechergläser 400 mL, 2 Bechergläser 100 mL, Trichter, Messbecher, Sieb, Messzylinder 50 mL, 2 Uhrgläser, Thermometer

Materialien

verschiedene Dämmstoffe (Polystyrolschaum, Watte, Sand, Papierschnipsel, Dämmfilz o.a.), Crusheis in einer Schüssel ($T = \text{ca. } 0^\circ\text{C}$), heißes Wasser ($\text{ca. } 80^\circ\text{C}$)

Durchführung

Sucht euch zuerst aus den vorhandenen Dämmstoffen einen aus, mit dem ihr dann die beiden Versuche durchführt: _____

A Bleibt Kaltes kalt?

1. Füllt die eine Hälfte im Karton mit dem Dämmstoff.
2. Nehmt mit einem Sieb Eis aus dem Eisvorrat und füllt die beiden Kunststoffdosen.
3. Setzt in jede Kartonhälfte eine Dose mit Eis genau in die Mitte. Der Dämmstoff auf der einen Seite soll bis an die Oberkante der Schale reichen.
4. Lasst den Karton etwa 15 Minuten stehen. (In der Wartezeit bereitet ihr Teil B vor!)
5. Legt das Sieb in den Trichter und steckt diesen in den Messzylinder (festhalten!).
6. Nehmt eine Dose aus dem Karton und füllt ihren Inhalt in das Sieb. Lest am Messzylinder ab, wie viel Schmelzwasser sich gebildet hat und tragt es in die Tabelle ein.
7. Leert den Messzylinder und messt dann, wie viel Schmelzwasser in der zweiten Dose entstanden ist.

Beobachtung

	gedämmt	ungedämmt
Schmelzwasser	mL	mL

Ergebnis

Vergleicht mit den anderen Teams: Welches Material hält Kaltes besser kalt?

B Bleibt Heißes heiß?

1. Füllt das Dämmmaterial in ein 400 mL-Becherglas und setzt dann ein 100 mL-Becherglas in die Mitte hinein. Das Dämmmaterial soll bis zum oberen Rand des kleinen Glas reichen.
2. Setzt das andere kleine Becherglas in das zweite 400 mL-Becherglas.
3. Holt euch mit dem Messbecher heißes Wasser und misst die Temperatur: _____ °C.
4. Füllt in die beiden 100 mL-Bechergläser jeweils 50 mL heißes Wasser und deckt die großen Bechergläser dann ab.
5. Lasst die Gläser etwa 15 Minuten stehen. (In der Wartezeit wertet ihr Teil A aus!)
6. Misst dann die Wassertemperaturen in den beiden 100 mL-Bechergläsern.

Beobachtung

	gedämmt	ungedämmt
Endtemperatur	°C	°C

Ergebnis

Vergleicht mit den anderen Teams: Welches Material hält Heißes besser heiß?

Was wirkt insgesamt am besten? Gibt es zwischen Wärme- und Kälte-dämmung einen Unterschied?

a. Nutzung und Vergleich

1. Versuchsreihe: Chemische Energieträger

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
<p>Einstieg 10 min</p> <p>Hinführung 5 min</p>	<p>Wir wollen heute die chemische Energie untersuchen. Was stellt ihr euch eigentlich darunter vor?</p> <p>Beispiel für chemische Energie aus dem Alltag/Labor? In der Batterie wird chemische Energie gespeichert und bei der Nutzung in elektrische Energie umgewandelt. In Holz, Kohle usw. wird chemische Energie gespeichert, die durch Verbrennung in Wärme- und ggf. Lichtenergie umgewandelt wird. Die Stoffe nennt man „Chemische Energieträger“.</p> <p>Wir wollen am Beispiel der Kerze untersuchen, was genau passiert, wenn man einen chemischen Energieträger verbrennt.</p> <p>Regeln zur Durchführung/zum Anzünden der Kerze: nur ein Streichholz auf einmal herausnehmen und Schachtel geschlossen nach hinten legen Streichholz vom Körper weg anzünden und von oben an die Probe (den Docht) halten, Streichholz auspusten und ins Wasserglas stellen</p>	<p>Freie SuS-Äußerungen</p> <p>SuS: die Kerze, Batterie, Holz, Öl; Erdgas, Nahrungsmittel.....</p> <p>SuS wiederholen die Regeln. <i>SuS bereiten sich vor und gehen ins Labor.</i></p>	<p>Antworten an der Tafel notieren</p>
<p>Erarbeitung 30 min</p>	<p>Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Wir wollen das noch genauer untersuchen. Schaut euch die Kerzenflamme genau an.</p>	<p>SuS führen den ersten Versuch durch und notieren ihre Beobachtungen Schüler nennen ihre Beobachtungen: Der Docht mit Wachs brennt. SuS nennen ihre Beobachtungen (die Flamme leuchtet im oberen/äußeren Kegel, im Inneren ist sie dunkler)</p>	<p>AB1: „Welcher Teil der Kerze brennt?“ Stehkreis im Labor</p>

	Jetzt untersuchen wir die Kerze genauer: Das Halten des Röhrchens mit Hilfe der Holzklammer wird vorgeführt.	SuS führen den zweiten Versuch durch und notieren ihre Beobachtungen	AB1 weiter
Auswertung 10 min	<p>Was habt ihr jetzt beobachtet?</p> <p>Woraus besteht der helle bzw. dunkle Rauch? (Aggregatzustände gemeinsam wiederholen.) Was brennt genau?</p> <p>Welche Rolle spielt der Docht?</p> <p>Wo steckt die Energie für die Flamme?</p> <p>Zusammenfassung der Erkenntnisse: Chemische Energie ist in einem Stoff = einer chemischen Verbindung gespeichert und kann bei chemischen Reaktionen freigesetzt werden → Energie kann in Form von Chemischen Energieträgern gespeichert werden und wird bei ihrer Verbrennung umgewandelt in Wärmeenergie und Lichtenergie.</p>	<p>SuS nennen ihre Beobachtungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ohne Streichholz: dunkler/heller Rauch 2. mit Streichholz: Zeichnen der Ergebnisse (dunkle Zone=heller Rauch/Flamme, helle Zone=dunkler Rauch/keine Flamme). verdampftes Wachs bzw. Ruß = Kohle <p>verdampftes Wachs</p> <p>Der Docht saugt flüssiges Wachs nach oben, wie Papier Wasser ansaugt. Das Wachs verdampft dann. SuS: im Wachs</p>	

2.Versuchsreihe: Nutzung von Energieträgern

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 10 min	<p>Welche Energieträger kennt ihr? Heraussuchen der Kohlenstoff-haltigen -Energieträger: Wofür nutzt man diese?</p> <p>Wie bekommt man die Energie, die darin steckt? Was passiert bei ihrer Nutzung? Was bedeutet „verbrannt“? Was passiert dabei? Wo ist das Wachs jetzt? Bei der Kerze sieht man, wie der Energieträger umgewandelt wird: die Kerze brennt. Wie ist das bei uns? Brennt in unserem Körper eine Flamme? Passiert überhaupt das Gleiche?</p> <p>Wir wollen heute untersuchen, was genau mit den E-Trägern passiert, wenn man sie nutzt. Wie können wir das herausfinden? Dazu brauchen wir CO₂: einmal die Bedienung der Sodamaschine demonstrieren Und wir untersuchen uns selbst.</p>	<p>SuS: freie Antworten</p> <p>Holz: Lagerfeuer, Ofen: Wärme (+Licht), Kraftstoff: Bewegung, Nahrung: Wärme, Bewegung. Sus: Wenn man sie nutzt, verbrennt man den Stoff.</p> <p>SuS: Es entsteht Kohlenstoffdioxid.</p> <p>Freie Antworten, Diskussion</p> <p>Vorschläge: CO₂ -Nachweis</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>an der Tafel erfassen (Fotodokumentation)</p> <p>Impuls: brennende Kerze</p> <p>Sodamaschine</p>
Erarbeitung Nutzung chem.E 50 min	<p>Wie kann man CO₂ nachweisen?</p> <p>Hinweis: Strohhalme direkt zum Versuch aus dem Seminarraum holen (Handschuhe vorher ausziehen) und nicht im Labor auf den Tisch legen</p>	<p>SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse:</p> <p>1. CO₂ -Nachweis SuS: mit Kalkwasser, wenn CO₂ eingeleitet wird, bildet sich eine weiße Trübung/ein weißer NS weiter mit Versuch 2</p>	<p>AB2: „Chemische Energieträger – Was passiert bei der Nutzung?“</p> <p>Stehkreis</p> <p>weiter AB2</p>
Auswertung	Was habt ihr bei Versuch 2 beobachtet?	SuS schildern ihre Beobachtungen zu den einzelnen	

<p>20 min</p>	<p>Was bedeutet das?</p> <p>Was sieht man beim Anhauchen des Uhrglases? Und beim Glas über der Kerzenflamme? (Kondensstreifen Flugzeug, Autoauspuff)</p> <p>Was passiert also bei der Nutzung von chemischen Energieträgern? Die chemische Umsetzung des Energieträgers in die kleinen Moleküle Wasser und Kohlenstoffdioxid wird durch Bausteine demonstriert (je nach Kenntnisstand: der Energieträger wird in seine Bausteine Kohlenstoff und Wasserstoff zerlegt, beide setzen sich mit dem Sauerstoff aus der Luft zu neuen Stoffen zusammen, die sehr klein sind)</p> <p>Zusammenfassung der Erkenntnisse: Kerze und Mensch produzieren CO₂ und Wasser. Der Vorgang ist beim Verbrennen mit Flamme und bei Lebewesen grundsätzlich ähnlich.</p>	<p>Versuchsteilen CO₂-Nachweis ist positiv, also ist in Kerzenabgas und Atemluft CO₂ enthalten</p> <p>SuS: Wasserdampf kondensiert dito</p> <p>Die Chemische Energie wird umgewandelt, dabei entstehen Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bei der Verbrennung der Kerze und im Menschen kommt das gleiche heraus</p>	<p>ZOOB-Bausteine</p>
---------------	--	---	-----------------------

3. Versuchsreihe: Vergleich von Energieträgern

3.1 Entwicklung eines einfachen Kalorimeters (Diese Einheit ist für z.B. für Projekte oder Experimentier-AGs geeignet)

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 15 min	Könnten wir ein Keks oder etwas ähnliches auch einfach verbrennen? Test Wie viel Energie steckt in Chips? Mehr als z.B. in Wachs? Wie können wir das herausfinden? ggf. Impulse (Wasser erwärmen) Wie soll der Versuch genau durchgeführt werden?	SuS: freie Antworten Vermutungen SuS: Diskussion, Vorschläge <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	Chips oder Butterkeks, Kerze, Streichhölzer, Schale, Tiegelzange
Erarbeitung E-gehalt chem.E 50 min	Wir wollen heute am Beispiel Wachs testen, ob man den Energiegehalt in einem Energieträger messen kann Was habt ihr für Erfahrungen gemacht? Ideen werden besprochen, Probleme werden benannt, Vergleichbarkeit wird besprochen Was würdet ihr jetzt ändern? Jetzt wollen wir versuchen, den Energiegehalt zu messen, sodass ihr eure Ergebnisse vergleichen könnt	SuS setzen ihre Ideen um und notieren ihre Ergebnisse SuS erläutern ihre Versuchsaufbauten SuS: Vorschläge SuS führen den Versuch durch und notieren ihre Ergebnisse	AB3: „Kann man messen, wie viel Energie in einem Energieträger steckt?“ Stehkreis im Labor weiter AB3, Seite 2
Auswertung 20 min	Wurde die Energie möglichst vollständig erfasst? Gelangt die gesamte Wärmeenergie in das Wasser? Wo gibt es Verluste? Wo gibt es Ungenauigkeiten? Wie könnt ihr die Messung noch verbessern?	SuS schildern ihre Beobachtungen zu den einzelnen Versuchsteilen SuS machen Vorschläge, ggf. Windschutz, Wasser rühren,	

3.2 Verschiedene Energieträger im Vergleich (die Messapparatur wird in 3.1 entwickelt oder vorgegeben)

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 10 min	Kann man mit dem Versuchsaufbau auch andere Energieträger damit untersuchen? Welche Probleme könnten dabei auftauchen? (Impuls: die Kerze zündet man am Docht an, ggf. Wiederholung Verbrennung von Chips) Wir wollen heute den Energiegehalt von verschiedenen Energieträgern messen und vergleichen	Diskussion, Vorschläge <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	Kerze, Streichholz, Schale, Tiegelzange; Chips
Erarbeitung Energiegehalt 50 min		SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse auch an der Tafel	AB4: „Chemische Energieträger – Wie viel Energie steckt drin?“ Tabellen an der Tafel vorbereiten
Auswertung 20 min	Wir wollen die Energiegehalte für die einzelnen Energieträger vergleichen. Won welchen Energieträger braucht man am meisten, von welchem am wenigsten? (Die Reihenfolge wird auf Plausibilität geprüft (s.u.), ggf. werden Fehlerquellen gesucht) Wo steckt die meiste Energie drin? Energiegehalte von Energieträgern sind also unterschiedlich. Bei Lebensmitteln steht das immer auf der Packung. Wir können die LM vergleichen. Was steht beim Energiegehalt genau auf der Packung? Was bedeutet Brennwert? Wird der Keks doch in unserem Körper verbrannt? Gibt es eine Flamme? Erkenntnis: Der Vorgang ist beim Verbrennen mit Flamme und bei Lebewesen grundsätzlich vergleichbar und ergibt die gleichen Produkte, der Prozess läuft im	SuS vergleichen die Ergebnisse und sortieren die E-Träger nach dem Verbrauch (Holz am meisten, dann Ethanol, Pflanzenöl am wenigsten) ggf. Diskussion: In dem Energieträger, von dem man am wenigsten braucht, also Pflanzenöl SuS: Brennwert oder Energie oder Energiegehalt freie Antworten, Vermutungen, Diskussion	für jeden untersuchten Energieträger stehen die Messergebnisse in einer Tabelle an der Tafel Verpackungen von LM: Nährwerttabelle – Energie/Brennwert (Schokolade, Chips u.a.)

	<p>Körper aber ohne Flamme, sondern langsam über viele Stufen in chemischen Reaktionen, sodass die Energie in kleinen Schritten frei wird und vollständig genutzt werden kann</p> <p>Abschlussfrage: Welcher Energieträger ist denn am besten? Wo kommen die Energieträger denn her? Wie viel gibt es davon? Welche Vor- und Nachteile haben sie?</p>	<p>SuS: Vermutungen, z.B. der am meisten Energie enthält</p> <p>Diskussion</p>	<p>Informationstafeln zu verschiedenen Energieträgern</p>
--	---	--	---

Literaturwerte:

Stearin: Heizwert 42 kJ/g, aber Teelicht: 27 kJ/g

Pflanzenöl: Brennwert 40 bzw. Heizwert 36 kJ/g;

EtOH: Brennwert 29,7 MJ/kg = 30 kJ/g, Heizwert 27 kJ/g

Holz lufttrocken: Brennwert 19 bzw. Heizwert 15 kJ/g

(Brennwert – Heizwert: Beim Heizwert liegt das entstehende Wasser gasförmig vor, während es im Brennwert als flüssig zugrunde gelegt wird.)

b. Kohlenstoffdioxid

1. Versuchsreihe: Kohlenstoffdioxid in der Luft

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
<p>Einstieg</p> <p>5 min</p> <p>Hinführung</p> <p>5 min</p>	<p>Wisst ihr, womit bei euch zu Hause geheizt wird? Woher kommt die Wärme?</p> <p>Markieren der Kohlenstoff-haltigen Energieträger: Diese haben alle etwas gemeinsam.</p> <p>Wenn etwas verbrannt wird, entsteht dabei Kohlenstoffdioxid. Was passiert damit? Wohin geht es?</p> <p>Wir brauchen jeden Tag warmes Wasser, Strom usw., fahren Bus oder Auto. Dafür werden auch Energieträger verbrannt. Dann kommt jeden Tag mehr Kohlenstoffdioxid in die Luft. Was passiert mit dem Kohlenstoffdioxid in der Luft? Das wollen wir untersuchen und uns auch mit seinen Eigenschaften beschäftigen.</p>	<p>SuS: ggf. Heizöl, Erdgas, Pellets....</p> <p>Die Stoffe werden verbrannt.</p> <p>Vermutungen, z.B. Es ist in der Luft, Diskussion</p> <p>Vermutungen, z.B. Pflanzen verbrauchen es</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>an der Tafel notieren inkl. Herkunft</p>
<p>Erarbeitung</p> <p>50 min</p>	<p>Hinweis: Aufgrund der Wartezeiten in der Versuchsdurchführung von AB2 werden die beiden Versuche ineinander verschachtelt durchgeführt.</p> <p>Reihenfolge der Versuchsdurchführung:</p> <p>Der Versuch von AB1 wird angesetzt und vor die Lampe gestellt. Danach wird der Versuch auf AB2 vorbereitet. In der Wartezeit wird dann der 2. Versuchsteil von AB1 durchgeführt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Versuch zur Pflanzenatmung (AB1) ansetzen bis einschließlich Punkt 8 2. Kohlenstoffdioxid in der Luft (AB2) durchführen bis zur ersten Ablesung, dann wird ein Wecker gestellt und nach Anforderung regelmäßig abgelesen. 3. Sauerstoffnachweis AB1 durchführen 4. Versuch zu Pflanzenatmung auswerten 	<p>SuS setzen den Versuch von AB1 durch</p> <p>SuS führen den zweiten Versuch durch und notieren ihre Beobachtungen</p> <p>SuS führen den Sauerstoffnachweis durch und notieren ihre Beobachtungen</p> <p>SuS werten den Versuch von AB1 und notieren erste</p>	<p>AB1: Atmen Pflanzen auch wie wir?</p> <p>AB2: Was macht Kohlenstoffdioxid in der Luft?</p>

		<p>Beobachtungen wenn AB2 beendet ist, tragen die SuS die Differenzen von Anfangs- und Endtemperatur bei Luft und CO₂ in eine Tabelle an der Tafel ein.</p>	<p>Tabelle für die Ergebnisse des 2. Versuchs an der Tafel</p>
<p>Auswertung 20 min</p>	<p>Die Ergebnisse werden verglichen und bewertet: Wo ist die Temperatur stärker gestiegen? Was bedeutet das für unsere Erde, wenn der CO₂-Anteil weiter steigt? Der Klimawandel wird erläutert: Die mittleren Temperaturen auf der Erde steigen an, dies führt in manchen Regionen zu Dürre, in anderen zu Überschwemmungen. Eine Ursache dafür: Der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre steigt seit Jahrzehnten immer weiter an. Was können wir dagegen tun?</p> <p>Wozu wurde das Leitungswasser in 1 abgekocht? Was ändert das? Wie kann man Sauerstoff nachweisen?</p> <p>Erklärung: Der blaue Farbstoff wird durch den Inhaltsstoff der Entfärberlösung entfärbt. Durch Sauerstoff bekommt er seine Farbe wieder. AB1: Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Wie lassen sich die Beobachtungen erklären? Was für ein Gas hat die Pflanze produziert? Wie atmen Pflanzen?</p> <p>Alternativ: Versuch von Priestley vorstellen, ggf</p>	<p>SuS: in dem Glas mit Kohlenstoffdioxid steigt die Temperatur viel höher als bei Luft.</p> <p>Sus: Vermutungen, z.B. die Luft wird wärmer</p> <p>SuS: Vorschläge, Vermutungen, z.B. weniger Energieträger nutzen = mehr Fahrradfahren, ÖPNV; mehr Solar-/Windenergie produzieren, Diskussion</p> <p>SuS: Dann ist kein Gas mehr gelöst.</p> <p>SuS: Die Farbstofflösung ist erst blau, entfärbt sich bei Zugabe der Entfärberlösung. Wenn Sauerstoff entsteht, wird sie wieder blau.</p> <p>SuS nennen ihre Beobachtungen: In abgekochten Wasser verändert sich nichts, im Glas mit CO₂ bilden sich Gasblasen auf den Wasserpflanzen, die Lösung färbt sich blau. keine Luft mehr im Wasser, also auch kein CO₂ SuS: Die Pflanzen produzieren Gas, wenn CO₂ im Wasser ist. Das Gas ist Sauerstoff. Vermutung: die Pflanze braucht CO₂, um Sauerstoff zu produzieren. Sie verbrauchen Kohlenstoffdioxid und produzieren Sauerstoff.</p>	<p>Grafik zur Entwicklung mittleren Temperatur (s. Anhang)</p> <p>Pflanze, Pflanzenlampe, 2 Kerzen, 2 Glasschalen, Feuerzeug</p> <p>Tafelbild: Kreislauf O₂/CO₂, (ggf. mit</p>

	<p>Vorführversuch mit Kerzen und Pflanze</p> <p>Zusammenfassung: Pflanzen verbrauchen CO₂ und produzieren Sauerstoff *, bei Menschen und Tieren ist es genau anders herum Die Pflanze wandelt CO₂ in Sauerstoff um, dazu benötigt sie Energie. Wo bekommt sie die her? Zusammenfassung der Erkenntnisse: 1. Pflanzen nehmen Kohlenstoffdioxid auf und produzieren damit Sauerstoff; 2. Kohlenstoffdioxid erwärmt sich bei Lichteinstrahlung stärker als Luft.</p> <p>Entscheidungsfrage: Ist es gut, wenn viel CO₂ in der Luft ist?</p>	<p>Aus dem Licht (Pflanzenlampe bzw. Sonne)</p> <p>SuS: Vermutungen, z.B. gut weil die Pflanzen besser wachsen können oder schlecht, weil Menschen und Tiere Sauerstoff brauchen, Diskussion</p>	<p>Wasser und Kohlenhydraten*)</p>
--	--	--	------------------------------------

* = in Abhängigkeit vom Kenntnisstand der SuS: Die Pflanze produziert nicht nur Sauerstoff, sie verwendet auch den Kohlenstoff aus dem CO₂, daraus werden Kohlenhydrate (=Zucker) aufgebaut; Kohlenhydrat = Kohlenstoff + Hydrat, d.h. Wasser
Fotosynthese= Aufbau unter Einsatz von Lichtenergie, die Energie wird in den Kohlenhydraten als chemische Energie gespeichert)

2. Versuchsreihe: Kohlenstoffdioxid im Wasser

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	Im letzten Versuch haben wir das Kohlenstoffdioxid in der Luft betrachtet und festgestellt, dass Pflanzen Kohlenstoffdioxid verbrauchen. Kann Kohlenstoffdioxid noch anderswo sein als in der Luft? Das werden wir jetzt untersuchen.	SuS: Vermutungen, z.B. im Wasser <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung Teil 1 30 min	Vorführen, wie die Tablette unter den Messzylinder gelegt wird Hinweis zum Markieren (trockner Untergrund) und Ablesen des Messzylinders (beim Markieren steht er auf dem Kopf !)	SuS führen den Versuch durch und tragen ihre Versuchsergebnisse auch in eine Tabelle an der Tafel ein	AB 3: Kohlenstoffdioxid und Wasser Tabelle für Ergebnisse
Auswertung 15 min	Was fällt euch beim Vergleich der 1. und 2. Tablette auf? Was ist der Grund für diesen Unterschied? Es waren ja in beiden Durchgängen die gleichen Tabletten. Wo ist das Gas der ersten Tablette geblieben? Was passiert, wenn das Wasser wärmer ist? Woher kennt man das? Ist es gut oder schlecht, wenn viel CO ₂ im Wasser gelöst ist? Jetzt werden wir untersuchen, welche Eigenschaften Kohlenstoffdioxid in Wasser hat.	SuS: Aus der 1. Tablette wird weniger Gas frei. SuS: Vermutungen, z.B: das Gas hat sich im Wasser gelöst. CO ₂ löst sich in Wasser, bei der 2. Tablette war schon viel CO ₂ im Wasser gelöst, sodass das zusätzliche Gas ausperlt Es perlt mehr CO ₂ aus, also löst sich weniger CO ₂ Vermutungen, z.B. in warmen Mineralwasser ist weniger Kohlensäure Vermutungen, z.B. gut weil die Pflanzen besser wachsen können oder schlecht, weil die Fische Sauerstoff brauchen Diskussion	Ergebnisse an der Tafel Gesprächskreis um die Tafel Impuls: Mineralwasserflasche Impuls: Aquarium
Erarbeitung Teil 2 25 min		SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Versuchsergebnisse	AB4: Wie kommt das Kohlenstoffdioxid ins Wasser?

	<p>Zwischenbesprechung nach dem Vorversuch AB5: Was haben Zitronensaft und Essig gemeinsam? Ihr kennt ja beide aus der Küche? Sie schmecken sauer, weil sie beide Säuren enthalten. Der Chemiker nennt sie Zitronensäure und Essigsäure. Und Wasser? Was passiert mit der Indikatorlösung, wenn eine Säure dazu gegeben wird? Was zeigt der Indikator also an? Erläuterung „Indikator“ = Anzeiger Wie verändert sich Indikatorlösung, wenn CO₂ hineinkommt? Was bedeutet das? Wenn sich Kohlenstoffdioxid in Wasser löst, spricht man auch von Kohlensäure.</p>	<p>SuS: sie schmecken beide sauer SuS: Wasser schmeckt nicht sauer, es ist keine Säure. Sie entfärbt sich. SuS: Er zeigt an, dass etwas Säure enthält SuS: die rosa Farbe verschwindet SuS: CO₂ macht das Wasser sauer</p>	<p>AB 5: Wie wirkt Kohlenstoffdioxid im Wasser? Stehkreis im Labor</p>
<p>Auswertung Teil 2 15 min</p>	<p>Wiederholung Kohlenstoffnachweis* Was habt ihr bei Versuch 4 beobachtet? Wie lässt sich die Beobachtung erklären? Was passiert also, wenn viel Kohlenstoffdioxid in der Luft ist? Was passiert, wenn man Säure auf Muscheln oder Eierschale gibt? Um welches Gashandelt es sich? * Was bedeutet diese Erkenntnis für die Frage von vorher: Ist es gut oder schlecht, wenn sich viel CO₂ im</p>	<p>SuS: Wenn CO₂ in Kalkwasser gelangt, entsteht eine milchige Trübung SuS: 1. Wenn sich die Tablette in RG B löst, wird die Lösung in RG A an der Oberfläche milchig → CO₂ hat sich im Wasser gelöst Das CO₂ aus der Luft löst sich an der Wasseroberfläche. Es braust, es wird also ein Gas frei. CO₂, weil sich im Kalkwasser ein weißer Niederschlag bildet. In Muscheln und Eierschalen ist also CO₂ gespeichert.</p>	

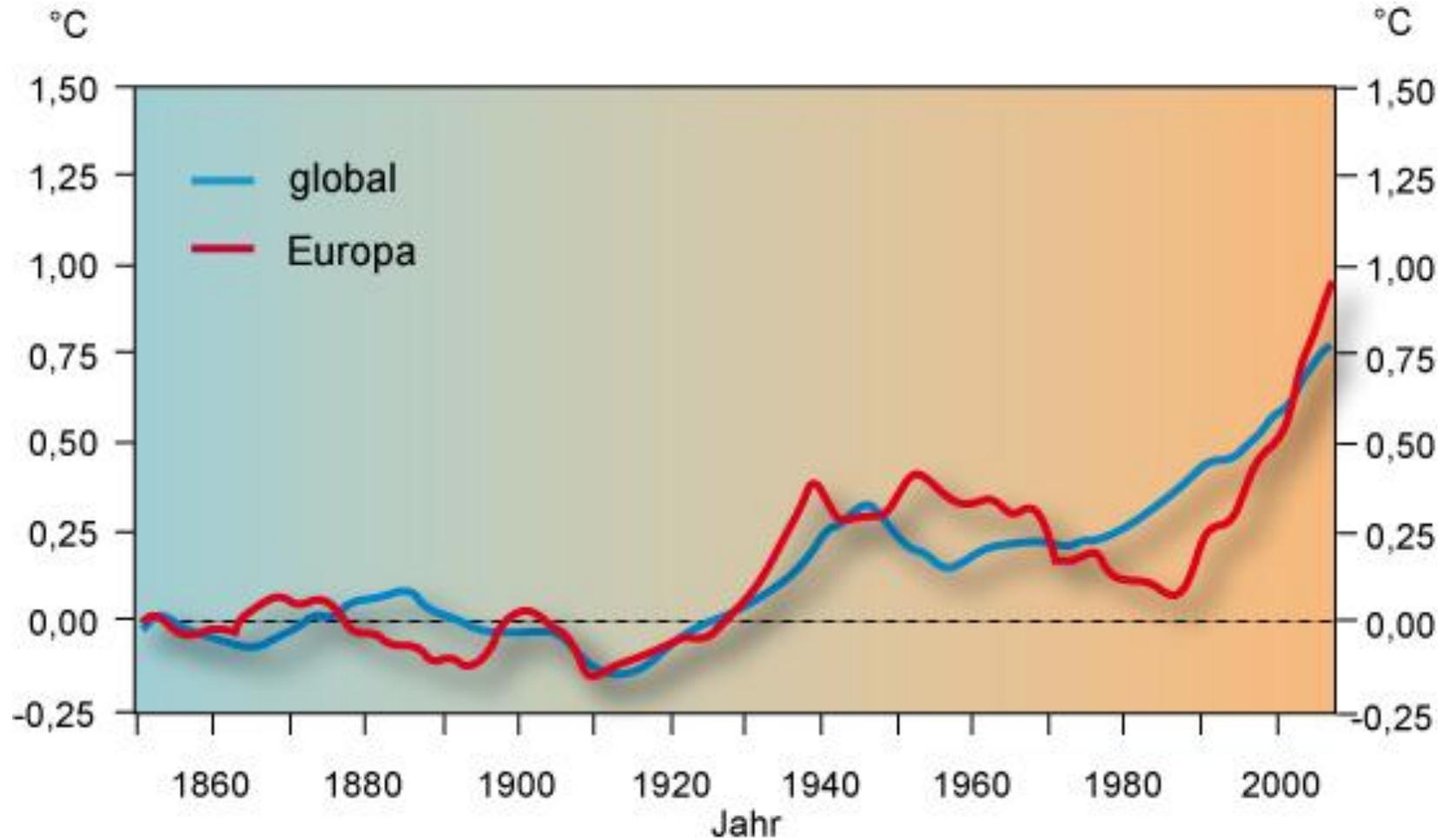
	<p>Wasser lösen kann?</p> <p>Ist es besser, wenn gar kein CO₂ im Wasser ist?</p> <p>Wie können wir diese Beobachtung auf unsere Erde, also auf Flüsse, Seen und das Meer übertragen? Und was bedeutet es, wenn der CO₂-Gehalt in der Luft ansteigt? Erläuterung Kohlensäure, CO₂-Speicherung im Wasser Verweis auf Klimaabkommen: Die mittlere Temperatur auf der Erde soll maximal um 2 °C erhöhen, daher soll weniger Kohlenstoffdioxid freigesetzt werden → Energiewende in Deutschland</p>	<p>SuS: Diskussion, Vermutungen, z.B.: Wenn viel CO₂ im Wasser ist, wirkt es wie eine Säure. Muschelschalen können aufgelöst werden. Viel CO₂ ist also schlecht. SuS: Diskussion, Vermutungen; z.B.: Wasserpflanzen brauchen CO₂, sie produzieren O₂ für die Fische Die Muscheln brauchen CO₂, um Schalen zu bilden</p> <p>SuS: Diskussion, Vermutungen</p> <p>Es löst sich mehr CO₂ im Wasser.</p>	
--	---	---	--

* = Der Kohlenstoffdioxid-Nachweis mit Kalkwasser wird im Modul „Chemische Energieträger“ eingeführt. Sollten die SuS dies nicht bearbeitet haben, muss die Nachweisreaktion hier eingeschoben werden, bevor AB 4 und 5 bearbeitet werden.

Verschiedene Energieträger im Vergleich

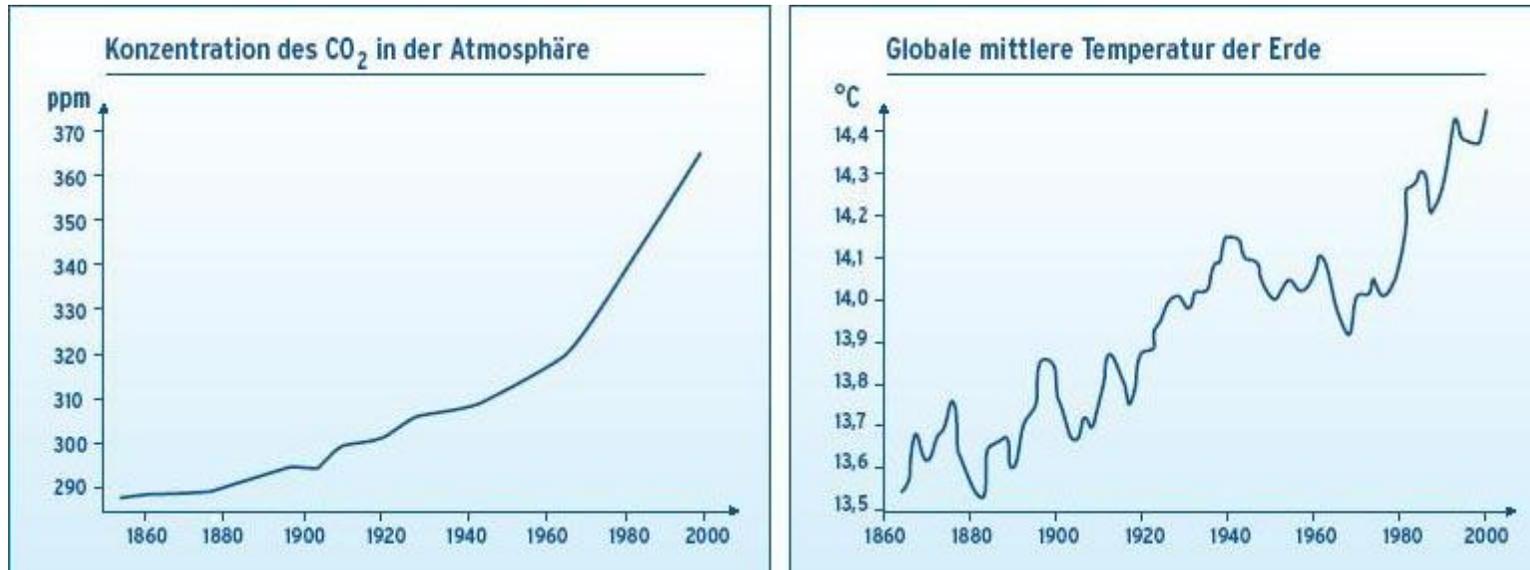
Energieträger	Energiegehalt (kJ/g)	Herstellung/Gewinnung	Vorräte	Problem(e)
Kohle	20 - 30	Bergbau/Tagebau	endlich	Landschaftszerstörung
Erdgas	ca. 30, schwankend	Förderung aus der Erde	endlich	
Pflanzenöl	40	Ölpflanzen wie Raps, Ölpalme	nachwachsend	Nahrungspflanzen, Monokulturen
Holz	19	Bäume	nachwachsend	Landschaftsverbrauch
Pellets	18	Pflanzenreste	nachwachsend	
Ethanol (Biokraftstoff)	30	aus Getreide oder Zuckerrohr	nachwachsend	Nahrungspflanzen
Diesel	45	Erdöl	endlich	
Benzin	42	Erdöl	endlich	
Biodiesel	36	Pflanzenöl	nachwachsend	Nahrungspflanzen, Monokulturen
Biogas	ca. 24, schwankend	Mais, Pflanzenreste, Gülle ...	nachwachsend	Monokulturen

Temperaturveränderung in Europa und der Welt seit Beginn der industriellen Entwicklung



Mittlere Temperaturveränderung in Europa und global 1850-2007 als Abweichung vom Mittel des Gesamtzeitraumes (Quelle: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klima%C3%A4nderungen_in_Europa, abgerufen 23.01.2018)

CO₂-Konzentration und Temperaturveränderung seit Beginn der industriellen Entwicklung



(Quelle: <http://www.klimawandel-global.de/klimawandel/ursachen/co2-emissionen/neue-klimawandel-studie-co2-ausstoss-auf-rekordniveau-gestiegen/>, abgerufen 23.01.2018)



Was weißt du über Energie?

Name

Ich bin ein: Mädchen Junge

Geburtsdatum:

Hinweise:

Auf den nächsten Seiten gibt es Fragen, bei denen du ankreuzen kannst, ob die Antwort richtig oder falsch ist. Bei einigen Fragen gibt es nur eine richtige Antwort. Es gibt aber auch Fragen, bei denen es mehrere richtige Antworten gibt.

Wenn du ein Kreuz falsch gesetzt hast, streiche es durch und mache das Kreuz an der richtigen Stelle.

Lies die Aufgaben genau durch. Wenn du etwas nicht verstehst, fragst du nach.

So kreuzt du an:

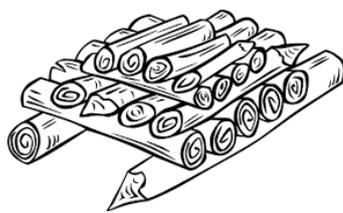
Beispiel 1: Wie viele Tage hat eine Woche?

	richtig	falsch
2 Tage		X
5 Tage		X
7 Tage	X	
10 Tage		X

Beispiel 2: Was hat üblicherweise Räder?

	richtig	falsch
Fahrrad	X	
Tisch		X
Auto	X	
Tür		X

- 1) Wenn Holz verbrennt, wird es darum herum warm. Woher stammt die Energie für die Wärme?

	richtig	falsch	
Die Energie entsteht erst, wenn das Holz angezündet wird.			
Die Energie war im Holz gespeichert.			
Das Feuer holt sich die Energie aus der Umgebung.			

- 2) Wobei wird chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt?

	richtig	falsch
Nahrung wird verdaut, damit wir warm bleiben.		
Holzkohle wird in einem Grill verbrannt.		
Die Sonne scheint auf die Straße, die warm wird.		

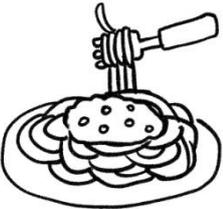
- 3) In Benzin ist Energie gespeichert. In welcher Form liegt sie darin vor?

	richtig	falsch	
als Wärmeenergie			
als chemische Energie			
als Bewegungsenergie			

- 4) Was entsteht, wenn ein chemischer Energieträger wie z.B. Holz oder Benzin verbrennt?

	richtig	falsch	
nur Kohlenstoffdioxid			
Kohlenstoffdioxid und Wasser			
nur Wasser			

- 5) Wenn wir Nudeln essen, nehmen wir die darin gespeicherte Energie auf. Was machen wir alles damit? Wir wandeln sie um...

	richtig	falsch	
in Bewegungsenergie, wenn wir laufen.			
in Lichtenergie, wenn wir eine Lampe einschalten.			
in Wärmeenergie, damit uns warm ist.			

- 6) Wenn man einen Energieträger verbrennt, kann man die darin gespeicherte Energie nutzen. Welches ist ein chemischer Energiespeicher?

		richtig	falsch
	Sand		
	Wasser		
	Mehl		

1) Welche Aussage trifft zu?

	richtig	falsch	
Menschen brauchen Kohlenstoffdioxid.			
Pflanzen brauchen Kohlenstoffdioxid.			
Menschen produzieren Kohlenstoffdioxid.			

2) Wie wirkt Kohlenstoffdioxid in der Luft, wenn die Sonne scheint?

	richtig	falsch	
Die Lufttemperatur erhöht sich.			
Die Lufttemperatur sinkt.			
Die Lufttemperatur verändert sich nicht.			

3) Muscheln ...

	richtig	falsch	
speichern Kohlenstoffdioxid in ihrer Schale.			
brauchen Kohlenstoffdioxid zum Atmen.			
werden beschädigt, wenn zu viel Kohlenstoffdioxid im Wasser gelöst ist.			

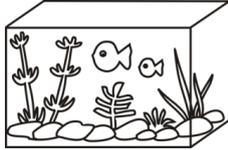
4) Kohlenstoffdioxid ...

	richtig	falsch	
löst sich gar nicht in Wasser.			
löst sich besser in kaltem Wasser.			
löst sich besser in warmem Wasser.			

5) Kohlenstoffdioxid ...

	richtig	falsch	
entsteht beim Verbrennen von Erdöl.			
brauchen Bäume, damit sie wachsen können.			
sollte am besten überhaupt nicht entstehen.			

6) Wenn viel Kohlenstoffdioxid in Wasser gelöst ist, ...

	richtig	falsch	
können Fische besser atmen.			
können Wasserpflanzen besser wachsen.			
wirkt das Wasser wie eine Säure.			

Name:

Datum:

Was brennt bei einer Kerze?

Geräte

200 mL Becherglas, Heizplatte, Tiegelzange, Stumpenkerze, Holzzange, Glasplatte

Materialien

Wasser, lange Streichhölzer, Aluröhrchen, großes Wachsstück, Docht ohne Wachs, Docht mit Wachs, Aluschale mit Wachs

Sicherheitshinweis

Vorsicht beim Anzünden. Halte Abstand von der Flamme! Beuge dich nie über die Flamme!
Wenn ein Streichholz halb abgebrannt ist, wird es im Wasserglas entsorgt.

Durchführung 1

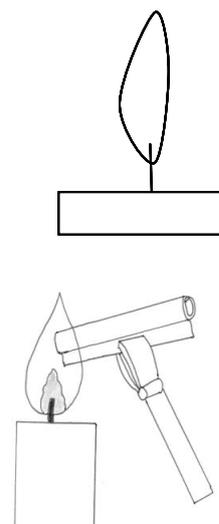
1. Schmelzt ein Stückchen Wachs in der Aluschale auf der Heizplatte (ca. 150 °C).
2. Füllt das Becherglas halbvoll mit Leitungswasser.
3. Nehmt nacheinander eine der drei Proben Wachsstück, Docht ohne Wachs und Docht mit Wachs mit der Tiegelzange und haltet sie direkt über das Becherglas. Zündet ein Streichholz an und haltet es von oben an die Probe.
4. Haltet danach ein brennendes Streichholz direkt über das flüssige Wachs.
5. Welches der vier Materialien brennt wie eine Kerze? Kreuzt an!

Beobachtung 1

Wachsstück: ja nein Docht ohne Wachs: ja nein
flüssiges Wachs: ja nein Docht mit Wachs: ja nein

Durchführung 2

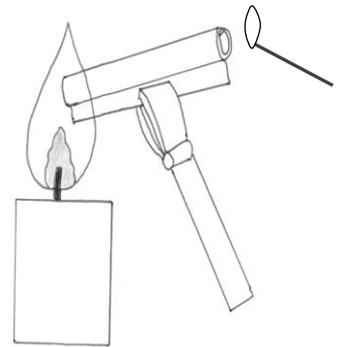
6. Zündet die Kerze an. Schaut euch die Kerzenflamme genau an. Welche Zonen erkennt ihr? Zeichnet diese ein!
7. Wickelt das Aluminiumröhrchen ein wenig ab und befestigt die Holzklammer in der Mitte des abgerollten Stücks.
8. Haltet das Röhrchen mit dem unteren Ende in den gelb leuchtenden Teil der Kerzenflamme wie auf der Zeichnung (nie ins Wachs tauchen!). Was seht ihr am oberen Ende?
9. Danach haltet ihr das untere Ende des Röhrchens in die blaue Flammenzone. Was seht ihr jetzt am oberen Ende?



Beobachtung 2

Durchführung 3

9. Haltet das Aluminiumröhrchen wie in Durchführung 1 beschrieben wieder in den oberen gelb leuchtenden Teil der Kerzenflamme. Versucht, den Rauch anzuzünden, der am Ende herauskommt. Brennt er?
10. Haltet das Röhrchen dann in die untere dunkle Flammenzone und versucht jetzt, den Rauch anzuzünden. Brennt dieser?



Beobachtung 3

Durchführung 4

11. Pustet die Kerzenflamme vorsichtig aus und haltet das noch brennende Streichholz sofort danach in die Nähe des Kerzendochtes. Was könnt ihr beobachten?
12. Diesen Vorgang könnt ihr noch ein paar Mal wiederholen.

Beobachtung 4

Durchführung 4

14. Haltet die Glasplatte mit der Zange kurz flach in den gelb leuchtenden Teil der Flamme.
15. Haltet sie danach mit einer anderen Stelle in die dunkle Flammenzone direkt über den Docht. Was seht ihr auf der Glasplatte jetzt? Und wenn sie kalt ist?

Beobachtung 5

Erklärung

Name:

Datum:

Chemische Energieträger – Was passiert bei der Nutzung?

Geräte

3 x 50 mL-Erlenmeyerkolben, Messzylinder 50 mL, Spritze mit Schlauchaufsatz, Sodamaschine mit CO₂-Kartusche, Abfallgefäß für Kalkwasser, Reagenzglasständer mit Reagenzglas, Trichter, 250 mL-Becherglas, Uhrglas, Glas mit Schraubdeckel,

Materialien

Kalkwasser (gesättigte Calciumhydroxidlösung), Watte, Kerze, Streichhölzer, Wasserglas, Luftballon und Strohhalm (im Seminarraum)

Sicherheitshinweis

Vorsicht beim Umgang mit den Streichhölzern! Entsorge sie im Wasserglas.
Kalkwasser ist ätzend. Handschuhe tragen! Im Abfallgefäß entsorgen!

**Hinweis: Das Kalkwasservorratsgefäß muss nach jeder Entnahme
sofort wieder verschlossen werden!**

A. Kohlenstoffdioxidnachweis mit Kalkwasser

Durchführung

1. Füllt je 20 mL Kalkwasser in zwei Erlenmeyerkolben.
2. Taucht den Schlauch der Sodamaschine in das Kalkwasser des ersten Kolbens hinein und verschließt die Öffnung mit einem Stück Watte. Haltet die Watte fest und leitet durch **vorsichtiges Drücken** der Sodamaschine Kohlenstoffdioxid (CO₂) ein. Was passiert?
3. Zieht Luft aus eurer Umgebung in die Spritze. Überlegt: Woraus besteht Luft?
4. Steckt den Schlauch in die Flüssigkeit des zweiten Kolbens und verschließt ihn mit einem Wattestopfen. Drückt die Luft langsam in die Flüssigkeit. Ändert sich etwas?

Beobachtung

Erklärung: So funktioniert der Kohlenstoffdioxidnachweis:

Wenn Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser gelangt,

B. Untersuchung der Verbrennungsprodukte von Energieträgern

Durchführung 1: Kerze

1. Füllt mithilfe des Trichters das Reagenzglas etwa **halbvoll** mit Kalkwasser.
2. Zündet die Kerze an und haltet das 250 mL-Becherglas umgedreht darüber, sodass die Verbrennungsgase der Kerze darin aufgefangen werden.
3. Schiebt den Schlauchaufsatz der Spritze von unten weit in das Becherglas und zieht damit das Gas aus dem Becherglas in die Spritze ein.
4. Taucht den Schlauchaufsatz der Spritze ca. 2 cm tief in das Kalkwasser und entleert **langsam** die Spritze (Vorsichtig entleeren, sonst spritzt es!).
5. Wiederholt Punkt 3 – 4 mehrfach. Was beobachtet ihr?

Beobachtung 1

Durchführung 2: Atemluft

1. Füllt 20 mL Kalkwasser in den dritten Erlenmeyerkolben
2. Pustet den Luftballon auf, schiebt ihn dann über das Strohhalmende und haltet ihn dabei fest. Lasst die Luft **vorsichtig** aus dem Ballon in den Strohhalm ab. Testet dies einmal!
3. Taucht den Strohhalm in das Kalkwasser und verschließt den Kolben mit Watte. Lasst die Luft aus dem Luftballon über den Strohhalm in das Kalkwasser blubbern. Was beobachtet ihr?

Beobachtung 2

Wie kannst du deine Beobachtungen erklären?

C. Entsteht nur Kohlenstoffdioxid?

Durchführung

1. Haucht gegen das Uhrglas. Was passiert?
2. Füllt das Schraubdeckelglas mit **kaltem** Wasser voll, schraubt es zu und trocknet es ab.
3. Entzündet die Kerze wieder. Haltet eine Seite des Glases etwa 2 cm über die Kerzenflamme, sodass das Glas nicht schwarz wird. Schaut **sofort** ganz genau hin! Was seht ihr auf dem Glas um die Flamme herum?
4. Zur Wiederholung müsst ihr das Glas jedes Mal etwas drehen, um eine kalte Stelle zu benutzen.

Beobachtung

Wie kannst du deine Beobachtungen erklären?

Was entsteht, wenn Wachs verbrennt und auch in unserem Körper?

Name:

Datum:

Kann man messen, wie viel Energie in einem Energieträger steckt?

Geräte

Waage, Thermometer, Erlenmeyerkolben 100 mL, Messzylinder 50 mL, Stativ mit Klammer

Materialien

Kerze, Streichhölzer, Wasserglas

Sicherheitshinweis:

Vorsicht beim Umgang mit den Streichhölzern! Entsorge sie im Wasserglas.

Durchführung

1. Füllt 50 mL Wasser in den Erlenmeyerkolben und befestigt ihn mit der Klammer am Stativ.
2. Misst die Wassertemperatur: _____ °C
3. Wiegt die Kerze: _____ g
4. Stellt die Kerze unter den Erlenmeyerkolben und zündet sie an.
5. Wartet, bis die Wassertemperatur 50 °C erreicht. Pustet dann die Kerze vorsichtig aus (es darf kein Wachs heraus spritzen!) und lest den genauen Wert vom Thermometer ab.
6. Wiegt die Kerze, wenn sie abgekühlt ist: _____ g

Beobachtung

vorher: Temperatur: _____ °C Kerzengewicht: _____ g

nachher: Temperatur: _____ °C Kerzengewicht: _____ g

Differenz: _____ °C _____ g

Ergebnis

Um die Temperatur von 50 mL Wasser um _____ °C zu erhöhen, müssen _____ g Wachs verbrannt werden.

Vergleiche deine Ergebnisse mit den anderen!

**Gelangt die gesamte Wärmeenergie in das Wasser? Was passiert sonst noch?
Wie kannst du deine Messung noch verbessern?**

Kann man auch andere Energieträger damit untersuchen?

Name:

Datum:

Chemische Energieträger – Wie viel Energie steckt drin?

Geräte

Waage, Thermometer, Erlenmeyerkolben 100 mL, Messzylinder 50 mL, Stativ mit Klammer, Magnetrührer, Rührkern, Windschutz, 3 x Porzellanschale klein, Aludeckel mit Baumwolldocht, Pipette, Wattedoht, Tiegelzange

Materialien

Wasserglas, Streichhölzer, Ethanol (Brennspiritus), Pflanzenöl, Kerze, Streichhölzer ohne Kopf

Sicherheitshinweis:

Vorsicht beim Umgang mit den Streichhölzern! Entsorge sie im Wasserglas.
Die Porzellanschalen werden heiß!

Mit dem Thermometer wird nicht gerührt!

1. Holz

Durchführung 1

1. Gebt 50 mL Wasser und den Rührkern in den Kolben und befestigt ihn etwa 3 cm über dem Magnetrührer am Stativ.
2. Stellt das Thermometer so in den Kolben, dass es möglich weit von Rührkern entfernt steht. Stellt den Rührer auf etwa 250 Umdrehungen/Minute ein. Der Rührkern darf das Thermometer nicht berühren, wenn er sich dreht. Testet dies!
3. Messt die Wassertemperatur und tragt sie in die Tabelle ein.
4. Legt ca. 25 Streichhölzer ohne Kopf in die Porzellanschale und wiegt die Schale mit dem Inhalt. Tragt den Wert in die Tabelle ein.
5. Stellt die Schale unter den Kolben und zündet die Hölzer von unten an. Achtet darauf, dass sich die Flamme möglichst in der Mitte unter dem Kolben befindet.
6. Wartet, bis die Wassertemperatur 50 °C erreicht. Pustet dann die Flamme aus.
7. Wiegt die Schale mit den Resten, wenn sie abgekühlt ist, und notiert den Wert.
8. Berechnet die Temperatur- und Gewichtsdiﬀerenz vorher – nachher.

Beobachtung 1

	Temperatur [°C]	Gewicht: Schale + Holz [g]
vorher		
nachher		
Differenz		

2. Ethanol (Brennspiritus)

Durchführung 2

1. Entleert den Kolben (Achtung: Rührkern!), kühlt ihn unter Wasser ab und trocknet ihn von außen ab.
2. Befestigt den Kolben wieder am Stativ, füllt 50 mL Wasser hinein und legt den Rührkern hinein.
3. Stellt das Thermometer hinein und startet den Rührer (Achtung: Abstand!) Notiert die Wassertemperatur.
4. Gebt 1 mL Ethanol in die Porzellanschale und deckt sie mit der Alufolie mit Docht ab. Was beobachtest du? _____.
5. Wiegt alles zusammen und notiert den Wert in der Tabelle.
6. Stellt die Schale unter den Erlenmeyerkolben, positioniert den Windschutz und zündet den Docht an. Achtet darauf, dass sich die Flamme möglichst in der Mitte unter dem Kolben befindet.
7. Wartet, bis die Wassertemperatur 50 °C erreicht. Pustet dann die Flamme aus.
8. Wiegt die Schale mit den Resten (Achtung heiß! Wartet einen Moment, bis sie sich anfassen lässt oder nimmt die Tiegelzange.). Tragt den Wert in die Tabelle ein.
9. Berechnet Temperatur- und Gewichtsdiﬀerenz.

Beobachtung 2

	Temperatur [°C]	Gewicht: Schale + Ethanol + Aludeckel + Docht [g]
vorher		
nachher		
Differenz		

3. Pflanzenöl

Durchführung 3

1. Entleert den Kolben (Achtung: Rührkern!), kühlt ihn unter Wasser ab und trocknet ihn von außen ab.
2. Befestigt ihn wieder am Stativ, gibt 50 mL Wasser und den Rührkern hinein.
3. Stellt das Thermometer hinein und startet den Rührer (Achtung: Abstand!)
4. Messt die Wassertemperatur und notieret sie in der Tabelle.
5. Dreht aus der Watte einen kleinen Docht und stellt ihn in die Porzellanschale.

6. Gebt so viel Pflanzenöl in die Schale, dass der Boden gut bedeckt ist, und stellt den Docht hinein. Was beobachtest du? _____
7. Wiegt die Schale mit dem Inhalt und notiert den Wert in der Tabelle.
8. Stellt die Schale unter den Erlenmeyerkolben und positioniert den Windschutz. Zündet dann den Docht an. Achtet darauf, dass sich die Flamme möglichst in der Mitte unter dem Kolben befindet.
9. Wartet, bis die Wassertemperatur 50 °C erreicht. Pustet dann die Flamme aus.
10. Wiegt die Schale mit den Resten, wenn sie abgekühlt ist, und notiert den Wert. Berechnet Temperatur- und Gewichts­differenz.

Beobachtung 3

	Temperatur [°C]	Gewicht: Schale + Öl + Docht [g]
vorher		
nachher		
Differenz		

Gesamtauswertung

Um die Temperatur von 50 mL Wasser von 20 °C auf 50 °C zu erhöhen, müssen

_____ g Holz oder

_____ g Ethanol oder

_____ g Pflanzenöl

verbrannt werden.

Was kannst du aus deinen Ergebnissen schließen: Welcher Energieträger enthält mehr Energie?

_____ > _____ > _____

Name:

Datum:

Atmen Pflanzen auch?

Geräte

3 Schnappdeckelgläser, 2 Tropfpipetten, Glasstab, Spatel, Erlenmeyerkolben, Sodastreamer (CO₂-Spender), Pinzette, Pflanzenlampe, Permanentstift

Materialien

kaltes abgekochtes Wasser, Farbstofflösung (0,05 % Indigocarmin in Wasser), Entfärberlösung (5 % Natriumdithionit Na₂S₂O₄ in Wasser frisch angesetzt), Aktivkohle, Wasserstoffperoxid 3%, Wasserpflanzen (z.B. Wasserpest) oder Kresse mit Wurzeln

Durchführung

1. Beschriftet ein Schnappdeckelglas mit „CO₂“. Füllt etwa 50 mL kaltes, abgekochtes Wasser in den Erlenmeyerkolben und gebt mit dem Sodastreamer mehrere Stöße Kohlenstoffdioxid in das Wasser hinein. Mit diesem Wasser füllt ihr das Schnappdeckelglas etwa dreiviertelvoll.
2. Beschriftet das andere Schnappdeckelglas mit „abgekocht“ und füllt es mit abgekochtem, kaltem Wasser etwa dreiviertelvoll.

Vermutung: Warum wird das Wasser abgekocht?

3. Gebt in beide Gläser jeweils 1 mL Farbstofflösung und rührt **vorsichtig** um (es soll keine Luft eingerührt werden!). Dann gebt ihr in beide Gläser tropfenweise Entfärberlösung hinzu und rührt jedes Mal **vorsichtig** um, bis die Lösungen farblos sind.
4. Taucht nun jeweils ein Pflanzenbüschel mit den Blättern nach unten gerichtet in jedes Glas und stellt die Gläser so vor eine Pflanzenlampe, dass sie beide gleich viel Licht bekommen.
5. Wartet einige Minuten. Was beobachtet ihr dann **in der Umgebung der Blätter**?

Beobachtung

Der Nachweis von Sauerstoff

→ **Hinweis: Wasserstoffperoxid setzt mit Aktivkohle Sauerstoff frei!**

Durchführung

1. Füllt etwas abgekochtes, kaltes Wasser in ein Schnapdeckelglas, gebt dann 1 mL Farbstofflösung und schüttelt vorsichtig.
2. Anschließend tropft ihr langsam Entfärberlösung in das Glas und rührt jedes Mal vorsichtig, bis sich die Lösung entfärbt etwa (meist reichen etwa 6 Tropfen).
3. Gebt nun eine Spatelspitze (mehr nicht!) Aktivkohle und anschließend einige Tropfen Wasserstoffperoxidlösung in das Glas und rührt vorsichtig um. Was passiert?

Beobachtung

Erkläre mit deinen Worten: Wie lässt sich Sauerstoff nachweisen?

Was kannst du aus deinen Beobachtungen im ersten Versuchsteil schließen?

Erkenntnis: Wie atmen Pflanzen?

Sie nehmen _____ auf und geben _____ ab.

Zum Vergleich: Wie atmen wir Menschen?

Wir nehmen _____ auf und geben _____ ab.

Name:

Datum:

Was macht Kohlenstoffdioxid in der Luft?

Geräte

2 Erlenmeyerkolben weit (100 mL), 2 doppelt durchbohrte Gummistopfen mit Glasröhrchen und Thermometer (die Thermometerspitzen müssen in den Kolben auf gleicher Höhe sitzen), Soda-Maschine, Infrarotlampe, Stoppuhr mit Wecker

Durchführung

1. Steckt den Schlauch der Soda -Maschine in einen Erlenmeyerkolben und bläst etwa 10 Sekunden Kohlenstoffdioxid hinein. Verschließt ihn dann mit einem Stopfen.
2. Verschließt den anderen Kolben mit dem zweiten Stopfen.
Was befindet sich in diesem Kolben? _____
3. Stellt beide Kolben in ca. 10 cm Abstand vor die Infrarotlampe und richtet sie so aus, dass auch die Thermometergleich weit entfernt sind.

Wichtig: Der Abstand von der Lampe muss genau gleich sein!

4. Notiert die Anfangstemperaturen und schaltet dann die Lampe an.
5. Messt alle 5 Minuten die Temperaturen in beiden Kolben. Was beobachtet ihr?

Beobachtung

Zeit [min]	Temperatur Kolben CO ₂ [°C]	Temperatur Kolben Luft [°C]
0		
5		
10		
15		

Erklärung

Was passiert, wenn viel Kohlenstoffdioxid in der Luft vorhanden ist?

Name:

Datum:

Kohlenstoffdioxid und Wasser

Geräte

Schüssel, 250 ml-Messzylinder mit gerader Öffnung, Thermometer, Petrischale, Stift

Materialien

4 Brausetabletten, Wasser

Durchführung

1. Füllt die Schüssel halbvoll mit Leitungswasser.
2. Füllt den Messzylinder vollständig mit Wasser und misst die Temperatur.
3. Deckt den Messzylinder mit der Petrischale zu. Stellt ihn vorsichtig mit der Öffnung nach unten auf der Petrischale in die wassergefüllte Schüssel. Dabei soll möglichst keine Luft in den Messzylinder gelangen.
4. Markiert den Anfangswasserstand durch einen Strich außen am Messzylinder.
5. Legt schnell eine Brausetablette unter den Messzylinder. Nachdem sie sich vollständig aufgelöst hat, markiert ihr den neuen Wasserstand am Messzylinder.
6. Legt dann eine zweite Brausetablette unter den Messzylinder und markiert nach Auflösung erneut den Wasserstand.
7. Dreht den Messzylinder um. Lest die markierten Werte ab. Denkt daran, dass der Zylinder bei der Durchführung auf dem Kopf stand! Notiert die Werte in der Tabelle und berechnet dann den Unterschied.

T = _____ °C	Wasserstand vorher	Wasserstand nachher	Unterschied
1. Brausetablette			
2. Brausetablette			

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen? Wo ist das Kohlenstoffdioxid geblieben?

Und wenn das Wasser wärmer ist?

Durchführung weiter

8. Füllt die Schüssel halbvoll mit warmen Wasser aus der Leitung.
9. Füllt den Messzylinder mit ebenfalls mit warmen Wasser und misst die Temperatur. Es soll etwa 40 °C warm sein. Gebt noch kaltes bzw. heißes Wasser dazu, bis er komplett voll ist.
10. Wiederholt dann die Punkte 3 – 7 aus dem ersten Versuch.

T = _____ °C	Wasserstand vorher	Wasserstand nachher	Unterschied
1. Brausetablette			
2. Brausetablette			

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen? Wie wirkt sich eine erhöhte Wassertemperatur auf dem CO₂-Gehalt des Wassers aus?

Was bedeutet das für die Ozeane?

Name:

Datum:

Wie kommt das Kohlenstoffdioxid ins Wasser?

Geräte

Reagenzglasständer, 2 Reagenzgläser, Trichter, 2 Wattestopfen, Strohhalmbrücke, Abfallglas

Materialien

Kalkwasser (gesättigte $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung) Wasser, kleine Brausetablettenstücke

Sicherheitshinweis

Kalkwasser ist ätzend. Handschuhe tragen. Im Abfallglas entsorgen.

Durchführung

1. Füllt in ein Reagenzglas mithilfe des Trichters etwa 4 fingerbreit Kalkwasser und verschließt es dann mit einem Wattestopfen. Dies ist Glas A.
2. Steckt ein Ende der Strohhalmbrücke durch den Stopfen, das Strohhalmende soll gerade so unter dem Stopfen heraus schauen.
3. Füllt in das zweite Reagenzglas etwa 4 fingerbreit Wasser und stellt es vier Plätze von Glas A entfernt in den Reagenzglasständer. Dies ist Glas B.
4. Gebt ein kleines Stück Brausetablette in Glas B, steckt das andere Ende der Strohhalmbrücke hinein und verschließt es sofort mit einem Stopfen.
5. Wiederholt dies, bis sich Lösung in Glas A verändert. Schaut genau hin!

Beobachtung

Kannst du deine Beobachtung erklären?

Wie kommt Kohlenstoffdioxid ins Wasser, also auch in das Meer?

Name:

Datum:

Wie wirkt Kohlenstoffdioxid im Wasser?

A. Vorversuch

Geräte

25 mL-Messzylinder, 100 mL-Erlenmeyerkolben eng, 3 Reagenzgläser im Reagenzglasständer

Materialien

Zitronensaft, Wasser, Haushaltsessig (5 %), Indikator-Lösung (0,1 % Methylrot in Ethanol),
Watte, Strohhalm, Luftballon

Durchführung

1. Fülle 50 mL Wasser in den Erlenmeyerkolben, gib 3 Tropfen Indikator-Lösung dazu und rühre um. Gib in jedes der drei Reagenzgläser 5mL dieser Lösung.
2. Gib in das erste Reagenzglas einige Tropfen Zitronensaft, in das zweite Wasser, in das dritte etwas Essig. Was passiert?

Beobachtung 1

Überlege! Was zeigt die Indikator-Lösung an?

3. Stell den Strohhalm in den Erlenmeyerkolben und verschließe den Kolben dann mit etwas Watte.
4. Puste den Luftballon auf. Stülpe ihn dann über den Strohhalm und lass die Luft in langsam in die Lösung blubbern. Was passiert?

Beobachtung 2

Was kannst du daraus schließen? Wie wirkt Kohlenstoffdioxid im Wasser?

Kohlendioxid in Wasser heißt _____

B. Was hat Kohlenstoffdioxid mit Muscheln und Eierschale zu tun?

Geräte

2 Erlenmeyerkolben 50 mL weit, 2 Gärröhrchen mit durchbohrtem Gummistopfen, Pipette, Abfallgefäß für Kalkwasser

Materialien

Muscheln, Eierschale, Kalkwasser (gesättigte Lösung von $\text{Ca}(\text{OH})_2$), Salzsäure (10 %)

Sicherheitshinweis

Kalkwasser und Salzsäure sind ätzend. Handschuhe tragen!

Durchführung

1. Gib eine Muschel in den Erlenmeyerkolben.
2. Fülle mit der Pipette 2 mL Kalkwasser in ein Gärröhrchen.
3. Gib nun ca. 20 Tropfen Salzsäure auf die Muschel und verschließe den Kolben sofort mit dem vorbereiteten Gärröhrchen. Was beobachtest du?
4. Gib einige Stücke Eierschale in den zweiten Kolben. Wiederhole die Schritte 2 – 4.

Beobachtung

Erklärung

Was bedeutet es für Meerestiere wie Muscheln oder Korallen, wenn mehr Kohlenstoffdioxid im Wasser gelöst ist?

a. Erneuerbare Energien

1. Versuchsreihe: Sonnenenergie

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Einstieg 10 min	Was ist Energie? Wozu ist Energie gut? Wie nutzt man Energie? * Zur Einführung eine kurze Geschichte* Energieformen werden notiert	SuS: nennen ihre Erkenntnisse, Diskussion SuS nennen die Stellen, wo Energieformen auftreten/ umgewandelt werden	„Der Fahrradfahrer“ ; Bild an die Tafel heften
Hinführung 5 min	Wo kommt die Energie her, die wir zu Hause oder hier nutzen? Einführung des Begriffs „Erneuerbare Energien“, Definition: Energie aus Quellen, die praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen (deren Nutzung nicht zur Erschöpfung der Quelle beiträgt) oder die sich verhältnismäßig schnell selbst erneuern. Was gehört dazu? Wir wollen diese Quellen in den nächsten Versuchen genauer kennenlernen und herausfinden, woher die Energie genau herkommt.	Vermutungen, z.B. Kraftwerk, Solaranlage auf dem Dach, Windkraftanlagen Vorschläge, z.B. Sonne, Wind u.a. <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung 55 min		SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse	AB1: Wärme von der Sonne; AB2: Strom aus Sonnenlicht
Auswertung 15 min	Was habt ihr im ersten Versuch beobachtet? Warum ist das so? Kennt ihr Anwendungen dafür ? Warum wird es überhaupt warm? Das Sonnenlicht kommt doch durch das Weltall, dort ist es extrem kalt. Erklärung: Die Wärme entsteht, wenn das Sonnenlicht	SuS: Das Wasser im schwarzen Gefäß wird am wärmer als das im weißen Gefäß Vermutungen, z.B. schwarze Sachen nehmen die Wärme auf, weiße nicht SuS: z.B. Solarthermieanlagen auf Hausdächern Vermutungen, z.B. die Wärme entsteht erst auf der Erde	Foto

	<p>auf Teilchen trifft, diese nehmen die Energie auf. Im Weltall gibt es keine Teilchen. Aber die Erde ist von der Atmosphäre umgeben. Ergebnis: Die Sonne gibt uns Wärme, weil die Lichtenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Das nennt man ‚Solarthermie‘. Was passiert im zweiten Versuch? Was könnte der Grund sein? Erkenntnis: Die Folie nimmt die Wärme nicht auf, sondern spiegelt sie auf das Zentrum, das ist der Finger. Eine wichtige praktische Anwendung von dieser Versuchsanordnung ist der Solarkocher (Anwendung beschreiben) Was habt ihr im dritten Versuch beobachtet?</p> <p>Woran könnte das liegen?</p> <p>Ergebnis: Die Energie des Sonnenlichts wird in elektrische Energie umgewandelt. Das nennt man ‚Fotovoltaik‘. Wie ist das bei den Solaranlagen auf den Dächern? Fällt das Sonnenlicht immer gerade darauf?</p> <p>Erläuterung: Fotovoltaik-Anlagen werden auf die Mittagssonne ausgerichtet. Es gibt Anlagen mit beweglichen Modulen.</p> <p>Zusammenfassung: Welche Energieformen bekommen wir von der Sonne? Wie können wir diese nutzen?</p>	<p>Der Finger wird ganz warm. ggf. Die Wärme von der ganzen Fläche trifft auf den Finger.</p> <p>Der Propeller bewegt sich, wenn man das Solarmodul anstrahlt. Wird nur das halbe Solarmodul angestrahlt bzw. schräg angestrahlt, bewegt er sich langsamer. Je mehr Licht auf das Modul fällt, desto mehr elektrische Energie entsteht. Und das Licht muss möglichst gerade auf das Modul fallen.</p> <p>Nicht den ganzen Tag, weil sich die Sonne bewegt.</p> <p>SuS: Lichtenergie trifft auf die Erde, die wird teilweise „automatisch“ in der Atmosphäre in Wärmeenergie umgewandelt, sie kann gezielt in Wärme- und in elektrische Energie umgewandelt werden.</p>	<p>Bild (s. Anhang)</p> <p>Bild</p> <p>Tafelbild (s. Anhang): elektrische E, WärmeE. inkl. Umwandlung ergänzen</p>
--	---	--	--

* = Die Einführung kann entfallen, wenn die SchülerInnen zuvor das Modul 1 ‚Grundlagen des Energiekonzepts – Energieformen und ihre Umwandlung‘ durchgeführt haben.

1a. Versuchsreihe: Grätzelzelle

Dieser Versuch ist für ältere oder naturwissenschaftlich besonders interessierte SchülerInnen geeignet.
Das in diesem Versuch eingesetzte Material stammt aus einem kommerziell erhältlichen Bausatz.

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 10 min	<p>Wenn man die Energie der Sonne in elektrische Energie umwandelt, nennt man das Fotovoltaik. Derartige Solarmodule sieht man oft auf Hausdächern, manchmal stehen auch ganze Solarparke z.B. auf Feldern. Woraus werden diese Solarmodule denn hergestellt?</p> <p>Erläuterung: Silicium ist ein chemisches Element (Si) und kommt in der Erdhülle in Form von Sand (SiO_2) häufig vor. Es wird aus Quarzsandgewonnen. Dazu benötigt man erst einmal viel Energie.</p> <p>Es gibt aber auch andere Möglichkeiten, eine Solarzelle zu bauen, und zwar mit Materialien, die ihr alle aus dem alltäglichem Leben kennt. Was seht ihr?</p> <p>Wir brauchen einen Farbstoff, wie er in Blüten oder Früchten vorkommt, dafür nehmen wir Hibiskustee. Außerdem Grafit, daraus bestehen Bleistiftminen. Und in Sonnenmilch ein weißes Pulver namens Titandioxid enthalten, deswegen bildet sie einen weißen Film auf der Haut.</p> <p>Aus diesem Materialien wollen wir jetzt im Labor eine Solarzelle bauen.</p>	<p>SuS: Vermutungen, ggf. Silicium</p> <p>SuS beschreiben die Materialien</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>Hibiskustee, Bleistift, Sonnenmilch</p>
Erarbeitung 60 min	<p><i>Die mit Titandioxid beschichteten Glasplatten werden in der Brennerflamme gesintert und zum Abkühlen zur Seite gelegt.</i></p>	<p>SuS führen die Vorbereitungen durch und notieren ihre Beobachtungen.</p> <p>Die mit Titandioxid beschichteten Glasplatten werden den Betreuern gegeben</p> <p>SuS beobachten den Vorgang</p>	<p>AB2a: Die Grätzelzelle</p> <p>Brenner, Feuerzeug, Tiegelzange, feuerfeste Ablage</p>

	In der Wartezeit wird der Aufbau anhand des Schemas erläutert.	SuS bauen die Solarzelle zusammen und führen damit verschiedene Untersuchungen durch.	Stehkreis im Labor, Schema: Aufbau einer Grätzelzelle weiter AB2a: Die Grätzelzelle
Auswertung 20 min	<p>Was habt ihr im ersten Teil beobachtet?</p> <p>Nach dem Zusammenbauen habt ihr die Zelle mit Licht bestrahlt. Was habt ihr dabei beobachtet?</p> <p>Was habt ihr dann weiter gemacht?</p> <p>Was konntet ihr dabei beobachten?</p> <p>Die Funktionsweise der Grätzelzelle wird anhand eines Schemas erklärt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Das sichtbare Licht wird von den Farbstoffteilchen aufgenommen, diese nehmen dabei Energie auf, dadurch wird ein geladenes Teilchen (ein Elektron) frei. - Das wird an die Titandioxidschicht weitergegeben, dann an die leitende Schicht. - Über das Kabel gelangt das Elektron in die leitende Schicht der zweiten Glasplatte. - Von da aus gelangt es über die Elektrolytlösung weiter zu den Farbstoffteilchen. <p>-> Es fließt Strom.</p>	<p>SuS: Nach dem Aufbringen der Titandioxidlösung und dem Trocknen verbleibt eine dünne, weiße Schicht auf der Platte.</p> <p>Nach dem Bemalen mit einem Bleistift verbleibt eine graue Schicht auf der Platte.</p> <p>Nach dem Einlegen in Tee hat sich die weiße Schicht rötlich verfärbt.</p> <p>SuS: Es war ein schwacher Strom messbar, einige mA stark.</p> <p>SuS berichten von ihren unterschiedlichen Untersuchungen</p> <p>SuS: Wenn mehrere Zellen zusammengeschlossen werden, steigt die Stromstärke. Kleine Verbraucher können damit betrieben werden.</p>	<p>Schema: Wie funktioniert eine Grätzelzelle? (siehe Anhang)</p>

2. Versuchsreihe: Windenergie

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	Auch mithilfe von Wind kann man Energie gewinnen. Kennt ihr Beispiele dafür? Was ist Wind eigentlich? Wir wollen untersuchen, was Wind ist und dann ein spezielles Windkraftwerk bauen	SuS: z.B. Windräder, Windmühlen Vermutungen, Diskussion <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung 45 min		SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse	AB3: Energie aus Wind; AB4: Aufwindkraftwerk
Auswertung 20 min	Was habt ihr im ersten Versuch beobachtet? Warum ist das so? Kennt ihr Anwendungen dafür? Und im zweiten Teil habt ihr die Drehbewegung erzeugt. Was ist dann passiert? In der Handkurbel steckt ein Generator, darin ist ein Magnet, der von einem Kupferdraht umwickelt ist. Wenn der sich dreht, wird Strom erzeugt, genauso funktioniert ein Windrad. Was passiert im zweiten Versuch? Warum ist das so? Und wenn die Säule schwarz ist? Was könnte der Grund sein? Erläuterung der Arbeitsweise: Die Luft in der Säule wird erwärmt und steigt auf, von unten strömt kühlere Luft in die Säule nach, die dann auch wieder erwärmt wird. Je wärmer die Luft in der Säule wird, desto größer ist der Luftzug = Kaminwirkung. Dadurch wird künstlich	SuS: Das Windrad dreht sich, wenn die Kerze brennt. Die Kerze erwärmt die Luft, die warme Luft steigt nach oben und dreht damit das Rad. Vermutungen, z.B. Weihnachtspyramide Der Propeller dreht sich, mit der Handkurbel wird Strom erzeugt. SuS: Das Windrad dreht sich, wenn das Licht auf die Säule scheint. Die Luft in der Säule wird erwärmt und steigt auf. Dann dreht sich das Rad schneller. Vermutung: In der schwarzen Rolle erwärmt sich die Luft stärker.	Bild Bilder Aufwindkraftwerk

	<p>Wind erzeugt. Mit dem Windrad wird dann Strom erzeugt. Wo ist es sinnvoll, solche Kraftwerke zu bauen?</p> <p>Was ist Wind denn eigentlich? Wie entsteht Wind? Wärme ist mit der Bewegungsenergie der Teilchen gleichzusetzen ist. Wind ist bewegte Luft, die ihre Bewegungsenergie auf andere Gegenstände übertragen kann. Erläuterung: Wind entsteht u.a., wenn die Luftmassen über zwei Gebieten unterschiedlich warm sind, die warme Luft steigt nach oben, Luft aus den umliegenden Gebieten strömt nach. Beispiel: Seewind –Wasser erwärmt sich durch Sonneneinstrahlung langsamer als der Erdboden, es entsteht Seewind. Daher stehen z.B. in Küstengebieten besonders viele Windräder.</p> <p>Wie stark die Auftriebswirkung von warmer Luft ist, kann man in einem Experiment sichtbar machen. Vorführversuch: Teebeutelrakete*</p> <p>Woher kommt die Energie, die im Wind steckt?</p> <p>Ergebnis: Mithilfe der Wärme von der Sonne entsteht Wind. Zusammenfassung: Welche Energieformen bekommen wir noch von der Sonne? Wie können wir diese nutzen?</p>	<p>SuS: Vermutungen, z.B. wo viel Sonne scheint</p> <p>Vermutungen, z.B. bewegte Luft Diskussion</p> <p>SuS: Lichtenergie trifft auf die Erde, die wird in Wärmeenergie umgewandelt. Dadurch entsteht Wind. Damit können wir auf verschiedenen Wegen elektrische Energie gewinnen.</p>	<p>leerer Teebeutel, Feuerzeug</p> <p>Tafelbild weiter: Ergänzung BewegungsE inkl. Umwandlung (Windkraftwerke)</p>
--	--	--	--

* = Von einem Teebeutel wird die Spitze abgeschnitten, so dass er sich auseinander klappen lässt. Der Teebeutel wird entleert. Ein Teebeutelschlauch bleibt zurück. Der Schlauch wird auseinander geklappt und senkrecht auf einen Teller gestellt. Das obere Ende wird mit einem Streichholz angezündet. Der Teebeutel wird von den entstehenden heißen Gasen mit nach oben gezogen und fliegt durch die Luft.

3. Versuchsreihe: Wasserenergie

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	<p>Auch mithilfe von Wasser kann man Energie gewinnen. Kennt ihr Beispiele dafür?</p> <p>Welche Energieformen können denn in Wasser gespeichert sein? Und welche Energieformen werden mittels Wasserkraft nutzbar?</p> <p>Wir wollen jetzt zwei unterschiedliche Wasserräder bauen und vergleichen</p>	<p>SuS: z.B. Wasserrad, Stausee..</p> <p>SuS: Vermutungen</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	
Erarbeitung 45 min		<p>SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse</p>	<p>AB5: Ein kleines Wasserkraftwerk</p>
Auswertung 20 min	<p>Was habt ihr im ersten Versuch beobachtet?</p> <p>Warum ist das so?</p> <p>Und wenn man den Trichter höher hält?</p> <p>Warum ist das so?</p> <p>Wenn das Wasser höher ist, ist mehr Lageenergie gespeichert. Auch diese wird auf das Wasserrad übertragen.</p> <p>Kennt ihr Anwendungen dafür?</p> <p>Was passiert im zweiten Versuch?</p> <p>Was könnte der Grund sein?</p>	<p>SuS: Das Wasserrad dreht sich, wenn ein Wasserstrahl auf eine Schaufel trifft. Mit dem großen Trichter dreht es sich schneller.</p> <p>SuS: Vermutung, z.B. der Wasserstrahl enthält Bewegungsenergie, die wird auf das Wasserrad übertragen. Durch den großen Trichter fließt mehr Wasser, also auch mehr Energie.</p> <p>Dann dreht sich das Rad schneller.</p> <p>Vermutung, z.B. je höher, desto schneller ist das Wasser</p> <p>ggf. Wasserkraftwerk, Pumpspeicherkraftwerk, Gezeitenkraftwerk...</p> <p>SuS: Der Becher dreht sich, wenn er Wasser enthält. Je höher das Wasser im Becher steht, desto schneller dreht er sich.</p> <p>Vermutungen, Wenn das Wasser hoch steht, ist mehr Lageenergie gespeichert.</p>	<p>Bilder</p>

	<p>Das Wasserrad dreht sich, der Becher dreht sich. Da ist also viel Bewegungsenergie enthalten. Wie können wir denn die Energie nutzen?</p> <p>Ergänzung: Wasserkraftwerke, strömendes Wasser lässt Turbine drehen, daraus macht ein Generator ebenfalls Strom Kennt ihr Anwendungen dafür?</p> <p>Wo hat das Wasser denn die Energie her, die wir dann in elektrische Energie umwandeln? Hinweis auf Zusammenhang Regen/Sonne Ergebnis: Mithilfe der Wärme von der Sonne wird der Wasserkreislauf in Gang gehalten.</p> <p>Zusammenfassung: Welche Energieformen bekommen wir noch von der Sonne? Wie können wir diese nutzen?</p>	<p>SuS: ggf. Bewegungsenergie kann man in elektrische Energie umformen</p> <p>Vermutungen, z.B. Stausee, Pumpspeicherkraftwerk..</p> <p>SuS: Vermutungen, z.B.es regnet in den Bergen ggf. auch: Wasserkreislauf</p> <p>SuS: Lichtenergie trifft auf die Erde, die wird in Wärmeenergie umgewandelt. Die bewirkt den Wasserkreislauf, im Wasser kann Lage- und Bewegungsenergie gespeichert sein. Damit können wir auf verschiedenen Wegen elektrische Energie gewinnen.</p>	<p>Schema Wasserkreislauf</p> <p>Tafelbild weiter: Ergänzung Wasser über BewegungsE und LageE als Pfeil inkl. Umwandlungen (Wasserkraftwerke)</p>
--	--	--	---

4. Versuchsreihe: Energie in Biomasse

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 15 min	<p>Woher bekommt ihr denn eure Energie? Und wie kommt die herein?</p> <p>Wo bekommen Pflanzen ihre Energie her? Wie kann man das untersuchen?</p> <p>Vorführversuch* präsentieren: Kressesamen mit und ohne Sonnenlicht gewachsen Was seht ihr?</p> <p>Wie viel Samen sind jeweils ausgetrieben und wie viel nicht, wie haben sich die Pflanzen entwickelt? Was kann man daran erkennen?</p> <p>Erkenntnis: Pflanzen können ohne Licht nicht wachsen. Brauchen Pflanzen das Licht nur zum Wachsen oder nutzen sie es auch darüber hinaus? Das wollen wir genauer untersuchen.</p>	<p>SuS: aus der Nahrung SuS: Vermutungen, z.B. Pflanzen wachsen im Sonnenlicht, Tiere fressen Pflanzen Vermutungen, z.B. Sonne, Wasser, Dünger... Vorschläge, z.B. Pflanzen mit und ohne Sonne/Wasser/Dünger wachsen lassen</p> <p>SuS beschreiben die Kressepflanzen: die belichteten sind gekeimt und dann gewachsen, sie sehen grün aus; die unbelichteten sind auch erst gekeimt, dann aber kaum gewachsen bzw. verkümmert und ganz hell</p> <p>SuS zählen, vergleichen SuS: Pflanzen brauchen Licht, um zu gedeihen und zu wachsen</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>Petrischalen mit vorbereiteter Kressesaat*</p>
Erarbeitung 55 min		<p>SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse</p>	<p>AB6: Was machen Pflanzen mit dem Sonnenlicht?</p>
Auswertung 20 min	<p>Wie kann man nachweisen, dass eine Probe Zucker enthält?</p> <p>Was habt ihr im ersten Versuch beobachtet?</p>	<p>SuS beschreiben den Traubenzuckernachweis: wenn man Fehling'scher Lösung dazu gibt und erhitzt, färbt sich die Lösung rot</p> <p>SuS: In der Lösung vom belichteten Blatt bildet sich ein</p>	

	<p>Was können wir daraus schließen?</p> <p>Was macht die Pflanze also mit dem Licht? Was genau bekommt die Pflanze denn durch das Licht zur Verfügung gestellt? Ergebnis: Mithilfe des Sonnenlichts bilden Pflanzen Biomasse und Zucker.</p> <p>Zusammenfassung: Welche Energieformen bekommen wir noch von der Sonne? Wie können wir diese nutzen?</p>	<p>roter Niederschlag, beim unbelichtete Blatt nicht. In dem belichteten Blatt ist Traubenzucker enthalten, in dem unbelichteten nicht. Die Pflanze nutzt das Licht, um Zucker zu bilden. SuS: Lichtenergie</p> <p>Lichtenergie trifft auf die Erde, die wird von den Pflanzen in chemische Energie umgewandelt. Diese wird von Menschen und Tieren in Form von Nahrung aufgenommen.</p>	<p>Tafelbild weiter: Ergänzung Chemische Energie inkl. Umwandlungen Pflanzen</p>
--	---	--	--

* = Zwei Schalen mit Kressesaat werden einige Tage vorher vorbereitet: eine Schale mit durchsichtigem Deckel, eine Schale verdunkelt (Arbeitsblatt 6, 1.Versuch: Wenn Pflanzen wachsen ...)

Falls es organisatorisch möglich ist, können die SchülerInnen die Schalen im Unterricht selbst vorbereiten und zu Beginn dieser Versuchsreihe dann auswerten.

b. Energiespeicherung

1. Versuchsreihe: Energiespeicherstoffe

Je nach Wissensstand der Kinder und zuvor durchgeführten Experimenten bieten sich an dieser Stelle zwei alternative Experimente zur Energiespeicherung in Pflanzen an: Wenn zuvor in der Versuchsreihe ‚Erneuerbare Energien‘ bereits der Nachweis der Glucosebildung in Blättern durchgeführt wurde, schließt sich der Nachweis von Stärke und Öl als Pflanzenspeicherstoffe an.

Variante 1 einschließlich Nachweis von Stärke und Öl in Pflanzenteilen:

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Einstieg 10 min	Im Zuge der sogenannten Energiewende in Deutschland wird immer mehr Energie aus Windkraft- und Fotovoltaikanlagen eingesetzt. Welche Vorteile ergeben sich daraus? Gegenfrage: Welche anderen Energiequellen gibt es? Welche Nachteile haben diese?	SuS: Vermutungen, Diskussion, ggf. weniger CO ₂ ggf.: Erdöl, Kohle, es entsteht CO ₂ , der Vorrat ist irgendwann erschöpft ggf.: Die Quelle wird nicht verbraucht, sondern steht immer wieder zur Verfügung, anders als Kohle oder Erdöl	
Hinführung 5 min	ggf. Impuls: Was bedeutet der Begriff ‚Erneuerbare Energien‘? Energiequellen, die auf Sonnenlicht beruhen, gehören zu den erneuerbaren Energien. Lässt sich Sonnenenergie direkt speichern? Wenn wir uns die Pflanzen ansehen: Wie nutzen die Pflanzen die Energie des Sonnenlichts, können sie die speichern? Wenn ja, wie wird sie gespeichert? Das werden wir jetzt untersuchen.	SuS: Diskussion <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung (1) 50 min	Was ist mit Gemüseabfällen? Steckt da noch Energie drin, die wir nutzen können? Das wollen wir jetzt testen.	SuS führen den Versuch durch und notieren ihre Ergebnisse Vermutungen, Diskussion SuS setzen den zweiten Versuch an.	AB1: Können Pflanzen Energie speichern? Schülerkreis im Labor AB 2: Ist Abfall wirklich Abfall?

<p>Auswertung 15 min</p>	<p>Wie lässt sich Stärke in einer Probe nachweisen? Was habt ihr im ersten Versuch in den gemörserten Blättern beobachtet?</p> <p>Was bedeutet diese Beobachtung?</p> <p>Wie lässt sich Öl nachweisen?</p> <p>Was habt ihr im zweiten Versuch herausgefunden?</p> <p>Was enthalten denn Kartoffeln und Mais? Wie verhalten sich Sonnenblumen tagsüber, wenn die Sonne wandert? Warum produzieren Pflanzen denn wohl Stärke oder Öl?</p> <p>Ergebnis: Mithilfe des Sonnenlichts bilden Pflanzen Biomasse, in der Energie gespeichert ist. Einige Pflanzen stellen spezielle Speicherstoffe her, in denen viel Energie gespeichert ist, z.B. Stärke oder Öle. Dies muss nicht direkt in den Blättern erfolgen. Wird der Speicherstoff wieder abgebaut, wird die Energie wieder frei. Das ist dann die Energie, die wir aus Kartoffeln oder Nudeln bekommen, wenn wir diese essen.</p> <p>Wie viel Energie steckt denn in einem Pflanzenspeicherstoff, also in z.B. Stärke? Was vermutet ihr? Kann eine Kartoffel explodieren? Oder die Stärke? Das wollen wir zunächst erst einmal testen. Vorführversuch: Stärkebombe (etwas Stärke wird in den Trinkhalm gezogen und dann schnell in die Flamme des Gasbrenners gepustet) Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Hinweis zur Stärkeexplosion: Stärke- oder Mehlstaubexplosionen sind sehr gefährlich. Sie können</p>	<p>Die Probe färbt sich mit Iodlösung blau. SuS: die beleuchteten Blätter färben sich mit Iodlösung blau, die unbeleuchteten nicht. SuS: Vermutungen, ggf.: in beleuchteten Blättern ist Stärke enthalten, die Pflanze benötigt Licht, um Stärke zu produzieren Ein Ölfleck bleibt auf Papier auch nach dem Trocknen durchsichtig. SuS: Erdnüsse und Sonnenblumenkerne enthalten Öl, Maiskörner und Kartoffeln nicht. SuS: Stärke</p> <p>Sie drehen ihre Blüte immer zur Sonne. Vermutungen, ggf. darin ist chemische Energie gespeichert</p> <p>SuS: Vermutungen, Diskussion</p> <p>Es gibt eine Explosion, also ist in Stärke viel Energie gespeichert.</p>	<p>Kartoffel- und Maisstärkepackungen</p> <p>Stärke, Trinkhalm, Gasbrenner, Feuerzeug</p> <p>Foto Rolandmühle</p>
------------------------------	---	---	---

	unheimlich viel Schaden anrichten. Was machen Pflanzen mit der Sonnenenergie?	Sie speichern sie z.B. in Stoffen wie Stärke. Sie wandeln also die Lichtenergie der Sonne in chemische Energie um.	
--	--	--	--

Wenn die Versuchsreihe ‚Erneuerbare Energien‘ nicht zuvor durchgeführt wurde, kann an dieser Stelle die lichtinduzierte Stärkebildung in Blättern untersucht werden.

Variante 2 einschließlich Nachweis der lichtinduzierten Stärkebildung in Blättern:

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Einstieg 10 min	Im Zuge der sogenannten Energiewende in Deutschland wird immer mehr Energie aus Windkraft- und Fotovoltaikanlagen eingesetzt. Welche Vorteile ergeben sich daraus? Gegenfrage: Welche anderen Energiequellen gibt es? Welche Nachteile haben diese?	SuS: Vermutungen, Diskussion, ggf. weniger CO ₂ ggf.: Erdöl, Kohle, es entsteht CO ₂ , der Vorrat ist irgendwann erschöpft ggf.: Die Quelle wird nicht verbraucht, sondern steht immer wieder zur Verfügung, anders als Kohle oder Erdöl	
Hinführung 5 min	ggf. Impuls: Was bedeutet der Begriff ‚Erneuerbare Energien‘? Energiequellen, die auf Sonnenlicht beruhen, gehören zu den erneuerbaren Energien. Lässt sich Sonnenenergie direkt speichern? Wenn wir uns die Pflanzen ansehen: Wie nutzen die Pflanzen die Energie des Sonnenlichts, können sie die speichern? Wie kann das funktionieren? Das werden wir jetzt untersuchen.	SuS: Diskussion <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung (1) 50 min	Was ist mit Gemüseabfällen? Steckt da noch Energie drin, die wir nutzen können? Das wollen wir jetzt testen.	SuS führen den Versuch durch und notieren ihre Ergebnisse Vermutungen, Diskussion SuS setzen den zweiten Versuch an.	AB1: Können Pflanzen Energie speichern? Schülerkreis im Labor AB 2: Ist Abfall wirklich Abfall?

<p>Auswertung 20 min</p>	<p>Wie lässt sich Stärke in einer Probe nachweisen? Was habt ihr im ersten Versuch in den gemörserten Blättern beobachtet?</p> <p>Was bedeutet diese Beobachtung?</p> <p>Warum produzieren Pflanzen denn wohl Stärke?</p> <p>Ergebnis: Mithilfe des Sonnenlichts bilden Pflanzen Biomasse, in der Energie gespeichert ist. Einige Pflanzen stellen spezielle Speicherstoffe her, in denen besonders viel Energie gespeichert ist, z.B. Stärke. Wird der Speicherstoff wieder abgebaut, wird die Energie wieder frei. Dies muss nicht direkt in den Blättern erfolgen, sondern auch in anderen Teilen der Pflanze. Die Energie wird dann in der Pflanze transportiert. Kennt Pflanzenteile ihr, in denen Stärke gespeichert ist? Erkenntnis: Das ist dann die Energie, die wir aus Kartoffeln oder Nudeln bekommen, wenn wir diese essen.</p> <p>Wie viel Energie steckt denn in einem Pflanzenspeicherstoff, also in z.B. Stärke? Was vermutet ihr? Kann eine Kartoffel explodieren? Oder die Stärke? Das wollen wir zunächst erst einmal testen. Vorführversuch: Stärkebombe (etwas Stärke wird in den Trinkhalm gezogen und dann schnell in die Flamme des Gasbrenners gepustet) Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Hinweis zur Stärkeexplosion: Stärke- oder Mehlstaubexplosionen sind sehr gefährlich. Sie können unheimlich viel Schaden anrichten.</p> <p>Was machen Pflanzen mit der Sonnenenergie?</p>	<p>Die Probe färbt sich mit Iodlösung blau.</p> <p>SuS: die beleuchteten Blätter färben sich mit Iodlösung blau, die unbeleuchteten nicht. in beleuchteten Blättern ist Stärke enthalten, ggf.: die Pflanze nutzt das Licht, um Stärke zu produzieren SuS: Vermutungen, ggf. darin ist chemische Energie gespeichert</p> <p>ggf.: Kartoffeln ; Getreidekörner..</p> <p>SuS: Vermutungen, Diskussion</p> <p>Es gibt eine Explosion, also ist in Stärke viel Energie gespeichert.</p> <p>Sie speichern sie in Stoffen wie Stärke. Sie wandeln also die Lichtenergie der Sonne in chemische Energie um.</p>	<p>Kartoffel- und Maisstärkepackungen</p> <p>Stärke, Trinkhalm, Gasbrenner, Feuerzeug</p> <p>Foto Rolandmühle</p>
------------------------------	---	--	---

Für beide Varianten gilt: Der Ansatz mit den Gemüseabfällen bleibt eine Woche möglichst dunkel und warm stehen und wird dann gemeinsam ausgewertet. Sollte dies aus organisatorischen Gründen nicht möglich sein, können diese vorab vorbereitet werden (ggf. in der Schule) und werden dann im Rahmen dieser Einheit ausgewertet.

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Auswertung 2	<p>Was hat sich im Verlauf dieser Woche verändert?</p> <p>Wenn ihr den Luftballon zuge dreht und von Kolben abgemacht habt, könnt ihr vorsichtig an dem Gas riechen. Wie riecht es?</p> <p>Das sind die Produkte der Bakterien, die die Abfälle zersetzen. Zum Beispiel entstehen Milchsäure und Essigsäure, außerdem entsteht Kohlenstoffdioxid. Am Ende entsteht auch Methan, das kann man dann verbrennen. Das endgültige Gemisch nennt man Biogas.</p> <p>Sind Gemüseabfälle usw. also wirklich Abfall?</p> <p>Es gibt inzwischen viele Anlagen, in denen derartige Abfälle und andere Abfälle aus der Landwirtschaft wie Gülle zu Biogas umgesetzt werden. Diese Anlagen habt ihr bestimmt auch schon gesehen.</p>	<p>SuS: Der Luftballon hat sich aufgebläht. Es sind viele Bläschen in der Flüssigkeit.</p> <p>z.B. silageartig, säuerlich, faulig, nach Essig...</p> <p>SuS: Diskussion, ggf. nein, denn in ihnen steckt Energie, die man nutzen kann</p>	<p>Versuchsansätze</p> <p>Bild: Biogasanlage</p>

2. Versuchsreihe: Speicherung von Sonnenenergie in einem Energieträger

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	<p>Pflanzen können die Energie des Sonnenlichts speichern, indem sie bestimmte Speicherstoffe wie Stärke oder Öl produzieren, also als chemische Energie.</p> <p>Es wäre toll, wenn wir das auch könnten, um die Energie dann zu nutzen, wenn gerade die Sonne nicht scheint oder kein Wind weht. Glaubt ihr, dass das technisch möglich ist? Tatsächlich gibt es eine relativ einfache Möglichkeit, Sonnenenergie in chemische Energie umzuwandeln. Das wollen wir im Labor testen.</p>	<p>Diskussion, Vermutungen</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	
Erarbeitung 60 min	<p>Was habt ihr beobachtet</p> <p>Welche Energieformen treten auf? Was passiert mit der Energie? Wie wird sie genutzt?</p> <p>Das Wasser wird mithilfe des Stroms in seine Bausteine zerlegt, nämlich in Wasserstoff H und Sauerstoff O. Es enthält doppelt so viele Bausteine Wasserstoff wie Sauerstoff, deswegen heißt es H₂O.</p> <p>Wir werden jetzt testen, ob in den Gasen Energie gespeichert ist: Vorgehensweise bei O₂- und H₂-Nachweisen vorführen</p>	<p>SuS führen die Versuchsteile A und B durch und notieren ihre Ergebnisse</p> <p>SuS: Wenn man das Solarpaneel an die Elektrolyseeinheit anschließt, bilden sich darin Gase, auf der einen Seite doppelt so viel wie auf der anderen.</p> <p>Vermutungen, ggf.: Elektrische Energie wird in chemische Energie umgewandelt, vielleicht ist die Energie in den Gasen gespeichert</p> <p>SuS führen die Nachweise durch, danach Versuchsteil D</p>	<p>AB3: Wie können wir die Energie der Sonne speichern? Stehkreis im Labor</p> <p>H₂, O₂, Kerze, Feuerzeug, Glimmspan, Reagenzgläser</p>
Auswertung	Was habt ihr beobachtet?	SuS nennen Beobachtungen	

<p>20 min</p>	<p>Was ist mit der Lichtenergie vom Anfang passiert?</p> <p>Wenn ihr das Licht der Lampe zu Beginn der Kette mit dem Licht der Lampe am Ende vergleicht, was fällt euch auf? Wo bleibt die Energie im Verlauf der Umwandlungen?</p> <p>Erkenntnis: Energie kann nicht unendlich oft umgewandelt werden, da der Anteil der nutzbaren Energie bei jedem Umwandlungsschritt kleiner wird. Ein Teil der Energie geht z.B. als Wärmeenergie verloren, d.h. kann nicht genutzt werden</p> <p>Warum kann es trotzdem sinnvoll sein, eine Kette von Umwandlungen durchzuführen wie eben im Versuch? Welches ist der Vorteil von Wasserstoff als Energiespeicher ?</p> <p>Abschluss: Auto fahren lassen</p>	<p>SuS nennen die E-Formen jedes Umwandlungsschritts LichtE → elektr. E → chemische E → elektr. E → LichtE umgesetzt mit: Lampe --Solarmodul --Elektrolyseur -- Brennstoffzelle -- Lampe</p> <p>SuS: Die erste Lampe leuchtet hell, die am Ende kaum. Vermutungen, z.B. die erste Lampe wird sehr warm.</p> <p>SuS diskutieren: z.B. AusgangsE - die Sonne- steht in unbegrenzter Menge zur Verfügung, keine Schadstoffe auf diesem Weg</p>	<p>Brennstoffzellen auto</p>
---------------	--	---	----------------------------------

3. Versuchsreihe: Batterien und Akkumulatoren

Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 15 min	<p>Pflanzen sind ein Speicher für die Lichtenergie aus der Sonne, die Energie wird in Form von chemischer Energie gespeichert. Sowohl die Pflanze an sich als auch die speziellen Speicherstoffe, die die Pflanze bildet, nutzen wir dann als Energiequellen.</p> <p>Wie sieht das bei Solar- oder Windenergie aus? Kann man die ganz einfach speichern? (für Wasserstoff als chemischen Energiespeicher gibt es noch keine Infrastruktur)</p> <p>Wie funktioniert eine Batterie ? Was passiert in ihr, wenn wir sie benutzen?</p> <p>Wir wollen zwei unterschiedliche Batterien bauen und damit ergründen, was in einer Batterie eigentlich drin steckt.</p>	<p>SuS: Wind oder Sonne kann man nicht direkt speichern. Vermutungen, ggf. in andere Formen umwandeln, die man speichern kann wie elektr. Energie in Batterien, Akkus</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	<p>ggf. Impuls: Batterie</p>
Erarbeitung (1) 30 min		<p>SuS führen die Versuche durch und notieren ihre Ergebnisse</p>	<p>AB4: Batterien - Ganz einfach!</p>
Auswertung (1) 20 min	<p>Was habt ihr beim ersten Versuch beobachtet? Was bedeutet das Knistern?</p> <p>Knisterte es immer gleich?</p> <p>Was habt ihr beim zweiten Versuch beobachtet?</p> <p>Und als ihr die erste Batterie an den Motor angeschlossen habt? Also sind nicht alle Batterien gleich stark. Woran kann das liegen?</p>	<p>SuS: Im Kopfhörer hörte man ein Knistern. Vermutungen, z.B.: Das Knistern zeigt an, dass elektrische Energie in dem System vorhanden ist. Wenn die Münze zwischen den beiden schwarzen Ringen war, knisterte es in beiden Ohren, oberhalb der Ringe im anderen Ohr.</p> <p>Bei einer Gurkenschiebe zwischen den Blechen passiert nichts, bei zwei Scheiben dreht der Rotor ganz langsam und bei drei Scheiben schnell.</p> <p>Da passiert nichts.</p> <p>SuS: Vermutungen, z.B. am Material</p>	<p>vorbereitete Tabelle an der Tafel</p>

	<p>Wir schauen uns den Aufbau einer Batterie an und vergleichen, welche Materialien darin sind.</p> <p>Wie stark eine Batterie ist, hängt von den Materialien ab, die ihr stecken. Erklärung: Wenn die beiden Pole einer Batterie miteinander verbunden werden, wandern negative Teilchen aus dem einen Stoff zu dem anderen Stoff, der sie aufnimmt. Beide Stoffe verändern sich. Dabei wird Energie freigesetzt. Die in den Stoffen gespeicherte chemische Energie wird in elektrische Energie umgewandelt. Wie die Stoffe reagieren und wie viel Energie dabei frei wird, hängt davon ab, um welche Stoffe es sich handelt. Wichtig ist aber auch, wie gut der Strom fließen kann. Bei einer Gurkenschiebe fließt nicht genug Strom für den Motor, bei zwei und drei Scheiben ist viel mehr Fläche, auf der überall Teilchen durchwandern können.</p>	<p>SuS: nennen die beiden Pole (Kupfermünze, Alufolie und Zink- und Kupferblech bzw. Zink u. Eisennagel) sowie die Stromleiter (Gurke)</p>	<p>)</p> <p>Schema: Aufbau einer Batterie /Materialien (siehe Anhang)</p>
Hinführung (2)	<p>Was ist der Unterschied zwischen Batterien und Akkus?</p> <p>Wir wollen untersuchen, warum ein Akku wieder aufgeladen werden kann. Habt ihr eine Idee? Wir wollen einen Akku bauen und dabei zusehen, was bei seiner Nutzung passiert und wie damit z.B. Windenergie gespeichert werden kann.</p>	<p>SuS: Akkus können wieder geladen werden, Batterien nicht.</p> <p><i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i></p>	
Erarbeitung 60 min	<p>Was habt ihr beobachtet?</p> <p>Was bedeutet das, dass die Farbe des Iods verschwindet? Und wo geht es hin? Zink und Iod reagieren spontan miteinander und verändern</p>	<p>SuS führen den Vorversuch durch und notieren ihre Ergebnisse SuS nennen ihre Beobachtungen: Die Farbe der Iodlösung mit Zink wird langsam schwächer, das Glas wird leicht warm. Das Iod verschwindet. Es löst sich auf.</p>	<p>AB5: Wie funktioniert ein Akkumulator? Stehkreis im Labor</p>

	<p>sich dabei. Dabei wird Energie in Form von Wärme frei. Aus den beiden Stoffen entsteht ein neuer, der Zinkiodid heißt.</p>	<p>SuS führen den Versuch fort.</p>	
<p>Auswertung 20 min</p>	<p>Erläuterung zum Vorversuch: Sowohl das Zink als auch das Iod lösen sich auf, das heißt, die Zink- und Iodteilchen sind jetzt in der Lösung verteilt. Aber nicht so einfach wie beim Zucker, der sich von allein im Wasser löst. Dabei werden die Zuckerkrystalle einfach nur immer kleiner, bis wir sie nicht mehr sehen können. Das ist bei hier anders: Wenn in der Iodlösung kein Zink ist, löst sich das Iod nicht auf. Es braucht das Zink dazu, weil die beiden miteinander reagieren. Das bedeutet, die Stoffe verändern sich, nicht nur ihre Teilchengröße. Man sagt: Es findet eine chemische Reaktion statt. Bei einer chemischen Reaktion spielt immer auch Energie mit. Manche Reaktionen verlaufen freiwillig, so wie die Reaktion von Zink und Iod. Wenn die beiden aufeinandertreffen, reagieren sie spontan miteinander, es entsteht ein Salz, das Zinkiodid heißt. Dabei wird dann Energie frei. In Zink und in Iod ist also Energie gespeichert, nämlich chemische Energie wie bei der Stärke.</p> <p>Was habt ihr im Hauptversuch beobachtet?</p> <p>Welche Stoffe können das sein?</p> <p>Die Reaktionsgleichung vom Vorversuch läuft also rückwärts ab. Was macht der Propeller, wenn er sich dreht? Wo bleibt die Energie?</p> <p>Was passiert also in dem Akku, wenn wir elektrische Energie zuführen, ihn also laden? Und wenn ihr dann den Motor anschließt?</p>	<p>Wenn der Propeller läuft, wird die Lösung an der einen Elektrode gelb-braun, die andere Elektrode färbt sich hellgrau. Das braune kann Iod sein und das hellgraue Zink. Aus Zinkiodid bilden sich also Iod und Zink.</p> <p>Er wandelt Bewegungsenergie in elektrische Energie um. SuS: Vermutungen, z.B. die Energie wird in den Verbindungen gespeichert, also in Zink und Iod. Die Stoffe verändern sich, die elektrische Energie wird als chemische Energie gespeichert. Der Motor läuft. Mit der Zeit wird er langsamer, die braune Färbung wird schwächer, die hellgraue Elektrode</p>	<p>Tafelbild: Reaktionsgleichung $\text{Zink} + \text{Iod} \leftrightarrow \text{Zinkiodid} + \text{Energie}$</p>

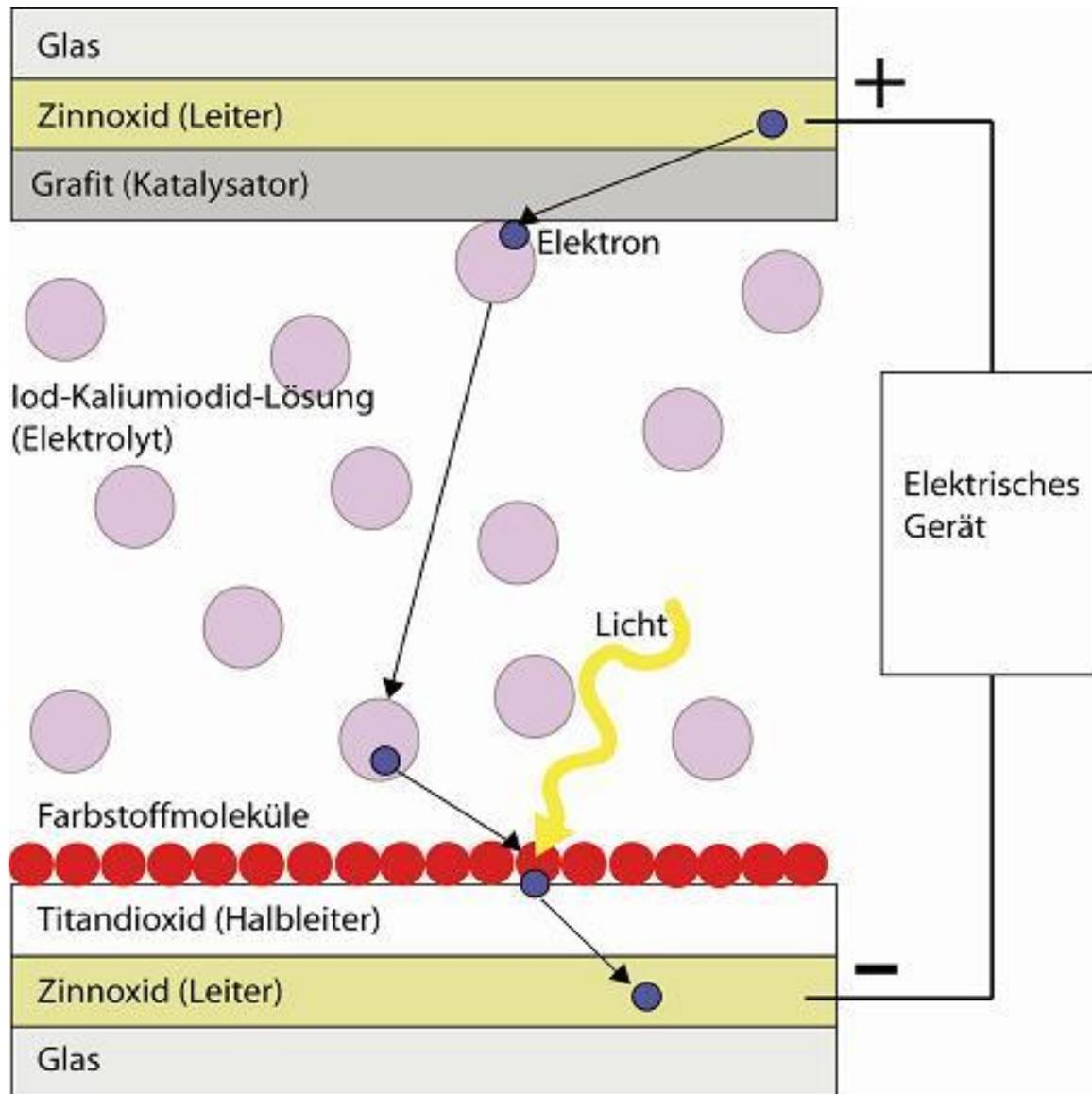
	<p>Welche Voraussetzung müssen also die Stoffe, die in einem Akku stecken, erfüllen?</p> <p>Was unterscheidet aus dem Blickwinkel der Chemie also einen Akku von einer Batterie?</p> <p>Wird eine Batterie trotzdem geladen, kann ggf. eine andere Reaktion ablaufen als bei der Entladung, d.h. die Reaktion läuft nicht einfach rückwärts ab, sondern andere Inhaltsstoffe reagieren mit. Dadurch wird die Batterie beschädigt.</p> <p>Was ist besser Batterie oder Akku,?</p>	<p>wieder dunkler.</p> <p>Die Reaktion muss in beide Richtungen laufen können, einmal wird Energie frei und einmal muss man Energie zuführen.</p> <p>In einer Batterie läuft die Reaktion nur in eine Richtung ab, in einem Akku wechselseitig.</p> <p>Akkus sind besser, weil sie immer wieder verwendet werden können.</p>	
--	--	--	--

3. Versuchsreihe: Wärmespeicherung

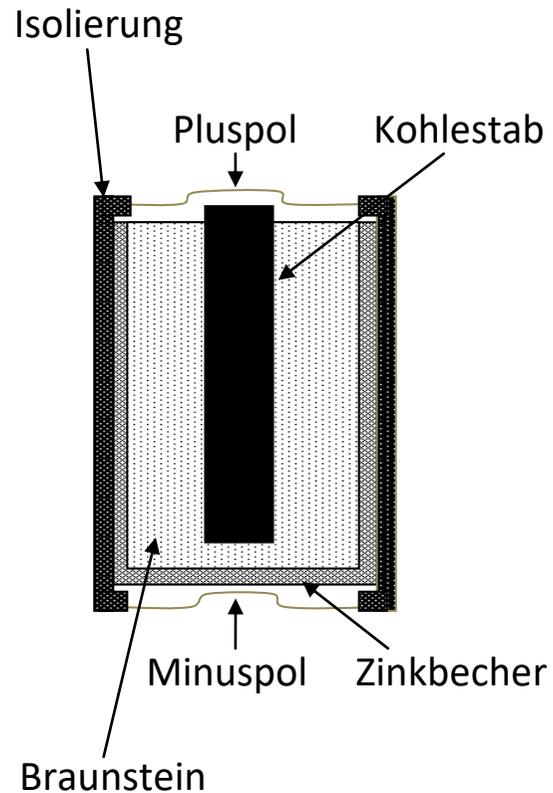
Phase / Zeit	Geplantes L.-Verhalten	Erwartetes SuS-Verhalten	Medien / Versuche / Kommentar
Hinführung 5 min	Wir haben jetzt verschiedene Energiespeicher kennengelernt und festgestellt, dass die Energie jedes Mal als chemische Energie gespeichert wird. Wie lässt sich Wärme speichern? Lässt sich Wärme nur als heißes Medium speichern, welches dann aufwändig isoliert werden muss? Das werden wir jetzt testen.	SuS: Vermutungen, Diskussion, ggf. man muss die warmen Stoffe gut isolieren <i>SuS bereiten sich vor und gehen in die Laborräume.</i>	
Erarbeitung 30 min		SuS führen den Versuch durch und notieren ihre Ergebnisse.	AB6: Wie lässt sich Wärme speichern?
Auswertung 15 min	Was habt ihr beobachtet? Was heißt das? Wo kommt die Energie her? Also war in der Lösung Energie gespeichert, die beim Auskristallisieren als Wärmeenergie frei wird. Kennt ihr eine Anwendung dafür? Ihr habt das bestimmt alle schon einmal gesehen. Vorführung der Funktion. Woher kommt die Wärmeenergie? Energie kann ja nicht aus dem Nichts kommen, sie muss also	SuS beschreiben ihre Beobachtung: Das Salz löst sich beim Erwärmen auf. Wenn man nach dem Abkühlen ein Salzkristall dazu gibt, wird es wieder fest und dabei ganz warm. Wenn man die kalte Lösung auf ein Salzkristall gießt, wird sie während des Ausgießens fest und heiß. Ggf.: Es wird Energie in Form von Wärmeenergie frei. SuS: Vermutungen, ggf.: Sie muss in der Lösung gespeichert gewesen sein. ggf. Beschreibung des Taschenwärmers SuS: Vermutungen, z.B. die ist im Salz gespeichert; die wurde vorher dadurch in den Taschenwärmer hineingegeben, dass er in Wasser gekocht wird	Heizplatte, Wasserbad: Der Taschenwärmer wird „geladen“: Taschenwärmer in flüssiger Form

<p>schon in dem Taschenwärmer enthalten gewesen sein, aber nicht in Form von Wärme.</p> <p>Das Salz nimmt die Wärmeenergie aus dem heißen Wasser auf und wird dabei flüssig. Es ist sehr viel Salz in wenig Wasser gelöst. Wenn dieser Zustand auch beim Abkühlen erhalten bleibt, man nennt das ‚unterkühlte Schmelze‘. Diese Teilchen sind völlig ungeordnet. In der Struktur, also in der Anordnung der Salzteilchen zueinander, steckt Energie</p> <p>Man nennt diese Materialien ‚Phasenwechselmaterialien‘ oder auch „Latentwärmespeicher“. In relativ wenig Masse lässt sich eine große Menge Wärmeenergie speichern. Wenn die Teilchen durch einen Impuls von außen spontan auskristallisieren, wird die Wärmeenergie auf einen Schlag frei.</p> <p>Welche Maßnahme ersetzt bei den Versuchen das „Klick“ des Metallplättchens bei den Wärmekissen?</p> <p>Durch die Zugabe des Salzteilchens wird dieser Zustand aufgehoben, die Salzteilchen ordnen sich spontan nach einem bestimmten Muster und bauen das Wasser dabei in ihre Struktur ein. Dabei wird Energie frei, das spüren wir in Form von Wärme.</p> <p>Zusammenfassung der Erkenntnisse: Wir haben jetzt kennengelernt, dass sich Energie gut in Form von chemischer Energie speichern lässt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen speichern die Energie des Sonnenlichts, indem sie wachsen und auch bestimmte Speicherstoffe produzieren. • In Batterien und Akkus sind zwei Stoffe enthalten, die sich verändern und dabei Energie freisetzen. Die elektrische Energie ist in Form von chemischer Energie gespeichert. • Und auch in der Art, wie bestimmte Stoffe angeordnet sind, kann Energie gespeichert werden. <p>Energie ist also als chemische Energie sehr gut und vor allem sehr lange speicherbar.</p>	<p>ggf.: das Salzkristall</p>	
--	-------------------------------	--

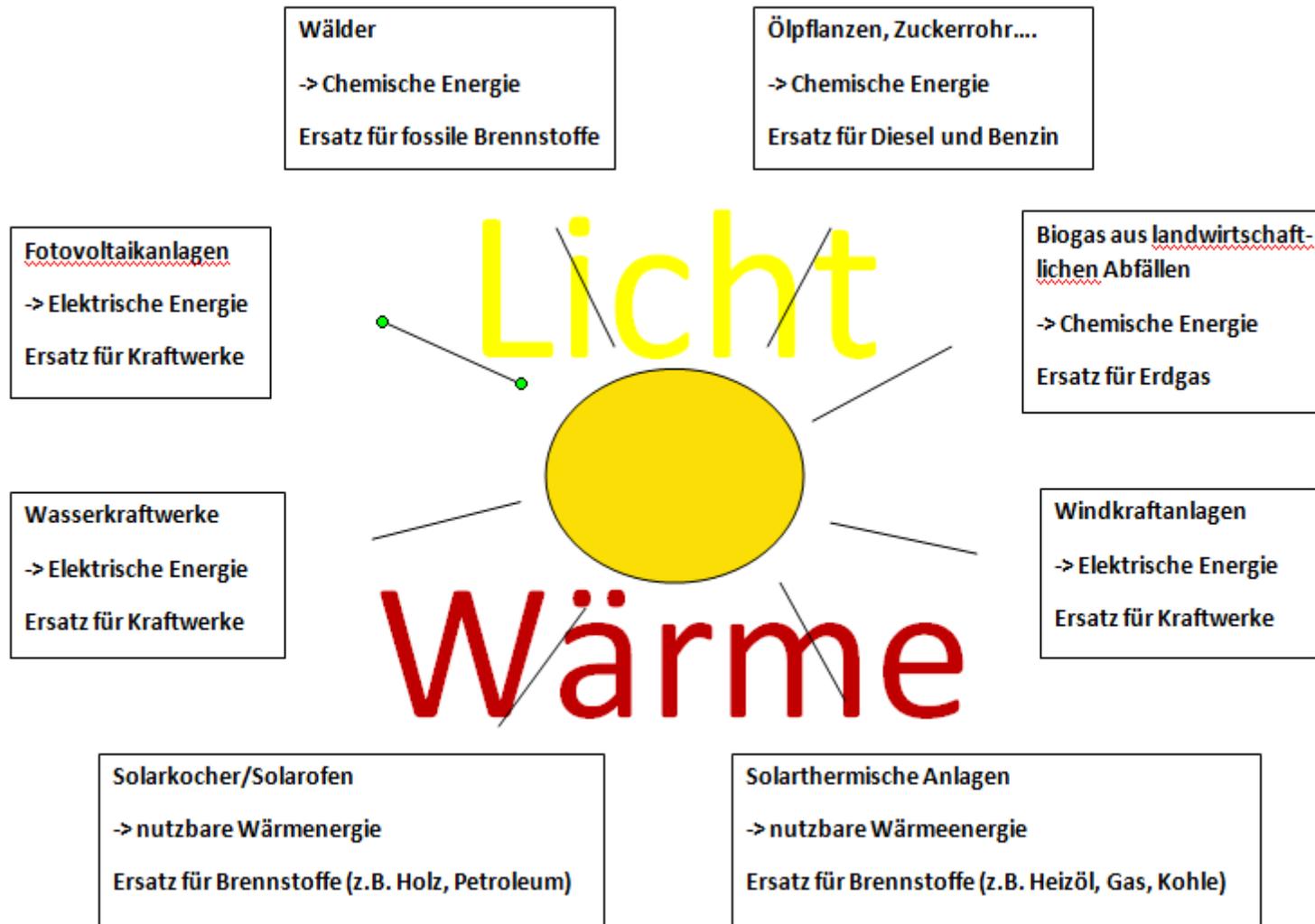
Wie funktioniert eine Grätzelzelle?



Querschnitt durch eine Batterie



	Zink-Kohle-Batterie	Gurkenbatterie	Kartoffel-Batterie
Minuspol	Zinkbecher	Alufolie	Zinkblech
Pluspol	Kohleelektrode + Braunstein (MnO_2)	Kupfermünze	Kupferblech oder Eisennagel
Stromleiter	Braunstein mit Salzlösung	Gurke	Gurken





Rolandmühle Bremen 1979: Mehlstaubexplosion

(Quelle: <https://ov-bremen-nord.thw.de/unser-thw-ortsverband/historisches/einsaetze/1979-explosion-rolandmuehle/>, aufgerufen 30.01.2018)



Was weißt du über Energie?

Name

Ich bin ein: Mädchen Junge

Geburtsdatum:

Hinweise:

Auf den nächsten Seiten gibt es Fragen, bei denen du ankreuzen kannst, ob die Antwort richtig oder falsch ist. Bei einigen Fragen gibt es nur eine richtige Antwort. Es gibt aber auch Fragen, bei denen es mehrere richtige Antworten gibt.

Wenn du ein Kreuz falsch gesetzt hast, streiche es durch und mache das Kreuz an der richtigen Stelle.

Lies die Aufgaben genau durch. Wenn du etwas nicht verstehst, fragst du nach.

So kreuzt du an:

Beispiel 1: Wie viele Tage hat eine Woche?

	richtig	falsch
2 Tage		X
5 Tage		X
7 Tage	X	
10 Tage		X

Beispiel 2: Was hat üblicherweise Räder?

	richtig	falsch
Fahrrad	X	
Tisch		X
Auto	X	
Tür		X

1) Welche Anlage nutzt erneuerbare Energie?

		richtig	falsch
	Wasserkraftwerk		
	Kohlekraftwerk		
	Fotovoltaik		

2) Was trifft auf „erneuerbare Energie“ zu?

	richtig	falsch	
Erneuerbare Energie kommt von der Sonne.			
Erneuerbare Energie sind Kohle und Erdöl.			
Erneuerbare Energie ist unerschöpflich.			

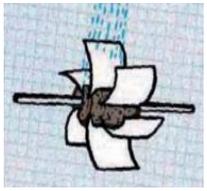
3) Sonnenlicht fällt auf eine schwarze oder weiße Fläche oder auf einen Spiegel.

Welche Fläche wird schnell warm?

		richtig	falsch
	schwarze Fläche		
	weiße Fläche		
	Spiegel		



4) Wann dreht sich ein Wasserrad schneller?

	richtig	falsch	
Wenn mehr Wasser fließt.			
Wenn das Wasser schneller fließt.			
Wenn wärmeres Wasser fließt.			

5) Was stellen Pflanzen mithilfe der Energie des Sonnenlichts selbst her?

	richtig	falsch	
Traubenzucker			
Wasser			
Mineralstoffe			

6) Welche Energieform entsteht, wenn sich Windräder drehen?

	richtig	falsch	
elektrische Energie			
Lageenergie			
chemische Energie			

1) Warum produzieren manche Pflanzen Stärke?

	richtig	falsch	
um Energie zu speichern			
um Wasser zu speichern			
als Stützmaterial			

2) Woher kommt Biogas?

	richtig	falsch	
Es entsteht aus Pflanzenabfällen.			
Es wird aus der Erde gefördert.			
Es wird von Pflanzen gebildet.			

3) Wie lässt Energie sich besonders gut speichern?

	richtig	falsch	
als chemische Energie			
als Bewegungsenergie			
als Lichtenergie			

4) Ein Wärmekissen ...

	richtig	falsch	
produziert Wärme von ganz allein.			
enthält eine Salzlösung, die auskristallisieren kann.			
wandelt gespeicherte Energie in Wärme um			

5) In einer Batterie ...

	richtig	falsch	
reagieren zwei Stoffe miteinander.			
wird chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt.			
wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt.			

6) Sonnenblumen sehen schön aus. In welchem Teil ist besonders viel Energie gespeichert?

	richtig	falsch	
Kerne			
Blätter			
Wurzeln			

Name:

Datum:

Wärme von der Sonne

A. Wärmefänger

Geräte und Materialien

schwarze und weiße Kunststoffdose, Wasser, Messzylinder, Lampe, Thermometer, Uhr

Durchführung

1. Füllt beide Dosen mit der gleichen Menge Wasser.
2. Messt in beiden Dosen die Wassertemperatur und notiert sie.
3. Verschließt die Dosen und stellt sie nebeneinander in einem Abstand von etwa 10 cm vor die Lampe. Schaltet die Lampe ein. Die beiden Dosen sollen genau gleichviel Wärme abbekommen!
4. Nach 10 und nach 15 Minuten messt ihr in jeder Dose die Wassertemperatur.

Beobachtung

	vorher °C	nach 10 min °C	nach 15 min
schwarze Dose	°C	°C	°C
weiße Dose	°C	°C	°C

Kannst du deine Beobachtung erklären?

Wie lässt sich dies nutzen?

Merksatz

Wenn die im Sonnenlicht enthaltene Energie in für uns nutzbare Wärmeenergie umgewandelt wird, nennt man das _____!

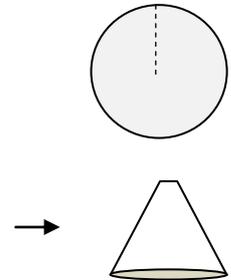
B. Fingerwärmer

Geräte und Materialien

Uhrglas etwa 10 cm, Papier und Alufolie jeweils mindestens 10 cm x 10 cm, Klebestift, Schere, Lampe

Durchführung

1. Klebt die Alufolie mit der **matten Seite** auf dem Papier fest.
2. Zeichnet mithilfe des Uhrglases einen großen Kreis auf das Papier.
3. Schneidet den Kreis aus und dann einmal bis zur Mitte ein.
4. Dreht aus dem Kreis einen breiten Trichter und klebt ihn zusammen. Die **Alufolie** muss **nach innen** zeigen!
5. Schneidet die Spitze des Trichters ab, so dass ihr euern Finger gerade so durch das kleine Loch in den Trichter hinein stecken könnt.
6. Steckt einen Finger in den Trichter und haltet ihn vor die Lampe. Daneben haltet ihr den gleichen Finger der anderen Hand. Was passiert?
7. Lasst die Lampe seitlich in den Trichter scheinen. Ändert sich etwas?



Beobachtung

Erklärung

In heißen Gebieten der Erde sind sogenannte „Solarkocher“ im Einsatz. Kannst du dir vorstellen, wie sie funktionieren?

Name:	Datum:
-------	--------

Strom aus Sonnenlicht

Geräte

Solarmodul, Lampe, Propeller mit Generator, 2 Krokodilklemmen, Holzklammer, Pappe

Durchführung

1. Steckt die Ösen des Propellerkabels hinten auf die Schrauben am Solarmodul und befestigt sie mit den Klemmen. Steckt das Solarmodul am unteren Rand in Holzklammer. So kann es auf dem Tisch stehen.
2. Schließt die Lampe an und beleuchtet das Solarmodul. Was passiert?
3. Verdeckt mit der Pappe das Solarpaneel etwa zur Hälfte. Wartet einen Moment. Was ändert sich?

Beobachtung 1

4. Bewegt das Solarmodul, so dass das Licht seitlich auf das Solarmodul scheint. Wie weit lässt es sich drehen, ohne dass der Propeller stoppt?
5. Verändert mehrfach den Abstand zur Lampe. Was passiert? Wo ist die Grenze?

Beobachtung 2

Wie kannst du deine Beobachtungen erklären?

Merksatz

Wenn die im Sonnenlicht enthaltene Energie in elektrische Energie umgewandelt wird, nennt man das _____ !

Name:

Datum:

Die Grätzelzelle

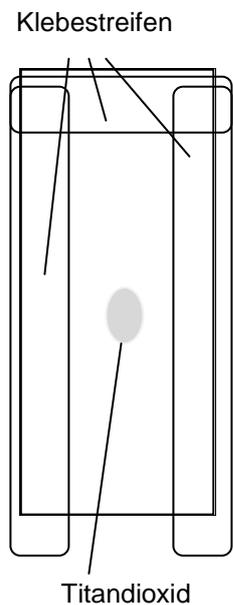
A. Vorbereitung: Beschichten der Glasplatten

Geräte und Materialien

leitende Glasplatten, Klebestreifen, Titandioxidlösung, Glasspachtel, Föhn, Messgerät, Kabel, weicher Bleistift

Durchführung

1. Die Glasplatten sind auf einer Seite mit einer elektrisch leitenden Schicht überzogen. Diese Seite soll beschichtet werden. Misst den Widerstand der Glasplatte (Einstellung am Messgerät 200 Q): Wenn ein Wert erscheint, handelt es sich um die richtige Seite, erscheint eine 1, dreht ihr die Glasplatte um.
2. Deckt nun die Ränder der Glasplatte an drei Seiten mit Klebestreifen ab.
3. Auf die offene Fläche gebt ihr mit einer Pipette etwas Titandioxidlösung.
4. Streicht die Titandioxidlösung mit dem Glasspachtel gleichmäßig aus, bis die Masse gleichmäßig dünn auf der Platte verteilt ist.
5. Nun trocknet die Schicht vorsichtig mit einem Föhn, ohne sie zu berühren.
6. Entfernt die Klebestreifen. Auch jetzt darf die Schicht **nicht berührt** werden. Diese Platte könnt ihr nun einen Betreuer zum Backen (Erhitzen mit dem Brenner) geben.
7. Legt die zweite Glasplatte mit der beschichteten Seite nach oben (prüft wieder mit dem Messgerät) und streicht mit einem schräg gehaltenen Bleistift über die Platte. Sie soll vollständig mit Grafit eingefärbt sein. Überflüssige Grafitteilchen können weggepustet werden.



Beobachtung 1

Erklärung 1

B. Weiterführung: Bau und Betrieb der Grätzelzelle

Geräte

Becherglas (100 mL), Teelöffel, Sieb, Glasplatte mit Titandioxid und Grafitelektrode aus Versuchsteil A, Petrischale, Pinzette, Föhn, 2 gebogene Büroklammern, zwei Krokodilklemmen, zwei Kabel, Multimeter, Dioden, Taschenrechner, Kopfhörer, Lampe

Materialien

Hibiskusblüten, kochendes Wasser, destilliertes Wasser, Elektrolytlösung (Kaliumiodid-Lösung)

Einfärben der „Minus-Elektrode“ – Glasplatte mit Titandioxid

1. Gebt einen Teelöffel getrocknete Hibiskusblüten in das Becherglas und übergießt diese mit etwa 50 mL kochendem Wasser. Die Lösung soll etwa 10 min. ziehen, dann wird sie durch ein Sieb abgegossen. Das ist die Farbstofflösung.
2. Legt die erste Glasplatte mit der Titandioxidschicht nach oben in die Petrischale und füllt die Petrischale mit der Farbstofflösung, bis die Platte gut bedeckt ist.
3. Nach fünf Minuten nehmt ihr die Glasplatte aus der Lösung, spült den überschüssigen Farbstoff mit destilliertem Wasser ab und trocknet dann die Farbstoffschicht mit dem Föhn. Das ist die Minus-Elektrode.

Montage der Solarzelle (siehe Abbildung)

1. Gebt auf die Grafitelektrode (Pluselektrode) einen Tropfen Elektrolytlösung.
2. Jetzt legt ihr Plus- und Minus-Elektrode so aufeinander, dass die eingefärbte Titandioxidschicht und die mit Graphit beschichtete Seiten innen liegen. Die Elektroden müssen längs etwas versetzt werden.
3. Befestigt die Elektroden mit der gebogenen Büroklammern aneinander und schließt mithilfe der Krokodilklemmen die Kabel an den Elektrodenenden an.

Messen mit dem Multimeter

1. Schließt die beiden Kabel dann am Multimeter an (Messbereich 20 mA).
2. Bestrahlt die Solarzelle mit der Lampe und messt dabei die Stromstärke. Notiert den Wert: _____ mA.
3. Schließt euch mit anderen Gruppen zusammen: Wie viele Solarzellen sind zum Betreiben der Kopfhörer, des Taschenrechners und der Diode erforderlich?

Beobachtung

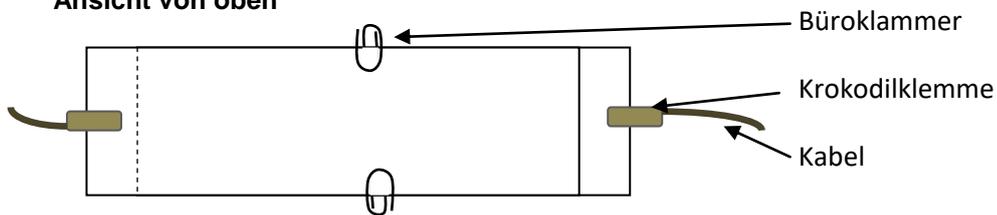
Erklärung

Aufbau einer Grätzelzelle

seitliche Ansicht



Ansicht von oben



Name:

Datum:

Energie aus Wind

Geräte und Materialien

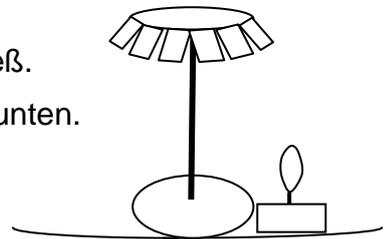
Windrad aus einer Aluteelichtschale, Uhrglas, Knetekugel, Holzspieß etwa 10 cm lang, Teelicht, lange Streichhölzer, Wasserglas, Handkurbel, Propeller mit Generator, 2 Krokodilklemmen

Sicherheitshinweis

Vorsicht beim Anzünden. Halte Abstand von der Flamme! Beuge dich nie über die Flamme!
Wenn ein Streichholz halb abgebrannt ist, wird es im Wasserglas entsorgt.

Durchführung

1. Setzt die Knetekugel in die Mitte auf das Uhrglas, steckt den Holzspieß hinein und legt das Windrad auf die Spitze vom Holzspieß.
2. Wenn das Windrad nicht gerade liegt, biegt die Flügel etwas nach unten.
3. Stellt die Kerze dicht an die Knetekugel und zündet sie an.
Das Streichholz wird gleich im Wasserglas entsorgt. Was passiert?



Beobachtung

Wie funktioniert dieses Windrad?

4. Schiebt die Krokodilklemmen über die Stecker der Handkurbel und klemmt sie jeweils an ein Ende des Propellerkabels. Die Klemmen dürfen sich nicht berühren.
5. Dreht die Kurbel erst langsam, dann schneller. Was passiert?

Beobachtung

Welche Energieumwandlungen erkennst du?

Name:

Datum:

Aufwindkraftwerk

Geräte und Materialien

Papprolle, Aluwindrad aus dem 1. Versuch, Pappstreifen, 3 Gummibänder, kleiner Nagel mit flachem Kopf, 3 Klammern, Lampe, schwarzes Papier, Klebefilm

Durchführung

1. Steckt den Nagel in der Mitte durch den Pappstreifen. Wenn er nicht von allein gerade nach oben steht, klebt ihr den Nagelkopf mit einem Stück Klebefilm fest.
2. Legt den Pappstreifen auf die obere Öffnung der Papprolle und knickt die überstehenden Enden nach unten. Befestigt den Streifen mit einem Gummiband.
3. Befestigt die drei Klammern als Standbeine unten an der Papprolle und stellt die Rolle aufrecht.
4. Legt das Windrad auf die Nagelspitze. Wenn es nicht gerade liegt, könnt ihr die Flügel etwas nach unten oder oben biegen. Richtet die Lampe auf die Rolle. Was passiert?

Beobachtung

6. Legt das schwarze Papier der Länge auf die Rolle und befestigt es mit Gummibändern. Stellt die Rolle dann wieder aufrecht und legt das Windrad auf. Richtet die Lampe wieder auf die Papprolle. Was ändert sich?

Beobachtung

Wie funktioniert dieses Kraftwerk?

Welche Energieumwandlungen erkennst du?

Name:

Datum:

Energie aus Wasser

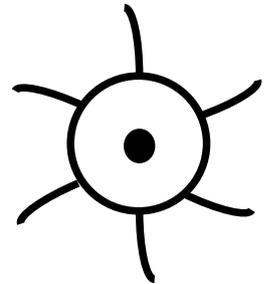
A. Ein kleines Wasserkraftwerk

Geräte und Materialien

Korken mit 6 Schlitzen und Holzspieß, 6 Kunststoffplättchen, große Schüssel, 2 Büroklammern, Becherglas 1000 mL, Klebefilm, Wasserbecher, Wasser, kleiner und großer Trichter

Durchführung

1. Steckt die 6 Kunststoffplättchen vorsichtig in die Schlitze des Korkens, so dass sie alle in die gleiche Richtung gebogen sind.
2. Legt das Wasserrad quer über das Becherglas. Steckt von beiden Seiten je eine Büroklammer auf den Holzspieß und klebt diese mit Klebefilm genau gegenüber an der Oberkante vom Becherglas fest.
3. Prüft vorsichtig, ob sich das Rad frei drehen kann. Jetzt ist euer Wasserrad fertig!
4. Stellt das Becherglas in die Schüssel. Haltet den kleinen Trichter über die Schaufeln des Wasserrads und gießt Wasser hinein. Was passiert?
5. Tauscht den kleinen Trichter gegen einen großen Trichter. Ändert sich etwas?
6. Ändert den Abstand des Trichters vom Wasserrad. Wann dreht sich das Wasserrad am schnellsten?



Beobachtung

Wie funktioniert dieses Kraftwerk?

Welche Energieumwandlungen erkennst du?

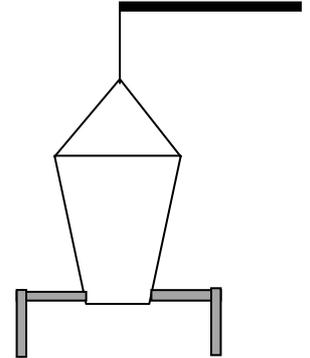
B. Segner'sches Wasserrad

Geräte und Materialien

Kunststoffbecher mit vier markierten Punkten, Kerze, Streichhölzer, Becherglas mit Wasser, dicker Nagel im Korken, 2 Bindfäden, 2 Knicktrinkhalme kurz, Schüssel, Messbecher, Wasser, Stativ mit Klammer

Durchführung

1. Zündet die Kerze an und steckt das Streichholz gleich ins Wasserglas.
2. Erhitzt den Nagelkopf kurz in der Kerzenflamme und drückt ihn in einen der beiden markierten Punkte oben am Becherrand. Wiederholt das mit dem zweiten Punkt.
3. Die markierten Punkte über dem Becherboden durchlöchert ihr genauso. Diese müssen gerade so groß sein, dass der Trinkhalm hineinpasst, aber **nicht größer**. Pustet dann die Kerze vorsichtig aus und schiebt sie nach hinten.
4. Schiebt in jedes Loch von außen einen Trinkhalm. Knickt beide Halme nach unten.
5. Zieht einen Bindfaden durch die beiden Löchern am oberen Becherrand und knotet die Enden zusammen. Den zweiten Faden zieht ihr durch die Schlaufe und knotet ihn zusammen. Damit hängt ihr den gerade Becher an das Stativ.
6. Stellt die Schüssel unter den Becher und füllt den Becher mit Wasser. Was passiert?
7. Knickt jetzt die Strohhalme zur Seite, einer zeigt nach vor, einer nach hinten. Gießt jetzt so viel Wasser in den Becher, dass er immer voll bleibt. Was passiert?
8. Gießt gerade so viel Wasser in den Becher nach, dass er immer nur ein bisschen gefüllt ist. Ändert sich etwas?



Beobachtung

Wie funktioniert dieses Wasserrad?

Welche Energieumwandlungen erkennst du?

Name:

Datum:

Was machen Pflanzen mit dem Sonnenlicht?

A. Eine Pflanze wächst...

Geräte und Materialien

Petrischale, Papiertuch, Kressesamen, Wasser, schwarze Pappe, Klebefilm

Durchführung

1. Faltet das Papiertuch halb und legt es in die Petrischale. Es soll gleichmäßig nach außen überstehen.
2. Streut gleichmäßig Kressesamen auf das Papier und feuchtet es an. Es soll kein Wasser in der Schale stehen!
3. Klebt die schwarze Pappe so auf den Deckel, dass eine Hälfte der Samen im Dunkeln liegt. Befestigt die Pappe mit Klebefilm und schließt die Schale.
4. Dann stellt ihr die Schale in eine **helle und warme** Fensterbank. Jetzt müsst ihr jeden Tag den Papierrand mit Wasser befeuchten, sodass das innen liegende Papier immer feucht bleibt.
5. Nach einer Woche öffnet ihr die Schale. Vergleicht beide Hälften!
6. Zählt aus, wie viel Samen ausgetrieben sind und vergleicht Pflanzengröße und Aussehen.

Beobachtung

Kannst du den Unterschied erklären?

Welche Energieumwandlungen erkennst du?

B. Zuckernachweis in Blättern

Geräte

Heizplatte, Becherglas mit Siedesteinen, 4 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spatel, Edding, Mörser, 2 Trichter, 2 Faltenfilter, Geranie mit belichteten und unbelichteten Blättern

Materialien

Traubenzucker (Glucose), destilliertes Wasser, **Fehlingsche Lösung A** (Kupfersulfatlösung), **Fehlingsche Lösung B** (alkalische Kalium-Natriumtartratlösung),

Sicherheitshinweise

Vorsicht! In einigen Versuchsteilen wird ätzendes Fehling-Reagenz erhitzt. Unbedingt mit Schutzbrille arbeiten (Spritzgefahr!)

Achtung! Die Lösungen mit Kupfersulfat werden nicht in den Ausguss geschüttet, sondern **in einem Abfallbehälter gesammelt**.

Vorversuch: Zuckernachweis mit Fehlingscher Lösung

Durchführung

1. Füllt das Becherglas halbvoll mit Wasser, stellt es auf die Heizplatte und schaltet sie an (auf 200 °C stellen)
2. Beschriftet ein Reagenzglas mit „G“. Gebt einige Krümel Glucose hinein und löst sie in 1-2 cm Wasser auf.
3. Beschriftet ein zweites Reagenzglas mit „W“ und füllt 1 – 2 cm Wasser ein.
4. Nun gebt jeweils einen kräftigen Spritzer von Lösung A und B in beide Reagenzgläser. Die Lösungen müssen dann intensiv blau sein.
5. Stellt die Reagenzgläser in das Becherglas auf der Heizplatte und erhitzt sie. Was beobachtest du?

Beobachtung

Was lernst du daraus: Wie lässt sich Glucose nachweisen?

Hauptversuch: Untersuchung von Blättern

Durchführung

1. Beschriftet ein Reagenzglas mit „Dunkel“ und ein zweites mit „Licht“. Stellt sie in den Reagenzglasständer und setzt auf beide jeweils einen Trichter mit Faltenfilter.
2. Nehmt einen Teil eines Geranienblatts, das zuvor lichtdicht verpackt war, und zermörsert es gründlich. Gebt einen Spritzer Wasser dazu und gebt die Blattmasse in den Filter auf dem Reagenzglas „Dunkel“. Spült den Mörser mit wenig Wasser nach und gebt dieses ebenfalls in den Filter.
3. Nehmt ein beleuchtetes Geranienblatt und zermörsert es ebenfalls gründlich. Spült die Blattmasse genauso mit einem Spritzer Wasser in den Filter auf dem Reagenzglas „Licht“ und spült den Mörser wieder.
4. Nun gebt jeweils einen kräftigen Spritzer von Lösung A und B in beide Reagenzgläser. Die Lösungen müssen dann intensiv blau sein.
5. Stellt die Reagenzgläser in das Becherglas auf der Heizplatte und erhitzt sie einige Minuten.
6. Stellt die Reagenzgläser zum Abkühlen in den Reagenzglasständer. Was kannst du anschließend beobachten?

Beobachtung

Wie kannst du deine Beobachtung erklären?

Name:

Datum:

Können Pflanzen Energie speichern?

Geräte

Reagenzglas + Ständer, Spatel, Petrischale, Heizplatte, Becherglas mit Wasser
Mörser mit Pistill, Pipette, Tiegelzange, Föhn

Materialien

Kartoffelstärke, Wasser, Iodlösung (Iod-Kaliumiodidlösung 0,05 M), Heizplatte, Pflanzenteile wie Mais, Nuss, Kartoffel, Sonnenblumenkern u.a, Filterpapier, Wasser, Tropfflasche mit Speiseöl

A. Stärke

Durchführung 1

1. Gebt wenig Stärke und einen Spritzer Wasser in das Reagenzglas und erhitzt es einige Minuten in einem Wasserglas auf der Heizplatte (200 °C). Was siehst du?
2. Nehmt das Reagenzglas heraus und gebt 2 Tropfen Iodlösung dazu. Was passiert?

Beobachtung 1

Was lernst du daraus: Wie kann man Stärke nachweisen?

Durchführung 2

1. Verteilt die verschiedenen Proben in der Petrischale und zerdrückt sie etwas.
2. Tropft dann jede Probe etwas Iodlösung. Vergleicht!

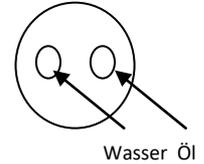
Beobachtung 2

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen?

B. Fette und Öle

Durchführung 1

1. Gebt auf ein Filterpapier einen Tropfen Wasser und einen Tropfen Speiseöl und markiert beide mit dem Bleistift. Haltet das Papier gegen das Licht. Was siehst du?
2. Föhnt die beiden Tropfen eine kurze Zeit. Dann haltet ihr das Filterpapier wieder gegen das Licht. Was hat sich verändert?

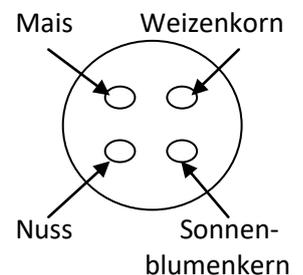


Beobachtung 1

Was lernst du daraus: Wie lassen sich Fette und Öle nachweisen?

Durchführung 2

1. Zerdrückt die verschiedenen Proben, die ihr untersuchen wollt, mit dem Spatel auf dem Filterpapier, sodass etwas Flüssigkeit austritt. Entfernt die Proben
2. Markiert die Flächen wieder und beschriftet sie.
3. Haltet das Papier gegen das Licht. Was siehst du?
4. Föhnt die Tropfen der Reihe nach eine kurze Zeit. Dann haltet ihr das Filterpapier wieder gegen das Licht. Was siehst du jetzt?



Beobachtung 2

Was kannst du aus deinen Beobachtungen schließen?

Welche Energieumwandlung findet in Pflanzen statt?

Name:

Datum:

Können Pflanzen Energie speichern?

Geräte

Reagenzglas + Ständer, Spatel, 2 Bechergläser 100 mL, Permanentstift, Glasstab, Uhr, Pinzette, Mörser, 2 Uhrgläser

Materialien

Kartoffelstärke, Wasser, Iodlösung (Iod-Kaliumiodidlösung 0,05 M), Heizplatte, Pflanze mit beleuchteten und nicht beleuchteten Blättern, Sand

Vorversuch: Stärkenachweis

1. Gebt wenig Stärke und einen Spritzer Wasser in das Reagenzglas und erhitzt es einige Minuten in einem Wasserglas auf der Heizplatte (200 °C). Was siehst du?
2. Nehmt das Reagenzglas heraus und gebt 2 Tropfen Iodlösung dazu. Was passiert?

Was lernst du daraus: Wie kann man Stärke nachweisen?

Hauptversuch: Untersuchung von Blättern

Durchführung

1. Jeweils ein beleuchtetes und ein unbeleuchtetes Blatt (ohne Folie) teilt ihr in 4 -5 Stücke, gebt diese jeweils mit 20 mL Wasser in ein beschriftetes Becherglas.
2. Stellt dann beide Gläser auf die Heizplatte (200 °C) und lasst die Blätter 15 min kochen. Schiebt die Blattstücke regelmäßig mit dem Glasstab ins Wasser zurück.
3. Dann nehmt ihr die unbeleuchteten Blattstücke mit der Pinzette aus dem Becherglas und legt sie in den Mörser. Gebt einen Spatel Sand und einen Spritzer Wasser dazu. Dann mörsert ihr die Blattstücke zu einem feinen Brei. Gebt diesen auf ein Uhrglas.
4. Wiederholt Nr. 4 und 5 mit dem beleuchteten Blatt.
5. Tropft dann auf beide Uhrgläser etwas Iodlösung. Vergleicht!

Beobachtung

Wie kannst du deine Beobachtung erklären?

Name:

Datum:

Ist Abfall wirklich Abfall?

Geräte

Teller, Messer, Erlenmeyerkolben eng, Löffel, Trichter,

Materialien

etwa 50 g Gemüseabfälle wie Salatblätter oder Kartoffelschalen u.a., Komposterde, Brühwürfel, Zucker, Wasser, Luftballon (alternativ: kleine Plastiktüte und Gummiband)

Durchführung

1. Schneidet die Gemüseabfälle klein und gebt sie in den Kolben. Füllt dann etwa 3 Teelöffel Erde ein.
2. Gebt einen Teelöffel Zucker und ein Stück zerkleinerten Brühwürfel dazu. Mischt das Ganze gut.
3. Füllt warmes Wasser ein, bis der Kolben fast bis zum Hals gefüllt ist.
4. Pustet den Luftballon einmal auf, um ihn vorzudehnen, und zieht ihn dann über den Kolbenhals, sodass dieser luftdicht verschlossen ist.
5. Lasst den Kolben ein paar Tage an einem warmen, dunklen Platz stehen.

Vermutung: Was wird passieren?

6. Wenn der Kolben ein paar Tage gestanden hat, dreht ihn vorsichtig mehrfach so, dass alle großen Gasblasen nach oben steigen. Dreht den Luftballon ein paar Mal, damit er verschlossen ist, und zieht ihn dann ab.
7. Lasst das Gas aus dem Ballon ganz vorsichtig ausströmen und riecht vorsichtig daran. Wonach riecht es?

Beobachtung

Erklärung

Name:

Datum:

Wie können wir die Energie der Sonne speichern?

Geräte

Lampe, Solarmodul, Messbox, 4 Kabel, Elektrolyseeinheit, 2 Schläuche, 2 Stopfen, Brennstoffzelle, 2 kleine Reagenzgläser

Materialien

Klebeband, destilliertes Wasser, Kerze, Streichhölzer

Hinweis: Die Kabel werden immer in farblich passende Anschlüsse gesteckt!

A. Einrichtung der Solaranlage

1. Verbindet das Solarmodul durch zwei Kabel mit den Anschlüssen auf den linken Seite der Messbox.
2. Stellt den Drehschalter der Messbox auf "Kurzschluss" und schaltet sie an.
3. Schließt die Lampe an die Steckdose und stellt sie vor die Solarzelle. Bewegt sie hin und her. Wie ändert sich die Anzeige der Stromstärke?
4. Positioniert die Lampe so, dass die linke Anzeige etwa 0.250 A (Stromstärke) zeigt. Befestigt Solarmodul und Lampe mit Klebeband, um diesen Abstand zu fixieren.

Welche Energieumwandlung findet in der Solarzelle statt?

→

B. Die Wasserelektrolyse mit Solarenergie

1. Füllt die Elektrolyseeinheit durch die Gummistopfen auf beiden Seiten mit Wasser bis an den Nullstrich. Dann schiebt ihr die beiden Überlaufrohre auf die Stopfen.
2. Trennt die Kabel von der Messbox ab und schließt sie stattdessen an die Elektrolyseeinheit. Sie verbinden jetzt das Solarmodul mit der Elektrolyseeinheit. Beleuchtet das Solarmodul.
3. Lasst die Elektrolyseeinheit zunächst etwa 4 min laufen, dann werden die Schläuche mit den Stopfen verschlossen. Was passiert nun?
4. Wenn sich auf der Wasserstoffseite (rot H₂) ca. 8 mL Gas gesammelt haben, zieht ihr den Lampenstecker und kontrolliert, wie viel Sauerstoff (blau O₂) sich gebildet hat:

_____ mL

Welche Energieumwandlung findet in der Elektrolyseeinheit statt?

→

C. Was passiert in der Elektrolyseeinheit?

Die Glimmspanprobe

1. Zündet die Kerze an und bringt den Holzspan an einer Seite zum Glimmen (er soll aber nicht brennen).
2. Drückt den Sauerstoffschlauch mit den Fingern fest zu. Entfernt dann den Stopfen.
3. Schiebt dann sofort den Glimmspan hinein. Was passiert?

Beobachtung 1

Erklärung 1

Die Knallgasprobe

1. Drückt den Wasserstoffschlauch mit den Fingern fest zu und entfernt den Stopfen.
2. Haltet ein Reagenzglas mit der Öffnung nach unten. Schiebt den Schlauch in ein Reagenzglas. Lasst das Gas von unten in das Glas strömen und verschließt die Öffnung sofort mit dem Daumen.
3. Haltet die Öffnung des Reagenzglases schnell in die Kerzenflamme.

Beobachtung 2

Erklärung 2

Welche Energieumwandlung findet bei der Knallgasprobe statt?

→

D. Betrieb der Brennstoffzelle

1. Schaltet die Lampe wieder ein.
2. Schließt den Schlauch, der von der Wasserstoffseite der Elektrolyseeinheit kommt, an den Wasserstoffeinlass (H_2 blau, oberer Stopfen) der Brennstoffzelle an. Den Sauerstoffschlauch schließt ihr am Sauerstoffeinlass (O_2 blau, oberer Stopfen) an. Lasst alles ca. 3 min so laufen.
3. Verbindet mit dem dritten und vierten Kabel die Anschlüsse auf der linken Seite der Messbox mit der Brennstoffzelle.
4. Schaltet den Drehschalter auf "Motor". Was passiert?
5. Dreht dann den Schalter weiter auf "Lampe". Was passiert? Schaut genau hin!

Beobachtung 3

Welche Energieumwandlung findet in der Brennstoffzelle statt?

Welche Energieumwandlungen finden anschließend statt?

Kann man Energieumwandlungen im Kreis laufen lassen? Begründe deine Meinung!

Name:	Datum:
-------	--------

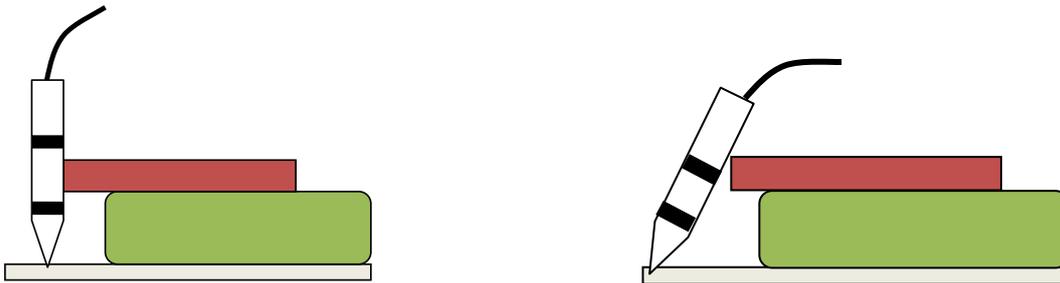
Batterien - Ganz einfach!

Geräte und Materialien

Teller, eingelegte Gurken, Alufolie, 5-Centstück, Kopfhörer, Zinkblech, Kupferblech, Leichtlaufmotor, 4 Krokodilklemmen, 2 Kabel

Durchführung 1

1. Faltet die Alufolie in ein etwa 5 cm x 5 cm großes Quadrat und legt sie auf das Uhrglas.
2. Legt 2 Gurkenscheiben übereinander auf die Alufolie. Darauf legt ihr das 5 Centstück, sodass es an einer Seite etwas übersteht.
3. Haltet euch die Kopfhörer vor die Ohren (bitte nicht einstecken!).
4. Setzt den Stecker des Kopfhörers mit der Spitze auf die Alufolie. Gleichzeitig soll der Stecker zwischen den schwarzen Ringen seitlich die Münze berühren. Was passiert?
5. Verschiebt den Stecker jetzt so, dass er die Münze oberhalb der schwarzen Ringe berührt. Dazu stellt ihr ihn etwas schräg. Was ändert sich?
6. Danach tauscht ihr.



Beobachtung 1

Erklärung 1

Durchführung 2

1. Setzt auf jedes Kabelende eine Krokodilklemme. Verbindet die Anschlüsse vom Motor mit jeweils einem Blech.
2. Legt auf eins der beiden Bleche nebeneinander drei Gurkenscheiben. Dann legt ihr das andere Blech zunächst auf eine der Gurkenscheiben. Die beiden Bleche dürfen sich nicht berühren. Passiert etwas?
3. Schiebt das obere Blech ein Stückchen weiter, sodass es auf zwei Gurkenscheiben liegt. Was passiert jetzt?
4. Schiebt das Blech noch weiter, sodass jetzt alle drei Gurkenscheiben zwischen den Blechen liegen. Vielleicht müsst ihr das obere Blech etwas andrücken, damit es genug Kontakt zu den Gurken bekommt. Was ändert sich?
5. Ihr könnt den Motor auch noch an die erste Kupfer-Alu-Gurkenbatterie anschließen. Passiert etwas?

zu 2.



zu 3.



zu 4.



Beobachtung 2

Erklärung 2

Welche Energieumwandlung findet in einer Batterie statt?

Aus welchen Teilen muss eine Batterie auf jeden Fall bestehen?

Hauptversuch

Geräte und

Kunststoffpetrischale mit 2 Graphitelektroden, 4 Krokodilklemmen, 2 Kabel, Stativ mit Klammer, Propeller mit Generator, Föhn, Leichtlaufmotor

Materialien

0,4 g Zinkiodid in einem 100 mL –Becherglas, Messzylinder 50 mL, Wasser, Salzsäure (2,5 %)

Sicherheitshinweis

Zinkiodid ist reizend. Salzsäure ist ätzend.

Durchführung

1. Gebt 40 ml Wasser in das Becherglas und schwenkt es. Den weißen Niederschlag löst ihr durch Zugabe von ein paar Tropfen Salzsäure auf.
2. Befestigt außen an der Petrischale mithilfe der Krokodilklemmen an jeder Elektrode ein Kabel.
3. Füllt die Zinkiodid-Lösung in die Petrischale, sodass die Elektroden vollständig mit Flüssigkeit bedeckt sind.

Nun muss der Akku geladen werden:

4. Befestigt den Propeller am Stativ.
5. Verbindet die Anschlüsse des Propellers mit den beiden Kabeln an der Petrischale.
6. Bringt den Propeller mit dem Föhn zum Drehen. Was passiert an den Elektroden?

Beobachtung 1

Erklärung 1

So lassen sich die Beobachtungen zusammenfassen:

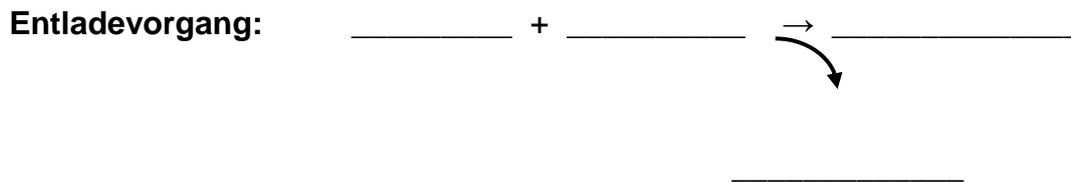
Ladevorgang: Zinkiodid \rightarrow _____ + _____

7. Entfernt den Propeller aus dem Schaltkreis und schließt stattdessen den Motor an.
Was passiert?

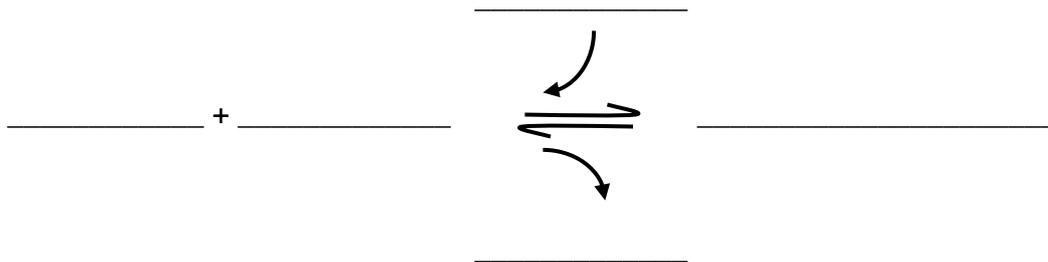
Beobachtung 2

Erklärung 2

So lassen sich die Beobachtungen zusammenfassen:



Gesamtreaktion im Akku:



Welche Energieumwandlungen finden in einem Akku statt?

Name:

Datum:

Wie lässt sich Wärme speichern?

Geräte

Becherglas 250 mL mit Siedesteinen, Heizplatte, 1 Reagenzglas + Ständer, Löffelspatel, kleiner Trichter, Pipette, Becherglas 250 mL, Pinzette, Thermometer, kleine Petrischale

Materialien

Natriumacetat-Trihydrat, dest. Wasser, Eis

Sicherheitshinweis

Die Heizplatten werden sehr heiß. Verbrennungsgefahr!

Durchführung

Vorversuch im Reagenzglas:

1. Füllt heißes Wasser in das große Becherglas und stellt es auf die Heizplatte (200 °C). Erhitzt das Wasser bis kurz vor dem Sieden.
2. Wiegt etwa 5 g Natriumacetat in das Reagenzglas ein.
3. Gebt mit der Pipette 2 mL Wasser hinzu. Achtet dabei darauf, dass alle Salzkristalle, die am Rand kleben, mit in die Lösung hinab gespült werden.
4. Stellt das Reagenzglas in das heiße Wasserbad, bis die Lösung völlig klar ist (etwa 5 min). Es dürfen keine Salzkristalle mehr in der Lösung oder am Glasrand vorhanden sein.
5. Befüllt in der Zwischenzeit ein 250 mL-Becherglas mit kaltem Wasser (dient als kaltes Wasserbad).
6. Stellt vorsichtig ein Thermometer in das Reagenzglas und stellt dieses dann zum Abkühlen in das kalte Wasserbad. (**wichtig**: Vermeide Erschütterungen!)
7. Sollten sich beim Abkühlen Salzkristalle gebildet haben, müssen sie im heißen Wasserbad wieder gelöst werden.
8. Nehmt das Reagenzglas aus dem Wasserbad heraus, wenn die Lösung auf etwa 20 °C abgekühlt ist.
9. Gebt mit der Pinzette ein Kristall Natriumacetat in das Reagenzglas. Beobachtet, was im Reagenzglas passiert und achtet auf die Temperatur.

Was beobachtest du? Welche Temperatur wird erreicht?

10. Stellt das Reagenzglas noch einmal ins Wasserbad und löst das Salz wieder auf. Es darf kein Kristall an der Innenwand des Reagenzglases sein!
11. Lasst dann das Reagenzglas wieder im kalten Wasserbad bis auf Raumtemperatur abkühlen.
12. Legt mit der Pinzette einige Kristalle Natriumacetat-Trihydrat auf die Petrischale und gießt die erkaltete Lösung **ganz langsam** über die Kristalle.

Was passiert jetzt?

Erklärung

Welche Energieumwandlungen statt?

Energie - Warum ist das Thema wichtig?

Der Begriff „Energie“ begegnet uns im Alltag in vielen unterschiedlichen Situationen. Wir werden aufgefordert, keine Energie zu verschwenden; in der Werbung hört man oft davon, dass uns etwas Energie (zurück) gibt. Aber was ist das eigentlich genau? Viele Kinder haben dazu Vorstellungen, die teilweise durchaus stimmig sind, in anderen Teilen aber sehr widersprüchlich und unrealistisch. Manche Kinder zeigen auch Berührungsängste bei diesem Thema. Das ist eigentlich auch nicht überraschend, denn Energie ist ein abstrakter Begriff, Energie kann man nicht sehen. Man erkennt sie nur an ihren Wirkungen wie Licht, Bewegung oder Wärme. Gleichzeitig ist Energie aber unabdingbare Voraussetzung für jegliches Tun und an jeder unserer Handlungen im Alltag beteiligt. Wir wollen Energie „begreifbar“ für Kinder machen, indem sie sich in Phänomen-orientierten und alltagsnahen Experimenten mit den grundlegenden Konzepten der Energie auseinandersetzen und diese dabei erkennen können, aber auch sich selbst darin wiederfinden.

Es reicht jedoch nicht aus, sich nur auf die naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen zu beschränken. Unser Handeln lässt sich aus vielen verschiedenen Perspektiven betrachten. Neben den ökologischen und ökonomischen Herausforderungen sind soziale Aspekte wie Chancengerechtigkeit oder die Frage nach Lebensqualität von entscheidender Bedeutung. Erst wenn diese Aspekte in gleicher Weise berücksichtigt werden, ist eine umfassende Bewertung möglich, und erst dann kann im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gehandelt werden.

Mit diesem Angebot wollen wir Schülerinnen und Schüler ab Klasse 4 ermöglichen, ein grundlegendes Wissen über das Konzept Energie sowie wesentliche Aspekte der Bewertungskompetenz zu entwickeln. Die beiden Ansätze der Vermittlung eines naturwissenschaftlichen Grundverständnisses und einer handlungsorientierten Umweltbildung werden miteinander verzahnt. Das Verständnis der SchülerInnen für einen nachhaltigen Umgang mit Energie soll so über angeleitetes Handeln hinaus gefördert werden. Dies ist gerade im heutigen Zeitalter der Energiewende wichtig, da jeder Einzelne so früh wie möglich erkennen muss: Mein Verhalten hat Konsequenzen – für mich, für mein Umfeld und für andere. Auch ich trage mit meinem Handeln dazu bei, wie die Welt sich entwickelt.

Das Angebot gliedert sich in mehrere Teile, die sowohl als Abfolge als auch unabhängig voneinander durchgeführt werden können. Jedes Teilmodul ist so konzipiert, dass es an einem Vormittag im Labor durchgeführt werden kann:

Modul 1: Grundlagen des Energiekonzepts

- a. Energieformen und ihre Umwandlung
- b. Energie sinnvoll nutzen: Energieeffizienz

Modul 2: Chemische Energieträger

- a. Nutzung und Vergleich
- b. Kohlenstoffdioxid

Modul 3: Energie aktuell

- a. Erneuerbare Energien
- b. Energiespeicherung

Modul 1: Grundlagen des Energiekonzepts

a. Energieformen und ihre Umwandlung

Themen und Experimente:

Energieformen	AB1: Wenn Mühlen sich drehen...	Energieformen praktisch kennenlernen
Umwandlungen	AB2: Was passiert, wenn man Energie nutzt?	Alltagsbeispiele für Umwandlungen verschiedener Energieformen finden und ausführen
Wärmeenergie nutzen	AB3: Mit Volldampf voraus!	Bewegung durch Wasserdampf

Information zu den Versuchen

1. Wenn Mühlen sich drehen...

In dieser Versuchsreihe lernen die SchülerInnen zunächst mithilfe einiger Mühlenmodelle spielerisch verschiedene Energieformen kennen und machen gleichzeitig die Erfahrung, dass diese ineinander umgewandelt werden.

Dabei stellen sie fest, dass man Energie nicht direkt sehen oder wahrnehmen kann, sondern sie sich nur an ihren Wirkungen erfassen lässt. Sie zeigt sich in verschiedenen Phänomenen wie Bewegung, Licht, Wärme, elektrischer Strom, wenn eine Energieform in eine andere umgewandelt wird.

Windfahrrad: Bewegungsenergie – Lageenergie

Lichtmühle: Lichtenergie – Bewegungsenergie

Windrad: Bewegungsenergie – elektrische Energie

Erläuterungen zu den Beobachtungen:

Windfahrrad: Bewegungsenergie – Lageenergie

Wenn sich die Windmühle dreht, wird der am Faden befestigte Nagel nach oben gehoben, die Bewegungsenergie wird in Lageenergie umgewandelt. Erfährt die Windmühle keinen Antrieb mehr, sinkt der Nagel aufgrund der Schwerkraft ab. Die Lageenergie wird in Bewegungsenergie umgewandelt, die Mühle dreht sich zurück.

Lichtmühle: Lichtenergie – Bewegungsenergie

In einer Licht- oder auch Sonnenmühle befindet sich ein bewegliches Flügelrad, das mit mehreren einseitig geschwärzten Plättchen versehen ist, die Rückseite ist idealerweise verspiegelt.

Wird die Lichtmühle beleuchtet, reflektieren die silberfarbenden Flügel die Lichtstrahlen, während die schwarzen Flügel die Energie aufnehmen und sich dadurch erwärmen. Es kommt zu einem Temperaturunterschied zwischen den silbernen und den schwarzen Flügelseiten, und

die Luft wirbelt an dem wärmeren schwarzen Flügelpaar stärker. Daher dreht sich das Rädchen mit einer von der Stärke der Strahlung abhängigen Geschwindigkeit, wobei die nicht geschwärzten Flächen vorangehen.

Windrad: Bewegungsenergie – elektrische Energie

Das Windrad wird normalerweise durch Wind angetrieben. Aufgrund des Getriebes besitzt es einen gewissen Anlaufwiderstand, sodass Pusten nicht ausreicht und im Experiment ein Föhn benutzt werden muss. Im Propellergehäuse steckt ein Generator, der die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt wie bei den allgegenwärtigen Windkraftanlagen. Die LED beginnt zu leuchten. So erkennen die SchülerInnen, dass Strom produziert wird. Je stärker sich das Rad dreht, desto mehr Strom wird produziert und desto heller leuchtet die LED.

Da LEDs gerichtet sind, müssen sie in der richtigen Richtung an die Kabel des Propellers angeschlossen werden. Kabel und Beine der LED sind farblich markiert, es wird immer rot an rot und schwarz an schwarz angeschlossen.

2. Was passiert, wenn man Energie nutzt?

Bei dieser Aufgabenstellung handelt es sich um forschendes Experimentieren. Dabei werden die SchülerInnen durch die zur Verfügung gestellten Materialien teilweise geführt, können aber auch eigene Lösungsvorschläge erarbeiten.

Zur Einführung hören die SchülerInnen eine kurze Geschichte, wie sie sich auch in ihrem Alltag abspielen könnte, um die Rolle der Energie zu ergründen. Anschließend erkunden sie einfache Alltagsvorgänge, die sie selbst auswählen, unter der Fragestellung „Was passiert, wenn man Energie nutzt? Welche Energieformen und -umwandlungen treten dabei auf?“. Beispiele für Bewegungs-, Licht-, elektrische und chemische Energie sollen im Labor erarbeitet werden. Aufgabe ist, eine vorgegebene Energieform in eine andere frei wählbare Energieform umzuwandeln. Die notwendigen Materialien und Geräte, die sie zum Teil auch im ersten Experiment verwendet haben bzw. die im Rahmen der Einführung präsentiert wurden, stehen parat oder werden von den Betreuern zur Verfügung gestellt, ggf. wird improvisiert. Für jede Energieform gibt es verschiedene Beispiele. Die Erfahrung zeigt, dass seitens der Kinder noch viel mehr Ideen kommen!

Beispiele für im Labor umsetzbare Umwandlungen:

1. Bewegungsenergie

laufende Kinder -> Wärme

springende Kinder -> Lageenergie

Handkurbel -> elektr. E., Wärme

Windrad A -> Lageenergie

Windrad C -> elektrische Energie

2. Elektrische Energie

Lampe -> Licht, Wärme

Magnetrührer -> Wärme, Bewegung

Batterie -> div. Geräte (Taschenlampe, Radio..)

3. Lichtenergie

Lampe -> Wärme

Lampe -> elektr. E. (Solarpanel)

Windrad B -> Bewegung

4. Chemische Energie

Kerze -> Licht und Wärme

Nahrung -> Bewegung u. Wärme

Kartoffelbatterie -> elektrische Energie

5. Lageenergie

Flummi -> BewegungsE -> LageE -> ...

Wasserrad -> BewegungsE

Jojo -> BewegungsE

uvm.

3. Mit Volldampf voraus!

In den vorherigen Versuchsreihen haben die SchülerInnen erfahren können, dass bei jeder Energieumwandlung auch Wärmeenergie entsteht und dass Energie in dieser Form nicht so einfach weiter umgewandelt werden kann, weil sie sich oft in der Umgebung verteilt. In diesem Experiment erfahren sie, wie Wärmeenergie zielgerichtet genutzt werden kann und zwar in Form von Wasserdampf. Dass in Wasserdampf viel Energie steckt, lässt sich mit einem Dampfkreislauf zeigen. Nach dem gleichen Prinzip kann man auch Dampfboote bauen, diese können dann ein kleines Rennen fahren. Mit dem Kreislauf wird die Umwandlungskette Chemische Energie – Wärmeenergie – Bewegungsenergie, die Grundlage der Arbeitsweise von klassischen Kraftwerken ist, spielerisch umgesetzt. Die im Kerzenwachs gespeicherte Energie wird bei der Verbrennung in Wärmeenergie umgewandelt. Die Kupferspirale und das darin enthaltene Wasser werden damit erhitzt, sodass das Wasser verdampft. Der Wasserdampf benötigt viel mehr Raum und strömt daher unter Wasser aus den Rohrenden aus und erzeugt so einen Rückstoß. Da die beiden Rohrenden in die entgegengesetzte Richtung zeigen, beginnt der Kreislauf zu rotieren. Dass durch eine Drehbewegung Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt werden kann, haben die SchülerInnen bereits in der ersten Versuchsreihe erarbeitet. Mithilfe eines Handgenerators kann dies ansonsten an dieser Stelle einfach gezeigt werden. Mit dieser Umwandlungskette wird die prinzipielle Arbeitsweise eines

heutigen Dampfkraftwerks demonstriert. So lässt sich erfassen, wie in einem Kraftwerk aus Kohle oder Gas Strom erzeugt wird.

Erkenntnisgewinn

Die Kinder lernen in diesem Teilmodul die vier Subkonzepte des Energiebegriffs kennen, nämlich Energieform, Energieumwandlung, Energieträger und Energieerhaltung. Damit erfahren sie erste, ganz grundlegende Erkenntnisse zum Begriff Energie, die im naturwissenschaftlichen Anschlussunterricht vertieft werden.

Ziel des Moduls ist es auch, den Kindern zu verdeutlichen, dass Energie bei jedem Vorgang eine Rolle spielt und dass auch bei jeder ihrer eigenen alltäglichen Handlungen Energieumwandlungen ablaufen. Durch die Erkenntnis, dass Energie etwas ganz Grundsätzliches ist und auch in ihrem Alltag ständig und überall eine Rolle spielt, soll der doch sehr abstrakte Begriff Energie für sie anschaulich und lebensnah werden. Eventuell zu Beginn bestehende Berührungsängste zum Thema aufgrund des doch so abstrakten Begriffs Energie können sich so auflösen und die Bereitschaft erhöhen, sich mit dem Thema näher zu beschäftigen, auch im eigenen Lebensumfeld. Alltagsbegriffe mit Bezug zu Energie werden unter Berücksichtigung der Subkonzepte untersucht.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden in Form von Merksätzen für die Kinder zusammengefasst.

Modul 1: Grundlagen des Energiekonzepts

b. Energie sinnvoll nutzen: Energieeffizienz

Themen und Experimente:

Gezielte Nutzung von Energie	AB1: Energiesparen mit Köpfchen	Vergleiche von Energienutzung im Alltag: Leuchtmittel / Kochen
Wärmedämmung	AB2: Wenn Wärme wandert AB3: Wärmedämmung – wozu?	Wege der Wärmeübertragung Dämmstoffe im Vergleich

Informationen zu den Versuchen

1. Energiesparen mit Köpfchen (Beispiele für Energieausnutzung im Alltag)

Der Begriff „Energiesparen“ ist jedem bekannt. In der Schule und sicher auch zuhause werden die Kinder zum Energiesparen angehalten. In manchen Schulen laufen Projekte oder AGs zu diesem Thema, die Kinder werden z.B. zu „Energiefüchsen“ ausgebildet. Dabei geht es um Verhaltensweisen wie Licht bewusst zu nutzen – es auszuschalten, wenn es nicht mehr gebraucht wird – oder richtiges Lüften – kurz durchlüften statt dauerhaft das Fenster zu kippen, damit der Raum nicht auskühlt und dann wieder aufgeheizt werden muss. Energiesparen ist aber viel mehr! Es geht nicht nur darum, Energie so selten wie möglich einzusetzen, sondern auch, die Energie möglichst gezielt einzusetzen. Das bedeutet, von der eingesetzten Energie soll ein möglichst großer Anteil tatsächlich genutzt werden. Dazu muss man sich bewusst machen, was mit der eingesetzten Energie passiert, welche Wege sie nimmt. In zwei einfachen Experimenten verfolgen die Kinder die Energieumwandlungen quantitativ. Zwei typische Beispiele von Energieeinsatz im Alltag sind Licht und Kochen. Der Begriff „Energiesparlampe“ beinhaltet bereits, dass diese Leuchte weniger Energie benötigt. Aber warum ist das so? Der Vergleich von drei unterschiedlichen Leuchtentypen, nämlich klassischer Glühlampe, Halogenlampe und LED-Lampe, zeigt den entscheidenden Unterschied auf. Mittels Spannungsmessung an einem Solarpaneel wird geprüft, wie viel Licht die Leuchten geben. Die Leuchtstärke ist in etwa gleich. Große Unterschiede ergeben sich aber, wenn man misst, wie viel Wärme die Leuchten abgeben. Wärmeabgabe bedeutet ungenutzte Energie: Es muss mehr Energie eingesetzt werden, um die gleiche Leuchtstärke zu erreichen.

Auch beim Kochen kann man den Energieeinsatz minimieren. Zwar wissen viele Kinder bereits, dass Topf und Herdplatte zusammenpassen müssen und dass ein Deckel aufgelegt werden soll. In dem Experiment untersuchen die Kinder aber, wie groß der Einfluss der Topfgröße und eines Deckels ist. Bedeckt das Gefäß die gesamte Heizfläche und ist ein Deckel aufgelegt, wird das Wasser viel schneller heiß – teilweise in der Hälfte der Zeit. Es muss also nur halb so viel Energie eingesetzt werden, um das Ziel - heißes Wasser – zu erreichen, weil die von der Platte

abgegebene Wärmeenergie beinahe vollständig in das Gefäß übertragen wird. Gleichzeitig verhindert der Deckel Wärmeverluste aus dem Gefäß.

2. Wenn Wärme wandert

Um das Thema Wärmedämmung bearbeiten zu können, müssen sich die Kinder zunächst mit Wärmeübertragung auseinandersetzen. Wärmeübertragung ist der Transport von Energie infolge eines Temperaturunterschiedes über Systemgrenzen hinweg. Wärmeübertragung erfolgt in Richtung der Orte mit tieferen Temperaturen. Die Thermoskanne, ein Alltagsgegenstand, wird zum Einstieg genutzt. Wie funktioniert diese? Die Kinder wissen, dass diese Kaltes kalt und Heißes heiß hält, haben normalerweise aber keine Idee, wie dies gelingt. Vielleicht ist ein Dämmstoff enthalten?

In den einzelnen Abschnitten des Versuchs beobachten die Kinder jedes Mal, dass sich das heißere Medium abkühlt und das kältere erwärmt, unabhängig von der Anordnung. Wasser als Medium überträgt die Wärme jedoch wesentlich schneller als Luft. Das heiße Wasser im inneren Becherglas gibt Wärmeenergie an das Glas ab, dieses wiederum an das umgebende Wasser bzw. die Luft. Dabei treten zwei Mechanismen der Wärmeübertragung auf: Wärmeströmung, die mit Teilchenbewegung verknüpft ist, und Wärmeleitung ohne Stofftransport. Im Wasser und in der Luft verteilt sich Wärme sowohl durch Wärmeströmung, Konvektion genannt, als auch durch Wärmeleitung. In einer sehr dünnen Grenzschicht direkt am Glas dominiert dagegen die Wärmeleitung.

Gase sind deutlich schlechtere Wärmeleiter als Flüssigkeiten. Die Wärmeenergie wird dabei von einem Teilchen höherer Energie auf ein Teilchen geringerer Energie übertragen. Sind weniger Teilchen vorhanden, treffen diese auch seltener aufeinander und können seltener Energie übertragen. Wenn man diesen Gedanken fortführt, gelangt man zu der Erkenntnis, dass keine Wärmeübertragung erfolgen kann, wenn keine Teilchen vorhanden sind. Ein Vakuum ist also ein idealer Wärmeisolator. Das ist eine Antwort auf die Einstiegsfrage: In der Zwischenwand einer Thermoskanne befindet sich eine luftleere Schicht, ein Vakuum. So kann die Wärmeübertragung minimiert werden. Aber wie die Erfahrung zeigt, ist der Tee auch in der besten Thermoskanne irgendwann kalt.

3. Wärmedämmung – wozu?

Bei Wärmedämmung denken viele zunächst nur daran, dass etwas Warmes warm bleiben soll. Genauso wichtig ist aber das Gegenteil. Zwar setzen Privathaushalte zwei Drittel der von ihnen verbrauchten Gesamtenergie zum Heizen ein, überwiegend in der Form von Erdgas und Mineralöl. Berücksichtigt man aber, dass Klimaanlage in der Regel mit Strom betrieben werden, muss man bei der Berechnung des Energieverbrauchs eigentlich von der ursprünglichen Energiequelle, z.B. Gas oder Kohle in Kraftwerken, ausgehen und die

Wirkungsgrade der Umwandlungsschritte vom Energieträger bis zur Klimaanlage mit berücksichtigen. Unter diesem Aspekt verschlingen sowohl das Heizen als auch das Kühlen von Gebäuden viel Energie. Daher ist es sinnvoll, Maßnahmen zu ergreifen, die das Aufheizen von Gebäuden im Sommer und das Auskühlen im Winter verhindern bzw. erschweren. Inwieweit der Einsatz von Dämmmaterialien den Temperatenausgleich zwischen Raumtemperatur und Außenluft verringern kann, wird experimentell untersucht. Dabei werden nicht nur gedämmter und ungedämmter Zustand gegenübergestellt, sondern auch der Einsatz unterschiedlicher Materialien miteinander verglichen. Dabei lässt sich feststellen, dass sich die getesteten Materialien in ihrer Wirkung nur wenig unterscheiden. Der Einsatz von Dämmung im Vergleich zum ungedämmten Zustand wirkt sich dagegen gravierend aus.

Dass Kühlhalten und Warmhalten letztendlich die gleichen Aufgaben sind, wird ganz nebenbei ebenfalls deutlich. Entscheidend ist allein, dass die Übertragung von Wärme soweit wie möglich verhindert wird. Die Richtung der Übertragung ist immer gleich: Von warm zum kalt, also von energiereich zu energiearm.

Erkenntnisgewinn

Im Alltag hört man immer wieder Begriffe wie Energiegewinnung, Energieverbrauch oder Energiesparen. Diese stehen im Widerspruch zum naturwissenschaftlichen Prinzip der Energieerhaltung. Der fachliche Hintergrund dieser Begriffe wird an alltäglichen Beispielen für Energieumwandlungen erarbeitet.

Unter Energiegewinnung verstehen wir, dass vorhandene Energie in eine für uns nutzbare Form umgewandelt wird, beispielsweise die Energie des Sonnenlichts in einer Fotovoltaikanlage in elektrische Energie. Energieverbrauch dagegen heißt, dass Energie in eine für uns nicht mehr nutzbare Energie umgewandelt wird, sie ist entwertet. Die Energie ist immer noch da, aber in einer Form, die nicht weiter umgewandelt werden kann, beispielsweise die Wärme einer Lampe bzw. Abwärme überhaupt. Und Energiesparen heißt nicht, Energie irgendwo zu horten wie das Geld im Sparschwein, sondern sie möglichst sinnvoll und ergiebig zu nutzen, unnötige Umwandlungen zu vermeiden.

Genauso entscheidend ist es, Energie zielgerichtet zu verwenden. Dabei ist die Verbesserung der Energieeffizienz ein wichtiger Faktor. Die eingesetzte Energie soll zu einem möglichst hohen Anteil in die benötigte Form umgewandelt und so optimal ausgenutzt werden. Dies lässt sich erreichen, indem effektive Wege zur Umwandlung gewählt werden, bei denen möglichst wenig nutzlose Wärmeenergie entsteht, oder indem die entstehende Wärme genutzt wird. Grundsätzlich gilt, dass die Zahl der Umwandlungsschritte möglichst gering sein soll.

Modul 2: Chemische Energieträger

a. Nutzung und Vergleich

Themen und Experimente:

Chemische Energieträger	AB1: Was brennt bei einer Kerze?	Untersuchung der Bestandteile einer Kerze und der Kerzenflamme
Nutzung von Energieträgern	AB2: Chemische Energieträger – Was passiert bei der Nutzung?	CO ₂ -Nachweis, Identifizierung der Verbrennungsprodukte einer Kerze, Untersuchung von Atemluft
Vergleich von Energieträgern	AB3: Kann man messen, wie viel Energie in einem Energieträger steckt? AB4 Chemische Energieträger – Wie viel Energie steckt drin?	Entwicklung und Test eines einfaches Kalorimeters Verschiedene Energieträger im Vergleich

Informationen zu den Versuchen

1. Welcher Teil der Kerze brennt?

Wenn man Kinder fragt, was bei einer Kerze verbrennt, so antworten sie meist spontan „Der Docht“. Schließlich ist an einer brennenden Kerze deutlich zu erkennen, dass sich die Flamme oben am Docht befindet, und dieser wird während des Brennens auch immer kürzer. Erst durch genaueres Überlegungen bzw. die bewusste Beobachtung, dass die Kerze bei längerer Brenndauer kleiner wird, erkennen sie, dass auch das Wachs etwas damit zu tun hat.

In diesem Versuch untersuchen die Kinder die einzelnen Bestandteile einer Kerze, nämlich festes Wachs, den Docht mit und ohne Wachs. Dabei erkennen sie, dass Wachserst einmal nicht brennt, der Docht allein aber auch nicht. Die beiden Zonen einer Kerzenflamme, die blaue und die gelbe Zone, werden identifiziert und untersucht. In der blauen Zone entwickelt sich weißer Rauch, dieser brennt, der schwarze Rauch in der gelben Zone jedoch nicht. Motorisch geschickte Kinder können den weißen Rauch an einer kalten Glasscheibe, z.B. einem Uhrglas, niederschlagen lassen und später untersuchen. Der Rückstand, der nach dem Verdunsten des gleichzeitig kondensierten Wassers bleibt, riecht deutlich nach Wachs. Es handelt sich beim weißen Rauch also um Wachsdampf und dieser kann brennen.

Die Kinder erkennen, dass es das Wachs ist, das bei der Kerze brennt. Der Docht wird nur benötigt, um Wachsdampf zu erzeugen. Die Funktion des Dochts kann mit einem Faden, der ins Wasser gehalten wird, demonstriert werden. Das Wachs verbrennt, dabei entstehen Licht und Wärme. Licht- und Wärmeenergie können nur aus einer anderen Energieform entstehen, also muss in dem Wachs Energie gespeichert gewesen sein, die chemische Energie. Der

Begriff „chemischer Energieträger“ wird damit eingeführt: Energieträger sind Stoffe, in denen viel Energie gespeichert ist und die für Energieumwandlungsprozesse nutzbar sind.

2. Chemische Energieträger – Was passiert bei ihrer Nutzung?

Zur Einführung werden Beispiele für chemische Energieträger wie Holz, Kohle, Öl, Benzin usw. gesammelt. Die in ihnen gespeicherte Energie wird genutzt, indem man den Stoff verbrennt. Dabei wird die chemische Energie hauptsächlich in Wärmeenergie umgewandelt, die auf andere Stoffe, meist Wasser oder Luft, übertragen wird. Was passiert dabei mit dem Energieträger? Er ist verbrannt, nur ein Häufchen Asche bleibt zurück, wenn überhaupt etwas zurück bleibt.

Die Kinder lernen zunächst den Kohlenstoffdioxidnachweis mit Kalkwasser. Anschließend untersuchen sie die Verbrennungsprodukte einer Kerze ebenso wie ihren eigenen Atem. Sie erkennen, dass sich der verbrannte Stoff in andere Stoffe umgewandelt hat, ebenso wie die Energie umgewandelt wurde. Sowohl die Stoffe als auch Energie verschwinden also nicht einfach so, sondern ändern ihre Erscheinungsform. Damit kann man eine Bilanz sowohl in stofflicher als auch energetischer Hinsicht für den Verbrennungsprozess erstellen:

stofflich: $\text{Wachs} \rightarrow \text{Kohlenstoffdioxid} + \text{Wasser}$

energetisch: $\text{Chemische Energie} \rightarrow \text{Wärmeenergie} + \text{Lichtenergie}$

Dadurch wird der Grundsatz der Erhaltung verdeutlicht: Stoffe wie auch Energie verschwinden nicht einfach, sondern sie werden umgewandelt, aus ihnen entstehen andere Stoffe und andere Energieformen.

Die Beobachtung, dass die Verbrennungsprodukte einer Kerze die gleichen sind, die auch der Mensch produziert, verdeutlicht, dass auch in Nahrung chemische Energie steckt. Dies kann man anhand eines brennenden Zuckerwürfels sehr schön beweisen. Auch Beispiele von Lebensmittelverpackungen, auf denen der Energiegehalt als Brennwert bezeichnet wird, bekräftigen die Analogie.

Aber brennt in uns dann ebenfalls eine Flamme? Nein, denn im Körpers wird die Energie stufenweise umgesetzt, in kleinen Schritten werden die Nährstoffe abgebaut, jedes Mal wird dabei etwas Energie frei, die unser Körper dann nutzt.

3. Kann man messen, wie viel Energie in einem Energieträger steckt?

Wie viel Energie in einem Energieträger steckt, ist in einem relativ einfachen Versuchsaufbau messbar. Dieses Experiment eignet sich für Kinder, die einen gewissen Forscherdrang haben und bereit sind, etwas auszuprobieren. Dabei können die Kinder die Vorgehensweise beim wissenschaftlichen Arbeiten kennenlernen. Dies kann z.B. im Rahmen einer Experimentier-AG oder einem Projekttag erfolgen. Dabei geht man von einem ganz einfachen Versuchsaufbau aus, nämlich dem Erhitzen von Wasser mit einer Kerze. Die Kinder sollen eine Apparatur zur

Bestimmung des Energiegehalts von Wachs entwickeln. Grundlegende Voraussetzungen sind die Bestimmung der Masse des verbrannten Wachs und ein definiertes Volumen beim Wasser. Außerdem müssen mögliche Fehlerquellen bei der Durchführung erkannt und behoben werden. So muss der Übergang der Wärmeenergie von der Kerzenflamme auf das Medium Wasser möglichst vollständig erfolgen, es darf keine Wärme an die Umgebung abgegeben werden. Dazu trägt ein Windschutz bei, der um die Kerze gestellt wird und den Wärmestrom kanalisiert. Außerdem muss die Temperatur überall im Wasser gleich sein, damit sie genau bestimmt werden kann. Die Kinder können so Schritt für Schritt ein einfaches Kalorimeter entwickeln, mit dem die Energiegehalte von Energieträgern verglichen werden können.

4. Chemische Energieträger – Wie viel Energie steckt drin?

Das selbst entwickelte Kalorimeter kann nun eingesetzt werden, um verschiedene Energieträger zu vergleichen. Alternativ kann der Versuchsaufbau aber auch vorgegeben werden. So lassen sich unterschiedliche Energieträger in Bezug auf den in ihnen gespeicherten Energiegehalt vergleichen. Grundsätzlich kann eine Vielzahl von möglichen Substanzen zum Einsatz kommen. Entscheidend ist, dass sich die Stoffe gut entzünden lassen, nach dem Entzünden lange weiterbrennen und beim Verbrennen möglichst wenig rauchen. Teilweise benötigt man zum Entzünden ein Hilfsmittel oder muss einen Trick nutzen. So lässt sich ein Zuckerwürfel gut anzünden, wenn er in etwas Watte gewickelt wird. Bei flüssigen Stoffen hilft ebenfalls ein kleines Wattestück, aus dem man einen Docht drehen kann. Gut geeignet sind Ethanol, Lampenöl, kleine Holzstücke (diese müssen ausreichend trocken sein, z.B. Streichhölzer ohne Kopf), aber auch Lebensmittel wie Zucker oder Pflanzenöl. Sogar Schokolade mit hohem Kakaoanteil brennt sehr gut, was immer wieder für Erstaunen sorgt, allerdings ist das Entzünden etwas schwieriger. Das Schokoladenstück muss zunächst an einer Ecke verkohlt werden, bevor es zu brennen beginnt. Allerdings beginnt es bereits dabei zu schmelzen, was die Massebestimmung nach dem Verbrennen schwierig macht. Andere Lebensmittel wie Chips, Kekse usw. enthalten zu viel Wasser, um fortdauernd zu brennen.

Da immer Ungenauigkeiten bei der Messung auftreten, empfiehlt es sich, bei der Auswertung nicht auf den Absolutwert des Energiegehalts der einzelnen Energieträger einzugehen, sondern eine Abfolge zu erstellen. Informationen zur Entstehung bzw. Gewinnung der einzelnen Energieträger sollten dabei ebenfalls thematisiert werden, um einen umfassenden Vergleich und eine Bewertung zu ermöglichen. Auch das Thema Generationengerechtigkeit spielt hier mit hinein. Die Kinder lernen, dass verschiedene Perspektiven berücksichtigt werden müssen, um eine Sache vollständig bewerten zu können.

Erkenntnisgewinn

Die Kinder sollen erfahren, dass in chemischen Energieträgern Energie gespeichert, die bei ihrer Nutzung freigesetzt, d.h. in eine andere Form umgewandelt wird. Dabei entstehen Kohlendioxid und Wasser. Die Analogie von Brennstoffen wie Holz oder Kohle zu Lebensmitteln wird verdeutlicht. Dies kann man zum Anlass nehmen, die Konkurrenz von Tisch und Tank zu thematisieren, also Produkte als Brennstoff zu verwenden, die gleichzeitig auch als Nahrungsmittel dienen können. Beispiele hierfür sind Pflanzenöle wie Rapsöl, aus denen Biodiesel gewonnen wird, oder Getreide, das zur Produktion von Bioethanol genutzt wird. Dazu werden verschiedene Energieträger hinsichtlich ihrer Eigenschaften und ihrer Herkunft verglichen. Hierdurch lässt sich verdeutlichen, wie sich das eigene Handeln – z.B. bei der Auswahl des Kraftstoffs - auf das Leben anderer Menschen auswirkt.

Modul 2: Chemische Energieträger

b. Kohlenstoffdioxid

Themen und Experimente:

Kohlenstoffdioxid in der Luft	AB1: Atmen Pflanzen auch? AB2: Was macht Kohlenstoffdioxid in der Luft?	Sauerstoffnachweis bei Pflanzen Temperaturvergleich bei Lichteinwirkung auf Luft und eine CO ₂ -Atmosphäre
Kohlenstoffdioxid im Wasser	AB3: Kohlenstoffdioxid und Wasser AB4: Wie kommt das Kohlenstoffdioxid ins Wasser? AB5: Wie wirkt Kohlenstoffdioxid im Wasser?	Löslichkeit von CO ₂ in Abhängigkeit von der Wassertemperatur Übergang von CO ₂ aus der Luft ins Wasser Säurewirkung durch CO ₂ , Auflösung von Kalk mit Säure

Informationen zu den Versuchen

1. Atmen Pflanzen auch?

Manche Kinder wissen bereits, dass Pflanzen Sauerstoff produzieren und teilweise auch, dass diese dazu Kohlenstoffdioxid benötigen. Der experimentelle Sauerstoff-Nachweis mit Indigocarmin ist jedoch nicht einfach durchzuführen, da bei ungeschickter Ausführung die Gefahr besteht, dass während der Durchführung Luftsauerstoff in die Probenlösung gelangt. Dieses Experiment eignet sich daher eher für ältere Schüler und Schülerinnen oder für Kinder, die bereits experimentelle Erfahrung haben. Die Produktion einer für einen Nachweis ausreichenden Sauerstoffmenge erfordert ca. zehn Minuten, dann ist um die Blätter herum bereits eine Blaufärbung zu beobachten. Meist lässt sich im Versuchsverlauf auch beobachten, dass sich im CO₂-angereichertem Wasser feine Gasbläschen bilden. In abgekochtem – also Kohlenstoffdioxid-freiem Wasser – ist dagegen keinerlei Gasentwicklung zu beobachten, Alternativ kann die Sauerstoffproduktion bei der Fotosynthese mit einem Versuch nach Joseph Priestley demonstriert werden: Unter einer Glashaube befindet sich eine grüne Pflanze, unter einer zweiten Glashaube dagegen nicht. Werden nun unter beide Glashauben brennende Kerzen geschoben, erlischt die unter der zweiten Haube schnell. Diese Beobachtung können viele Kinder auch vorhersagen. Die Kerze, die zusammen mit der grünen Pflanze unter einer Haube steht, brennt dagegen länger. Dass eine Flamme Sauerstoff zum Brennen benötigt, wissen die Kinder vom Verbrennungsdreieck aus dem Sachunterricht. Sie können sich daher anhand ihrer Beobachtungen den Vorgang der Fotosynthese erklären.

Anmerkung: Ursprünglich hatte Priestley dieses Experiment mit Mäusen anstelle der Kerzen durchgeführt. Die eine Maus wurde dabei dann ohnmächtig. Diese Erläuterung führt bei den

Kindern meist zu heftiger Diskussion. Daran lässt sich ein kleiner Exkurs zu Tierversuchen in der Forschung anknüpfen.

2. Was macht Kohlenstoffdioxid in der Luft?

Bei der Nutzung von chemischen Energieträgern wie Öl, Kohle oder Holz wird Kohlenstoffdioxid in die Umgebung freigesetzt. Die Wirkung von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre kann in einem einfachen Experiment aufgezeigt werden. Die Temperaturentwicklung in normaler Umgebungsluft im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid bei der Bestrahlung mit Rotlicht wird gemessen. Der Temperaturanstieg in der Kohlenstoffdioxidatmosphäre ist viel höher. Voraussetzung ist, dass die Kolben, in denen die Temperatur gemessen wird, in genau gleichem Abstand von der Lampe stehen und auch die Thermometer in den Kolben in gleicher Entfernung und in gleicher Höhe positioniert sind.

Eine Ursache des Treibhauseffekts kann so beschrieben werden: Der ständig steigende CO₂-Gehalt in der Atmosphäre von ca. 280 ppm in der vorindustriellen Zeit auf heute ca. 400 ppm trägt zu einer Erwärmung der Atmosphäre bei. Allerdings ist Kohlenstoffdioxid nicht der alleinige Verursacher. Methan trägt 25-mal so stark zum Treibhauseffekt bei wie Kohlendioxid (Quelle: Umweltbundesamt).

3. Kohlenstoffdioxid und Wasser

Wie viel Kohlenstoffdioxid in Wasser löslich ist, lässt sich in einem einfachen Versuch visualisieren. Mit einer handelsüblichen Brausetablette wird in einer definierten Wassermenge Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Das frei werdende Gas, das aus dem Wasser ausperlt, wird in einem Messzylinder aufgefangen. Dies wird anschließend mit einer zweiten Tablette wiederholt. Das Gasvolumen, das aus der zweiten Braustablette freigesetzt wird, ist i.d.R. fast doppelt so groß wie das aus der ersten Tablette. Daraus folgt, dass sich ein großer Teil des aus der ersten Tablette freigesetzten Kohlenstoffdioxids im Wasser gelöst hat.

Der Einfluss der Wassertemperatur auf diesen Prozess wird im zweiten Durchgang untersucht. Je wärmer das Wasser ist, desto weniger Kohlenstoffdioxid löst sich. Auf unsere Erde übertragen bedeutet dies, dass eine Erwärmung der Ozeane zur Folge hat, dass weniger Kohlenstoffdioxid aufgenommen werden kann und damit eine wichtige Kohlenstoffdioxidsenke weniger wirksam wird.

Dieses Experiment ist zwar grundsätzlich gut von jüngeren Schülern durchführbar. Bei der Auswertung benötigen diese jedoch Unterstützung, weil der auf den Kopf gestellte Messzylinder viele Kinder bei der Zuordnung der Gasvolumina verwirrt.

4. Wie kommt Kohlenstoffdioxid ins Wasser?

Kohlenstoffdioxid ist relativ gut wasserlöslich. Es geht aus der Luft ins Wasser über, und zwar umso mehr, je höher der Partialdruck ist. Dieser Vorgang lässt sich experimentell nachvollziehen. Aus einer mit einer Brausetablette hergestellten Kohlenstoffdioxidatmosphäre geht das Kohlenstoffdioxid ganz von allein in eine Kalkwasserlösung über, was sich an der rasch entstehenden weißen Trübung erkennen lässt.

Überträgt man diese experimentelle Beobachtung auf unsere Erde, lässt sich nachvollziehen, wie Kohlenstoffdioxid in die Ozeane gelangt. Durch Oberflächenbewegung wie Wellen und Meeresströmungen, aber auch aufgrund von Dichteschwankungen durch unterschiedliche Temperaturen oder Salzgehalte verteilt sich das Kohlenstoffdioxid und gelangt auch in tiefere Wasserschichten.

5. Wie wirkt Kohlenstoffdioxid im Wasser?

Bevor das eigentliche Experiment durchgeführt werden kann, müssen die Kinder zunächst einen pH-Indikator und die Säurewirkung kennenlernen. Dazu testen sie unterschiedliche Säuren wie Essig und Zitronensaft, die sie aus dem Alltag kennen, im Vergleich zu Wasser mit einem pH-Indikator. Die Reaktion von Kohlenstoffdioxid in Wasser wird mit den dabei gemachten Beobachtungen bei Essig und Zitronensaft verglichen. Dass diese beiden Stoffe sauer sind, wissen die Kinder aus eigener Erfahrung. So können sie auch ohne chemischen Hintergrund erkennen, dass Kohlenstoffdioxid in Wasser wie eine Säure wirkt. Die Wirkung von Säure auf Muscheln und auch Eierschalen wird anschließend untersucht. Mithilfe des Kohlenstoffdioxidnachweises mit Kalkwasser kann die zersetzende Wirkung von Säure auf kalkhaltige Produkte beobachtet werden.

Erkenntnisgewinn

Ziel dieser Sequenz ist es nicht, mit den SchülerInnen die fachlichen Zusammenhänge vollständig zu erarbeiten, das lassen die Vielschichtigkeit dieses Themas und das Alter der Kinder nicht zu. Es geht vielmehr darum, ein erstes Denken in Systemen und den zahlreichen nicht direkt sichtbaren und teilweise gegensätzlichen Auswirkungen anzuregen. Neben dem fachlichen Erkenntnisgewinn wird besonderer Wert darauf gelegt, Ansätze für die Ausbildung einer Bewertungskompetenz zu fördern. An mehreren Stellen ergeben sich Gelegenheiten, die Erkenntnisse aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Dabei machen die Kinder die Erfahrung, dass eine aus einer Perspektive positive Wirkung aus einer anderen Perspektive negativ sein kann.

Mit den Kindern kann bereits an verschiedenen Punkten der Versuchsreihe zum Kohlenstoffdioxid diskutiert werden, ob ein hoher Kohlenstoffdioxidanteil in der Luft gut oder schlecht ist. Mit dem Wissen, dass Pflanzen Kohlenstoffdioxid zum Wachsen brauchen, könnte

argumentiert werden, dass die Pflanzenwelt davon profitiert und damit dann auch mehr Sauerstoff produziert wird. Diese Einschätzung kann dann Schritt für Schritt nach jedem Experiment unter Berücksichtigung der dort gewonnenen Erkenntnisse überprüft werden. So lernen die Kinder, dass unterschiedliche Aspekte berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssen. Die Bewertungskompetenz der Kinder wird dadurch geschult.

Nach der Erkenntnis, dass sich Kohlenstoffdioxid gut in Wasser löst, kann wieder die Frage nach den Folgen aufgeworfen werden. Ist ein steigender Kohlenstoffdioxidgehalt im Wasser gut oder schlecht? Auch hier kann einleitend argumentiert werden, dass dann Wasserpflanzen besser wachsen und mehr Sauerstoff produzieren, was für Fische wiederum positiv ist. Im Zuge der durchgeführten Experimente gewinnen die Kinder neue Erkenntnisse, die die Einschätzung dieses Aspekts beeinflussen.

Im Anschluss an dieses Modul sollte eine Diskussion über die steigende Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre erfolgen. Die Konzentration des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre ist seit den letzten 100 Jahren etwa um ein Drittel gestiegen (von unter 300 ppm auf jetzt etwa 400 ppm, ein entsprechendes Diagramm findet sich im Anhang zu Modul 2). In dieser Zeit fand die industrielle Revolution statt, die mit der massiven Nutzung von fossilen Energieträgern wie Kohle und Erdöl einherging. Auch hier spielt die Generationengerechtigkeit eine Rolle. In diesem Zusammenhang wird dann auch die Energiewende, also die Verringerung des Einsatzes fossiler Energieträger durch Umstellung auf regenerative Energien wie Solar- und Windenergie angesprochen. Damit kann der Übergang zu dem Modul 'Energie aktuell' geschaffen werden.

Modul 3: Energie aktuell

a. Erneuerbare Energien

Themen und Experimente:

Energie der Sonne	AB1: Wärme von der Sonne AB2: Strom aus Sonnenlicht AB2a: Die Grätzelzelle	Solarthermie, Fingerwärmer Fotovoltaik Bau einer Farbstoffsolarzelle
Windkraftwerke	AB3: Energie aus Wind AB4: Aufwindkraftwerk	Windentstehung Bau und Betrieb
Wasserkraftwerke	AB5: Ein kleines Wasserkraftwerk	Wasserräder im Vergleich
Energie in Bio-masse	AB6: Was machen Pflanzen mit dem Sonnenlicht?	Pflanzenwachstum, Zuckernachweis in Blättern

Informationen zu den Versuchen

1. Wärme von der Sonne

Diese Experimentiereinheit beschäftigt sich mit der Umwandlung von Sonnenlicht in Wärme, der sogenannten Solarthermie (solar = die Sonne betreffend, Thermie = die Temperatur betreffend). Dazu können die SchülerInnen verschiedene Experimente durchführen. Sie messen die Wärmewirkung von Licht auf verschiedenen Untergründen und erforschen so, wie man effektiv mit Sonnenenergie man warmes Wasser kann erzeugen kann. Dazu werden mit Wasser gefüllte Bechergläser mit schwarzer bzw. weißer Hülle ins Licht gestellt, die Temperatur des Wassers wird beobachtet. Das Wasser im schwarzen Glas erwärmt sich stärker als das im weißen, also sollten Wärmekollektoren schwarz ausgekleidet werden. Den zugrunde liegenden Effekt, dass Schwarz die Wärmestrahlung aufnimmt, während Weiß sie reflektiert, haben die Kinder bereits am eigenen Liebe gespürt, wenn sie im Sommer ein schwarzes Shirt an hatten. Außerdem basteln die SchülerInnen einen Solarfingerhut. Ein von innen mit Alufolie ausgekleideter Trichter wird von unten über den Finger gezogen und der Finger dann in die Sonne oder vor eine Lampe gehalten. Dieser Finger wird spürbar schneller wärmer als ein Finger ohne Fingerwärmer. Dieser Fingerwärmer stellt ein Modell eines Solarkochers dar: Wenn im Zentrum von zur Sonne ausgerichteten Spiegeln ein Topf Kartoffel gestellt wird, können diese allein mit Sonnenenergie gar gekocht werden. Solarkocher können in Entwicklungsländern in entsprechender Lage Benzinkocher oder Holzfeuer ersetzen. Insbesondere der Verzicht auf Holzfeuer schont die oftmals in diesen Regionen sehr karge Vegetation spürbar.

2. Strom aus Sonnenlicht

Diese Experimentiereinheit beschäftigt sich mit der Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels Solarzellen, der sogenannten Fotovoltaik (Phos = das Licht, Volt = Einheit der elektrischen Spannung nach Alessandro Volta, dem Erfinder der Batterie). Die SchülerInnen führen verschiedene Experimente durch, in denen sie mithilfe eines Solarpaneels Lichtenergie in elektrische Energie umwandeln. Dabei untersuchen sie den Zusammenhang zwischen der Menge des einfallenden Lichts und der daraus entstehenden elektrischen Energie ebenso wie den Einfluss des Einfallwinkels des Lichts. Dies lässt sich anhand der Drehgeschwindigkeit eines Propellers einfach verfolgen. Anhand ihrer Beobachtungen erarbeiten sie, wie eine Solaranlage auf einem Hausdach platziert sein muss, damit sich möglichst viel elektrische Energie erzeugen lässt.

Die optimale Dachneigung beträgt immer 90° zum aktuellen Sonnenstand, um eine maximale Energieausbeute aus dem Sonnenlicht zu erhalten. Die Sonne verändert jedoch im Tagesverlauf ihren Stand, der Einfallswinkel des Sonnenlichts auf die Solarzellen verändert sich demzufolge ebenfalls ständig. Üblicherweise werden Solarzellen so ausgerichtet, dass die Mittagssonne möglichst senkrecht auftrifft. Der optimale Aufstellwinkel für feststehende Module beträgt in Deutschland ca. 30° - 35° . Der Stand der Sonne ändert sich aber auch im Jahresverlauf, im Sommer steht sie mittags höher über dem Horizont als im Winter. Ein wirkt sich in der Sommerzeit positiv aus. Das bedeutet, dass ein geringerer Neigungswinkel im Sommer und ein höherer Neigungswinkel im Winter Ertragsvorteile hat. In großen Solarparks können auch bewegliche Solarmodule installiert sein, die sich entsprechend dem Einfallswinkel ausrichten lassen.

Für besonders interessierte Kinder kann ein kleiner Exkurs zur Sonne durchgeführt werden.

Wo hat die Sonne ihre Energie her?

Die Sonne ist viel, viel größer als die Erde. Wenn die Sonne ein großer Gymnastikball wäre, (etwa 1 m Durchmesser), dann wäre die Erde etwa so groß wie eine Kirsche. Die Sonne besteht komplett aus unvorstellbar heißem, glühendem Gas. Sie ist also ein Gasballon, aber ohne Hülle darum. Im Inneren ist sie mehrere Millionen Grad Celsius heiß, an der Oberfläche immerhin noch fast 6000 Grad. In einer halben Stunde bringt die Sonne mehr Energie zur Erde, als alle Menschen zusammen in einem ganzen Jahr verbrauchen könnten.

Das Gas, aus dem die Sonne überwiegend besteht, heißt Wasserstoff. Wenn zwei bestimmte Wasserstoffteilchen miteinander verschmelzen, entsteht ein neues Element, nämlich Helium. Helium ist auch ein Gas. Das passiert aber nicht so einfach, dafür braucht es sehr heiße Temperaturen und hohen Druck. Aber beides ist in der Sonne vorhanden.

Wenn zwei Teilchen zu einem neuen Teilchen miteinander verschmelzen, nennt man das Kernfusion. Dabei wird ungeheuer viel Energie frei. Die dabei freiwerdende Energie gelangt als

Sonnenstrahlung ins Weltall und damit zu uns. Wissenschaftler versuchen schon lange, das, was im Innern der Sonne passiert, auf der Erde nachzubauen. Das ist sehr schwierig, weil die Bedingungen in der Sonne nachgeahmt werden müssen.

2a. Die Grätzelzelle

Die überwiegende Mehrheit der kommerziell erhältliche Solarzellen besteht aus Silizium, andere Halbleitermaterialien sind deutlich teurer. Ein interessante und im Labor auch für SchülerInnen gut nachbaubare Solarzelle stellt die Grätzelzelle dar. Es ist aufgrund seiner Komplexität aber eher für ältere oder naturwissenschaftlich besonders interessierte SchülerInnen geeignet. Die Solarzelle ist nach ihrem Erfinder Michael Grätzel benannt. Es handelt sich um eine elektrochemische Farbstoff-Solarzelle, in der zur Absorption von Licht nicht ein Halbleitermaterial verwendet wird, sondern organische Farbstoffe, die aus Pflanzen gewonnen werden können.

In der Einheit zur Grätzelzelle lernen die SchülerInnen zunächst, dass Rotkohlsaft seine Farbe ändern kann, je nachdem, ob die Lösung eher sauer oder eher alkalisch ist. Die im Rotkohlsaft enthaltenen Farbstoffe, die Anthocyane, reagieren mit den im Wasser enthaltenen Ionen und weisen je nach pH-Wert unterschiedlichen Farben auf. Im Säuren wird Rotkohlsaft rot, im Neutralen bis leicht Basischen ist er blaulila, im stark Basischen sogar grün bis gelb. Daher spricht man auch von Rotkohl, wenn bei der Zubereitung durch die Zugabe von Äpfeln – die Säure enthalten - eine rötliche Färbung auftritt. In anderen Gegenden, wo der Kohl ohne Äpfel zubereitet wird, spricht man von Blaukraut.

Bei der Elektrolyse von Rotkohlsaft wird eigentlich eine Wasserelektrolyse durchgeführt. Werden in Rotkohlsaft getauchte Elektrodenunter Spannung gesetzt, erhält man in der Lösung rund um die Elektroden unterschiedlich gefärbte Bereiche. Das bedeutet, die im Wasser vorliegenden Ionen reagieren an den beiden Polen. Dabei werden auf der Kathodenseite Protonen zu Wasserstoff reduziert, dieser Bereich ist daher leicht sauer, der Saft färbt sich rot. An der Anodenseite nimmt der Saft an eine grünliche Farbe an. Hier liegt ein basisches Milieu vor, weil Hydroxidionen des Wassers zu Sauerstoff oxidiert werden. Da die Farbstoffmoleküle ebenfalls Ladungen tragen, bewegen sie sich in Richtung der Pole, die Farbe rund um die beiden Pole intensiviert sich. Damit lässt sich zeigen, dass auch die Farbstoffmoleküle in der Lage sind, elektrischen Strom zu leiten.

Anthocyane sind wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe, die vielen Pflanzen vorkommen. Rote, violette oder blaue Blüten oder Früchten enthalten meist Anthocyane, so auch Hibiskusblüten. In der Grätzelzelle werden diese Farbstoffe genutzt, um sichtbares Licht zu absorbieren, d.h. aufzunehmen. Dadurch können Halbleiter wie Titandioxid auch im sichtbaren Bereich des Lichts sensibilisiert werden. Grundträger ist ein mit einem elektrisch leitfähigen durchsichtigen Oxid beschichtetem Glas, z.B. ITO-Glas. Darauf befindet sich eine dünne Titandioxidschicht, auf der

in einer sehr dünnen Schicht die Farbstoffmoleküle haften. Als Gegenelektrode wird eine mit Bleistift bemalte, also Graphit-beschichtete ITO-Glasplatte verwendet. Zwar lässt mit einer einzigen derartigen Solarzelle nicht viel Strom erzeugen, werden jedoch mehrere Zellen hintereinander geschaltet, ist es möglich, eine Milliampere-Diode zum Leuchten zu bringen.

3. Energie aus Wind

In dieser Einheit führen die SchülerInnen verschiedene Experimente zur Nutzung von Windkraft durch. Zunächst erkunden sie in einem einfachen Experiment, dass durch Temperaturunterschiede in der Luft Wind entsteht. Von einer Kerze erwärmte Luft erzeugt eine Auftriebsströmung, die ein Windrad bewegt. Genau so funktionieren die Weihnachtspyramiden, die vielleicht bei dem einen oder anderen zu Hause stehen. Luftbewegungen, also Wind, entstehen durch unterschiedliche Lufttemperaturen, die wiederum durch die Sonneneinstrahlung verursacht werden. . Also auch die Energie, die im Wind gespeichert ist, speist sich aus Sonnenenergie. Warme Luft ist leichter als kalte und steigt auf. Dadurch entsteht ein Sog in Richtung der aufsteigenden Luftsäule, seitliche Luftmassen strömen nach. Einige Wetterphänomene wie der ständige Wind am Meer oder im Gebirge lassen sich so erklären. Dass genau dort häufiger Windkraftanlagen zu finden sind, ist also kein Zufall.

4. Aufwindkraftwerk

Anschließend bauen die SchülerInnen ein Aufwindkraftwerk und untersuchen, wie es funktioniert und wie man seine Leistung verbessern kann. Das Prinzip ist das gleiche wie beim Kerzenversuch: Erwärmte Luft steigt auf, von unten strömt kühlere Luft nach, das Windrad bewegt sich. Die Drehbewegung wird in einer Turbine in elektrische Energie umgewandelt. Dieser Schritt lässt sich mit einem Handgenerator nachvollziehen.

Ein schön anzusehendes Experiment zur Visualisierung der Auftriebsströmung warmer Luft ist die Teebeutelrakete, die sich sehr gut als schneller Vorführversuch eignet. Dazu wird ein aufgeschnittener, entleerter Teebeutel aufgestellt und oben angezündet. Der Teebeutel wird von den entstehenden heißen Gasen mit nach oben gezogen und fliegt durch die Luft.

5. Ein kleines Wasserkraftwerk

In dieser Einheit bauen die SchülerInnen verschiedene Wasserräder und experimentieren mit ihnen. Einfache Wasserräder kennen sie in der Regel schon und können ihre Funktion meist auch beschreiben. Sie untersuchen den Zusammenhang zwischen Wassermenge und Drehgeschwindigkeit ebenso wie den zwischen Fallhöhe und Drehgeschwindigkeit. Je mehr Wasser fließt, desto schneller dreht sich das Rad, weil eine bestimmte Wassermenge eine bestimmte Menge an Energie enthält, mehr Wasser bedeutet also auch mehr Energie. Das Wasser in der Höhe hat Lageenergie gespeichert. Diese wird beim Gießen in

Bewegungsenergie umgewandelt, die auf das Wasserrad übertragen wird. Je tiefer das Wasser fällt, desto mehr Lageenergie wird umgewandelt, das Wasserrad dreht sich schneller. Dieser Prozess wird technisch in Wasserkraftwerken zur Stromerzeugung genutzt. Je nach geografischen Gegebenheiten gibt es verschiedene Varianten. Beispiele hierfür sind Laufwasserkraftwerke in einem Fluss, Kraftwerke an Talsperren oder Gezeitenkraftwerke an Küsten.

Das Segner'sche Wasserrad ist eine spezielle Variante des klassischen Wasserrads. Auch hier wird die Lageenergie des Wassers in Bewegungsenergie umgewandelt. Aufgrund der besonderen Bauweise wird eine horizontale Drehbewegung erzeugt. Die Kraft des Wasserstrahls erzeugt einen Rückstoß (das Wasser prallt gegen die Luftteilchen), der den Becher rotieren lässt. Die Energie, die in der Drehbewegung steckt, wird als Lageenergie in dem verdrehten Faden gespeichert. Wenn die im Faden gespeicherte Energie größer als die in der Drehbewegung des Bechers steckende Energie wird, dreht sich der Becher rückwärts. Das Rückstoßprinzip lässt sich einfach mit einem aufgeblasenen Luftballon demonstrieren, den man loslässt und der dann durch den Raum rast.

Zum Schluss wird die Frage aufgeworfen, woher die Energie eigentlich stammt, die in dem Wasser als Lageenergie gespeichert ist. Den Wasserkreislauf kennen die SchülerInnen oft bereits aus der Schule und können ihn anhand eines Schemas erläutern. Dabei soll herausgearbeitet werden, dass die Sonne der eigentliche Antrieb dieses Kreislaufs ist. Die Energie, die die Sonneneinstrahlung mit sich bringt, wird im Wasser zunächst als Wärmeenergie gespeichert, das Wasser verdunstet. Beim Aufsteigen des Wassers wird auch noch Energie in Form von Lageenergie gespeichert.

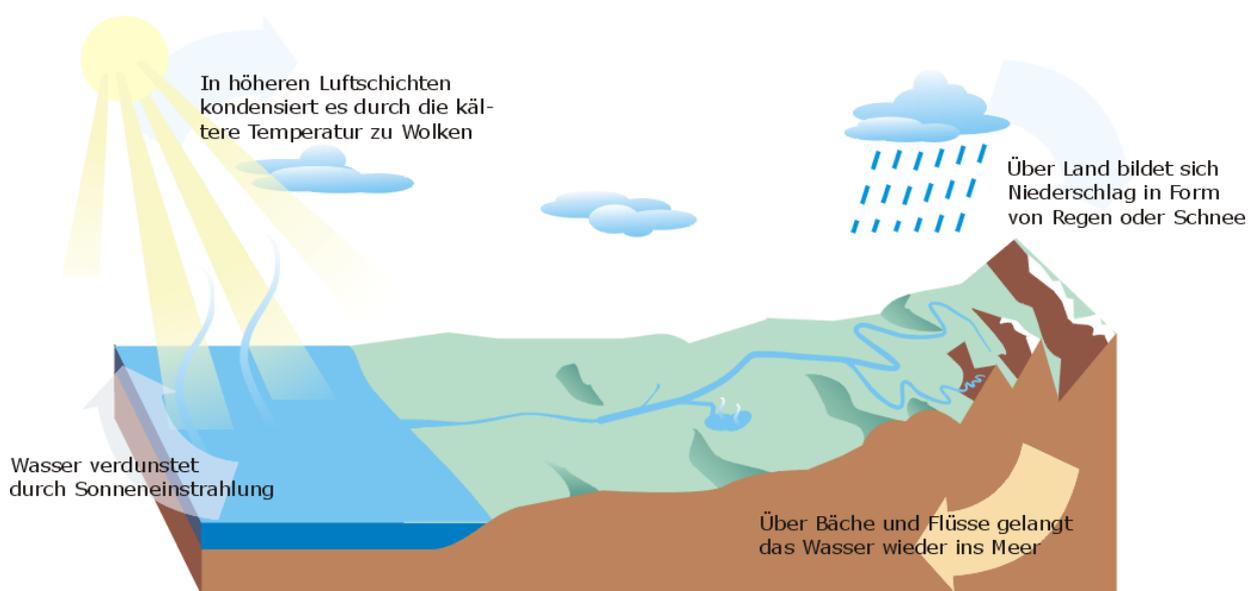


Abb. X: Schema des Wasserkreislaufs

(CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=313136>; 23.09.2016)

6. Was machen Pflanzen mit dem Sonnenlicht?

Woher haben wir Menschen unsere Energie? Wir versorgen uns mit Energie, indem wir essen. In unserer Nahrung ist Energie gespeichert, die der Körper in nutzen kann. Damit wird die Frage aufgeworfen, woher Pflanzen ihre Energie haben, denn die (fr)essen ja nicht so wie Menschen oder Tiere. Der direkte Einfluss des Sonnenlichts auf das Wachstum von Pflanzen lässt sich in einem einfachen Experiment mit Kressesamen sichtbar machen. Kressesamen beginnen zu keimen und entwickeln sich im Licht zu kleinen, aber kräftigen grünen Pflanzen. Werden Kressesamen dagegen im Dunkeln gehalten, keimen sie zu zunächst genauso, weil im Samen Energiereserven enthalten sind. Die weitere Entwicklung verläuft jedoch anders. Es entwickeln sich helle, kümmerliche Pflänzchen, die am Boden liegen und bald eingehen. Es ist klar zu erkennen, dass Pflanzen ohne Licht nicht wachsen. Die Pflanzen verwandeln also Lichtenergie in Biomasse. Idealerweise sollten die SchülerInnen dieses Experiment einige Tage vor der Durchführung der Experimentiereinheit selbst ansetzen und dann zu Beginn der Versuchsreihe auswerten. Dies kann im Schulunterricht erfolgen, die Ansätze können dann ins Schülerlabor mitgebracht werden. Ist das nicht möglich, können entsprechende Ansätze im Labor parat gehalten werden.

Die Energie des Sonnenlichts wird genutzt, um Zuckerbausteine zu produzieren, wie in einem weiteren Experiment nachgewiesen werden kann. Werden die Blätter einer Pflanze mehrere Stunden beleuchtet, z.B. mit einer Pflanzenlampe, kann Traubenzucker, also Glucose, nachgewiesen werden. In unbeleuchteten Blättern gelingt dies nicht. Zucker ist ein Grundbaustein für viele Zellinhaltsstoffe und ein Nährstoff für uns Menschen.

Pflanzen haben also eine Möglichkeit entwickelt, die Energie des Sonnenlichts in chemische Energie umzuwandeln. Diese steht auch dann zur Verfügung, wenn die Sonne nicht scheint. Damit wird ein Problem aufgezeigt, das die Nutzung nachhaltiger Energien begleitet: Sonne und auch Wind stehen nicht immer zur Verfügung. Es ist also erforderlich, Strategien zur Energiespeicherung zu entwickeln, um eine zuverlässige Versorgung zu gewährleisten, wie es die Pflanzen getan haben.

Erkenntnisgewinn

In diesem Modul verschaffen sich die Kinder einen Überblick über unterschiedliche Verfahren zur Nutzung von erneuerbaren Energien. Wie diese Verfahren technisch angewendet werden können, erarbeiten sie ebenfalls in kleinen Experimenten. Die Grundlagen des Energiekonzepts werden dabei berücksichtigt. Unter diesem Aspekt werden auch die Begriffe Energiegewinnung und Energieverbrauch erarbeitet.

Ausgangspunkt sind die Verfahren zur direkten Nutzung der Sonnenenergie, Solarthermie und Fotovoltaik. Der Wasserkreislauf, die Entstehung von Wind und die Grundlagen des

Pflanzenwachstums bzw. der Synthese von Zuckerbausteinen werden mit einbezogen. Dabei soll herausgearbeitet werden, dass auch andere erneuerbare Energien wie Wasser- und Windkraft oder die Nutzung von Biomasse ebenfalls aus Sonnenenergie gespeist werden. Zum Abschluss wird der Begriff Energiewende geklärt und das Für und Wider wird diskutiert: Aus welchen Gründen wird sie angestrebt, welche Probleme ergeben sich daraus? Damit wird der Übergang zum Modul Energiespeicherung geschaffen.

Modul 3: Energie aktuell

b. Energiespeicherung

Themen und Experimente:

Chemische Energieträger	AB1: Können Pflanzen Energie speichern? AB2: Ist Abfall wirklich Abfall? AB3: Wie können wir die Energie der Sonne speichern?	Nachweis von Stärke und Ölen als Energiespeicherstoffe Biogas aus Pflanzenresten Wasserelektrolyse, Brennstoffzelle und Power-to-gas-Konzept
Speicherung elektrischer Energie	AB4: Batterien – Ganz einfach! AB5: Wie funktioniert ein Akkumulator?	Aufbau einer Batterie Zink-Iod-Akku
Speicherung von Wärmeenergie	AB5: Wie lässt sich Wärme speichern?	Natriumacetat als Latentwärmespeicher

Informationen zu den Versuchen

1. Können Pflanzen Energie speichern?

Dass die Energie des Sonnenlichts von den Pflanzen nicht nur zum Wachstum genutzt wird, sondern dass sie auch Speicherstoffe aufbauen können, wird in den weiteren Experimenten erarbeitet. Pflanzen haben also eine Möglichkeit entwickelt, Energie zu speichern. Diese steht auch dann zur Verfügung, wenn die Sonne nicht scheint. Außerdem sind genau diese Pflanzenteile wie Kartoffeln, Getreidekörner oder Nüsse Grundlage unserer Nahrung, also unsere Energielieferanten. Je nach Wissensstand der Kinder und zuvor durchgeführten Experimenten bietet sich an dieser Stelle eine Auswahl von unterschiedlichen Experimenten zur Energiespeicherung in Pflanzen an. Am einfachsten, sowohl von der Durchführung als auch für das Verständnis ist der Nachweis von Stärke und Ölen in ausgewählten Pflanzenteilen. Dazu lernen die Kinder zunächst den Stärkenachweis und dann auch den Fettnachweis, diese werden dann in den Pflanzenteilen, die gleichzeitig auch Nahrungsmittel sind, durchgeführt. Manche Pflanzen speichern Energie in Form von Stärke, andere in Form von Öl. Beides lässt sich einfach in verschiedenen Pflanzenteilen nachweisen. Hier bietet sich ggf. ein Abstecher zum Thema Ernährung und Energiegehalte von Lebensmitteln an. Der Vergleich der Energiegehalte von Speicherstoffen erfolgt im Modul 2 'Chemische Energieträger', kann aber ggf. auch an dieser Stelle durchgeführt werden.

Etwas anspruchsvoller ist die Untersuchung von Blättern. Beim Vergleich von beleuchteten und abgedeckten, also lichtlos gehaltenen Blättern kann nachgewiesen werden, dass unter Lichteinfall Stärke in den Blättern gebildet wird. Stärke ist ein Nährstoff für uns Menschen und versorgt uns mit Energie, ist also ein Energiespeicher. Mit diesem Versuch lässt sich explizit der Zusammenhang zwischen (Sonnen-)Licht und der Bildung von Energiespeicherstoffen

aufzeigen. Dieser Versuch empfiehlt besonders dann, wenn die SchülerInnen zuvor nicht die Einheit ‚Erneuerbare Energien‘ mit dem Versuch zum Traubenzuckernachweis in beleuchteten Blättern durchgeführt haben.

Dass Stärke tatsächlich viel Energie enthält, lässt sich entweder zur Einführung oder als Abschluss mit der Stärkebombe als Vorführversuch demonstrieren: Mit einem Strohhalm wird etwas Stärke aufgenommen und in eine Flamme geblasen. Es entsteht eine Stichflamme, wenn die fein verteilte Stärke verbrennt.

2. Ist Abfall wirklich Abfall?

In der Landwirtschaft gibt es viele pflanzliche (und tierische) Materialien, die nicht direkt genutzt und als Abfall angesehen werden. Diese können die Grundlage für die Herstellung von Biogas bilden. Biogasanlagen sind mittlerweile weit verbreitet. Fast alle Kinder kennen die großen runden, üblicherweise grün abgedeckten Anlagen, die meist am Feldrand oder nahe von Stallgebäuden zu finden sind.

Unter Verwendung von typischen Küchenabfällen wie Kartoffelschalen, Salatblättern und anderem Gemüseabfällen lässt sich die Biogasherstellung im Labor nachstellen. Wichtig ist die Zugabe von etwas Komposterde als Impfgut. Hierin befinden sich unzählige, verschiedene Bakterien, die in gemeinschaftlicher Leistung pflanzlichen Makromolekülen in mehreren Stufen abbauen können. Dabei entstehen auch Gase, deswegen darf der Behälter nicht verschlossen werden. Die Gase werden mit einem Luftballon aufgefangen und können am Ende vorsichtig „beschnuppert“ werden. Um Algenbildung zu unterdrücken, soll der Behälter im Dunkeln stehen.

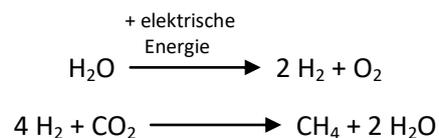
Bei der Methanisierung handelt es sich um einen anaeroben, also Sauerstoff-freien Prozess. Normalerweise befinden sich in Komposterde überwiegend aerobe, also Sauerstoff nutzende Bakterien. Daher läuft der Abbau in dieser Versuchsanordnung in der Regel nicht bis zum Methan, das entstehende Gas lässt sich also nicht entzünden. Es riecht silageartig säuerlich, manchmal auch faulig oder käsig. Verantwortlich hierfür sind in erster Linie Milchsäure sowie Essigsäure, ggf. auch Buttersäure, die im Abbauprozess gebildet werden. Diese Säuren sind die Vorstufen des Methans. Gleichzeitig entsteht aber grundsätzlich auch Kohlenstoffdioxid, welches im Luftballon aufgefangen wird.

3. Wie können wir die Energie der Sonne speichern?

Immer wieder kommt es vor, dass bei langanhaltenden Sonnenschein oder starkem Wind die Einspeisung von Wind- und Solarenergie höher liegt als der aktuelle Strombedarf. Dieses Überangebot kann dazu führen, dass die Anlagen herunter geregelt werden müssen. Es wird also weniger Strom erzeugt als möglich wäre. Mit dem Power-to-Gas-Prozess (zu Deutsch: „Elektrische Energie zu Gas“) kann dieser überschüssige Strom genutzt werden, um mittels

Wasserelektrolyse Wasserstoff zu produzieren. Die elektrische Energie wird also in chemische Energie umgewandelt, die dann in einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie umgewandelt werden kann.

Technisch wird teilweise noch ein Schritt nachgeschaltet, in dem der Wasserstoff zusammen mit Kohlenstoffdioxid zu Methan umgesetzt wird. Das Methan lässt sich in die bestehende Erdgasinfrastruktur inklusive Untertagespeichern einspeisen, was mit Wasserstoff nicht so einfach möglich ist. Dieses System dient als Langfristspeicher, um saisonale Überschüsse an Ökostrom zu nutzen. Das Gas kann anschließend rückverstromt, im Verkehrswesen oder zur Wärmeerzeugung genutzt werden.



Bei dieser Versuchsreihe kommt ein kommerzieller Experimentiersatz mit Solarmodul, Elektrolyseeinheit und Brennstoffzelle zum Einsatz. Die Schritte Fotovoltaik, Elektrolyse von Wasser und Rückverstromung des Wasserstoffs in der Brennstoffzelle können einzeln und als Abfolge experimentell nachvollzogen werden. Die SchülerInnen führen zunächst mit in einem Solarmodul erzeugtem Strom eine Wasserelektrolyse durch, bei der deutlich zu erkennen ist, dass die Volumina der gebildeten Gase entsprechend der Summenformel H_2O im Verhältnis 2:1 stehen. Sie lernen dann den Nachweis von Sauerstoff mit der Glimmspanprobe und die Knallgasprobe als Wasserstoffnachweis kennen. Die Knallgasreaktion beweist dabei eindrucksvoll, dass in Wasserstoff sehr viel Energie enthalten ist. Manches Mal wird die Kerzenflamme, die für den Nachweis genutzt wird, von der Druckwelle der Reaktion ausgepustet. Anschließend wird mit frisch gebildetem Wasserstoff in einer Brennstoffzelle Strom erzeugt, mit dem wiederum eine Lampe oder einen Motor betrieben werden kann. Das nur ein kleiner Teil der anfangs eingesetzten Energie, der Lichtenergie der Lampe, am Ende tatsächlich genutzt werden kann, wird deutlich, wenn das kleine Lämpchen leuchtet.

Die typischen technischen Wirkungsgrade der Umwandlungsschritte (Fotovoltaik ca. 10 %; Elektrolyse ca. 90 %; Brennstoffzelle ca. 60 %) werden bei der Auswertung berücksichtigt, sodass sich am Ende ein klares Bild bei der Energieausbeute ergibt. Nur bei der Verwendung von Ökostrom ist dies sinnvoll und emissionseinsparend, da sich der Wirkungsgrad natürlich mit jedem Umwandlungsschritt verringert.

4. Batterien – Ganz einfach!

Eine Batterie ist grundsätzlich ganz einfach aufgebaut: Sie benötigt zwei Elektroden aus unterschiedlichen Materialien als Plus- und Minuspol, zwischen denen sich ein elektrischer Leiter befindet, mehr nicht. Dieser simple Aufbau lässt sich mit der Gurkenbatterie aufzeigen.

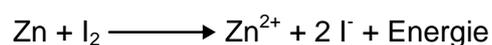
Eine Kupfermünze, etwas Aluminiumfolie und dazwischen eine Gurkenscheibe, fertig ist die Batterie. Mithilfe eines Kopfhörers ist die Spannung als leichtes Rauschen hörbar. Der Ausdruck „Es knistert vor Spannung.“ erhält damit eine ganz neue Bedeutung. Dass die Materialien eine entscheidende Rolle spielen, lässt sich durch die Kombination unterschiedlicher Materialien zeigen. Mit einer Kupfer-Zink-Kombination und einer größeren Reaktionsfläche lässt sich sogar ein Leichtlaufmotor betreiben! Es handelt sich also um eine Materialeigenschaft, wie viel Spannung erzeugt wird. Die beiden Elektroden bzw. Pole reagieren miteinander. Es findet eine Redoxreaktion statt, an einem Pol die Oxidation, am anderen die Reduktion. Elektronen wandern in der Batterie von Minuspol zum Pluspol.

Nimmt man ein Zink- und ein Kupferblech und vergrößert die Reaktionsfläche, indem man mehrere Gurkenscheiben nebeneinander zwischen die beiden Pole legt, ist der Stromfluss ausreichend, um damit einem Leichtlaufmotor zu betreiben. Anstelle der Kartoffel kann jedes auch andere Stück Obst oder Gemüse oder auch eine Kochsalzlösung als elektrischer Leiter dienen.

Anhand dieser Beispiele und ggf. einer aufgeschnittenen handelsüblichen Batterie kann der Aufbau schematisch erläutert werden. Für Batterien gilt: Die zugrunde liegende Reaktion läuft nur in eine Richtung ab, dabei wird (elektrische) Energie frei.

5. Wie funktioniert ein Akkumulator?

Die chemische Reaktion in einer Batterie läuft immer in eine bestimmte Richtung. Das ist bei Akkumulatoren grundsätzlich anders: Die Reaktion kann beide Richtungen laufen. In einer Richtung wird dabei Energie frei, der Akku dient als Energiequelle und wird entladen. Führt man dem Akku dagegen Energie zu, läuft die Reaktion rückwärts, der Akku wird wieder aufgeladen. Im Zink-Iod-Akku lassen sich alle beteiligten Reaktionspartner visuell unterschieden. Iod ist in Lösung braun, Zink ein silber-metallischer Feststoff, Zinkiodid farblos. Dadurch lässt sich die Reaktion direkt beobachten. Gibt man Zinkpulver in Iodlösung, reagieren diese spontan miteinander zu Zinkiodid, dabei wird Energie frei. Makroskopisch nimmt man eine leichte Erwärmung der Lösung wahr, gleichzeitig entfärbt sich die Lösung.



Im entladenen Zustand des Zink-Iod-Akkus enthält dieser farblose, klare Zinkiodidlösung. Wird der Akku durch Anlegen einer Spannung (ca. 2 – 3 V) geladen, entsteht an der Anode Iod. Um die Anode herum färbt sich die Lösung zunächst gelb, dann braun. An der Kathode scheidet sich metallisches Zink ab, welches als silbrig-weißer Belag zu erkennen ist. Entfernt man nach einigen Minuten die Spannungsquelle, weist der Akku eine Spannung von ca. 1,5 V auf, die

ohne angelegten Verbraucher einige Zeit stabil bleibt. Eine langsame Entfärbung der Lösung ist zu beobachten.

Schaltet man einen Verbraucher zu, fällt die Spannung dagegen relativ schnell ab. Der Vorgang ist reversibel und lässt sich theoretisch unbegrenzt oft wiederholen.



5. Wie lässt sich Wärme speichern?

Im Teilmodul zur Energieeffizienz lernen die SchülerInnen das Prinzip der Wärmeübertragung sowie Wärmedämmung kennen. Ausgehend von den bisherigen Erkenntnissen zur Wärmeenergie erscheint es schwierig bis unmöglich, Wärme für einen längeren Zeitraum zu speichern. Dennoch ist dies möglich, sogar relativ einfach. Der „Trick“ dabei ist, dass man die Energie nicht in Form von Wärmeenergie in einem Medium hoher Temperatur speichert, sondern als chemische Energie in sogenannten Latentwärmespeichern. Dies gelingt mit sogenannten Phasenwechselmaterialien (technische Bezeichnung: PCM = phase change materials). Während des Phasenübergangs eines Stoffes, also der Änderung des Aggregatzustands, ändert dieser auch seinen Energiegehalt. Diese Energie kann als Wärme je nach Bedarf phasenverschoben wieder abgegeben werden. Gängige Speichermaterialien sind Salze wie Natriumacetat oder Glaubersalz sowie organische Verbindungen wie Paraffine. Diese verändern unter Aufnahme von Wärmeenergie ihren Aggregatzustand von fest zu flüssig und geben diese Wärmeenergie bei der Kristallisation wieder ab.

Einen solchen Latentwärmespeicher haben die meisten schon einmal in der Hand gehabt. Die gängigen Taschenwärmer enthalten üblicherweise Natriumacetat-Trihydrat. In heißem Wasser löst sich das Salz in seinem Kristallwasser und ist als unterkühlte Lösung bei Raumtemperatur und darunter relativ stabil. Man nennt diesen Zustand metastabil. Durch einen „Knackfrosch“ wird die Kristallisation dann gestartet und verläuft dann sehr schnell, die gespeicherte Wärmeenergie wird auf einen Schlag frei. Dabei können Temperaturen von 50 °C erreicht werden.

Die Schwierigkeit bei diesem Experiment ist, dass sich in der Salzlösung während des Abkühlens keine Kristalle bilden dürfen. Dazu ist es erforderlich, dass zuvor wirklich alle Kristalle restlos aufgelöst werden, es darf keins am Glasrand heften bleiben. Außerdem sollte die Lösung möglichst schnell abgekühlt werden, dadurch wird eher ein metastabiler Zustand erreicht. Erschütterungen müssen vermieden werden. Trotzdem ist es manchmal nicht zu vermeiden, dass eine spontane Kristallisation eintritt, dann muss das Glas erneut erhitzt werden. Wird im zweiten Durchgang die übersättigte Lösung in einer Schale auf ein bis zwei Kristalle gegossen, tritt die Kristallisation so schnell ein, dass sich die Lösung gar nicht mehr in

der Schale ausbreiten kann. Die Lösung wird bereits im Gießen fest. Da die entstehenden Gebilde aussehen wie gefrorenes Wasser, nennt man sie auch „heißes Eis“.

Erkenntnisgewinn

Auch wenn Verfahren zur Energiespeicherung eigentlich unabhängig von der Art der Herkunft der zu speichernden Energie sind, so erhält dieses Thema durch die Energiewende eine ganz neue Aktualität. Ein Schwerpunkt der Energiewende und grundlegende Verfahren zur Stromproduktion sind Fotovoltaik- und Windkraftanlagen. Die Stromproduktion unterliegt daher einer gewissen Unstetigkeit, mal wird mehr Strom produziert als gebraucht wird, mal ist der Bedarf höher als die Produktion. Es ist also notwendig, Strom speichern zu können, um ihn dann nutzen zu können, wenn er benötigt wird.

In diesem Modul werden dazu zwei ganz unterschiedliche Wege aufgezeigt. Akkumulatoren sind klassische Energiespeicher für die unabhängige Stromversorgung und weit verbreitet. Aktuelles Ziel der Entwicklung ist, Akkus mit hoher Kapazität und Leistung kostengünstig bereitzustellen. Das Power-to-Gas-Konzept ist dagegen erst in Zusammenhang mit erneuerbaren Energiequellen aufgekommen.

Als Ersatz für fossile Brennstoffe können Biomasse und daraus hergestellte Stoffe wie z.B. Ethanol, Biodiesel oder Biogas dienen. Zwar entsteht auch bei ihrer Verbrennung Kohlenstoffdioxid, dieses wurde aber zuvor von den Pflanzen aus der Luft gebunden, sodass die Kohlenstoffdioxidbilanz insgesamt neutral ist.

Bei allen Energieumwandlungen entsteht auch Wärmeenergie. Wenn es gelingt, diese zumindest teilweise mit zu nutzen, lassen sich die energetischen Wirkungsgrade der Prozesse verbessern. Dazu sind leistungsfähige Wärmespeicher erforderlich.

Eine wichtige Erkenntnis dieses Moduls soll sein, dass allen diesen Verfahren zur Energiespeicherung chemische Prozesse zugrunde liegen. Ob Pflanzenspeicherstoffe, Biogas, Wasserstoff, Akkumulatoren oder Latentwärmespeicher, immer ist die Energie in Form von chemischer Energie gespeichert.