

Schulversuchspraktikum

SoSe 2013

Klassenstufen 5 & 6



Energie und Energiequellen

Auf einen Blick:

Im Folgenden werden zwei Lehrerversuche und vier Schülerversuche für die Klassenstufen 5 & 6 vorgestellt, die Methoden zur Energieumwandlung, Energiegewinnung und Energiespeicherung vorstellen.

In den Lehrerversuchen wird die Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie mit einer Solarzelle gezeigt und Möglichkeiten diese zu speichern und zu transportieren aufgezeigt.

Die Schülerversuche zeigen verschiedene Formen von Energie auf und deren Umwandlung ineinander.

Im letzten Versuch wird der Bau eines Modells für ein Pumpspeicherkraftwerk beschrieben.

Inhaltsverzeichnis

Konzept und Ziele.....	3
Lehrerversuche.....	3
V 1 – Umwandlung und Speicherung von Solarenergie.....	3
V2 – Ein Elektrolytkondensator als Energiespeicher.....	5
Schülerversuche.....	6
V3 – Zitronenbatterie.....	6
V4 – Gurkenbatterie.....	8
V5 – Rakete unter Druck.....	10
V6 – Modell eines Pumpspeicherkraftwerks.....	11
Reflexion des Arbeitsblattes.....	15
Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	15
Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	15

1 Konzept und Ziele

Die Nutzung von Energie für Kommunikationsgeräte, zum Kochen, für die Fortbewegung und die Beleuchtung unserer Umgebung bei Nacht ist für die SuS alltäglich und selbstverständlich. Daher bietet es sich an bereits im NaWi-Unterricht der Klassen 5 & 6 den Energiebegriff aus der alltäglichen Perspektive zu betrachten und so auf das Basiskonzept Energie in der Chemie und den Energiebegriff als Leitlinie für den Physikunterricht vorzubereiten. Daher sollen die SuS zunächst Möglichkeiten der Energiegewinnung, Energieumwandlung und Energiespeicherung kennenlernen. Im Kerncurriculum Physik wird in diesem Zusammenhang bereits die Verwendung von einfachen Schaltbildern und die Unterscheidung von Parallel- und Reihenschaltung zur Nutzung von elektrischer Energie gefordert. Insgesamt kann der Energiebegriff jedoch nur stark didaktisch reduziert verwendet werden, da für eine fachliche Definition die Grundlagen fehlen.

Die folgenden Versuche sollen den SuS die Möglichkeit geben Energieformen und deren Umwandlung ineinander zu erfahren. Weiter lernen die SuS neue Methoden der Energiespeicherung kennen, wie in V1, V2 und V6. Mit einfachen Stromkreisen und der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie beschäftigen sich V3 und V4. Mit dem Modell eines Pumpspeicherkraftwerks in V6, können die SuS einen Mechanismus der Energiegewinnung und -speicherung nachvollziehen, der aktuelle gesellschaftliche Relevanz besitzt.

2 Lehrerversuche

2.1 V 1 – Umwandlung und Speicherung von Solarenergie

Im ersten Teil des Versuches wird gezeigt, dass mittels einer Solarzelle ein Elektromotor betrieben werden kann. Im zweiten Teil des Versuches wird modellhaft gezeigt, dass Wasserstoff zum Transport von durch Sonnenlicht erzeugte elektrische Energie verwendet werden kann. Die SuS sollten bereits verschiedene Formen von Energie kennen.

Gefahrenstoffe		
Destilliertes Wasser	-	-
Wasserstoff	H: 220-280	P: 210-377-381-4
Sauerstoff	H: 270-280	P: 244-220-370-376-403
		

- Materialien:** Experimentierkasten: Lampe, Solarzelle, Elektrolysatoren, Brennstoffzelle, Elektromotor
- Chemikalien:** Destilliertes Wasser
- Durchführung 1:** Die Solarzelle wird an ein Fenster gestellt, dass Sonnenlicht auf sie fällt. Dann wird sie an den Motor angeschlossen.
- Beobachtung 1:** Der Rotor des Motors dreht sich.
- Deutung 1:** Die Energie in Form des Sonnenlichts wird von der Solarzelle in elektrische Energie und durch den Motor in Bewegungsenergie des Rotors umgewandelt.

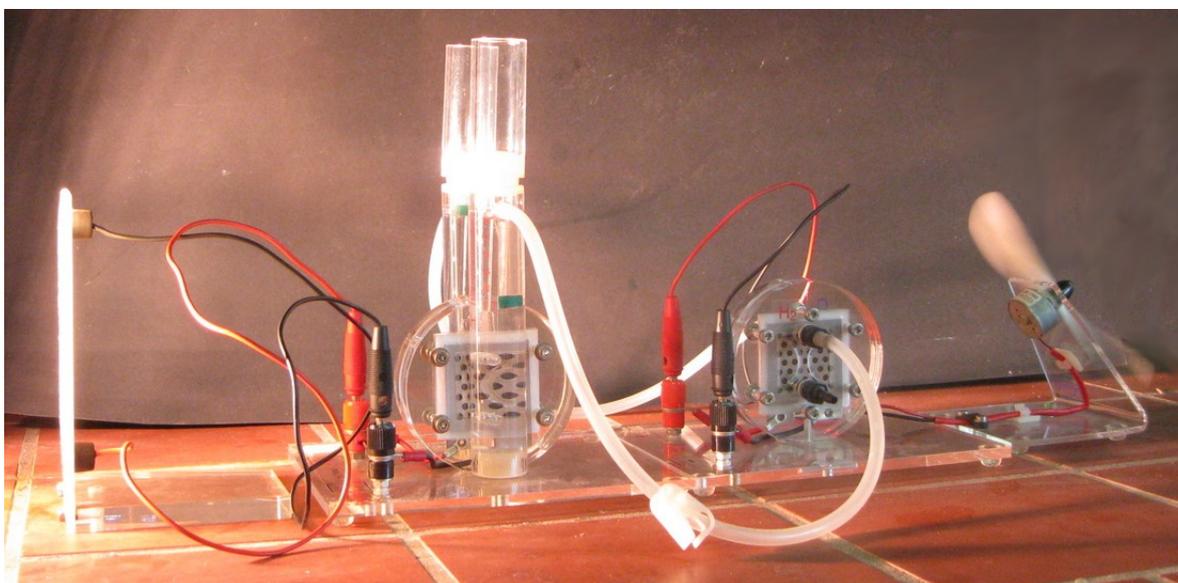


Abbildung 1: Hintereinanderschaltung von Solarzelle, Elektrolysatoren, Brennstoffzelle und Motor.

- Durchführung 2:** Die Messzylinder des Elektrolysatoren werden mit destilliertem Wasser befüllt und mit den vorgesehenen Stopfen verschlossen. Die Solarzelle wird an den Elektrolysatoren angeschlossen. Die Schläuche des Elektrolysatoren werden mit der Brennstoffzelle verbunden und diese mit dem Motor. Anschließend wird die Lampe angeschaltet und auf die Solarzelle gerichtet.
- Beobachtung 2:** Nach etwa einer Minute beginnen Gasblasen in den wassergefüllten Messzylindern aufzusteigen, sodass sich jeweils eine Gasphase unterhalb der Stopfen bildet. Nach einigen weiteren Minuten beginnt der Rotor des Motors sich zu drehen.
- Deutung 2:** Die von der Lampe ausgestrahlte Lichtenergie wird von der Solarzelle in elektrische Energie umgewandelt. Diese bewirkt die Elektrolyse des Wassers im Elektrolysatoren, wodurch die Gase Wasserstoff und Sauerstoff jeweils in einem der Messzylinder entsteht. In der Brennstoffzelle wird durch

die Reaktion des Wasserstoffs und Sauerstoffs Wasser und elektrische Energie erzeugt, die den Motor betreibt.

Eine für das Vorwissen der SuS angemessene Formulierung wäre, dass der Elektrolytator die elektrische Energie in chemische Energie in Form von Wasserstoff und Sauerstoff umwandelt.

Quelle: Die Materialien stammen von hydro-Genius School/Teach

Der Versuch kann im Unterricht eingesetzt werden, um die Gewinnung von elektrischer Energie aus Sonnenlicht mittels Solarzellen für die SuS erfahrbar zu machen. Weiter wird eine Möglichkeit der Speicherung und des Transports der Energie mittels Wasserstoff vorgestellt.

2.2 V2 – Ein Elektrolytkondensator als Energiespeicher

Dieser Versuch kann als Ersatz oder Ergänzung zum zweiten Teil von V1 durchgeführt werden. Er stellt den Elektrolytkondensator als Möglichkeit der Speicherung von Solarenergie vor. Die Möglichkeiten der Energieumwandlung sollte den SuS bereits bekannt sein. Bei der Wahl des Kondensators muss darauf geachtet werden, dass dieser eine ausreichende Kapazität besitzt und bis zur Mindestbetriebsspannung des Motors geladen werden kann.

Materialien: Lampe, Solarzelle, Elektrolytkondensator (z.B. Kapazität 4,7 mF, max. Spannung 35 V), Elektromotor, Steckkabel

Chemikalien: Keine.

Durchführung: Die Drähte des Kondensators werden um die Enden von jeweils einem Steckkabel gewickelt. Mit Hilfe von diesen wird er an die Solarzelle angeschlossen und diese mit einer starken Lampe bestrahlt. Dann wird der Kondensator geladen, bis er bis er die Betriebsspannung des Motors liefern kann. Dies kann mit einem Voltmeter überprüft werden, oder die benötigte Ladezeit wird zuvor ausgetestet (etwa 5 min). Danach wird die Lampe ausgeschaltet und die Solarzelle vom Kondensator getrennt und dieser dann an den Motor angeschlossen.

Beobachtung: Nachdem der Kondensator an den Motor angeschlossen wird, dreht sich der Rotor für wenige Umdrehungen.

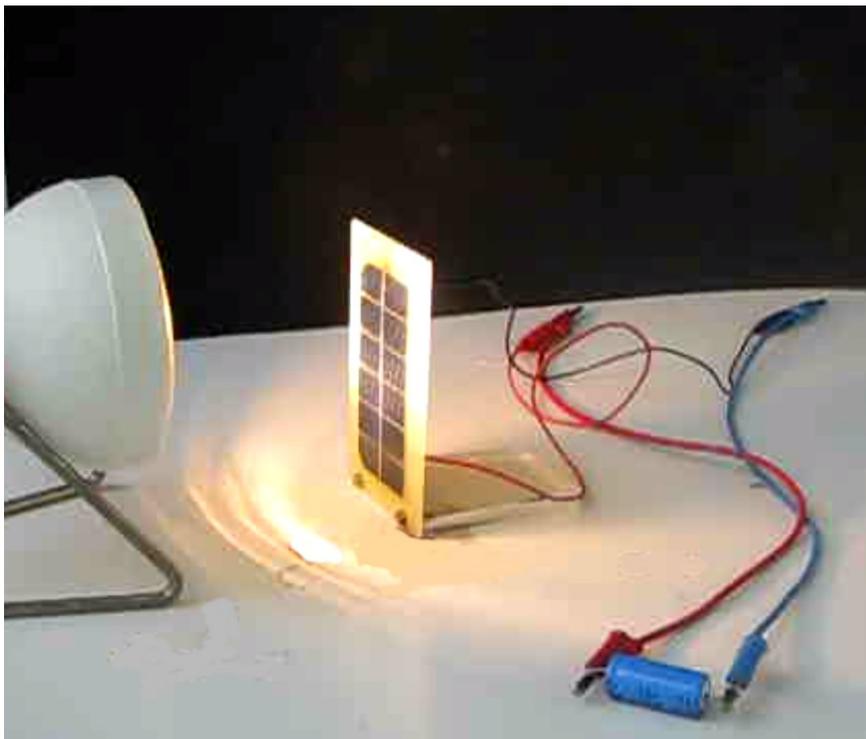


Abbildung 2: Laden des Kondensators.

Deutung: Der Kondensator wird von der Solarzelle schnell elektrisch geladen. Durch Anschließen an den Motor, wird die gespeicherte elektrische Energie des Kondensators in Bewegungsenergie des Rotors umgesetzt.

Quelle: Die Materialien stammen von hydro-Genius School/Teach

Der Versuch kann dazu verwendet werden den SuS eine ihnen vermutlich unbekannt Form der Energiespeicherung vorzustellen. Kondensatoren können schnell geladen und entladen werden, weshalb sie in elektronischen Geräten häufig als Energiepuffer eingesetzt werden. Auch Energiespeicherungen für Spitzenlasten im großen Maßstab könnten von Kondensatoren in Zukunft getragen werden.

3 Schülerversuche

3.1 V3 – Zitronenbatterie

In diesem Versuch wird unter Verwendung von Zitronen eine Batterie hergestellt, die eine rote LED leuchten lässt.

Die SuS sollten für diesen Versuch bereits mit einfachen Stromkreisen vertraut sein.

Gefahrenstoffe		
Kupfer	H: 410	P: 210-273-501
Zink	H: 260-250-410	P: 222-223-231+232-273-370+378-422
Zitronensäure	H: 318	P: 305+351+338 -311
		

Warnhinweis: Die Zitronen dürfen nach dem Versuch auf keinen Fall gegessen oder ihr Saft getrunken werden. Sie enthalten giftige Schwermetallionen.

Materialien: 3 Steckkabel, eine rote LED

Chemikalien: 2 Zitronen(stücke), 2 Kupferelektroden, 2 Zinkelektroden

Durchführung: Jeweils eine Kupfer und eine Zinkelektrode werden dicht nebeneinander in ein Stück Zitrone gesteckt, ohne dass sie sich berühren. Die Zinkelektrode einer der Zitronen wird mit der Kupferelektrode der anderen Zitrone mit ei-

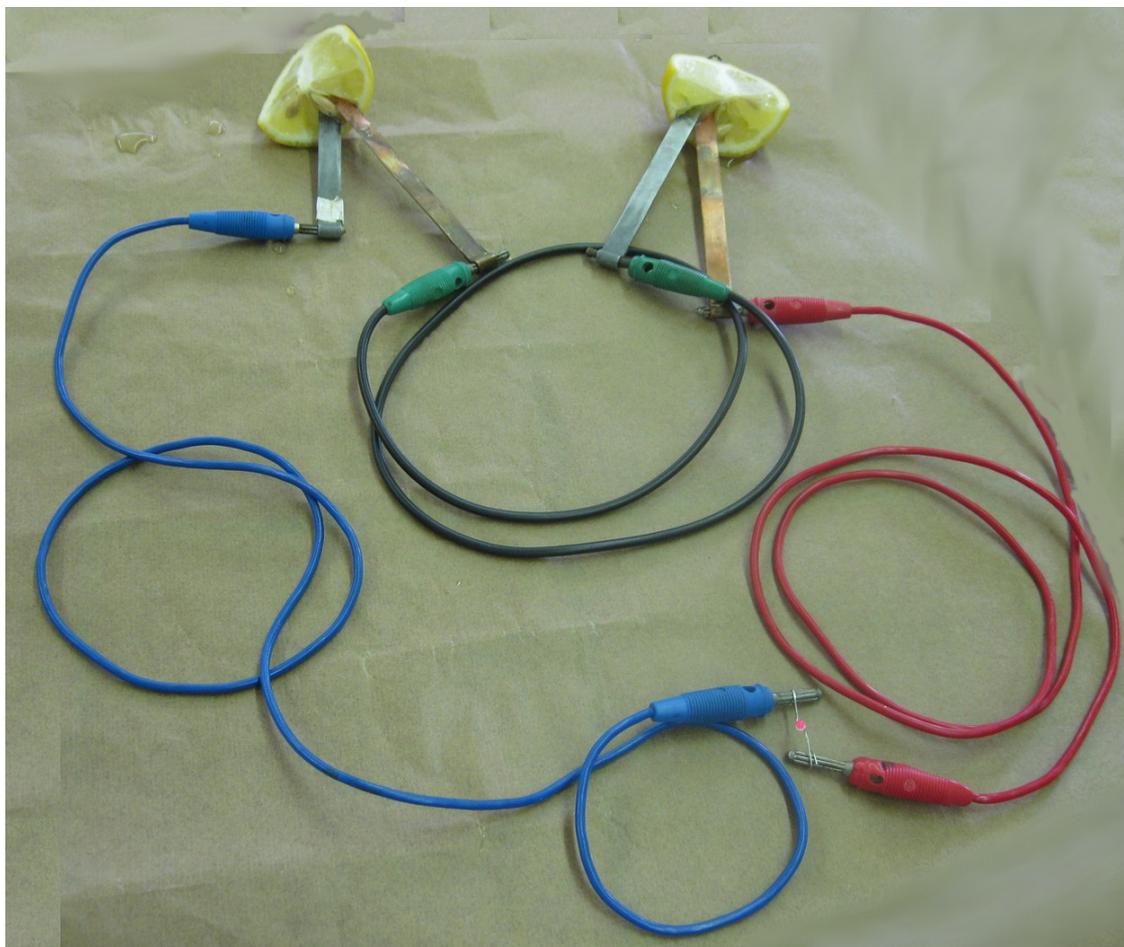


Abbildung 3: In Reihe geschaltete Zitronenbatterien lassen die LED rot leuchten.

nem Kabel verbunden. Die freie Kupferelektrode wird durch ein Kabel mit dem (+)-Pol der LED verbunden, die Zinkelektrode mit dem (-)-Pol.

Beobachtung: Aus senkrechter Blickrichtung ist ein rotes Leuchten der LED zu erkennen.

Entsorgung: Die Zitronen können im Hausmüll entsorgt werden. Die Elektroden sollten wiederverwendet werden.

Literatur: D. Wiechoczek,
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/grunds/versuche/gs-v-005.htm>,
 17. Februar 2008 (zuletzt aufgerufen am 27.07.2013 um 15:50 Uhr)

Der Versuch kann im Unterricht eingesetzt werden, um den Aufbau einfacher Stromkreise zu üben. Auch kann er zur Einführung der Reihenschaltung für Spannungsquellen verwendet werden. Hierfür bietet sich die Abwandlung an, dass zunächst die LED an nur eine Zitronenbatterie angeschlossen wird, wodurch sie nicht leuchten wird.

3.2 V4 – Gurkenbatterie

In dem Versuch wird mittels Alufolie, einem 5-Centstück und einer sauren Gurkenscheibe eine Batterie hergestellt. Der Stromfluss beim Schließen des Stromkreises wird mit Hilfe von Kopfhörern hörbar gemacht.

Die SuS sollten bereits mit den Begriffen der chemischen und elektrischen Energie und der Energieumwandlung vertraut sein.

Gefahrenstoffe		
Kupfer	H: 410	P: 210-273-501
Aluminiumfolie	-	-
Essigsäure	H: 319	-
		

Der Versuch sollte dort ausgeführt werden, wo der Untergrund in der Umgebung nass werden darf, z.B. auf dem Schulhof.



Abbildung 4: Gurkenbatterie mit Klinkenstecker.

Materialien:	Kopfhörer mit Klinkenstecker
Chemikalien:	Aluminiumfolie, Kupfermünze, saure Gurke
Durchführung:	Auf ein handflächengroßes Stück Aluminiumfolie wird eine etwa 5 mm dicke Gurkenscheibe gelegt und darauf die Kupfermünze. Diese muss eventuell mit Schleifpapier am Rand gereinigt werden. Die Kopfhörer werden dann an die Ohren gehalten und der Klinkenstecker mit der Spitze an die Aluminiumfolie, mit dem oberen Ende an die Münze gehalten.
Beobachtung:	Es ist ein Knacken zu hören.
Deutung:	<p>Die Essigsäure, in die die Gurke eingelegt wurde, löst die schützende Aluminiumoxidschicht der Folie, wodurch Aluminiumionen in Lösung gehen können. Wie bei V2 entsteht daher ein galvanisches Element. Mit dem Klinkenstecker wird der Stromkreis geschlossen, wodurch der Stromfluss hörbar gemacht wird.</p> <p>Die SuS können an dieser Stelle deuten, dass chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird und dass Töne auch eine Form von Energie sein können.</p>
Entsorgung:	Die Aluminiumfolie kommt in den gelben Sack, die Gurkenscheibe in den Hausmüll und die Münze kann nach gründlichem Waschen wiederverwendet werden.
Literatur:	D. Kersten, C. Schmotz, U. Berger, A. Schmidt, Die Chemie Werkstatt, Velber, 4. Auflage, 2010, S. 92

Dieser Versuch kann verwendet werden, um Töne als akustische Energie vorzustellen und als Übungsversuch zur Energieumwandlung.

Der Versuch ist in kurzer Zeit durchführbar.

3.3 V5 – Rakete unter Druck

In diesem Versuch wird eine kleine Rakete gebaut, die mit einer Brausetablette angetrieben wird.

Die SuS sollten bereits die Begriffe chemische Energie, Druckenergie und Bewegungsenergie kennen. Auch sollte ihnen bekannt sein, dass ein Gas entsteht, wenn eine Brausetablette in Wasser gegeben wird.

Gefahrenstoffe		
Wasser	-	-
Brausetablette	-	-
		

Materialien: Plastikdose mit Schnappdeckel (z.B. Filmdose, oder Kaugummidose), eventuell Klebeband und Pappkarton

Chemikalien: Brausetablette, Wasser

Durchführung: Der Dose kann mittels Tonkarton und Klebeband das Aussehen einer Rakete gegeben werden. Die Dose wird etwa 2 cm hoch mit Wasser befüllt und eine Brausetablette hinzugegeben. Dann wird die Dose verschlossen und mit dem Deckel nach unten auf den Boden gestellt.

Beobachtung: Nach kurzem Warten öffnet sich die Dose mit einem „Plop“ und wird etwa einen Meter in die Höhe geschleudert.

Deutung: Das in der Brausetablette enthaltene Natirumhydrogencarbonat bidelt im Wasser Kohlenstoffdioxid. Der Gasdruck steigt in der Dose, bis er groß genug ist die Dose zu öffnen.



Abbildung 5: Fertige Dosenrakete

Literatur: D. Kersten, C. Schmotz, U. Berger, A. Schmidt, Die Chemiewerkstatt, Velber, 4. Auflage, 2010, S. 14

Der Versuch ist besonders gut als Übungsversuch zur Energieumwandlung geeignet, da keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden und er Spielcharakter hat, was die Motivation der SuS erhöht.

3.4 V6 – Modell eines Pumpspeicherkraftwerks

Im folgenden Versuch enthält die Anleitung zum Bau eines Modells, das das Funktionsprinzip eines Pumpspeicherkraftwerks zeigt. Die zum Bau benötigten Materialien können im Bau- und Supermarkt gekauft werden. Der Versuch ist besonders gut in Gruppen durchgeführt werden.

Gefahrenstoffe		
Wasser	-	-



Materialien: Eine große Plastikflasche, eine kleinere Plastikflasche, eine Schere, Wasser-schläuche (insgesamt etwa 1 m), ein dreiwegiges Verbindungsstück, Klebeband, einen Drehhahn, eine kleine Plastiktüte (z.B. Gefrierbeutel), eine Schlauchklemme (oder ein Gummiband), eine Schere, eine Büroklammer, verstärkte Folie (oder wasserfestes Papier oder ein fertiges Wasserrad), einen Wasserbehälter (Volumen etwa 2 L, z.B. Gießkanne, großes Becherglas, Eimer)

Chemikalien: Leitungswasser

Aufbau: Von der großen Plastikflasche wird der Boden abgetrennt. Ein 40 cm langes Schlauchstück wird mit Klebeband am Flaschenhals befestigt. In den Boden der kleineren Flasche wird ein kleines Loch gebohrt und mit Klebeband ein 10 cm langes Schlauchstück am Flaschenhals befestigt. Zwischen dem anderen Ende des Schlauchstücks und einem weiteren 5 cm langen Stück, wird mit Klebeband der Drehhahn befestigt. Am dreiwegigen Verbindungsstück werden die Schläuche von den Flaschen und ein weiterer 30 cm langer Schlauch angebracht. Am Ende des letzten Schlauches wird die Plastiktüte mit einer Schlauchklemme oder einem Gummiband befestigt. Zusätzlich kann aus Folie, einer Büroklammer und mit einer Schere und Klebeband ein Wasserrad gebastelt werden.

Durchführung und Beobachtung: Die große Flasche wird höher gehalten als die kleine Flasche. In die große Flasche wird Wasser gefüllt. Sobald das Wasser durch das Modell gelaufen ist, wird es aus der Plastiktüte in die kleine Flasche gedrückt und der Hahn geschlossen. Anschließend wird die Plastiktüte entfernt und das Wasserrad kann mit dem Wasser aus der kleinen Flasche angetrieben werden.

Deutung: Die große Flasche, durch die das Modell mit Wasser versorgt wird, kann als Fluss interpretiert werden. Die Plastiktüte fängt das Wasser auf, sie stellt das untere Sammelbecken eines Pumpspeicherkraftwerkes dar. In einem solchen wird bei geringer Stromnetzlast Wasser vom unteren in das obere Becken gepumpt, was hier durch das Zusammendrücken der Plastiktüte simuliert wird. Die kleine Plastikflasche stellt im Modell das obere Speicherbe-

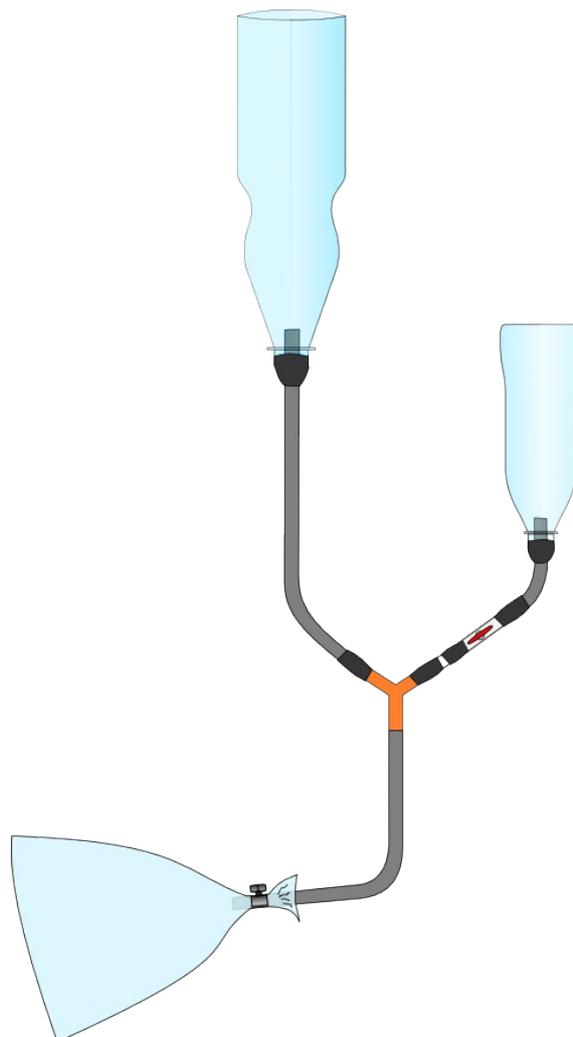


Abbildung 6: Modellaufbau

cken dar. Mit dem dort gesammelten Wasser kann bei Strombedarf eine Turbine, angetrieben werden, die hier durch das Wasserrad ersetzt wird.

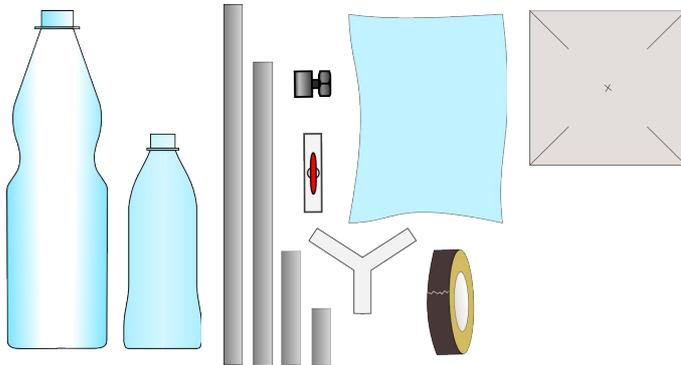
Entsorgung: Das Modell kann auseinandergebaut und die Einzelteile wiederverwendet werden.

Literatur: Kinderbüro Universität Wien, <http://www.kinderuni.at/forschen/experimente/wie-funktioniert-ein-pumpspeicherkraftwerk/> (zuletzt aufgerufen am 27.07.2013 um 14: 30 Uhr)

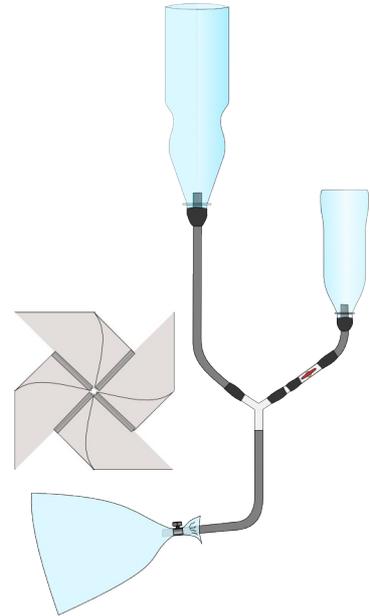
Dieser Versuch kann sowohl für die Erarbeitung als auch zur Wiederholung des Funktionsprinzips eines Pumpspeicherkraftwerkes verwendet werden. Der Versuch eignet sich besonders gut als Gruppenexperiment, da das Modell zunächst arbeitsteilig gebaut werden kann und dann gemeinsam bedient werden muss.

Arbeitsblatt – Wir bauen ein Pumpspeicherkraftwerk

Materialien:



Ziel:



Verteilt unter euch folgende Aufgaben:

1. Schneide den Boden der großen Flasche auf und befestige mit Klebeband das längste Schlauchstück am Flaschenhals.
2. Steche mit einer Schere ein kleines Loch in den Boden der kleinen Flasche. Klebe die beiden kurzen Schlauchstücke an den Hahn. Befestige den Schlauch mit Hahn am Flaschenhals mit Klebeband.
3. Befestige die Plastiktüte mit der Schlauchklemme am zweitlängsten Schlauch und stecke ihn an das Verbindungsstück.
4. Baue mit Klebeband, der Folie und einer Büroklammer ein Wasserrad.

Baut gemeinsam euer Pumpspeicherkraftwerk zusammen.

Arbeitsaufträge:

1. Beschreibe die Funktionsweise eines Pumpspeicherkraftwerks. Verwende die Begriffe Oberbecken, Unterbecken, Turbine, Pumpe.
2. Erläutere die Funktionsweise mit Hilfe eures eigenen Pumpspeicherkraftwerks.
3. Begründe, weshalb Pumpspeicherkraftwerke wichtig sind, wenn man Strom aus Sonnen- und Windenergie erzeugen will.

Reflexion des Arbeitsblattes

Das folgende Arbeitsblatt ist dafür konzipiert, dass die SuS die Funktionsweise eines Pumpspeicherkraftwerkes wiederholen und am Modell, wie es in V6 beschrieben wurde, anwenden. Hierfür muss das Prinzip eines Pumpspeicherkraftwerkes im Zuge des Themas Energiegewinnung und -speicherung bereits erarbeitet worden sein. Mit Hilfe des Modells vollziehen die SuS die den Ablauf zur Energiespeicherung in einem solchen Kraftwerk selbst nach.

3.5 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Erkenntnisgewinnung:	Die SuS experimentieren sachgerecht nach Anleitung (Aufbau) .
Kommunikation:	Die SuS beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mithilfe von Modellen und Darstellungen. (Arbeitsauftrag 2).
	SuS stellen Ergebnisse vor. (Arbeitsauftrag 2).
Bewertung:	Die SuS zeigen Anwendungen von Energieübertragungsprozessen im Alltag auf. (Arbeitsauftrag 3)

3.6 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

1. In einem Pumpspeicherkraftwerk fließt Wasser aus dem Oberbecken in es Unterbecken. Dabei wird eine Turbine angetrieben, die Strom erzeugt. Wenn wenig Strom benötigt wird, wird das Wasser aus dem Unterbecken in das Oberbecken gepumpt. Dort wird das Wasser gespeichert, bis wieder viel Strom benötigt wird.
2. Die kleine Flasche kann als Oberbecken betrachtet werden, in der das Wasser mit Hilfe des Hahns gespeichert werden kann. Die Plastiktüte übernimmt die Funktion des Unterbeckens. Durch Zusammendrücken der Tüte, kann das Wasser wieder in die kleine Flasche gepumpt werden. Mit dem Wasser aus der keinen Flasche, kann das Wasserrad angetrieben werden, welches die Turbine repräsentiert. Dies soll von den SuS aktiv am Modell erläutert werden.
3. Es muss immer so viel Strom erzeugt werden können, wie gebraucht wird. Da es vorkommen kann, dass kein Wind weht und keine Sonne scheint muss Energie für einen solchen Fall gespeichert werden. Dies kann ein Pumpspeicherkraftwerk leisten, denn es

kann in seinem Oberbecken Wasser für einen solchen Fall aufbewahren. Dieses kann dann die Turbine antreiben und Strom erzeugen.