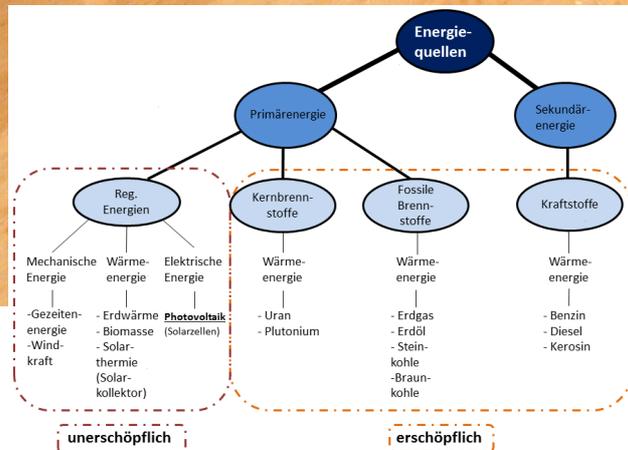
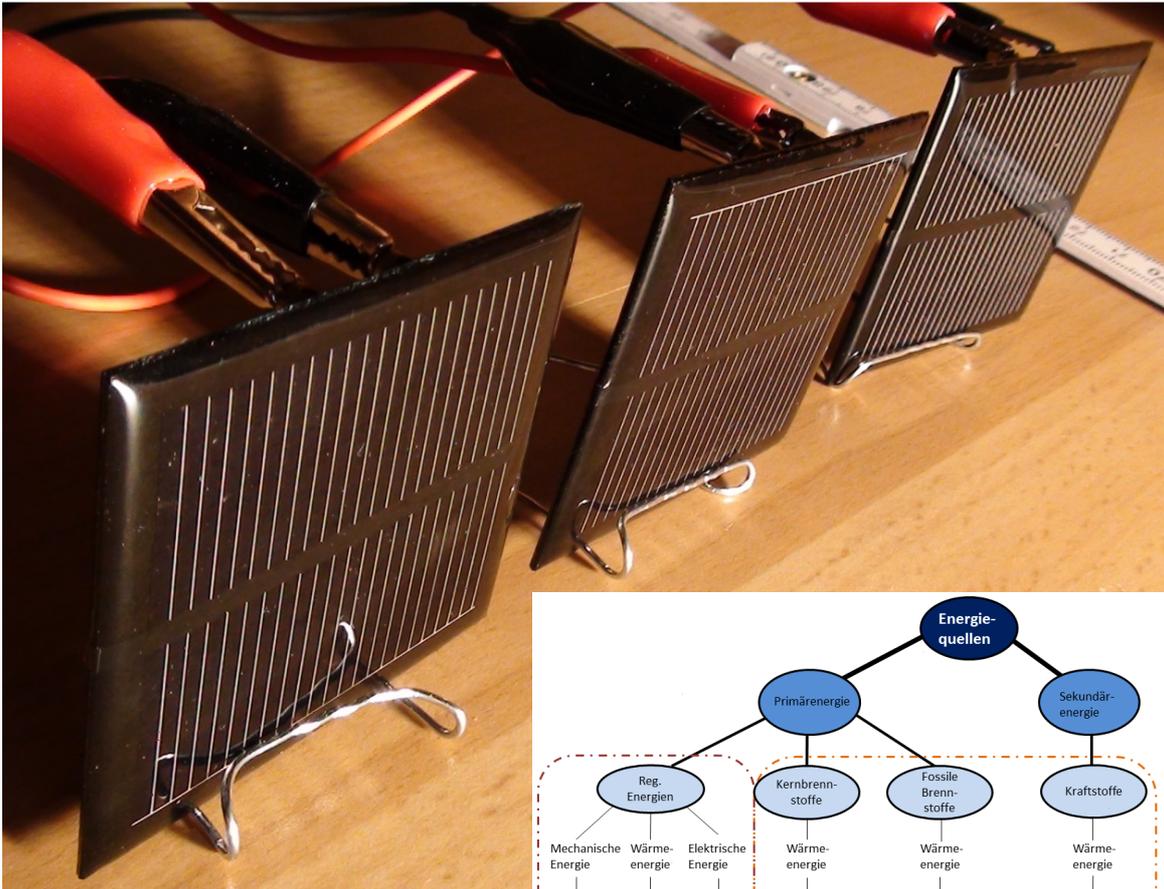


Unterrichtseinheit Photovoltaik



Inhaltsübersicht	
Unterrichtsfach	Physik
Klassenstufe	9. bzw. 10. Klasse; Gymnasium und Realschule
Themenfelder	Energieformen, regenerative Energien, Schaltungen von Solarzellen, Einflussfaktoren der solaren Stromproduktion, Funktionsweise und Aufbau von Solarzellen, Vor- und Nachteile der Photovoltaik.
fachliche Lernvoraussetzungen	Strom, Spannung, Leistung, Messen mit einem Digitalmultimeter, eigenverantwortliche Versuchsdurchführung.
Zeitungfang	4 Schulstunden (45 min) + 1 optionale Vertiefungsstunde (45 min)
Weitere Merkmale	Kompetenzorientierung der Unterrichtseinheit

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Analyse der Lernbedingungen.....	2
2.1 <i>Fachspezifische Lernvoraussetzungen</i>	2
2.2 <i>Institutionelle Rahmenbedingungen</i>	2
2.3 <i>weitere Voraussetzungen:</i>	3
3. Übersicht der Stunden.....	3
4. Kompetenzorientierung	4
4.1 <i>Angestrebter überfachlicher Kompetenzerwerb</i>	4
4.2 <i>Angestrebter fachlicher Kompetenzerwerb</i>	5
5. Anhang: Verlaufsplan der Unterrichtsstunden, Arbeitsblätter, Overheadfolien und weitere Materialien	ab 6

1. Einleitung

Seit Mitte des Jahres 2011 wird die Energiewende in der Bundesrepublik Deutschland vorangetrieben. Die regenerativen Energien haben seitdem einen hohen Anteil an der deutschen Stromproduktion erreicht. Die Photovoltaik ist eine der zentralen Techniken innerhalb der regenerativen Energien und ihr Beitrag zur zukünftigen Energieversorgung wächst stetig. Der Ausbau der Photovoltaik wird zudem in der Öffentlichkeit diskutiert. Um an dieser Diskussion teilzunehmen zu können, ist ein tieferes Verständnis dieser Technologie notwendig. Damit Schüler an dieser Diskussion teilhaben können, die Ihnen täglich z.B. in Taschenrechnern, Solarkraftwerken, Parkscheinautomaten und als Solaranlagen auf vielen Hausdächern begegnet, sind einige Vorkenntnisse notwendig. Diese Kenntnisse werden im Fach Physik vermittelt. Diese Unterrichtseinheit soll helfen das Thema Photovoltaik in den Unterricht einzubauen und in das Fach Physik einzubetten. Diese Einheit wurde entwickelt, um in der Jahrgangsstufe 9/10 verwendet zu werden. Sie ist gliedert in eine Doppelstunde und zwei Einzelstunden. Die Stunden können jedoch auch flexibel als reine Doppelstunden oder auch nur als Einzelstunden gehalten werden. Zudem besteht durch eine fünfte weitere Einzelstunde eine optionale Vertiefungsmöglichkeit. Die verwendeten Arbeitsblätter sind bei schwierigen Aufgabenstellungen in zwei Schwierigkeitsstufen ausgeführt, die zur Differenzierung zwischen Klassenstufen, aber auch innerhalb einer Klasse benutzt werden können. Die differenzierten Arbeitsblätter sind mit einem Stern (★) markiert.

Der erfahren Lehrkraft ist es überlassen Inhalte zu streichen oder hinzuzunehmen, je nach Vorwissen ihrer Schüler und Schülerinnen. Da Kompetenzorientiertes Lernen immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist diese Unterrichtseinheit ebenfalls kompetenzorientiert gestaltet. Nach Heymann ist Kompetenzorientierung:

„Die Kompetenzorientierung steht für den Anspruch, dass die Ergebnisse schulischen Lernens handlungsrelevant, praktisch anwendbar sowie persönlich und gesellschaftlich bedeutsam sein sollen.“ (Heymann, 2004, S. 8)

In diesem Sinne soll diese Unterrichtseinheit die SuS¹ selbstständig durch viele Experimente begeistern und zum Lernen von- und miteinander in die Thematik Photovoltaik einführen.

¹ SuS bezeichnet sowohl Schüler, als auch Schülerinnen.

Diese Unterrichtseinheit wurde bereits im Fach Physik (Gymnasium, Jahrgangstufe 9) durchgeführt und auf ihre zeitliche Umsetzung optimiert. Die beteiligten SuS bewerten im Mittel die Unterrichtsstunden mit einer Schulnote von 2,2.

2. Analyse der Lernbedingungen

2.1 Fachspezifische Lernvoraussetzungen:

Die SuS müssen für diese Unterrichtseinheit folgende Kenntnisse im Fach Physik erlangt haben:

Grundlagenwissen zu Energie (Energiegewinnung, Energieträger, Energienutzung), Elektrizität (elektrischer Strom, Spannung, Leistung, Schaltungen, Verwendung von Messgeräten (Digitalmultimeter), Zeichnen von Schaltbildern), Grundlagen der Thermodynamik (Energieerhaltung) und Aufbau der Materie (Atome und Elektronen) sowie selbstständiges Durchführen und Protokollieren von Experimenten. Es ist unbedingt notwendig die SuS in die Benutzung des Digitalmultimeters aus dem Solarkoffer einzuweisen, da der sichere Umgang mit dem Messgerät die zeitnahe Umsetzung der Experimente bedingt.

2.2 Institutionelle Rahmenbedingungen:

Die räumlichen Voraussetzungen sollte ein Klassenraum sein, der Gruppenarbeiten zulässt (6 - 8 x 4er Gruppen). Hierzu können auch Räume mit festinstallierten Tischreihen verwendet werden, wenn entsprechende Gruppenbildung möglich ist. Den Gruppen sollte ausreichend Platz zum Experimentieren zur Verfügung stehen. Des Weiteren sollten Stromanschlüsse für Lichtquellen (500 W Strahler) für jede Schülergruppe vorhanden sein. Hierbei muss beachtet werden, dass an Steckdosen, die mit einer Sicherung verbunden sind, nicht mehr als sieben Strahler angeschlossen werden können. Aufgrund der Lichtstärke sollte die Strahler so platziert werden, dass die SuS nicht gegenseitig geblendet werden. Die SuS müssen auf die Hitzeentwicklung und Lichtstärke der Strahler hingewiesen werden. Die Möglichkeit zur Präsentation von DVD-Videomaterial sowie digitalem Material (Beamer) oder ein Overheadprojektor sollten vorhanden sein.

2.3 weitere Voraussetzungen:

Zur Erklärung des Aufbaus und der Funktionsweise von Solarzellen (4. Stunde) wird der Film: „Solar Maus Spezial“ empfohlen, der nicht im Umfang des Solarkoffers enthalten ist. Der Film kann unter: www.bibliothek-der-sachgeschichten.de (S₆-DVD; „Solarenergie Spezial“) bezogen werden. Zudem werden folgende Materialien pro SuS-Gruppe benötigt, die nicht im Solarkoffer enthalten sind:

Material	Anzahl
Zitronen	4 Stück/Gruppe
Zinknagel	4 Stück/Gruppe
5-Cent Münze	4 Stück/Gruppe

Folgende Maßnahmen müssen vor der Umsetzung der Unterrichtseinheit durch die Lehrkraft vorbereitet werden:

- A.) Die 5-Cent Münzen sollten mit (+) markiert werden, der Zinknagel mit (-).
- B.) Vorbereiten der Differenzierungskärtchen Zitronenbatterie pro Gruppe.
- C.) Aufkleben der Schnittvorlage zu Arbeitsblatt 6 auf schwarzem Karton.
- D.) Vorbereitung des Wissensquiz Photovoltaik (20 Kärtchen/Gruppe).

3. Übersicht der Stunden:

Unterrichtsstunde	Titel	Materialhinweis
1. Stunde	Einführung Energiequellen	Versuch Zitronenbatterie, Energiequellen (Folie), Digitalmultimeter (Folie), Differenzierungskärtchen Zitronenbatterie, LED aus Solarkoffer, Arbeitsblätter 1 und 2
2. Stunde	Solare Stromerzeugung, Verschaltung und Einflussfaktoren von Solarzellen	Versuche Solarzellen, Solarkoffer, Energiequellen (Folie), Karton mit aufgeklebter Schnittvorlage für Arbeitsblatt 6, Arbeitsblätter 3 bis 8
3. Stunde		

4. Stunde	Funktion und Aufbau von Solarzellen	Energiequellen (Folie), Film „Solar Maus Spezial“, Solarzelle Funktion (Folie), Solarzelle Funktion mit Lösungen (Folie), Wissenskärtchen, Arbeitsblatt 9
5. Stunde (optional)	Vor- und Nachteile der Photovoltaik	Unterlagen für Planspiel, Solaranlage mit Verschattung (Folie), Arbeitsblatt 10

4. Kompetenzorientierung

4.1 Angestrebter überfachlicher Kompetenzerwerb

Kompetenz	Bildungsstandards	Exemplarische Indikatoren
Sozialkompetenz	Soziale Wahrnehmung, Solidarität und Rücksichtnahme; Kooperation und Teamfähigkeit; Gesellschaftliche Verantwortung	Durch Zusammenarbeit in Gruppen werden die Kooperations- und Teamfähigkeit geschult. Die Thematik Photovoltaik schließt den Bogen zur, zukünftigen Versorgung mit Energie/Strom.
Lernkompetenz	Problemlöse- und Arbeitskompetenz	Durch die einzelnen Versuche wird die Problemlöse- sowie die Arbeitskompetenz der Lernenden geschult.
Sprachkompetenz	Lese- und Kommunikationskompetenz	Durch die schriftlich formulierten Arbeitsaufträge wird die Lesekompetenz gefördert. Durch die häufige Gruppenarbeitsphasen und die Plenumsdiskussionen wird die Kommunikationskompetenz gestärkt.

4.2 Angestrebter fachlicher Kompetenzerwerb

Kompetenz	Bildungsstandards	Exemplarische Indikatoren
Erkenntnisgewinnung	Beobachten und beschreiben von Versuchen; Ordnen von Erkenntnissen sowie Ableitungen von Problemen; Zeichnen und beschreiben von Versuchsaufbauten; Formulierung von Hypothesen und deren Überprüfung; Protokollieren von Ergebnissen und Versuchen; Mathematisierung der Versuchsergebnisse.	Eigenverantwortliche Durchführung von Versuchen größtenteils in SuS-Gruppen mit Zeichnung von elektrischen Schaltbildern. Interpretation der Versuchsergebnisse. Formulierung von zentralen Hypothesen (z. B. „Einflussfaktoren auf die Leistung von Solarzellen“) mit Formulierung der Hypothesen und Überprüfung derselben durch die Lernenden, anhand von Experimenten. Mathematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Strom, Spannung und Leistung.
Kommunikation	Diskussion von Arbeitsergebnissen und Sachverhalten unter fachlichen Gesichtspunkten; Dokumentation der Arbeitsergebnisse im Team; Verwendung von Fachsprache; Übertragung von Darstellungen auf komplexe Sachverhalte.	Zusammenfassende Arbeitsblätter mit Plenumsdiskussionen und Darstellung einzelner bzw. gruppenspezifischer Lösungswege durch die Lernenden. Benennungen der Einflussfaktoren von Solarzellen im physikalischen Kontext. Übertragung der Photovoltaik-Technik auf ein Planspiel mit einem aus dem Umfeld der SuS generierten Szenario.
Bewertung	Beurteilen die Bedeutung von naturwissenschaftlichen Kenntnissen für Anwendungsbereiche; diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven mit fachspezifischen Kenntnissen sowie gesellschaftlichen Zusammenhängen	Bedeutung der Solarzellen zur Gewinnung von Strom in Deutschland. Vergleich mit anderen Energiequellen. Unterteilung in Erschöpfliche und unerschöpfliche Energiequellen mit Bedeutung für die zukünftige Energieversorgung. Durchführung eines Planspiels zum Aufbau einer Photovoltaikanlage mit verschiedenen gegensätzlichen Interessengruppen.

Nutzung fachlicher Konzepte	Strukturieren ihr gewonnenes Wissen; erklären Sachverhalte aus verschiedenen Perspektiven; erklären naturwissenschaftliche Phänomene mittels bekannter fachlicher Konzepte und Zusammenhänge;	Generierung einer Lernlandkarte Energiequellen. Daraus Ableitung: Strom als Energieform. Zusammenfassen der Einflussfaktoren der Leistung von Solarzellen inkl. Transfer dieses Wissens auf ein Planspiel.
-----------------------------	---	--

5 Anhang: Verlaufsplan der Unterrichtsstunden, Arbeitsblätter, Overheadfolien und weitere Materialien

Unterrichtsstunde 1 (Einzelstunde); Unterrichtseinheit - Photovoltaik:

Einführung Energiequellen

Unterrichtsphase	Geplantes Unterrichtsgeschehen	Arbeits- bzw. Sozialform	Didaktisch-Methodischer Kommentar	Material und Medien
Einstieg	L ² . begrüßt die Anwesenden und teilt die S. durch Abzählen in mehrere Gruppen ein. S. ³ begeben sich an die für sie vorgesehenen Gruppentische	L.-Vortrag S.-Aktivität Gruppenarbeit	Die ritualisierte Begrüßung dient zum Empfang der S. und signalisiert den Stundenbeginn. Der Einstieg hat das Ziel die S. zu motivieren, Inhalte, die für diese Stunde vorausgesetzt werden, zu wiederholen und auf das Thema einzustimmen. Das Arbeiten in Gruppen stärkt die Sozialkompetenz und stimmt auf die Sozialform in der Erarbeitungsphase ein. Dabei empfiehlt sich eine Gruppengröße von vier bis höchstens sechs Personen. Die Materialien können zur zeitlichen Optimierung bereits auf den Gruppentischen bereit gelegt werden.	
Hinführung	L. teilt Arbeitsblatt 1 aus und erläutert kurz den Arbeitsauftrag. S. bearbeiten mit den bereitliegenden Materialien den Arbeitsauftrag „Zitronenbatterie“. S. stellen mögliche Lösungswege vor.	L.-Vortrag S.-Aktivität Gruppenarbeit	Als visuelle und kognitive Orientierung dient ein schriftlicher Arbeitsauftrag pro Gruppe, der zu Gunsten des Zeitmanagements auf 15 Minuten begrenzt ist. Zur inneren Differenzierung des Arbeitsauftrags können zusätzlich Hilfekarten (siehe „Differenzierungskärtchen zu Arbeitsblatt 1“) eingesetzt werden. Zudem sollte die Folie „Digitalmultimeter“ gezeigt werden. Durch die Präsentation der experimentellen Lösungswege wird die Arbeit der S. gewürdigt, ihre Kenntnisse überprüft und die Kommunikations- sowie Präsentationsfähigkeit geschult. Die S. werden zudem zum Nachdenken angeregt, wie der Strom, den sie täglich verbrauchen, entsteht. Alternativ kann die Gruppenarbeit, zu Lasten der S.-Aktivität und Förderung der Sozialkompetenzen, auch durch eine Frontalphase, in der die Lösung im Plenum gefunden werden soll, ersetzt werden	Pro Gruppe werden benötigt: <i>1 x Overhead-Folie: Digitalmultimeter 1 x Arbeitsblatt (AB 1) Strom selbst gemacht!, 4 x Zitronen /Kartoffeln, 4 x Zinknägel, 4 x 5-Cent Münzen (aus Kupfer!), 5 x Kabel mit Krokodilklemmen, 1 x weiße LED aus dem Solarkoffer</i>

² Mit L. wird im Verlaufsplan die Lehrkraft abgekürzt.

³ Mit S. werden im Verlaufsplan sowohl Schüler, als auch Schülerinnen bezeichnet.

Unterrichtsstunde 2 und 3 (Doppelstunde); Unterrichtseinheit - Photovoltaik:

Solare Stromerzeugung, Verschaltung und Einflussfaktoren von Solarzellen.

Unterrichtsphase	Geplantes Unterrichtsgeschehen	Arbeits- bzw. Sozialform	Didaktisch-Methodischer Kommentar	Material und Medien
Einstieg	<p>L⁵. begrüßt die Anwesenden und teilt die S. durch Abzählen in mehrere Gruppen ein.</p> <p>S.⁶ begeben sich an die für sie vorgesehenen Gruppentische</p>	<p>L.-Vortrag</p> <p>S.-Aktivität Gruppenarbeit</p>	<p>Die ritualisierte Begrüßung dient zum Empfang der S. und signalisiert den Stundenbeginn. Der Einstieg hat das Ziel die S. zu motivieren, Inhalte, die für diese Stunde vorausgesetzt werden, zu wiederholen und auf das Thema einzustimmen. Das Arbeiten in Gruppen stärkt die Sozialkompetenz und stimmt auf die Sozialform in der Erarbeitungsphase ein. Dabei empfiehlt sich eine Gruppengröße von vier bis höchstens sechs Personen.</p>	<p>Beamer oder Overhead-Projektor.</p>
Hinführung	<p>L. wiederholt mit S. die Energiequellen anhand der Mind-Map.</p> <p>L. gibt einen Ausblick auf die folgende Doppelstunde und schreibt die zentrale Fragestellung an die Tafel. Dabei sollte der Einsatz von Photovoltaik im Alltag aufgegriffen werden (z.B. Taschenrechner/Photovoltaikanalgen auf Hausdächern)</p> <p>S. notieren in Gruppen ihre</p>	<p>L.-S.-Gespräch</p> <p>L.-S.-Gespräch</p> <p>S.-Aktivität</p>	<p>Die Mind-Map als eine nach MAYER (1987)⁷ definierte Lernlandkarte dient als Orientierungshilfe. Die Mind-Map dient zur Überleitung auf das Thema Photovoltaik und führt zur zentralen Fragestellung der Stunde: „Von welchen Faktoren hängt die maximale Leistung von Solarzellen ab?“.</p> <p>Die von den S. formulierten Vermutungen zu den Einflussgrößen (Hypothesen), entsprechen dem Gedanken der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und geben einen Überblick über den gegenwärtigen Kompetenzstand der S., welcher in der Erarbeitungsphase entsprechend berücksichtigt werden muss.</p> <p>Alternativ kann die Erhebung des Kompetenzzustands auch als Einzelarbeit oder Partnerarbeit durchgeführt werden d.h. jeder S. bzw. jede Partnergruppe fasst seine/ihre Vermutung auf Kärtchen zusammen und heftet sie an die Tafel.</p>	<p><i>Mind-Map: Energiequellen für Beamer oder als Overhead-Folie</i></p>

⁵ Mit L. wird im Verlaufsplan die Lehrkraft abgekürzt.

⁶ Mit S. werden im Verlaufsplan sowohl Schüler, als auch Schülerinnen bezeichnet.

⁷ Meyer, H. (1987): Unterrichtsmethoden. 2. Praxisband. Aufl. 2, Cornelsen Verlag, Frankfurt am Main.

	Vermutungen zur Zentralenfragestellung und schreiben diese an die Tafel.	Plenum		
Erarbeitungsphase	<p>L. teilt zu Überprüfung der Hypothesen Arbeitsaufträge und Materialien an die Gruppen aus. Zudem gibt er einen Zeitrahmen zur Bearbeitung vor und erinnert ggf. an ritualisierte Gruppenregeln und bzw. oder Aufgabenrollen.</p> <p>S. führen in Gruppen Versuche durch und sichern ihre Ergebnisse auf Arbeitsblättern 3-7.</p>	<p>L.- Vortrag</p> <p>S.-Aktivität Einzelarbeit/ Gruppenarbeit</p>	<p>Die Einflussfaktoren auf die Leistung von Solarzellen sollen anhand fünf aufeinanderfolgender Experimente (<i>Verschaltung von Solarzelle mit Verbraucher; Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen; Verschattung, Lichtintensität, Fläche und Ausrichtung von Solarzellen</i>) in themengleichen Gruppenarbeiten von den S. selbstständig erarbeitet werden. Dies ermöglicht nach MATTHES (2002)⁸, theoretisch erworbene Kenntnisse praktisch anzuwenden. Zudem entspricht die Gruppenarbeit der Ganzheitlichkeit und kommt somit auch der in der Arbeits- und Wirtschaftswelt vielfach geforderten Team-, Kommunikations- und Entscheidungsfähigkeit nach. Die S. lernen von- und miteinander. Die Leistungsstarken gewähren dabei den Schwächeren Hilfestellungen und es entsteht Raum für eigenverantwortliches und selbstständiges Lernen. Die Rolle des L. in dieser Phase wird nicht als Wissensvermittler, sondern in der Beratung, Moderation und der Führung von sokratische Gesprächen gesehen. Zudem wird ein Aktionsfeld geschaffen, welches es den Lernenden ermöglicht, selbständig ihr Arbeits- und Sozialverhalten weiterzuentwickeln. Um dem gerecht zu werden, bedingt es laut MEYER (1987) einer heterogenen Gruppenzusammensetzung. Es ist hinsichtlich dessen zu überprüfen, ob die Anfangsgruppen bestehen oder neu zusammengesetzt werden müssen. Eine innere Differenzierung wird in dieser Phase zum einen durch Arbeitsblätter mit zwei Schwierigkeitsstufen (AB 3 und 4 mit einem Stern gekennzeichnet), die gleichzeitig auch der Ergebnissicherung dienen und zum andern durch die gegenseitige Unterstützung der S. untereinander sowie in der Verteilung der Aufgaben innerhalb der Gruppe erzielt. Es ist allerdings zu beachten, dass das Experiment „Verschaltung von Solarzelle mit Verbraucher“ zu Gunsten einer höheren S.-Aktivierung und teilweise zu Lasten der</p>	<p>Pro S. werden benötigt (Solarkoffer):</p> <p><i>1 x Arbeitsblatt 3 - 7 (Alternativ AB 3 und 4 mit Differenzierung)</i> <i>1 x Solarzelle</i> <i>1 x Motor</i> <i>2 x Kabel mit Krokodilklemmen</i> <i>1 x kleine Lampe</i></p> <p>Pro Gruppe werden benötigt (Solarkoffer):</p> <p><i>1 x Lichtquelle</i> <i>2 x Kabel mit Krokodilklemmen (Reserve)</i> <i>1 x Maßband</i> <i>1 x Digitalmultimeter</i> <i>1 x Karton DIN A4 mit aufgeklebter Schneidevorlage (siehe Schnittvorlage für Arbeitsblatt 6)</i> <i>1 x Geodreieck</i> <i>1 x Schere</i></p>

⁸ Mattes, W. (2002): Methoden für den Unterricht. 75 kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende. Schöningh Verlag, Paderborn

			Förderung von Sozialkompetenzen als Einzelarbeit durchgeführt wird.	
Reflexion	L. beendet die Gruppenarbeit und eröffnet mit der Ausgabe des Arbeitsblattes 8 die Reflexionsphase S. tragen ihre Arbeitsergebnisse vor und nehmen Rückbezug zu den Hypothesen, bestätigen/wiederlegen diese und ziehen eine Schlussfolgerung.	L.-Vortrag L.-S. Gespräch Plenum	Die S. werden dazu angehalten über ihre Erfahrungen bzw. Ergebnisse während der Erarbeitungsphase zu reflektieren. Ergebnisse aus den Versuchen werden zusammengetragen, mögliche Einflussfaktoren gesammelt und mit den von den S. aufgestellten Hypothesen verglichen. Die daraus erlangten Erkenntnisse werden weiterführend in der nächsten Stunde aufgegriffen. Dadurch entsteht eine Basis, die es den S. zum einem ermöglicht, eventuelle Defizite in ihren Kompetenzbereichen selbst zu erkennen und entgegenzuwirken sowie zum anderen ihre fachlichen Kompetenzen zu erweitern. Die Ergebnissicherung wird auf Arbeitsblatt 8 durchgeführt. Als Hausaufgaben sollen die S. die Einflussfaktoren auf reale Probleme (ebenfalls Arbeitsblatt 8) bei Photovoltaikanlagen transferieren.	Pro S. werden benötigt: <i>1 x Arbeitsblatt 8</i>
1. Möglicher Stundenausstieg (Minimalziel)				
Ausblick	L. gibt einen Ausblick auf die nächste Doppelstunde	L.-Vortrag	Das erarbeitete Stundenthema wird gemäß der Lernlandkarte nach MAYER (1987) auf der Mind-Map an der Tafel visuell aufgezeigt. Parallel wird ein Ausblick auf die nächste Stunde auf das Thema Funktion von Solarzellen gegeben.	
2. Möglicher Stundenausstieg (Maximalziel)				
Transfer	S. transferieren erlangtes Wissen auf reale Probleme	S.-Aktivität	S. sollen die Einflussfaktoren auf reale Probleme bei Photovoltaikanlagen transferieren (Arbeitsblatt 8).	
Ausblick	L. gibt einen Ausblick auf die nächste Doppelstunde	L.-Vortrag	Das erarbeitete Stundenthema wird gemäß der Lernlandkarte nach MAYER (1987) auf der Mind-Map an der Tafel visuell aufgezeigt. Parallel wird ein Ausblick auf die nächste Stunde auf das Thema Funktion von Solarzellen gegeben.	

Unterrichtsstunde 4 (Einzelstunde); Unterrichtseinheit - Photovoltaik

Funktion und Aufbau von Solarzellen.

Unterrichtsphase	Geplantes Unterrichtsgeschehen	Arbeits- bzw. Sozialform	Didaktisch-Methodischer Kommentar	Material und Medien
Einstieg	<p>L. begrüßt die Anwesenden und legt die Mind-Map „Energiequellen“ auf den Overheadprojektor oder Beamer.</p> <p>S. wiederholen mittels Impulsreferat den Inhalt der letzten Doppelstunde und binden dabei ggf. die Hausaufgabe mit ein.</p> <p>L. ergänzt ggf. das Impulsreferat bzw. gibt Hilfestellungen und leitet auf die Thematik der Stunde über.</p>	<p>L.-Vortrag</p> <p>S.- Vortrag</p> <p>L.-S.-Gespräch</p>	<p>Die ritualisierte Begrüßung dient zum Empfang der S. und signalisiert den Stundenbeginn. Die Wiederholung am Anfang der Stunde durch ein Impulsreferat, das von einem oder mehreren S. gehalten wird, hat das Ziel die Inhalte aus den vorangegangenen Stunden in Erinnerung zu rufen, auf das Thema einzustimmen und die S.-Aktivität zu erhöhen. Die in der vorangegangenen Stunde gesicherte Mind-Map dient den S. dabei als Lernlandkarte, Orientierungshilfe und zur inneren Differenzierung. Des Weiteren wird die Überleitung zu den Fragestellungen der Stunde „Wie ist der Aufbau und die Funktion von Solarzellen?“ anhand der Mind-Map durch den L. vorgenommen. Hierzu wird die Mind-Map, um die Unterpunkte Funktion von Solarzellen erweitert. Alternativ kann das Impulsreferat auch zu Lasten der S.-Aktivität durch einen L.-Vortrag ersetzt werden.</p>	<p>Beamer oder Overhead-Projektor. DVD-Player/Fernseher/Beamer</p> <p><i>Mind-Map „Energiequellen“ auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.</i></p>
Hinführung	<p>S. schauen den Film „Solar Maus Spezial“</p> <p>L. bespricht mit S. den Film und klärt Verständnisfragen anhand der Folien.</p>	<p>S.-Aktivität Plenum</p> <p>L.-S.-Gespräch</p>	<p>Der Film dient der S.-Motivierung und der Methodenvielfalt. Zudem wird der komplexe Sachverhalt der Funktion von Solarzellen, zu Gunsten des Zeitmanagements, anschaulich und umfassend dargestellt. Eine Differenzierung kann dabei über die Auswahl des Films stattfinden (siehe Anhang). Eine anschließende Klärung der Verständnisfragen bzw. eine Wiederholung anhand der Folien, soll fachliche Missverständnisse vorbeugen, die durch die komplexen Zusammenhänge bei den S. entstehen könnten. Die Folien zur Funktion der Solarzellen stellt eine</p>	<p>Fernseher mit DVD-Player oder Beamer.</p> <p><i>Film: Solar Maus Spezial (Dauer ca. 26 min).</i></p> <p>Beamer oder Overhead-Projektor. <i>„Solarzelle Funktion OVH-Folie“</i></p>

			zusätzliche Visualisierung dar. Alternativ kann der Film auch in Sequenzen gezeigt werden. Die Folie soll zudem als Orientierungshilfe dienen. Verständnisfragen können dadurch direkt bzw. zeitnahe geklärt werden.	und „Solarzelle Funktion mit Lösungen“ auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.
Erarbeitungsphase	<p>L. teilt S. durch Abzählen in Gruppen ein, gibt Wissenskärtchen aus und erklärt den Ablauf der „Wissensfrage-Runde“</p> <p>S. bilden Gruppen und klären Begriffe zum Aufbau und der Funktion von Solarzellen in der „Wissensfrage-Runde“</p> <p>L. teilt Arbeitsblatt 9 aus.</p> <p>S. bearbeiten einzeln Arbeitsblatt 9</p>	<p>L.-Vortrag</p> <p>S.-Aktivität Gruppenarbeit ggf. in Sitzkreisen</p> <p>L.-Vortrag</p> <p>S.-Aktivität Einzelarbeit</p>	<p>Das Einteilen der Gruppen durch Abzählen, dient dem Zeitmanagement. Alternativ können auch andere Einteilungsverfahren genutzt werden. Es ist zu empfehlen die Gruppengröße von sechs S. nicht zu überschreiten. Die Gruppenzusammensetzung sollte möglichst heterogen sein. Durch die „Wissensfragen-Runde“ (siehe Anhang) die eine zeitliche Begrenzung von ca. 10 min haben sollte, werden Begriffe zur Funktion und zum Aufbau von Solarzellen von den S. selbstständig beantwortet und ihr Kenntnisstand wechselseitig überprüft. Dadurch findet vor allem in heterogenen Gruppen ein lernen von- und miteinander statt, bei denen die leistungsstarken S. den Schwächeren Hilfestellungen gewähren. Zudem entsteht Raum für eigenverantwortliches und selbstständiges Lernen, dass das Arbeits- und Sozialverhalten schult und bei dem Differenzierungsspielräume geschaffen werden können. Aufgrund der Komplexität des Themas muss bei fachlichen Verständnisfragen unter Umständen die L. beratend den S.-Gruppen zur Seite stehen. Einer Ergebnissicherung wird in Einzelarbeit auf dem Arbeitsblatt 9 nachgekommen. Dieses Arbeitsblatt ist zur Differenzierung in zwei Schwierigkeitsstufen (markiert mit Stern) angelegt. Bei hinreichender Zeit kann dies innerhalb der Stunde geschehen. Hier kann man ggf. das Arbeitsblatt auch in Partner- oder Gruppenarbeit bearbeiten lassen. Bei Zeitmangel ist Arbeitsblatt 9 Hausaufgabe.</p>	<p>Pro Gruppe werden benötigt:</p> <p><i>1 x Satz Wissenskärtchen (20 Stück)</i></p> <p>Pro S. werden benötigt:</p> <p><i>1 x Arbeitsblatt 9 (Alternativ mit Differenzierung)</i></p>
1. Möglicher Stundenausstieg (Minimalziel)				
Reflexion	S. schildern ihre Erfahrungen bzw. reflektieren Probleme aus den Gruppenarbeiten und	L.-S.-Gespräch	Die S. werden dazu angehalten über ihre Erfahrungen bzw. entstandenen Probleme während der Erarbeitung zu reflektieren. Die daraus erlangten Erkenntnisse können in der nächsten Stunde eingesetzt werden. Anhand des Gesprächs kann der fachliche Erkenntnisgewinn der S. überprüft werden und einen Rückbezug zur	

	nehmen Bezug auf die Fragestellung.		Fragestellung unternommen werden.	
Ausblick	L. gibt einen kurzen Ausblick auf die nächste Stunde.	L.-Vortrag	Das erarbeitete Stundenthema wird gemäß der Lernlandkarte nach MAYER (1987) auf der Mind-Map an der Tafel visuell aufgezeigt. Parallel wird ein Ausblick auf die nächste Stunde auf das Thema „Vor- und Nachteile der Photovoltaik“ gegeben.	Beamer oder Overhead-Projektor. <i>Mind-Map „Energiequellen“ auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.</i>
2. Möglicher Stundenausstieg (Maximalziel)				
Reflexion	S. schildern ihre Erfahrungen bzw. reflektieren Probleme aus den Gruppenarbeiten und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse von Arbeitsblatt 9 und nehmen dabei Rückbezug zur Fragestellung.	L.-S.-Gespräch	Die S. werden dazu angehalten über ihre Erfahrungen bzw. entstandenen Probleme während der Erarbeitung zu reflektieren. Die daraus erlangten Erkenntnisse können in der nächsten Stunde eingesetzt werden. Anhand des Gesprächs und den Ergebnissen des Arbeitsblattes 9, kann der fachliche Erkenntnisgewinn der S. überprüft werden. Ein Rückbezug zu den ausgehenden Fragestellung vorgenommen werden.	
Ausblick	L. gibt einen kurzen Ausblick auf die nächste Stunde.	L.-Vortrag	Das erarbeitete Stundenthema wird gemäß der Lernlandkarte nach MAYER (1987) auf der Mind-Map an der Tafel visuell aufgezeigt. Parallel wird ein Ausblick auf die nächste Stunde auf das Thema „Vor- und Nachteile der Photovoltaik“ gegeben.	Beamer oder Overhead-Projektor. <i>Mind-Map „Energiequellen“ auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.</i>

Unterrichtsstunde 5 (Einzelstunde); Unterrichtseinheit - Photovoltaik (Optionale Stunde)

Planspiel: Photovoltaik und ihre Vor- und Nachteile.

Unterrichtsphase	Geplantes Unterrichtsgeschehen	Arbeits- bzw. Sozialform	Didaktisch-Methodischer Kommentar	Material und Medien
Einstieg	<p>L. legt eine Folien für einen stummen Impulsen auf den Overheadprojektor.</p> <p>S. nehmen Stellung zu den Bildern, und greifen auf ihren Wissensstand zurück ggf. kann die Hausaufgabe eingebaut werden.</p>	L.-S.-Gespräch Plenum	<p>Durch die Folien „Solaranlage mit Verschattung“ sollen die S. dazu motiviert werden ihr bereits erlerntes Wissen zu aktivieren und einzubringen. Dabei wird durch die Folie auf Vor- und Nachteile von Solaranlagen eingegangen. Die Schüler sollen dabei Hypothesen Formulieren, welche Vor- und Nachteile sie anhand des Bildes für Photovoltaikanlagen erwarten. Die Vor- und Nachteile sollen anhand eines Planspiels durch die S. in der Erarbeitungsphase selbstständig erarbeitet werden.</p> <p>Alternativ kann der Einstieg zu Gunsten einer höheren S.-Aktivierung und zu Lasten des Zeitmanagements, auch in Kleingruppen mittels Bildausdrucke durchgeführt werden.</p>	<p>Beamer oder Overhead-Projektor.</p> <p><i>Solaranlage mit Verschattung auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.</i></p>
Hinführung	<p>L. gibt einen Ausblick auf die folgende Stunde, teilt S. in Gruppen ein und erklärt das Planspiel „Streitfall-Photovoltaikanlage“</p> <p>S. bilden Gruppen und beginnen mit dem Planspiel.</p>	L.-Vortrag S.-Aktivität Gruppenarbeit	<p>Die Überleitung auf das Planspiel findet anhand der von den S. vermuteten Vor- und Nachteile von Solaranlagen statt, die im Planspiel von Bedeutung sind. Das Planspiel simuliert einen Streitfall, um eine Solaranlage, die sich noch in der Planung befindet. Verschiedene Parteien (siehe Anhang) wollen die Planung, getrieben von ihren Interessen, beeinflussen. Jede S.-Gruppe vertritt eine dieser Parteien und sammelt Vor- und Nachteile über die Photovoltaikanlage, die später als Grundlage zur Diskussion genutzt werden. Es ist zu empfehlen die Gruppengröße von sechs S. nicht zu überschreiten und möglichst heterogene Gruppen zu bilden, damit im Sinne der überfachlichen Kompetenzförderung ein Lernen von- und miteinander stattfinden kann, bei denen die leistungsstarken S. den Schwächeren Hilfestellungen gewähren.</p> <p>Auch die Gruppeneinteilung kann zu Lasten des Zeitmanagements in anderer Form durchgeführt werden.</p>	<p>Pro Gruppe werden benötigt:</p> <p><i>1 x Lageplan von Schule Sonnenstadt</i></p> <p>Pro Schüler werden benötigt:</p> <p><i>1 x Zeitungsartikel „Streitfall – Photovoltaikanlage“ 1 x Blatt mit Aufgabenstellung: z.B. Team Bürgerinitiative, Team Bürgermeister, Team Anwohner, Team Schulleiterin, Team oder Team Wolkenfrei GmbH.</i></p>

Erarbeitungsphase	<p>S. erarbeiten in Gruppen ihre Diskussionsargumente durch und sichern diese auf dem Arbeitsblatt.</p> <p>S. bilden Diskussionsrunde oder nehmen Beobachterrolle ein.</p>	<p>S.-Aktivität Gruppenarbeit</p> <p>S.-Aktivität Diskussionsrunde</p>	<p>Die Rolle der L. in dieser Phase wird, zu Gunsten der Förderung der Kompetenzen, nicht als Wissensvermittler, sondern in der Beratung, Moderation und der Führung von sokratischen Gesprächen gesehen. Die Erarbeitung der Diskussionsargumente durch die S. wird durch die L. nach eigenem Zeit ermessem beendet und die Diskussionsrunde eingeleitet. In der Diskussionsrunde ist die L. ein stiller Beobachter und hilft als Vermittler bei „Diskussionsackgassen“ weiter.</p>	
Reflexion	<p>L.-S. nehmen im Plenum durch Arbeitsblatt 10 eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile der Photovoltaik vor.</p>	L.-S.-Gespräch	<p>Die S. werden dazu angehalten, im Sinne der überfachlichen Kompetenzförderung, über ihre Erfahrungen bzw. Ergebnisse während der Erarbeitungsphase zu reflektieren. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus dem Planspiel mit Hilfe des Arbeitsblatts 10 zusammengetragen und gesichert sowie mit den von den S. aufgestellten Hypothesen zu Vor- und Nachteilen der Photovoltaik verglichen und eine Schlussfolgerung gezogen. Da es sich um die Abschlussstunde handelt ist zu empfehlen, den gesamten Inhalt der vier Photovoltaik-Stunden in einem kurzen Abriss zu wiederholen. Dies hat zum Ziel die Inhalte aller Stunden zu wiederholen und sinnvoll miteinander zu verknüpfen. Die Mind-Map dient den S. dabei als Lernlandkarte und zur Orientierungshilfe. Alternativ kann die Zusammenfassung zu Gunsten eines bessern Zeitmanagements und zu Lasten der S.-Aktivität sowie der Förderung der überfachlichen Kompetenzen frontal erfolgen.</p>	<p>Beamer oder Overhead-Projektor.</p> <p><i>Mind-Map „Energiequellen“ auf Overhead-Folie oder digitale Version für Beamer.</i></p>
Evaluation	<p>L. gibt den S. ein kurzes Feedback.</p>	L.-Vortrag	<p>Das Feedback zu den S. dient zur Würdigung des Lernfortschritt und der Arbeitsweise der S. Das Feedback durch die S. dient zur Analyse von Schwachstellen im Unterrichtsverlauf, damit diese zukünftig optimiert werden können.</p>	

Arbeitsblatt 1: Strom selbst gemacht!

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

Mit Hilfe der Materialien auf eurem Gruppentisch soll innerhalb der vorgegebenen Zeit eine kleine Leuchtdiode zum Leuchten gebracht werden. Dokumentiert euren Lösungsweg mit einer Versuchsskizze und einem kurzen Text.

Materialien:

4 x Zitronen

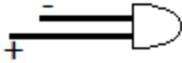
4 x Nägel

4 x 5-Cent Münzen

5 x Kabel

1 x Messgerät

1 x weiße Leuchtdiode (**Achtung:** Polung der LED beachten: **langer** Draht = positiv; **kurzer** = negativ)



Versuchsaufbau:

Ergebnis/Lösungsweg:

Arbeitsblatt 1: Strom selbst gemacht! (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

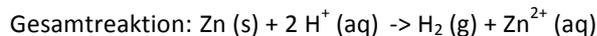
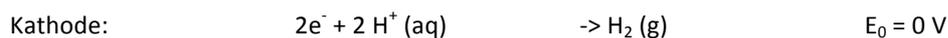
Allgemeines:

Das vorliegende Experiment soll die SuS¹ auf die Unterrichtseinheit Photovoltaik neugierig machen und einstimmen sowie die nötigen Grundkenntnisse hinsichtlich Strom, Spannung, Reihen- und Parallelschaltung, Energiequellen (Batterie), Elektronen sowie im Besonderen den Umgang mit dem **Digitalmultimeter** (HD-500) in einem eigenverantwortlichen Experiment wiederholen. Zur Vorbereitung empfiehlt es sich die 5-Cent Münzen mit einem (+) Symbol zu versehen sowie die Zinknägel mit einem (-) Symbol zu kennzeichnen! Die Zitronen müssen nach dem Versuch entsorgt werden und können nicht mehr verzehrt werden. Unbedingt die Polung der LED beachten (langer Fuß = positiv bzw. kurzer Fuß = negativ).

Die „Zitronenbatterie“ bzw. „Kartoffelbatterie“ besteht aus zwei Elektroden (Materialübersicht vgl. Abbildung 1 A). Der Zinknagel bildet den negativen Pol und die Kupfermünze den positiven Pol (Abbildung 1 B). Beide Pole sind durch die Zitronen- oder Kartoffelflüssigkeit (Elektrolyt) miteinander leitend verbunden.

Chemische Reaktionen:

Kupfer ist nur in geringen Mengen in der Zitrone vorhanden. Aus einem reinen Kupferdraht gehen keine Cu²⁺ in Lösung. Daher ist Wasserstoff der wesentliche Redoxpartner für die Zinkionen. Die Elektrodenreaktionen dieses Experiments lassen sich bei einer reinen Kupferelektrode (z.B. polierter Kupferdraht) folgendermaßen darstellen:



$$\text{Elektromotorische Kraft (EMK): } \Delta E_0 = E_0(\text{Kathode}) - E_0(\text{Anode}) = 0\text{ V} - (-0,76\text{ V}) = \underline{\underline{+0,76\text{ V}}}$$

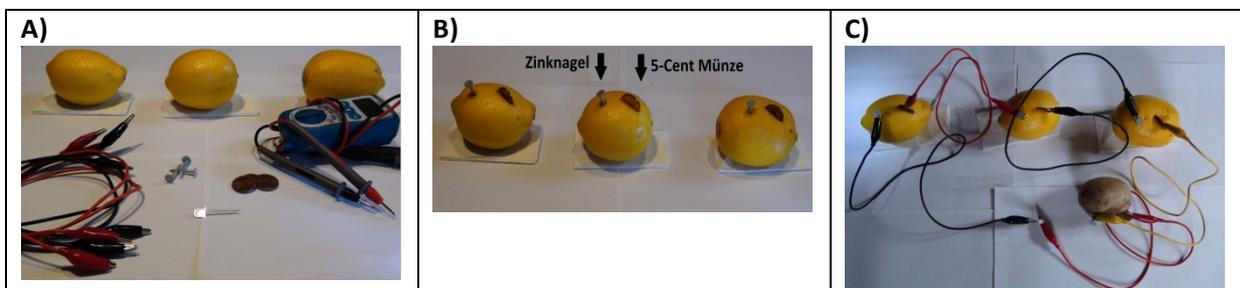


Abbildung 1: Zitronenbatterie in drei Schritten: A) Materialien (4 x Zitrone, 1 x weiße LED (30mA), 4 x verzinkte Nägel, 4 x „5-Cent“ Münze, 5 x Kabel mit Krokodilklemme, 1 x Digitalmultimeter), B) Nägel und Münzen in der Zitrone fixieren, C) mögliche Reihenschaltung von drei Zitronen und einer Kartoffel mit LED.

Zusatzinformationen:

Im Falle einer teilweise oxidierten Kupferelektrode (z.B. benutzte „5-Cent“ Münze) tragen weitere Nebenreaktionen zu einer geringfügig höheren gemessene Spannung im Experiment als **0,76 V** bei. **Bei vier in Reihe geschaltet Zitronen** ist eine **Spannung** von etwa **3,7 V** und ein **Strom** von etwa **60 µA** zu erwarten. Größtenteils werden Protonen aus den organischen Säuren (z.B. Zitronensäure) oxidiert. Liegen keine Protonen mehr vor, dann wird auch kein Strom mehr gemessen. Die Elektronen aus der Anode wandern durch den „Verbraucher“ (LED oder Digitalmultimeter) zur Kathode und werden dort auf das Oxidationsmittel (H⁺) übertragen. Eine weiße LED benötigt zum Betrieb etwa 3 V. Um diese Spannung zu erreichen sollten mindestens 4 Zitronenbatterien in Reihe geschaltet werden. In Abbildung 1 C wurde neben drei Zitronen eine Kartoffel für eine Reihenschaltung verwendet. Die Lichtemission einer weißen LED ist allerdings nur schwach zu sehen. Die Helligkeit kann eventuell durch Parallelschaltungen mit zusätzlichen Zitronen erhöht werden. Hierzu können jeweils parallel zwei Reihenschaltungen à 4 Zitronen unterschiedlicher Gruppen kombiniert werden.

¹SuS bezeichnet sowohl Schüler, als auch Schülerinnen.

Arbeitsblatt 2: Energiequellen

Unterrichtseinheit Photovoltaik

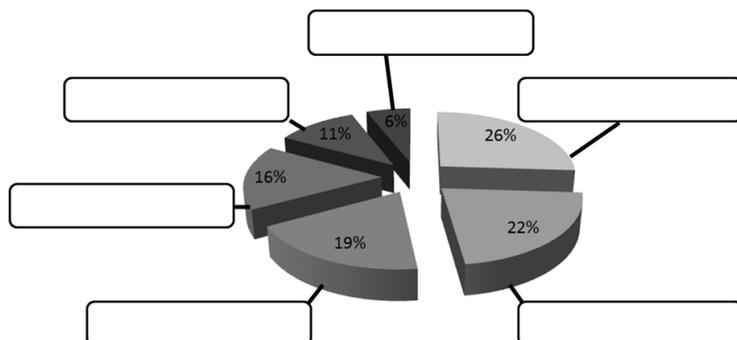
1. Nenne den Unterschied zwischen Primär- und Sekundärenergiequellen:

2. Ordne in der nachfolgenden Tabelle durch Ankreuzen den Energiequellen folgende Begriffe zu: „Primär- und Sekundärenergie“ sowie „erschöpflich“ und „unerschöpflich“:

Energiequelle	Primär- energie	Sekundär- energie	erschöpflich	unerschöpflich
Windkraft				
Biomasse				
Wasserkraft				
Erdwärme				
Gezeitenkraftwerk				
Kernbrennstoffe (z.B.: Uran, Plutonium)				
Erdgas				
Erdöl				
Steinkohle				
Braunkohle				
Kraftstoffe (z.B.: Benzin, Diesel, Kerosin)				

3. Das nachfolgende Diagramm zeigt die Anteile der Primärenergieträger Deutschlands im Jahr 2012. Ordne durch Schätzen den einzelnen Diagrammsegmenten eine der angegebenen Primärenergiequelle zu.

- Kernenergie
- Steinkohle
- Erdgas
- Braunkohle
- Regenerative Energien
- Sonstige



Quelle: BDEW, AG Energiebilanzen, Stand 12/2012

Arbeitsblatt 2: Energiequellen (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

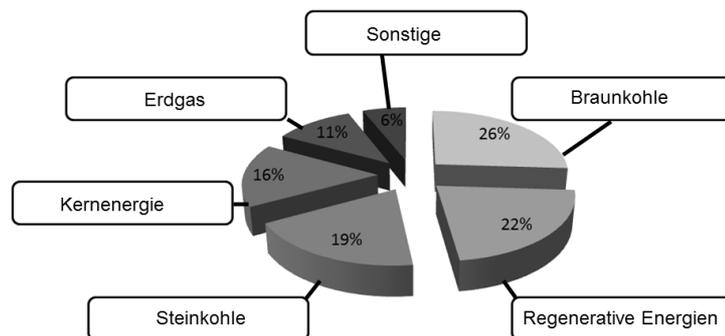
1. Nenne den Unterschied zwischen Primär- und Sekundärenergiequellen:

Sekundärenergiequellen werden vor der Verwendung bearbeitet. Beispielsweise werden Kraftstoffe (Benzin, Kerosin, Diesel) und Heizöl raffiniert oder Koks und Briketts gepresst.

2. Ordne in der nachfolgenden Tabelle durch ankreuzen den Energiequellen folgende Begriffe zu: „Primär- und Sekundärenergie“ sowie „erschöpflich“ und „unerschöpflich“:

Energiequelle	Primär- energie	Sekundär- energie	erschöpflich	unerschöpflich
Windkraft	X			X
Biomasse	X			X
Wasserkraft	X			X
Erdwärme	X			X
Gezeitenkraftwerk	X			X
Kernbrennstoffe (z.B.: Uran, Plutonium)	X		X	
Erdgas	X		X	
Erdöl	X		X	
Steinkohle	X		X	
Braunkohle	X		X	
Kraftstoffe (z.B.: Benzin, Diesel, Kerosin)		X	X	

3. Das nachfolgende Diagramm zeigt die Anteile der Primärenergieträger Deutschlands im Jahr 2012. Ordne durch Schätzen den einzelnen Diagrammsegmenten eine der angegebenen Primärenergiequelle zu.



Quelle: BDEW, AG Energiebilanzen, Stand 12/2012

Arbeitsblatt 3: Solare Stromerzeugung, Solarzelle und Verbraucher

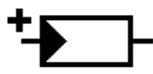
Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

- A) SchlieÙe **in Einzelarbeit** sowohl den Motor, als auch die kleine Lampe an eine Solarzelle an und beobachtet, welcher der beiden Verbraucher sich zu drehen oder zu leuchten beginnt. Warum kann einer der beiden Verbraucher nicht betrieben werden?
- B) Bestimmt **in der Gruppe** mit dem Messgerät den Strom der Solarzelle (I in [mA]) und die Spannung (U in [V]). Beachtet hierbei die richtige Verschaltung und die richtige Einstellung des Messgeräts. Entwerft danach ein entsprechendes Schaltbild. Protokolliert die Strom- und Spannungswerte auf diesem Arbeitsblatt. Sind die gemessenen Strom und Spannungswerte ausreichend zum Betrieb des Motor bzw. der kleinen Lampe?

Achtung: Benutze das Maßband, um einen Abstand von ca. 60 cm zwischen Solarzelle und Lichtquelle einzuhalten. Jede Gruppe teilt sich eine Lichtquelle und ein Messgerät.

Materialien:

	Schaltsymbol
1 x Solarzelle	
1 x Motor	
1 x kleine Lampe	
2 x Kabel mit Krokodilklemme	

Schaltbild:



Ergebnisse:

Strom der Solarzelle [mA]: _____

Spannung der Solarzelle [V] : _____

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 3: Solare Stromerzeugung, Solarzelle und Verbraucher

Unterrichtseinheit Photovoltaik



Aufgabe:

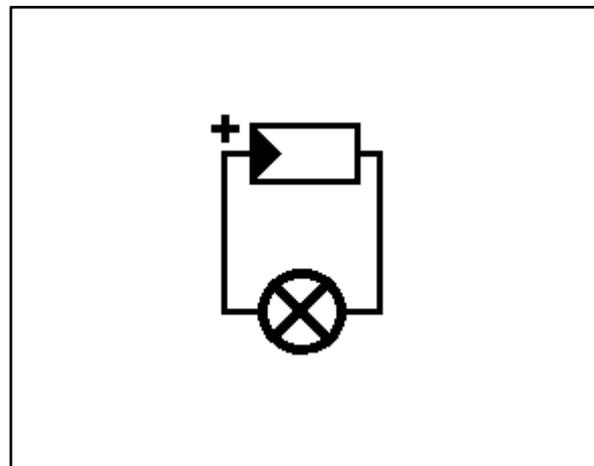
- A) SchlieÙe **in Einzelarbeit** sowohl den Motor, als auch die kleine Lampe an eine Solarzelle an und beobachtet, welcher der beiden Verbraucher sich zu drehen oder zu leuchten beginnt. Warum kann einer der beiden Verbraucher nicht betrieben werden?
- B) Bestimmt **in der Gruppe** mit dem Messgerät den Strom der Solarzelle (I in [mA]) und die Spannung (U in [V]). Beachtet hierbei die richtige Verschaltung und die richtige Einstellung des Messgeräts. Protokolliert die Strom- und Spannungswerte auf diesem Arbeitsblatt. Sind die gemessenen Strom und Spannungswerte ausreichend zum Betrieb des Motor bzw. der kleinen Lampe?

Achtung: Benutze das Maßband, um einen Abstand von ca. 60 cm zwischen Solarzelle und Lichtquelle einzuhalten. Jede Gruppe teilt sich eine Lichtquelle und ein Messgerät.

Materialien:

	Schaltsymbol
1 x Solarzelle	
1 x Motor	
1 x kleine Lampe	
2 x Kabel mit Krokodilklemme	

Schaltbild:



Ergebnisse:

Strom der Solarzelle [mA]: _____

Spannung der Solarzelle [V] : _____

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 3: Solare Stromerzeugung, Solarzelle und Verbraucher (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

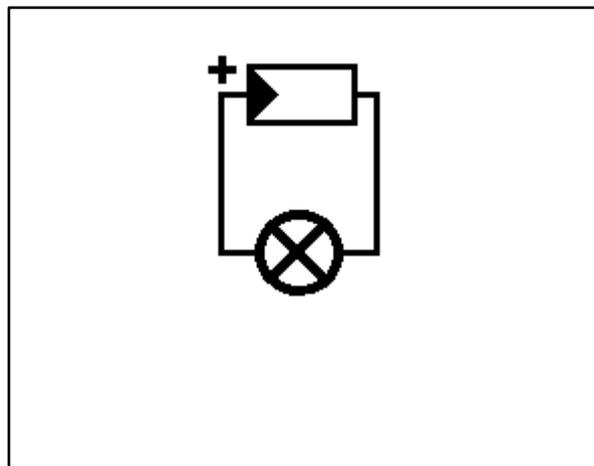
- A) SchlieÙe in **Einzelarbeit** sowohl den Motor, als auch die kleine Lampe an eine Solarzelle an und beobachtet, welcher der beiden Verbraucher sich zu drehen oder zu leuchten beginnt. Warum kann einer der beiden Verbraucher nicht betrieben werden?
- B) Bestimmt **in der Gruppe** mit dem Messgerät den Strom der Solarzelle (I in [mA]) und die Spannung (U in [V]). Beachtet hierbei die richtige Verschaltung und die richtige Einstellung des Messgeräts. Entwerft danach ein entsprechendes Schaltbild. Protokolliert die Strom- und Spannungswerte auf diesem Arbeitsblatt. Sind die gemessenen Strom und Spannungswerte ausreichend zum Betrieb des Motor bzw. der kleinen Lampe?

Achtung: Benutze das Maßband, um einen Abstand von ca. 60 cm zwischen Solarzelle und Lichtquelle einzuhalten. Jede Gruppe teilt sich eine Lichtquelle und ein Messgerät.

Materialien:

	Schaltsymbol
1 x Solarzelle	
1 x Motor	
1 x kleine Lampe	
2 x Kabel mit Krokodilklemme	

Schaltbild:



Ergebnisse:

Strom der Solarzelle [mA]: **120**

Spannung der Solarzelle [V] : **0,56**

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Die Lampe kann nicht mit einer Solarzelle betrieben werden. Sie benötigt 1,5 V und 200 mA.

Der Motor kann betrieben werden. Er benötigt nur 0,4 V und 25 mA.

Arbeitsblatt 4: Verschaltung von Solarzellen

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

Im letzten Experiment konnte die kleine Lampe nicht mit einer Solarzelle betrieben werden, daher sollen nun in Gruppenarbeit mehreren Solarzellen verschaltet werden. Welcher Schaltungsaufbau ist notwendig, um die kleine Lampe zum Leuchten zu bringen? Wie wirken sich Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen auf die Strom- und Spannungswerte aus? Messt dazu für jede Schaltung in der unteren Tabelle die Spannung [V] und den Strom [mA] mit dem Messgerät. Berechne danach die Leistung (P) der Solarzelle mit $P = I * U$. Protokolliert zusätzlich das Schaltbild für eine Reihen- und eine Parallelschaltung. Bei jeder Schaltung mit 3 Solarzellen soll zusätzlich eine Solarzelle beschattet werden. Welchen Einfluss hat die Beschattung?

Achtung: Haltet einen Abstand von 60 cm zur Lichtquelle ein. Verwendet die Materialien aus dem vorangegangenen Experiment.

A) Schaltbild Reihenschaltung
B) Schaltbild Parallelschaltung

Ergebnisse:

	Strom [mA]	Spannung [V]	Leistung [mW]
Reihenschaltung 2 Solarzellen			
Reihenschaltung 3 Solarzellen			
Reihenschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung			
Parallelschaltung 2 Solarzellen			
Parallelschaltung 3 Solarzellen			
Parallelschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung			

Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 4: Verschaltung von Solarzellen

Unterrichtseinheit Photovoltaik

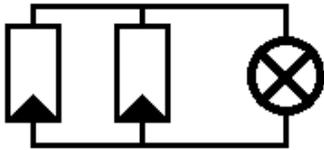


Aufgabe:

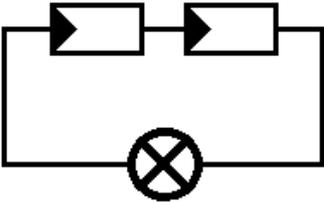
Im letzten Experiment konnte die kleine Lampe nicht mit einer Solarzelle betrieben werden, daher sollen nun in Gruppenarbeit mehreren Solarzellen verschaltet werden. Welcher Schaltungsaufbau ist notwendig, um die kleine Lampe zum Leuchten zu bringen? Wie wirken sich Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen auf die Strom- und Spannungswerte aus? Messt dazu für jede Schaltung in der unteren Tabelle die Spannung [V] und den Strom [mA] mit dem Messgerät. Berechne danach die Leistung (P) der Solarzelle mit $P = I * U$. Bei jeder Schaltung mit 3 Solarzellen soll zusätzlich eine Solarzelle beschattet werden. Welchen Einfluss hat die Beschattung?

Achtung: Haltet einen Abstand von 60 cm zur Lichtquelle ein. Verwendet die Materialien aus dem vorangegangenen Experiment.

A) Schaltbild Reihenschaltung



B) Schaltbild Parallelschaltung



Ergebnisse:

	Strom [mA]	Spannung [V]	Leistung [mW]
Reihenschaltung 2 Solarzellen			
Reihenschaltung 3 Solarzellen			
Reihenschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung			
Parallelschaltung 2 Solarzellen			
Parallelschaltung 3 Solarzellen			
Parallelschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung			

Interpretation der Ergebnisse:

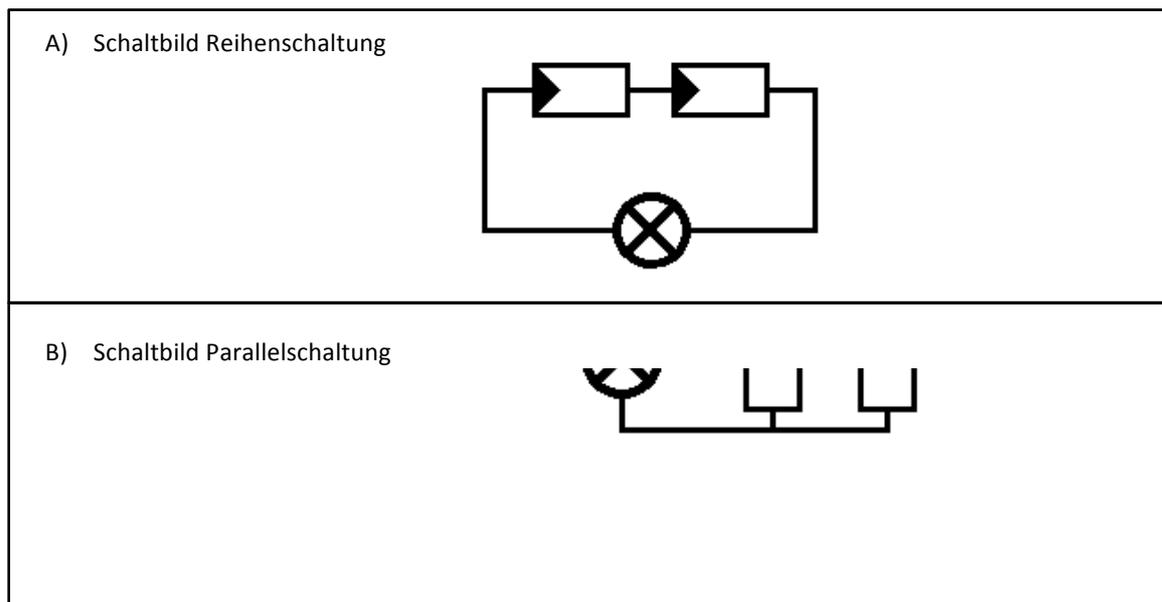
Arbeitsblatt 4: Verschaltung von Solarzellen (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

Im letzten Experiment konnte die kleine Lampe nicht mit einer Solarzelle betrieben werden, daher sollen nun in Gruppenarbeit mehreren Solarzellen verschaltet werden. Welcher Schaltungsaufbau ist notwendig, um die kleine Lampe zum Leuchten zu bringen? Wie wirken sich Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen auf die Strom- und Spannungswerte aus? Messt dazu für jede Schaltung in der unteren Tabelle die Spannung [V] und den Strom [mA] mit dem Messgerät. Berechne danach die Leistung (P) der Solarzelle mit $P = I \cdot U$. Protokolliere zusätzlich das Schaltbild für eine Reihen- und eine Parallelschaltung. Bei jeder Schaltung mit 3 Solarzellen soll zusätzlich eine Solarzelle beschattet werden. Welchen Einfluss hat die Beschattung?

Achtung: Haltet einen Abstand von 60 cm zur Lichtquelle ein. Verwendet die Materialien aus dem vorangegangenen Experiment.



Ergebnisse:

	Strom [mA]	Spannung [V]	Leistung [mW]
Reihenschaltung 2 Solarzellen	173	1,13	195,5
Reihenschaltung 3 Solarzellen	169	1,66	280,5
Reihenschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung	9,4	1,54	14,5
Parallelschaltung 2 Solarzellen	330	0,54	178,2
Parallelschaltung 3 Solarzellen	500	0,54	270
Parallelschaltung 3 Solarzellen mit Beschattung	340	0,52	176,8

Interpretation der Ergebnisse:

Reihenschaltung: Erhöhung der Spannung bei gleichbleibendem Strom. Beschattung mindert Leistung stark (vgl. mit einer Lichterkette).

Parallelschaltung: Erhöhung des Stroms bei gleichbleibender Spannung. Beschattung mindert Leistung nur gering.

Eine Reihenschaltung von Solarzellen ist anfälliger für Beschattung, als eine Parallelschaltung.

Arbeitsblatt 5: Einflussfaktoren Teil1

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

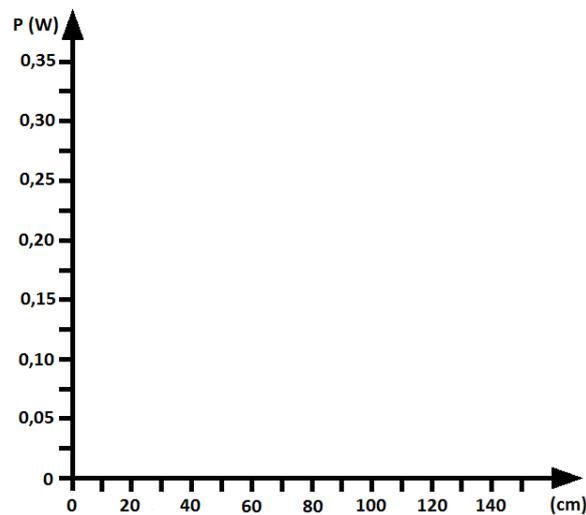
Neben der Art der Verschaltung beeinflussen weitere Faktoren die Leistung von Solarzellen. Einer dieser Faktoren wird in diesem Experiment näher untersucht. Dazu wird die Solarzelle mit dem Messgerät verschaltet und in bestimmten Abständen (siehe Tabelle) von der Lichtquelle entfernt aufgebaut. Für jede Entfernung soll der Strom sowie die Spannung dokumentiert werden. Berechnet die Leistung und tragt diese im Graphen gegen den jeweiligen Abstandswert auf. Welcher Einflussfaktor wird in diesem Experiment untersucht?

Achtung: Zur Bestimmung der Stromwerte über 200 mA muss das rote Anschlusskabel des Messgeräts in den „10ADC“-Eingang umgesteckt und die Einstellung „DCA 10A“ ausgewählt werden.

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Messgerät, 1 x Maßband, Papier.

Ergebnisse:

Abstand (cm)	10	20	30	40	50	60	80	120	150
Spannung [V]									
Strom [A]									
Leistung (P) [W]									



Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 5: Einflussfaktoren Teil 1 (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

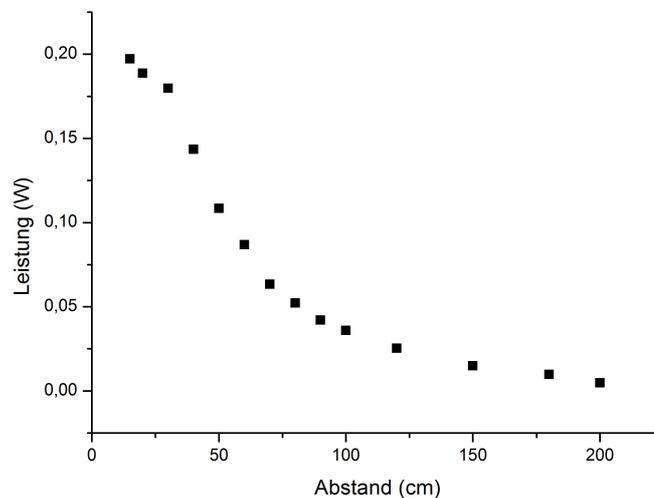
Neben der Art der Verschaltung beeinflussen weitere Faktoren die Leistung von Solarzellen. Einer dieser Faktoren wird in diesem Experiment näher untersucht. Dazu wird die Solarzelle mit dem Messgerät verschaltet und in bestimmten Abständen (siehe Tabelle) von der Lichtquelle entfernt aufgebaut. Für jede Entfernung soll der Strom sowie die Spannung dokumentiert werden. Berechnet die Leistung und tragt diese im Graphen gegen den jeweiligen Abstandswert auf. Welcher Einflussfaktor wird in diesem Experiment untersucht?

Achtung: Zur Bestimmung der Stromwerte über 200 mA muss das rote Anschlusskabel des Messgeräts in den „10ADC“-Eingang umgesteckt und die Einstellung „DCA 10A“ ausgewählt werden.

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Messgerät, 1 x Maßband, Papier.

Ergebnisse:

Abstand (cm)	10	20	30	40	50	60	80	120	150
Spannung [V]	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,52	0,51	0,5
Strom [A]	0,34	0,33	0,32	0,26	0,20	0,16	0,10	0,05	0,03
Leistung (P) [W]	0,20	0,19	0,18	0,14	0,11	0,09	0,05	0,03	0,01



Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Je größer der Abstand zur Lichtquelle desto weniger Leistung liefert die Solarzelle. Durch die Abstandsänderung wird die Stärke der Lichtquelle (d.h. die Strahlungsintensität) verändert. Je weniger Licht desto weniger Leistung.

Arbeitsblatt 6: Einflussfaktoren Teil 2

Unterrichtseinheit Photovoltaik

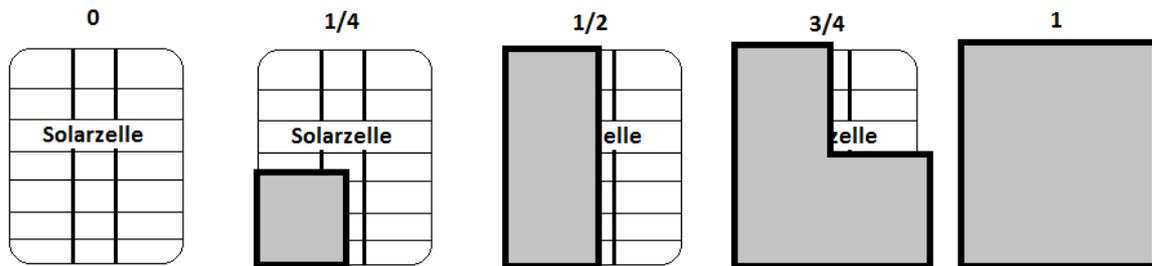
Aufgabe:

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Leistung von Solarzellen soll untersucht werden. Positioniert eure Solarzelle mit angeschlossenem Messgerät in einem festen Abstand von 60 cm zur Lichtquelle. Anschließend verwendet kleine Kartonstücke, um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und letztlich die gesamte Solarzelle zu bedecken (siehe Versuchsaufbau). Ermittelt für jeden Abdeckungsgrad (0, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und 1) sowohl den Strom, als auch die Spannungswerte und berechnet die Leistung. Welcher Einflussfaktor wird hier untersucht?

Achtung: Wechselt bei eurem Messgerät mit dem roten Kabel wieder zurück in den „VΩmA“-Eingang.

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Digitalmultimeter, 1 x Maßband, 4 x Kartonstück

Versuchsaufbau:



Ergebnisse:

Anteil der Beschattungsfläche	0	1/4	1/2	3/4	1
Spannung [V]					
Strom [mA]					
Leistung [mW]					

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 6: Einflussfaktoren Teil 2 (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

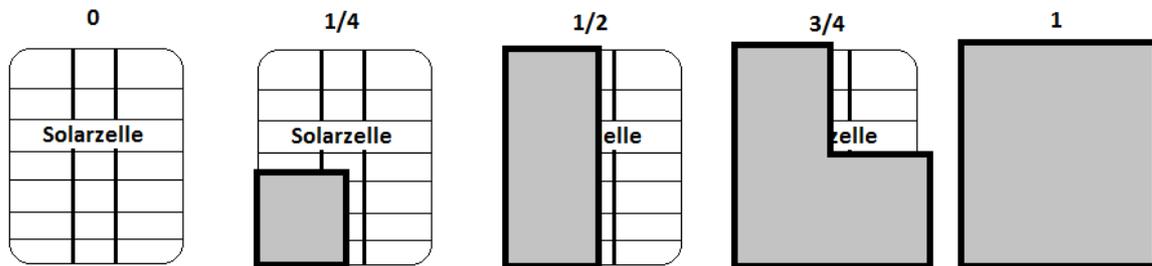
Aufgabe:

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Leistung von Solarzellen soll untersucht werden. Positioniert eure Solarzelle mit angeschlossenem Messgerät in einem festen Abstand von ca. 60 cm zur Lichtquelle. Anschließend verwendet kleine Kartonstücke, um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und letztlich die gesamte Solarzelle zu bedecken (siehe Versuchsaufbau). Ermittelt für jeden Abdeckungsgrad (0, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und 1) sowohl den Strom, als auch die Spannungswerte und berechnet die Leistung. Welcher Einflussfaktor wird hier untersucht?

Achtung: Wechselt bei eurem Messgerät mit dem roten Kabel wieder zurück in den „VΩmA“-Eingang.

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Digitalmultimeter, 1 x Maßband, 4 x Kartonstück

Versuchsaufbau:



Ergebnisse:

Anteil der Beschattungsfläche	0	1/4	1/2	3/4	1
Spannung [V]	0,56	0,55	0,54	0,52	0,44
Strom [mA]	170	130	90	40	0
Leistung [mW]	96	72	49	21	0

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Je weiter die Solarzelle mit Karton abgedeckt wird, desto weniger Leistung wird erzielt. In diesem Versuch wird die Abdeckung der Solarzelle untersucht.

Arbeitsblatt 7: Einflussfaktoren Teil 3

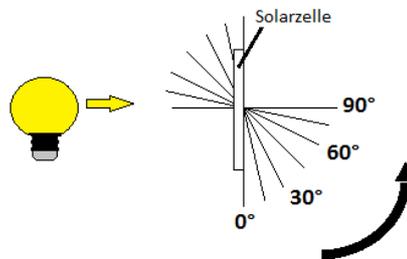
Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

Nehmt ein Blatt Papier und zeichnet auf dieses in der Mitte eine gerade Linie. Diese Linie repräsentiert die Ausrichtung der Solarzelle senkrecht zur Lichtquelle. Tragt nun weitere Linie auf dem Papier in verschiedenen Winkeln (0° , 30° , 60° , 90°) zu dieser senkrechten Linie mit Hilfe eines Geodreiecks auf. Positioniert eure Solarzelle im Abstand von 60 cm zur Lichtquelle mit angeschlossenem Messgerät direkt auf dem Papier. Danach wird das Papier mit den Linien genutzt, um die Solarzelle von der Lichtquelle in diesen Winkeln wegzudrehen. Dokumentiert Strom- und Spannungswerte sowie die Leistung für jeden Winkel. Welcher Einflussfaktor wird hier untersucht?

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Digitalmultimeter, 1 x Maßband, Papier, Geodreieck

Versuchsaufbau:



Ergebnisse:

Winkel	0°	30°	60°	90°
Spannung [V]				
Strom [mA]				
Leistung [mW]				

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Arbeitsblatt 8: Einflussfaktoren Teil 3 (Lehrer)

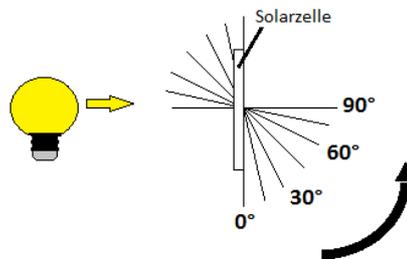
Unterrichtseinheit Photovoltaik

Aufgabe:

Nehmt ein Blatt Papier und zeichnet auf dieses in der Mitte eine gerade Linie. Diese Linie repräsentiert die Ausrichtung der Solarzelle senkrecht zur Lichtquelle. Tragt nun weitere Linie auf dem Papier in verschiedenen Winkeln (0° , 30° , 60° , 90°) zu dieser senkrechten Linie mit Hilfe eines Geodreiecks auf. Positioniert eure Solarzelle im Abstand von 60 cm zur Lichtquelle mit angeschlossenem Messgerät direkt auf dem Papier. Danach wird das Papier mit den Linien genutzt, um die Solarzelle von der Lichtquelle in diesen Winkeln wegzudrehen. Dokumentiert Strom- und Spannungswerte sowie die Leistung für jeden Winkel. Welcher Einflussfaktor wird hier untersucht?

Material: 1 x Solarzelle, 2 x Kabel, 1 x Digitalmultimeter, 1 x Maßband, Papier, Geodreieck

Versuchsaufbau:



Ergebnisse:

Winkel	0°	30°	60°	90°
Spannung [V]	0,56	0,55	0,49	0,45
Strom [mA]	147	133	93	28
Leistung [mW]	82	74	46	13

Weitere Beobachtungen/Interpretation der Ergebnisse:

Je weiter die Solarzelle aus der Senkrechten zur Lichtquelle gedreht wird, desto weniger Leistung liefert die Solarzelle. Die Ausrichtung der Solarzelle zur Lichtquelle ist ein wichtiger Einflussfaktor für die Leistung einer Solarzelle.

Arbeitsblatt 8: Von welchen Faktoren hängt die Leistung von Solarzellen ab?

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Nenne in Stichpunkten die Faktoren, die einen Einfluss auf die Leistung von Solarzellen haben.

Welche dieser Faktoren hat den größten Einfluss? Begründe deine Auswahl.

Unter welchen Bedingungen verändert sich in der Realität die Ausrichtung der Lichtquelle zu Photovoltaikanlagen?

Warum werden mehrere Solarzellen in Solarpanelen miteinander verbunden?

Lege anhand der Einflussfaktoren Kriterien fest, die man beachten sollte, wenn man einen Standort für eine Solaranlage auswählt?

Arbeitsblatt 8: Von welchen Faktoren hängt die Leistung von Solarzellen ab? (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Nenne in Stichpunkten die Faktoren, die einen Einfluss auf die Leistung von Solarzellen haben.

- Lichtintensität (Strahlungsstärke)
- Ausrichtung (Winkel)
- Verschattung
- Verschaltung
- Fläche

Welche dieser Faktoren hat den größten Einfluss? Begründe deine Auswahl.

Die Lichtintensität hat den größten Einfluss, da von ihr die Stromstärke direkt beeinflusst wird. Die Ausrichtung der Solarzelle zur Lichtquelle und die Verschattung sind indirekt Änderungen der Lichtintensität.

Unter welchen Bedingungen verändert sich in der Realität die Ausrichtung der Lichtquelle zur Photovoltaikanlage?

Sonnenstand im Verlauf der Jahreszeiten, Sonnenstand im Tagesverlauf

Warum werden mehrere Solarzellen in Solarpanelen miteinander verbunden?

Durch die Verschaltung können der Strom und die Spannung erhöht werden. Zudem kann durch geschickte Verschaltung der Einfluss von Verschattung auf Reihenschaltungen vermindert werden.

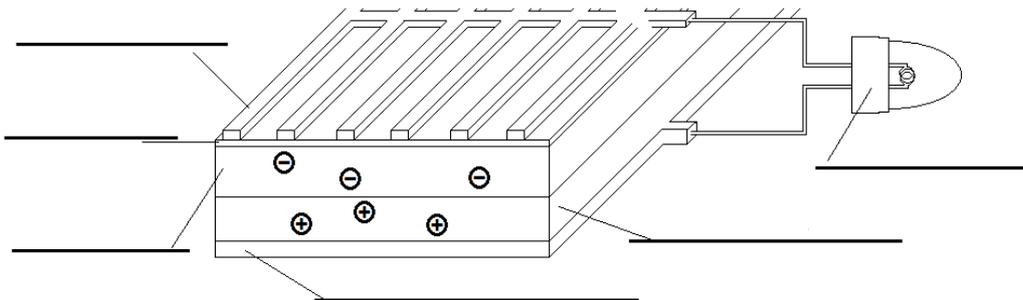
Lege anhand der Einflussfaktoren Kriterien fest, die man beachten sollte, wenn man einen Standort für eine Solaranlage auswählt?

- Möglichst sonniger Standort mit großer Fläche
- Ausrichtung nach Süden
- Sonnenstand der Jahreszeiten einkalkulieren
- Verschattung beachten (z.B. Vegetation, Schnee)
- Pflege der Anlage (Schmutz)

Arbeitsblatt 9: Aufbau und Funktion von Solarzellen

Unterrichtseinheit Photovoltaik

In der unteren Abbildung sieht man den Aufbau einer Solarzelle. Beschrifte die einzelnen Komponenten.



Fülle den Lückentext über die Herstellung, den Aufbau und die Funktion von Solarzellen aus.

Zur Herstellung von Solarzellen wird _____ verwendet. Dieser wird gemahlen und durch verschiedene Verfahren zu reinem _____ verarbeitet. Im weiteren Verarbeitungsprozess wird _____ zuerst mit _____ dotiert. Aus ganzen Blöcken dieses Materials werden dünne _____ geschnitten. Eine weitere Dotierung erfolgt im Anschluss mit _____. Eine _____ sorgt dafür, dass weniger Licht reflektiert wird und somit mehr Licht in die Solarzelle gelangt. Lichtteilchen, welche auch als _____ bezeichnet werden, trennen in der Solarzelle Elektronen von _____.

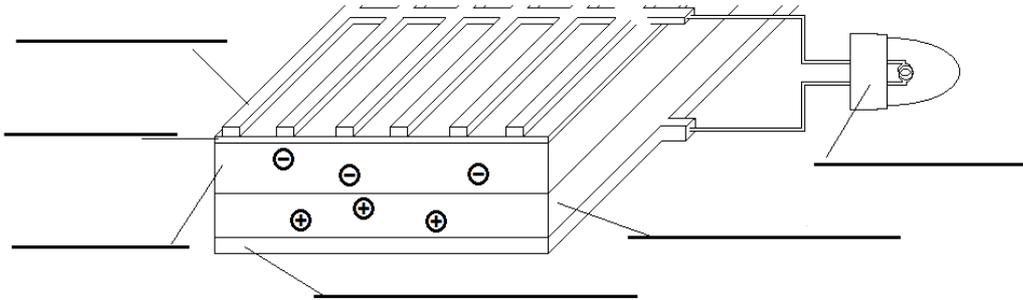
Die Elektronen wandern danach über die _____ zum Verbraucher und zurück Richtung _____. In dieser Rekombinieren die positiven _____ mit den Elektronen. Die _____ der Lichtteilchen wird im Verbraucher genutzt. Mehrere Solarzellen kann man zu einem _____ zusammenschalten. Viele dieser _____ bilden eine Solaranlage. Der Solarstrom wird durch einen _____ in Wechselstrom umgewandelt. Der Wechselstrom wird im Haushalt zum Betrieb von Elektrogeräten verwendet.

Arbeitsblatt 9: Aufbau und Funktion von Solarzellen

Unterrichtseinheit Photovoltaik



In der unteren Abbildung sieht man den Aufbau einer Solarzelle. Beschrifte die einzelnen Komponenten.



Fülle den Lückentext über die Herstellung, den Aufbau und die Funktion von Solarzellen aus.

Zur Herstellung von Solarzellen wird _____ verwendet. Dieser wird gemahlen und durch verschiedene Verfahren zu reinem _____ verarbeitet. Im weiteren Verarbeitungsprozess wird _____ zuerst mit _____ dotiert. Aus ganzen Blöcken dieses Materials werden dünne _____ geschnitten. Eine weitere Dotierung erfolgt im Anschluss mit _____. Eine _____ sorgt dafür, dass weniger Licht reflektiert wird und somit mehr Licht in die Solarzelle gelangt. Lichtteilchen, welche auch als _____ bezeichnet werden, trennen in der Solarzelle Elektronen von _____. Die Elektronen wandern danach über die _____ zum Verbraucher und zurück Richtung _____. In dieser Rekombinieren die positiven _____ mit den Elektronen. Die _____ der Lichtteilchen wird im Verbraucher genutzt. Mehrere Solarzellen kann man zu einem _____ zusammenschalten. Viele dieser _____ bilden eine Solaranlage. Der Solarstrom wird durch einen _____ in Wechselstrom umgewandelt. Der Wechselstrom wird im Haushalt zum Betrieb von Elektrogeräten verwendet.

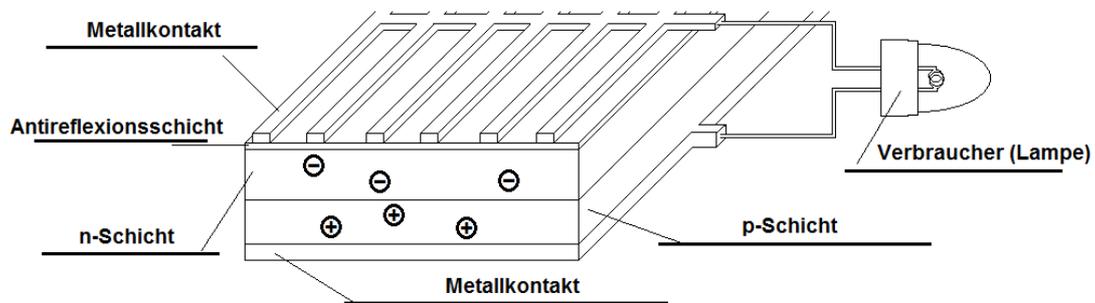
Benutze folgende Begriffe für den Lückentext:

Wechselrichter, Löcher, Metallkontaktschicht, Löchern, Photonen, Bor, Wafer, Phosphor, p-Schicht, Quarzsand, Silizium, Silizium, Solarpaneele, Solarpanel, Energie, Antireflexionsschicht.

Arbeitsblatt 9: Aufbau und Funktion von Solarzellen (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

In der unteren Abbildung sieht man den Aufbau einer Solarzelle. Beschrifte die einzelnen Komponenten.



Fülle den Lückentext über die Herstellung, den Aufbau und die Funktion von Solarzellen aus.

Zur Herstellung von Solarzellen wird Quarzsand verwendet. Dieser wird gemahlen und durch verschiedene Verfahren zu reinem Silizium verarbeitet. Im weiteren Verarbeitungsprozess wird Silizium zuerst mit Bor dotiert.

Aus ganzen Blöcken dieses Materials werden dünne Wafer geschnitten. Eine weitere Dotierung erfolgt im Anschluss mit Phosphor. Eine Antireflexionsschicht sorgt dafür, dass weniger Licht reflektiert wird und somit mehr Licht in die Solarzelle gelangt. Lichtteilchen, welche auch als Photonen bezeichnet werden, trennen in der Solarzelle Elektronen von Löchern.

Die Elektronen wandern danach über die Metallkontaktschicht zum Verbraucher und zurück Richtung p-Schicht. In dieser Rekombinieren die positiven Löcher mit den Elektronen. Die Energie der Lichtteilchen wird im Verbraucher genutzt. Mehrere Solarzellen kann man zu einem Solarpanel zusammenschalten. Viele dieser Solarpanele bilden eine Solaranlage. Der Solarstrom der Solaranlage wird durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt. Der Wechselstrom wird im Haushalt zum Betrieb von Elektrogeräten verwendet.

Arbeitsblatt 10: Zusammenfassung Vor- und Nachteile der Photovoltaik (Lehrer)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

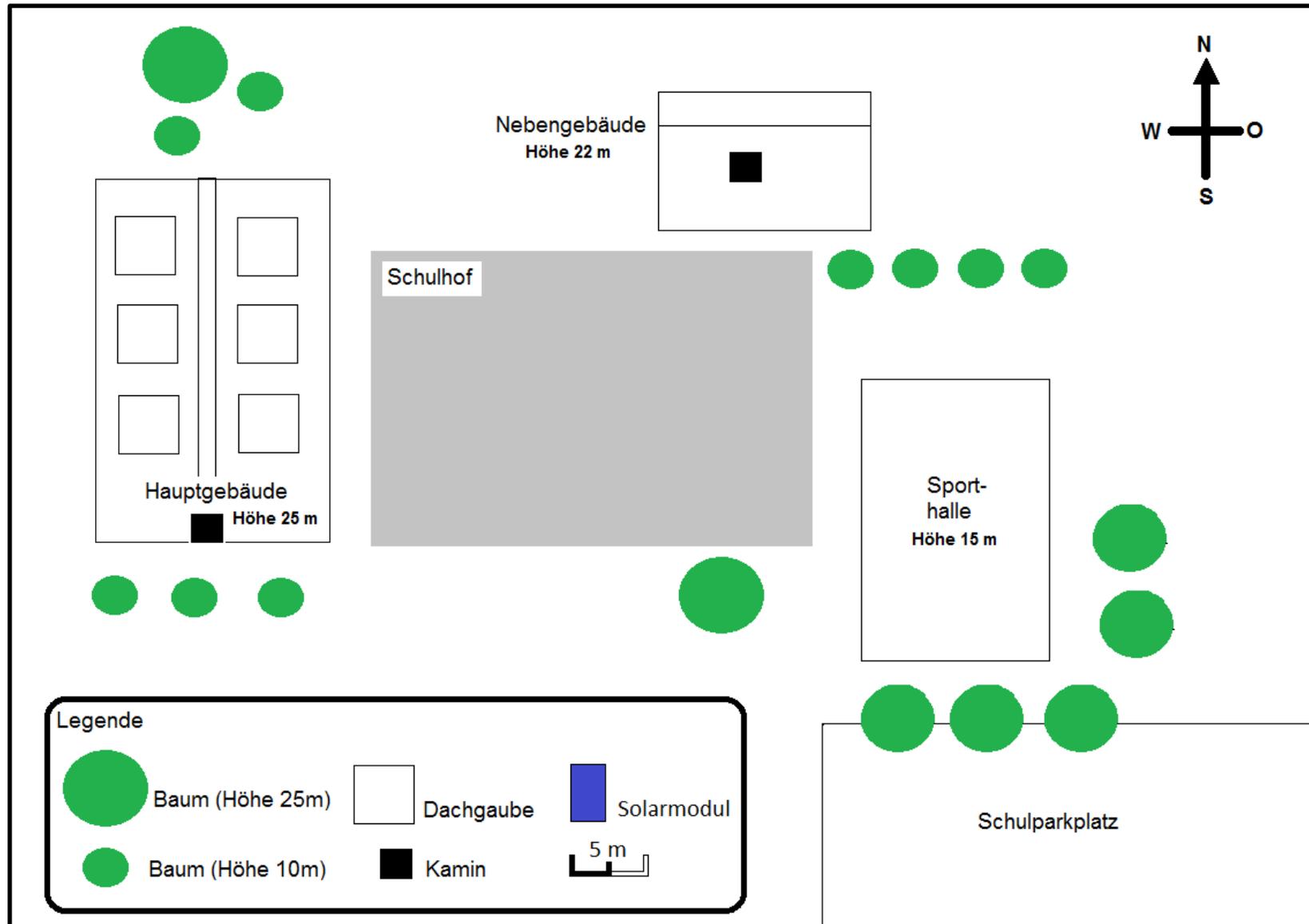
Pro	Kontra
Emissionsfreier Betrieb	Leistungsdichte gering -> große Fläche notwendig
Flexibler Einsatz	Sonnenenergie nicht immer verfügbar (Jahreszeiten, Tageszeit, Wetter)
Vergleichsweise hohe Lebensdauer	Herstellung ist Energie aufwendig
Unerschöpfliche Energiequelle	Geeignete Standortwahl schränkt teilweise Nutzung ein
Finanziell rentabel	Subvention nötig -> dies erhöht den Strompreise
geringe Wartung/Pflege	Solarstrom erfordert Ausbau des Stromnetzes -> teuer.
Sinkende Kosten bei Steigendem Wirkungsgrad	Import der Solarmodule aus Asien. Abfluss von Geld
Solartechnologie wird von Deutschland in andere Länder exportiert	Verändert Stadt- bzw. Landschaftsbild
Energiekosten für Herstellung sind im Schnitt nach 2 Jahren Betrieb amotisiert.	

Folgende Aussagen können zur Einleitung der Zusammenfassung von Vor- und Nachteilen genutzt werden:

- Sonne ist kostenlose, denn die Sonne schickt uns keine Rechnung.
- Solaranlage gehören in die Wüste. Dort gibt es keine Wolken, Schnee und viel Platz.

Planspiel – Lageplan der Schule von Sonnenstadt

Unterrichtseinheit Photovoltaik



Planspiel – Zeitungsartikel: Streitfall Photovoltaikanlage

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Streitfall Photovoltaikanlage

21. März. 2014 Sonnenstadt (ts) – Auf der hiesigen Schule soll eine neue Solaranlage entstehen, die saubere Energie liefert. Zumindest, wenn es nach dem Willen der Bürgerinitiative „Nachhaltig Nachbarschaft“ geht. Diese möchte von der Stadt Dachflächen dreier Schulgebäude anmieten, um auf diesen Solaranlagen zu errichten. Die Schulleiterin Fr. Dompke sieht allerdings, den Schulbetrieb durch die Baumaßnahmen gefährdet. „Unsere Schüler und Lehrkräfte dürfen auf keinen Fall durch längere Baumaßnahmen gestört werden“, mahnt die Schulleiterin an. Die Bürgerinitiative hat dahingegen große Pläne, wie Herr Müller erklärt: „Wir können uns auf

allen Schulgebäuden eine Solaranlage vorstellen“. Als Kooperationspartner der Bürgerinitiative zieht die Firma Wolkenfrei GmbH am gleichen Strang. Ihr Geschäftsführer Herr Habicht betont, dass die Solaranlagen durch seine Firma auf den drei Gebäude spätestens bis zu Beginn der Sommerferien installiert sein könnten. Die Schulleiterin hält von diesen Plänen wenig. In die Planung haben sich zudem ein paar Anwohner um Herrn Schubert als Sprecher eingeschaltet. Sie befürchten, dass die zunehmende Verbreitung von Solaranlagen das Stadtbild abwertet. Der Bürgermeister hat alle Beteiligten zu einer Diskussionsrunde eingeladen, die heute im Großen Saal der Gemeinde von Sonnenstadt stattfinden wird.

Planspiel – Team Anwohner: Hr. Schubert

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Lest den Zeitungsartikel „Streitfall Photovoltaikanlage“ und betrachtet euch genau den Lageplan der Schule von Sonnenstadt.

Im Streitfall um die geplante Solaranlage auf den Gebäuden der Schule von Sonnenstadt ist euer Team als „Expertengruppe Solartechnik“ für die Beratung der Anwohner um Herrn Schubert zuständig. Hierzu wählt ihr eine Person aus eurer Gruppe als „Sprecher Herr Schubert“ aus. Dieser vertritt euer Team in der Diskussionsrunde. Als Team der Anwohner ist es eure Aufgabe Argumente für diese Diskussionsrunde zu finden und euren Sprecher auf diese vorzubereiten.

Als **Team Anwohner** habt ihr natürlich folgende eigene Interessen (die ihr für euch behalten solltet):

1. Die Anwohner sind besorgt, dass der Bau der Anlage die Ruhe und Lebensqualität in der Nachbarschaft einschränkt.
2. Die Anwohner wollen die Solaranlage um jeden Preis verhindern.
3. Die Anwohner sind zudem überzeugt, dass die regenerativen Energien das Landschafts- und Stadtbild verschandeln.
4. Da ihr keine Unterlagen über die geplante Solaranlage besitzt, entwickelt ihr die Solaranlage ,anhand des Plans, nach euren Vorstellungen.

Überlegt genau welche Vorteile und Nachteile die Solaranlage mit sich bringt und welche Interessen die anderen Diskussionsteilnehmer möglicherweise verfolgen. Erarbeitet Diskussionsargumente und zeichnet in euren Lageplan der Schule die Solaranlage ein, wie sie nach eurer Ansicht auszusehen hat. Die Größe eines Solarmoduls ist dazu auf der Karte angegeben.

Vorteile	Nachteile

Diskussionsargumente:

Planspiel – Team Bürgerinitiative „Nachhaltige Nachbarschaft“

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Lest den Zeitungsartikel „ Streitfall Photovoltaikanlage“ und betrachtet genau den Lageplan der Schule von Sonnenstadt.

Im Streitfall um die geplante Solaranlage auf den Gebäuden der Schule von Sonnenstadt ist euer Team als „Expertengruppe Solartechnik“ für die Beratung der Bürgerinitiative zuständig. Hierzu wählt ihr eine Person aus eurer Gruppe zum „Sprecher der Initiative“. Diese vertritt euer Team in der Diskussionsrunde. Als Bürgerinitiative ist es eure Aufgabe Argumente für diese Diskussionsrunde zu finden und euren Sprecher auf diese vorzubereiten.

Als **Team Bürgerinitiative** habt ihr natürlich folgende eigene Interessen (die ihr für euch behalten solltet):

1. Ihr wollt die Solaranlage auf den Schulgebäuden. Dabei wollt ihr möglichst viel nutzbare Dachfläche bekommen und unnötige Kosten vermeiden.
2. Ihr verdient Geld mit der Solaranlage, je schneller sie steht, desto eher erzielt ihr einen Gewinn
3. Ihr seht außerdem die Umweltaspekte der Solartechnik als Bedeutend an.

Überlegt genau welche Vorteile und Nachteile die Solaranlage mit sich bringt und welche Interessen die anderen Diskussionsteilnehmer möglicherweise verfolgen. Erarbeitet Diskussionsargumente und zeichnet in euren Lageplan der Schule die Solaranlage ein, wie sie nach eurer Ansicht auszusehen hat. Die Größe eines Solarmoduls ist dazu auf der Karte angegeben. Verbaut möglichst viele Solarmodule.

Vorteile	Nachteile

Diskussionsargumente:

Planspiel – Team Bürgermeister

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Lest den Zeitungsartikel „Streitfall Photovoltaikanlage“ und betrachtet euch genau den Lageplan der Schule von Sonnenstadt.

Im Streitfall um die geplante Solaranlage auf den Gebäuden der Schule von Sonnenstadt ist euer Team als „Expertengruppe Solartechnik“ für die Beratung des Bürgermeisters zuständig. Hierzu wählt ihr eine Person aus eurer Gruppe zum „Bürgermeister von Sonnenstadt“. Diese vertritt euer Team in der Diskussionsrunde. Als Team Bürgermeister ist es eure Aufgabe Argumente für diese Diskussionsrunde zu finden und euren Bürgermeister auf diese vorzubereiten.

Als **Team Bürgermeister** habt ihr natürlich folgende eigene Interessen (die ihr für euch behalten solltet):

1. Der Bürgermeister wird von den Bürgern gewählt, daher trifft er keine unpopulären Entscheidungen.
2. Der Bürgermeister will die Firmen seiner Stadt unterstützen, um die Steuereinnahmen zu erhöhen.
3. Der Bürgermeister steht der Solaranlage offen gegenüber, solange sie ihn nichts kostet.
4. Da ihr keinen Plan über die Solaranlage bekommen habt, entwerft ihr kurzerhand eine nach euren Vorstellungen.
5. Der Bürgermeister moderiert die Diskussionsrunde.

Überlegt genau welche Vorteile und Nachteile die Solaranlage mit sich bringt und welche Interessen die anderen Diskussionsteilnehmer möglicherweise verfolgen. Erarbeitet Diskussionsargumente und zeichnet in euren Lageplan der Schule die Solaranlage ein, wie sie nach eurer Ansicht auszusehen hat. Die Größe eines Solarmoduls ist dazu auf der Karte angegeben.

Vorteile	Nachteile

Diskussionsargumente:

Planspiel – Team Schulleiterin Fr. Dompke

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Lest den Zeitungsartikel „Streitfall Photovoltaikanlage“ und betrachtet euch genau den Lageplan der Schule von Sonnenstadt.

Im Streitfall um die geplante Solaranlage auf den Gebäuden der Schule von Sonnenstadt ist euer Team als „Expertengruppe Solartechnik“ für die Beratung der Schulleiterin zuständig. Hierzu wählt ihr eine Person aus eurer Gruppe zur „Schulleiterin Fr. Dompke“. Diese vertritt euer Team in der Diskussionsrunde. Als Team der Schulleiterin ist es eure Aufgabe Argumente für diese Diskussionsrunde zu finden und eure Schulleiterin auf diese vorzubereiten.

Als **Team Schulleiterin** habt ihr natürlich folgende eigene Interessen (die ihr für euch behalten solltet):

1. Die Schulleiterin möchte unter allen Umständen verhindern, dass die Solaranlage den Schulbetrieb stört.
2. Die Schulleiterin hat kein Interesse an größeren Veränderungen und steht der Solaranlage skeptisch gegenüber.
3. Da ihr keinen Plan über die Solaranlage bekommen habt, entwerft ihr kurzerhand eine Solaranlage nach euren Vorstellungen.

Überlegt genau welche Vorteile und Nachteile die Solaranlage mit sich bringt und welche Interessen die anderen Diskussionsteilnehmer möglicherweise verfolgen. Erarbeitet Diskussionsargumente und zeichnet in euren Lageplan der Schule die Solaranlage ein, wie sie nach eurer Ansicht auszusehen hat. Die Größe eines Solarmoduls ist dazu auf der Karte angegeben.

Vorteile	Nachteile

Diskussionsargumente:

Planspiel – Team Wolkenfrei GmbH

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Lest den Zeitungsartikel „Streitfall Photovoltaikanlage“ und betrachtet euch genau den Lageplan der Schule von Sonnenstadt.

Im Streitfall um die geplante Solaranlage auf den Gebäuden der Schule von Sonnenstadt ist euer Team als „Expertengruppe Solartechnik“ für die Beratung der Firma Wolkenfrei GmbH zuständig. Hierzu wählt ihr eine Person aus eurer Gruppe zum „Geschäftsführer Hr. Habicht“. Diese vertritt euer Team in der Diskussionsrunde. Als Team der Firma Wolkenfrei ist es eure Aufgabe Argumente für diese Diskussionsrunde zu finden und euren Geschäftsführer auf diese vorzubereiten.

Als **Team Wolkenfrei GmbH** habt ihr natürlich folgende eigene Interessen (die ihr für euch behalten solltet):

1. Die Firma möchte unbedingt an der Solaranlage verdienen. Dabei gilt, je größer die Anlage wird, desto höher der Gewinn.
2. Die Firma muss ihre Mitarbeiter bezahlen und daher Geld verdienen.
3. Die Firma unterstützt ausdrücklich die Solartechnik.
4. Da ihr keinen Plan über die Solaranlage bekommen habt, entwerft ihr kurzerhand eine Solaranlage nach euren Vorstellungen.

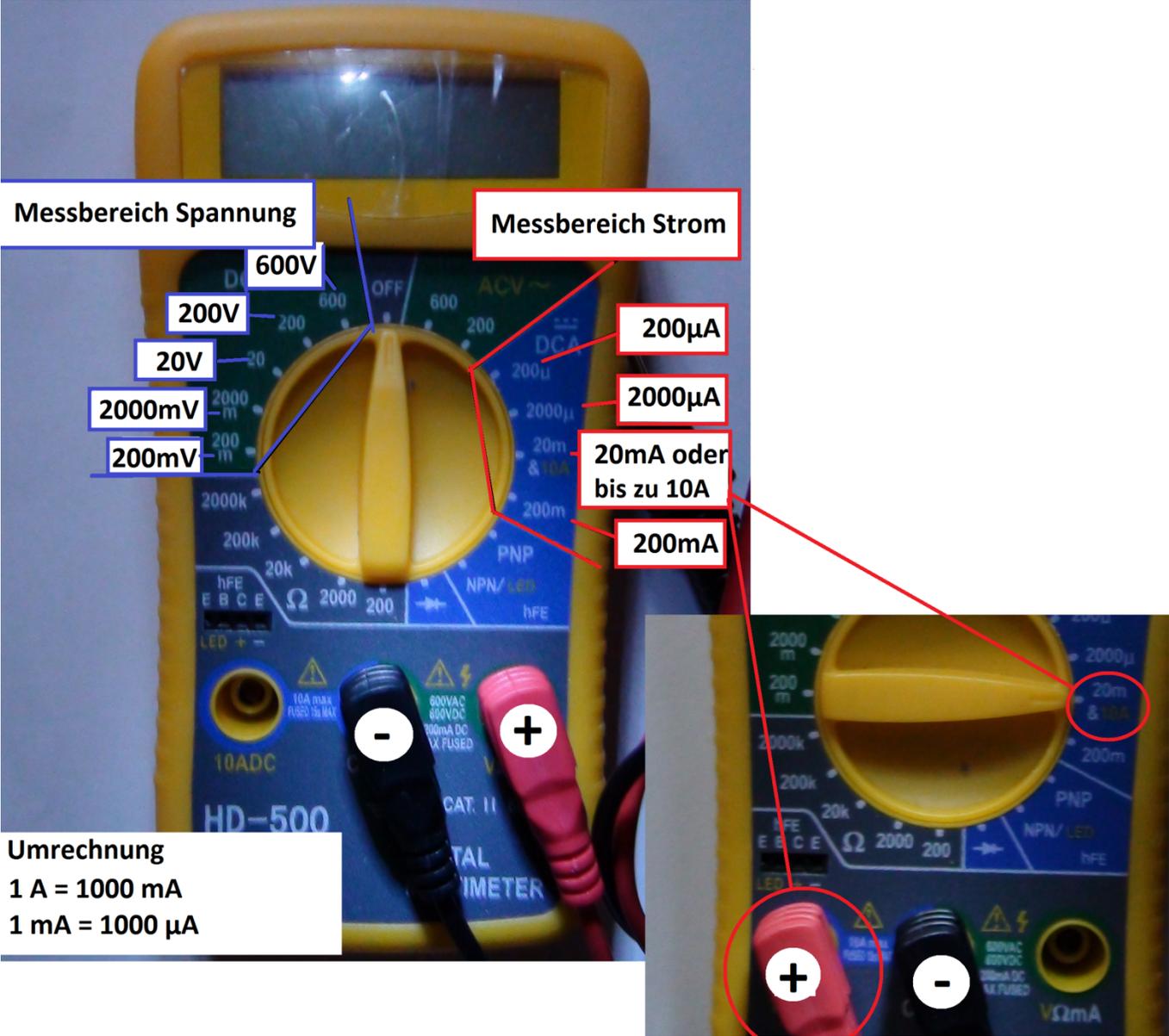
Überlegt genau welche Vorteile und Nachteile die Solaranlage mit sich bringt und welche Interessen die anderen Diskussionsteilnehmer möglicherweise verfolgen. Erarbeitet Diskussionsargumente und zeichnet in euren Lageplan der Schule die Solaranlage ein, wie sie nach eurer Ansicht auszusehen hat. Die Größe eines Solarmoduls ist dazu auf der Karte angegeben.

Vorteile	Nachteile

Diskussionsargumente:

Digitalmultimeter – Beamer/Overhead-Folie

Unterrichtseinheit Photovoltaik



Das Digitalmultimeter (Lehrerinformation)

Unterrichtseinheit Photovoltaik

Das Digitalmultimeter ist nach Cat. II ausgelegt für die Experimente im Umfang der Unterrichtseinheit Photovoltaik. Dennoch müssen die Bestimmungen der Bedienungsanleitung im Umgang mit dem Messgerät beachtet werden.



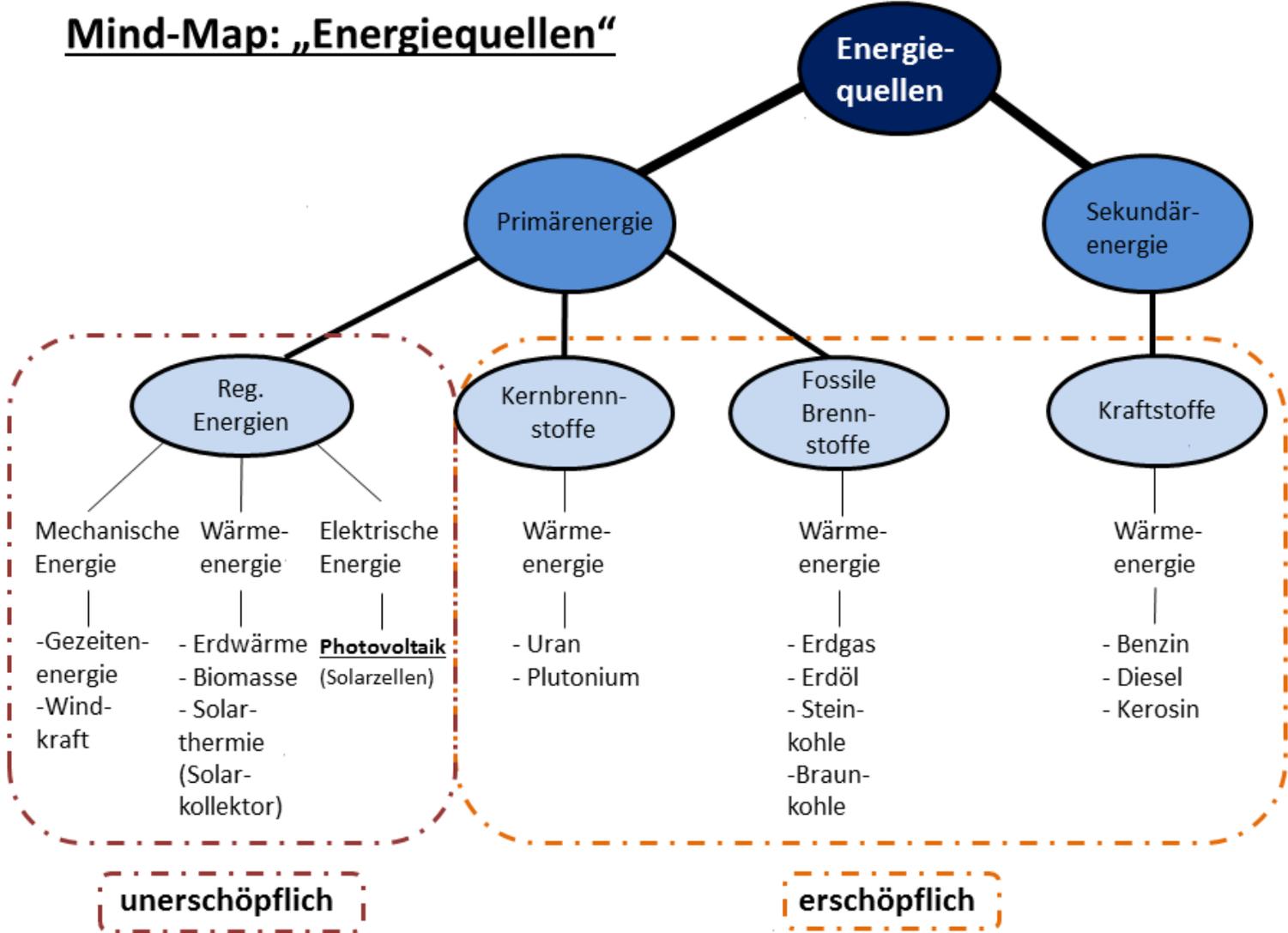
Abbildung 2: Digitalmultimeter mit angeschlossenen Prüfkabeln zum Messen von Spannung und Ströme bis 200 mA. Schwarzes Prüfkabel ist negativer Pol und das rote Prüfkabel der positive Pol.

Das Digitalmultimeter mit angeschlossenen Prüfkabeln in Abb. 1 kann zum Messen von Spannung und Strom der Solarzellen bis 200 mA verwendet werden. Diese Verkabelung ist für Experimente mit einer Solarzelle im Abstand von 50 cm zur Lichtquelle ausreichend. Wenn die Stromwerte über 200 mA gemessen werden (z. B. Abstandmessung), dann muss das rote Prüfkabel in den „10ADC“ Eingang umgesteckt werden (siehe Abb.2). Zudem muss die Einstellung „20m&10A“ ausgewählt werden.



Abbildung 3: Digitalmultimeter mit angeschlossenen Prüfkabeln zum Messen von Strömen über 200 mA. Rotes Prüfkabel in „10ADC“ Eingang umstecken und Einstellung „20m&10A“ auswählen.

Mind-Map: „Energiequellen“



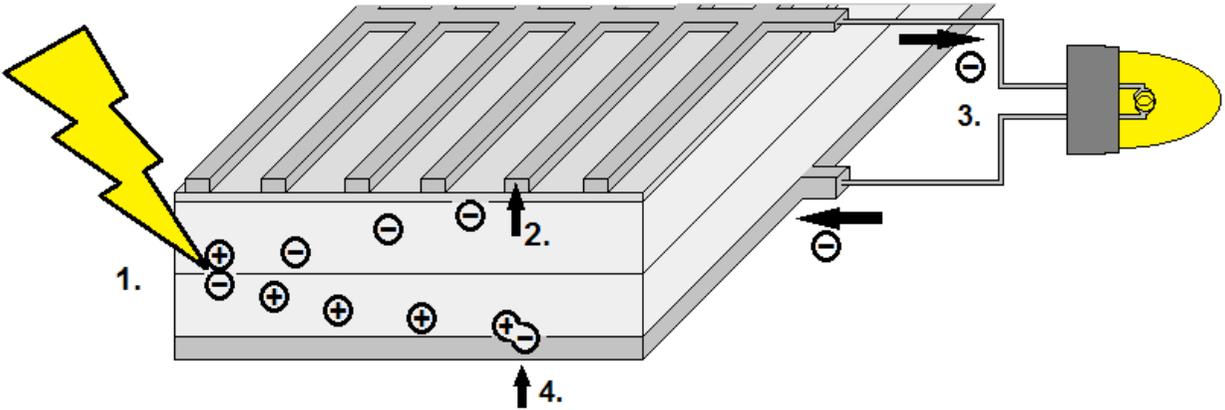
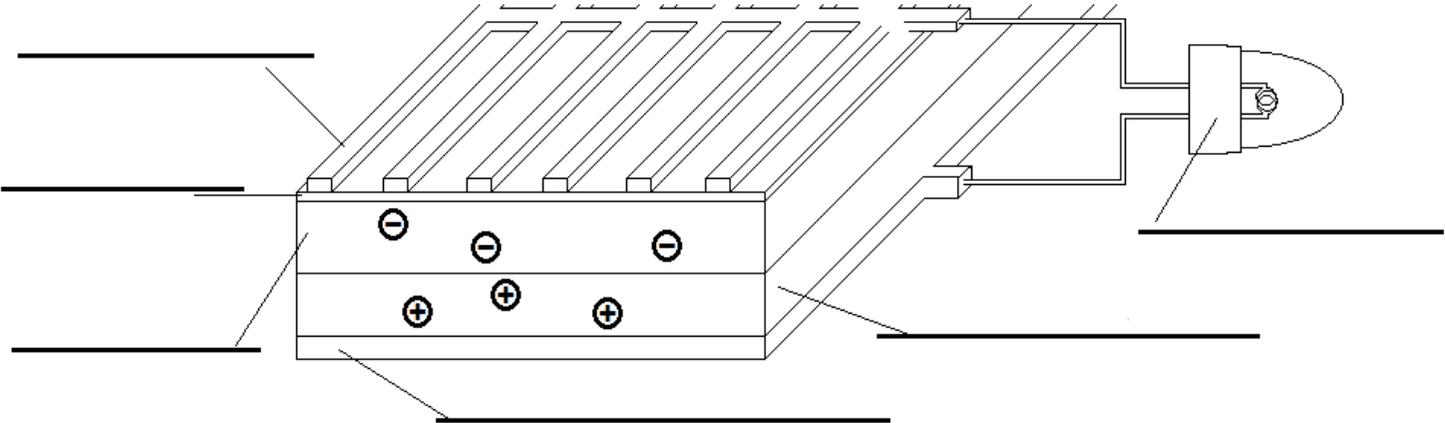
Solaranlage mit Verschattung – Beamer/Overhead-Folie

Unterrichtseinheit Photovoltaik



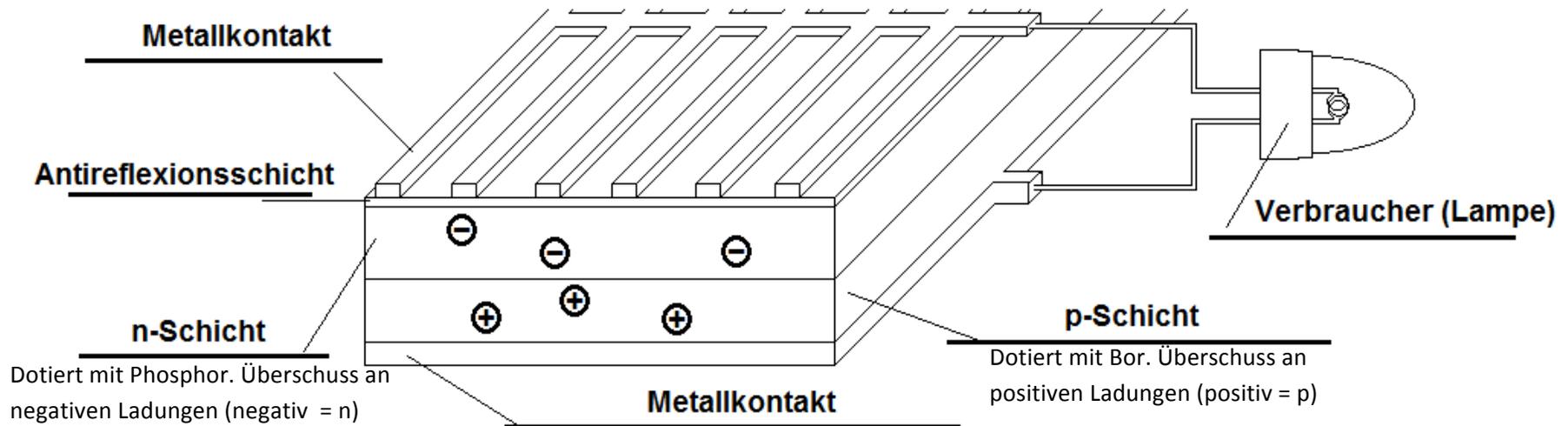
Solarzelle Funktion – Beamer/Overhead-Folie

Unterrichtseinheit Photovoltaik

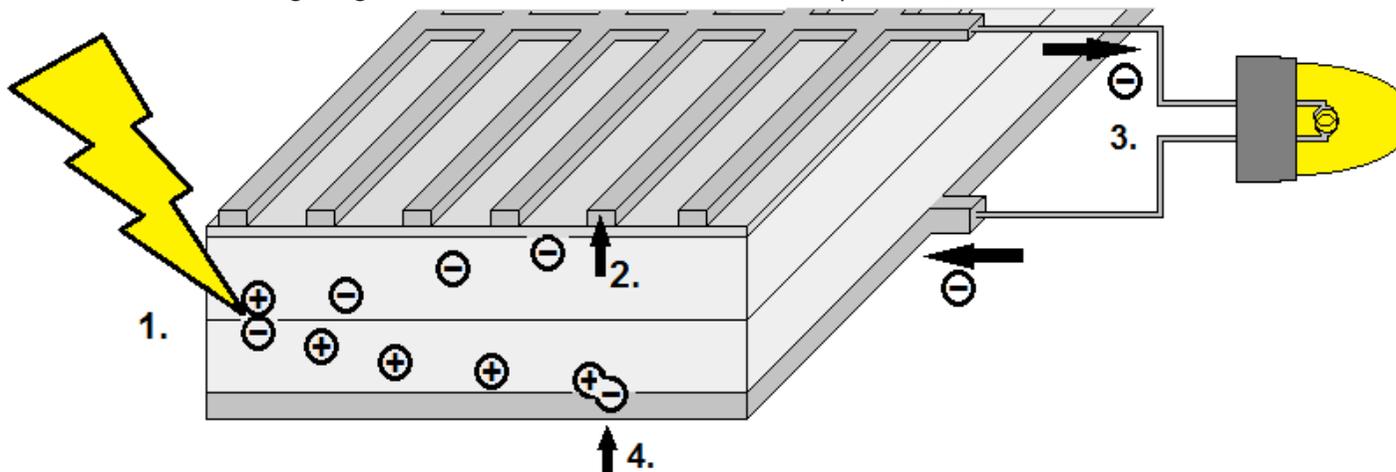


Solarzelle Funktion mit Lösungen- Beamer/Overhead-Folie

Unterrichtseinheit: Photovoltaik



1. Photonen (Licht) trennen Elektronen und Löcher (im pn-Übergang).
2. Elektronen liegen im Überschuss in der n-Schicht vor und wandern in die Metallkontaktschicht.
3. Die Elektronen laufen durch den Verbraucher in Richtung p-Schicht.
4. Die Elektronen gelangen über die Metallkontaktschicht in die p-Schicht, wo sie sich mit den Löchern verbinden (Rekombinieren).



Differenzierungskärtchen zu Arbeitsblatt 1

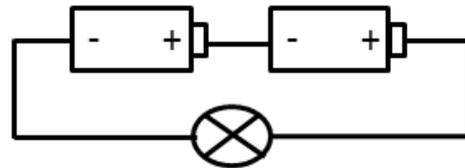
Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Hilfekärtchen zur Differenzierung: „Zitronenbatterie“

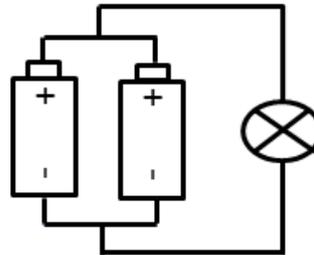
Der Nagel besteht aus Zink.
Die Münze aus Kupfer.
Mit Hilfe der Zitrone oder
Kartoffel können beide
Metalle verbunden werden.

Kupfer stellt den
positiven Pol(+) und Zink
den negativen Pol (-) dar.
Spannungen können
durch Reihenschaltung
und Ströme durch
Parallelschaltung von
Zitronenbatterien erhöht
werden.

Schaltplan Reihenschaltung:



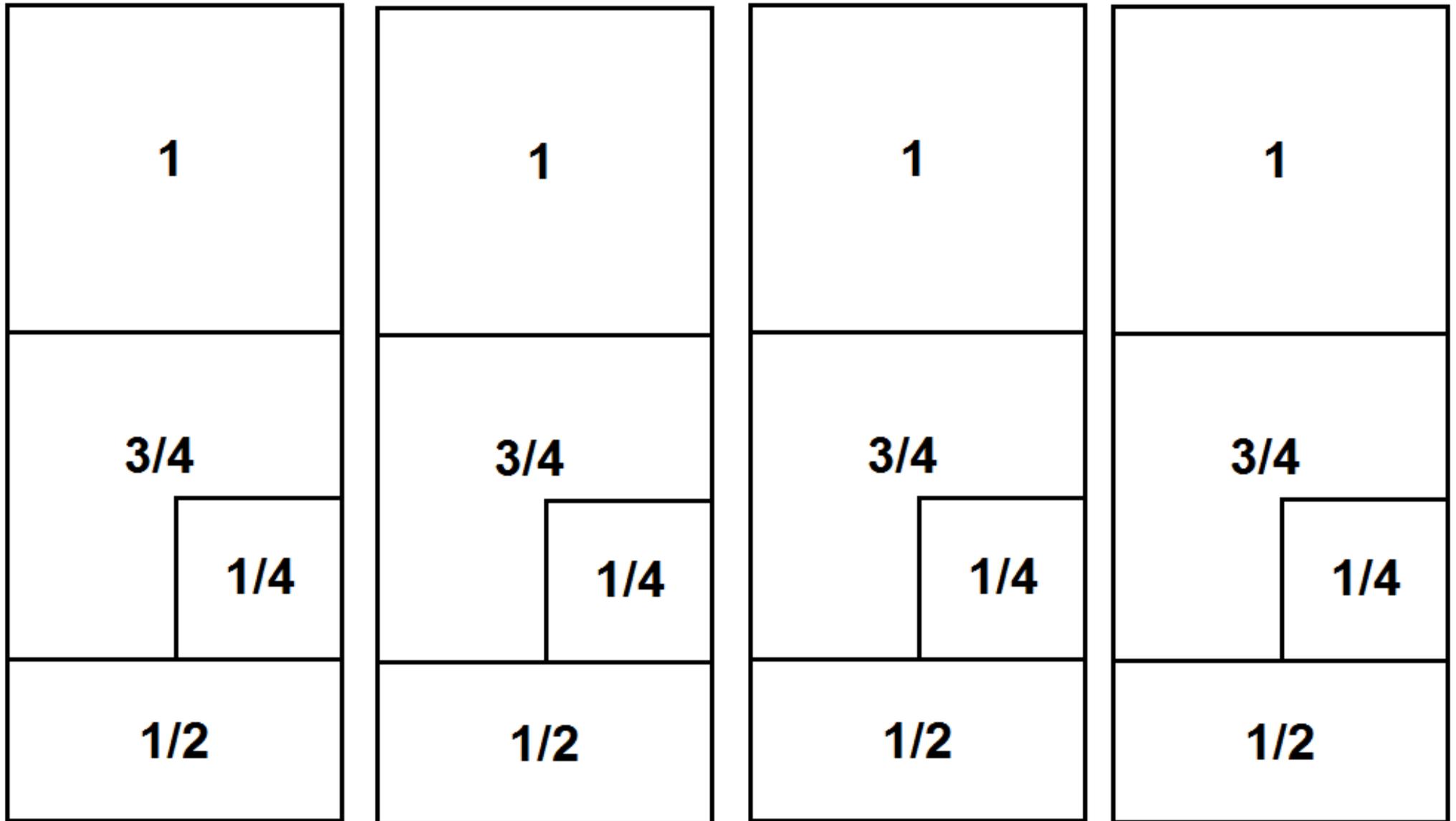
Schaltplan Parallelschaltung:



Die Differenzierungskärtchen können je nach Gruppenanzahl kopiert, ausgeschnitten und laminiert werden. Den Gruppen werden die Hilfekärtchen angeboten, wenn sie mit den Materialien nicht weiter kommen.

Schnittvorlage für Arbeitsblatt 6 – Aufkleben auf Karton DIN A4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik



„Wissensfrage-Runde“ zur Unterrichtsstunde 4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Das Spiel „Wissensfrage-Runde“ ist ein Quiz, bei dem 20 Fragekärtchen zum Thema Funktion von Solarzellen pro Gruppe verteilt werden. Durch die Lehrkraft (L.) wird ein Schüler (S.) benannt, der eine Karte vom Stapel zieht und die Frage darauf an seine Gruppe stellt. Die Lösung befindet sich ebenfalls auf der Karte. Der S., der die richtige Antwort gibt, behält die Karte, nimmt die nächste Karte und liest sie erneut der Gruppe vor. Der S., der die meisten Karten hat, gewinnt. Das Spiel wird solange wiederholt, bis es durch die L. beendet wird. Die vorgesehene Zeitdauer ist 5-10 min. Das Spiel und die Kärtchen können beliebig ergänzt werden. Die nachfolgenden Wissenskärtchen sollten auf Karton geklebt werden. Es empfiehlt sich für eine dauerhafte Verwendung die Karten zu laminieren.

Wissenskärtchen – Photovoltaik:

Frage: Welches Material ist der Grundstoff für Solarzellen und woraus wird es gewonnen?

Antwort: Silizium. Es wird aus Quarzsand gewonnen.

Frage: Welche Strahlen bzw. Teilchen werden von der Sonne abgestrahlt?

Antwort: Photonen.

Frage: Welche Elemente werden verwendet, um Silizium zu dotieren?

Antwort: Bor. Phosphor.

Frage: Die mit Bor dotierte Schicht heißt ...?

Antwort: p-Schicht oder positiv-Schicht.

„Wissenfrage-Runde“ zur Unterrichtsstunde 4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Frage: Die mit Phosphor dotierte Schicht heißt ...?

Antwort: n-Schicht oder negativ-Schicht.

Frage: Welche Teilchen sind mehr in der n-Schicht enthalten?

Antwort: Elektronen.

Frage: Welche Teilchen sind mehr in der p-Schicht enthalten?

Antwort: Löcher.

Frage: Wie heißt die „Rohform“ von Silizium, wenn sie noch nicht dotiert wurde?

Antwort: Wafer bzw. Silizium-Wafer

„Wissenfrage-Runde“ zur Unterrichtsstunde 4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Frage: Wie heißt der Vorgang, wenn sich Elektronen mit Löchern verbinden?

Antwort: Rekombination.

Frage: Was ist die Funktion der Antireflexionsschicht?

Antwort: Sie sorgt dafür, dass mehr Licht in die Solarzelle gelangt und weniger Licht von der Solarzelle reflektiert wird.

Frage: Was ist der Zweck der Metallkontakte auf der Solarzelle?

Antwort: Sie leiten die Elektronen.

Frage: Welche Energieteilchen werden im Verbraucher „verbraucht“?

Antwort: Die Photonen aus dem Sonnenlicht.

„Wissenfrage-Runde“ zur Unterrichtsstunde 4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Frage: Wie heißt eine Einheit mit mehreren verschalteten Solarzellen?

Antwort: Solarpanel.

Frage: Welches Gerät wandelt den Solarstrom in Wechselstrom um?

Antwort: Der Wechselrichter.

Frage: Kann nur an Sonnentagen Solarstrom produziert werden?

Antwort: Nein. Die diffusen Lichtanteile an bewölkten Tagen können ebenfalls genutzt werden.

Frage: Warum gilt die Solarenergie als unerschöpflich?

Antwort: Weil die Sonne als Energiequelle dient. Sie wird noch mehrere Milliarden Jahre Licht abstrahlen.

„Wissenfrage-Runde“ zur Unterrichtsstunde 4

Unterrichtseinheit: Photovoltaik

Frage: Wie heißen die Schichten einer Solarzelle?

Antwort: Metallkontakt. p-Schicht. n-Schicht. Antireflexionsschicht.

Frage: Wie heißen die verschiedenen Strahlen, die von der Sonne abgestrahlt werden?

Antwort: UV- (Ultraviolett)Strahlen, Sichtbares Licht und Wärmestrahlung

Frage: Wie heißt die Schaltung von Solarzellen, die die Spannung erhöht?

Antwort: Reihenschaltung.

Frage: Wie heißt die Schaltung von Solarzellen, die den Strom erhöht?

Antwort: Parallelschaltung.