

Hans-Jürgen Frey, Studienseminarleiter Lehramt Grundschule a.D.

Auf den Dächern vieler Schulen oder auf Gebäuden im Schulumfeld sind sie nicht mehr zu übersehen: **Solarstromanlagen** zur dezentralen Energieerzeugung!



Was würde näher liegen als diese Anlagen mit den Schülern zu erkunden

- kindgemäß, handelnd und entdeckend im induktiven Lernverfahren
- beispielgebend und lebensbedeutsam ist bei einem Lerninhalt, der für eigenes nachhaltiges Handeln
- eine positive Weltsicht angesichts der bedrohlichen Klimasituation ermöglicht und der

Unterrichtssequenz zur Photovoltaik (PV) „Strom von der Sonne“

Stand 10.11.2015

Das hier dargestellte Projekt wurde mehrfach in der 3. und 4. Jahrgangsstufe der Grundschule erprobt.

Es lässt sich auch in höheren Jahrgangsstufen in dieser Form verwirklichen, erweitert

- durch Messungen bei den Versuchen zur Stromstärke und Stromspannung
- durch entsprechende Lerninhalte wie „Reihen- und Parallelschaltung“ / solarthermische Großkraftwerke / solare Mobilität

Für das grundlegende Verständnis des Themas sind genaue Messungen nicht zwingend notwendig.

Sachinformation: Strom von der Sonne

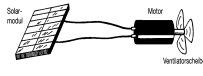

unter

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV02_Infoblatt.pdf

Bild: Frey



Überblick zur didaktischen Konzeption:

Lernschritte	Inhalte	Ausweitungen	Seiten
 <p>1. Wir bauen einen Solar-Miniventilator</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solarzelle als Stromquelle bei Lichteinfall LZ 1 • Lichtstärke, Einfallswinkel und Modulfläche als Faktoren für die Stromstärke LZ 2 • Solarstrom ist Gleichstrom LZ 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Windkraftnutzung 	4 - 8
 <p>2. Wir bauen das Modell eines Sonnenstrom-Hauses</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingungen für effektiven Einsatz: Südausrichtung, Schrägdach, keine Abschattung • Und Begriff „Photovoltaik“ • Aufständerung der Module LZ 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Solarhaus mit Radio und Beleuchtung • Erhöhung der Leistung durch Parallel- und Reihenschaltung 	9 - 12
 <p>3. Wir erkunden eine PV-Anlage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Funktion einer PV-Anlage LZ 5 • Stromertrag LZ 6 • Photovoltaik als umweltfreundliche und zukunftsfähige Stromerzeugung LZ 7 	<ul style="list-style-type: none"> • PV-Anlagen ohne und mit Eigenverbrauch 	13 - 16
4. Solarhäuser mit Stromspeicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Speicherung von Sonnenstrom über Batterien / Akkus ohne und mit Netzanschluss LZ 8 	<ul style="list-style-type: none"> • Nachführung von PV-Anlagen • solare Mobilität • Energieschule 	17 - 23
5. Weitere PV-Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • Solar im Klassenzimmer • solare Kleingeräte LZ 9 • Solarspielzeug LZ 10 		24 - 27
6. Solarthermische Großkraftwerke	<ul style="list-style-type: none"> • Parabolrinnenkraftwerke • Paraboloidkraftwerke • Aufwindkraftwerke • Solar-Turmkraftwerke 		28 - 29

- Die Sequenz ist induktiv aufgebaut und führt über grundlegende Versuche zum Verstehen einer PV-Anlage.
- Die Lernschritte sind nicht gleichbedeutend mit der Zeiteinheit Unterrichtsstunde.
- Je nach der Zeit, die zur Verfügung steht, können Lernschritte und Lerninhalte intensiviert, weggelassen oder gekürzt werden.
- Was im Rahmen des Klassenunterrichts nicht durchgeführt werden kann, wäre in einer AG Umwelt sicher möglich und für die Schüler motivierend.
- Für die grundlegenden Versuche wäre Gruppenarbeit lerneffektiv. Das eingesetzte Lernmaterial ist so preisgünstig, dass es in entsprechender Anzahl von der Schule angeschafft werden könnte und somit für alle Schüler handelndes Lernen ermöglicht wird.

Siehe http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

Einordnung in die Lehrpläne (Bayern)

Richtlinien für die Umweltbildung in Bayern vom 22.1.2003

(für alle Schularten verbindlich – Inhalte und Ziele werden in neue Lehrpläne integriert)

3.3 Sicherung der Lebensgrundlagen

nachhaltige Nutzung von Energie - Vergleich konventioneller und **zukunftsorientierter Energiequellen** (... **Photovoltaikanlagen**..)

Zielsetzung

Grobziel:

Die Schüler sollen die Funktion einer Photovoltaik-Anlage und deren Nutzen für die Umwelt erklären können

Lernziele der Unterrichtssequenz:

Die Schüler sollen

LZ 1 ...am Beispiel des Ventilators zeigen können, dass Licht über Solarzellen direkt Strom erzeugt.

LZ 2 ...aufzählen können, von welchen Faktoren die Stromstärke abhängig ist (Lichtintensität, Winkel der einfallenden Lichtstrahlen, Größe der Modulfläche).

LZ 3 ... erklären können, inwiefern es sich bei Solarstrom um Gleichstrom handelt.

LZ 4 ...Bedingungen für einen möglichst effektiven Einsatz der „Photovoltaik“ (Begriff) bei einem Haus nennen und begründen können (Ausrichtung nach Süden, Schrägdach oder Aufständigung, keine Abschattung).

LZ 5 ...die Funktion einer PV-Anlage anhand einer Zeichnung erklären können.

LZ 6 ...den ungefähren Stromertrag einer PV-Anlage (Einfamilienhaus) nennen können.

LZ 7 ...begründen können, weshalb die PV eine umweltfreundliche Technologie darstellt.

LZ 8 ...die Möglichkeit der Stromspeicherung erklären können.

LZ 9 ...weitere alltagstaugliche Anwendungsmöglichkeiten der PV aufzählen können.

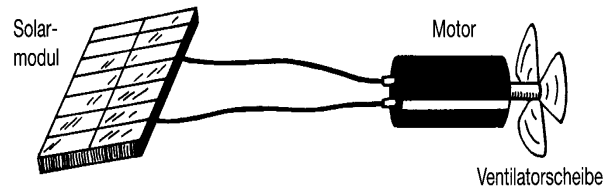
LZ 10 ...Freude an Solartechnik haben.

Didaktische Konzeption

Material zur gesamten Sequenz: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

1. Lernschritt: Wir bauen einen Solar-Miniventilator

Bild: Verlag Auer



Lernvoraussetzungen:

- Kenntnisse über den **Stromkreis**



Das Vorhaben bietet sich nach der Behandlung des Lerninhalts "Strom" (HSU 3.7.2) an.

Material zum 1. Lernschritt:

- Batterie(n)
- Taschenrechner solar
- ein oder mehrere Solar-Demo-Sets je nach Anzahl der Schüler-Arbeitsgruppen:



Solar-Demo-Set:
Solarzellen-Modul, Solarmotor mit Propeller und Anschlusskabel
http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

Bild: Frey





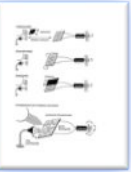


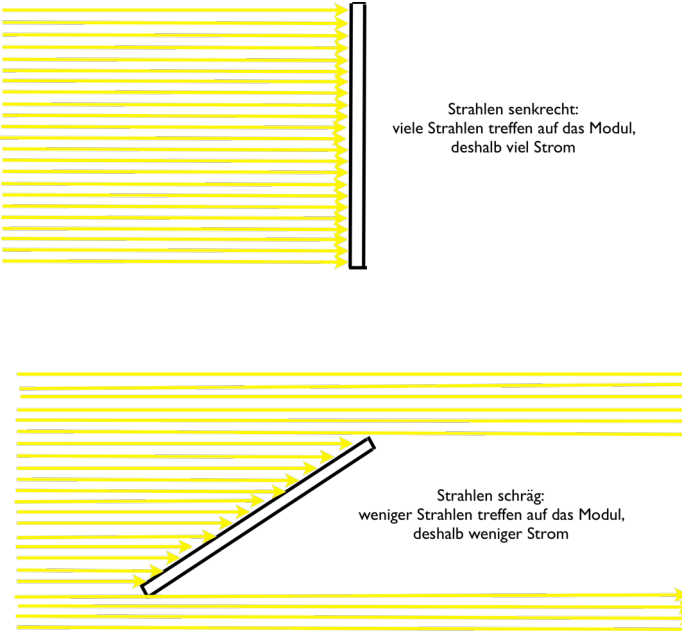

Wenn **Solarzellen** miteinander verschaltet sind spricht man von einem **Solarmodul**. In den Solar-Demo-Sets sind Bruchstücke von Solarzellenmaterial zu einem kleinen Modul verarbeitet.

LZ 1 Die Schüler erkennen, dass eine Solarzelle in Verbindung mit Sonne / Lichteinfall eine Stromquelle darstellt


<p>Hinführung / Anknüpfung / Ausgangssituation:</p> <p>➔ Zunächst den Miniventilator ohne Solarzellen, im Batteriebetrieb erkunden.</p> <p>Gelegenheit zur Vertiefung des Vorwissens: Stromkreis geschlossen, Stromquelle, Leiter</p>	<p>Wir bauen einen Miniventilator!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was brauchen wir? 	<p>Die Schüler können ihr Vorwissen einbringen: Stromquelle (Batterie), Motor, Ventilatorscheibe, Verbindungsdrähte als Stromleiter.</p> <p>In Gruppenarbeit und/oder Lehrerdemonstration wird der Stromkreis geschlossen, der Ventilator dreht sich.</p>	<p> Drehrichtung des Ventilators beachten! Von ihr hängt ab, ob die Luft bewegt wird! Evtl. am Modul umpolen!</p>
<p>Zielfrage / Zielimpuls:</p>	<p>Lehrer entfernt Batterie!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Können wir die Batterie durch eine andere Stromquelle ersetzen? <p>Evtl. Hilfsimpuls: Solartaschenrechner oder eine Solaruhr.</p>	<p>Vermutungen der Schüler!</p> <p>Durch den Vergleich z. B. Taschenrechner solarbetrieben - batteriebetrieben entdecken die Schüler die Solarzellen (Solarmodul) als Stromlieferant.</p>	
<p>Erarbeitung LZ 1</p> <p>➔ Die Versuche zunächst bei sonnigem Wetter im Freien oder am Fenster durchführen!</p> <div data-bbox="179 997 380 1284" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; color: orange;">SCHÜLERVERSUCHE</p> <p>1. Welche Energieart liefert die Solarzelle?</p> <p>2. Welche Energieart liefert die Batterie?</p> <p>3. Wie wird die Energie umgewandelt?</p> <p>4. Was passiert, wenn die Solarzelle angeschlossen ist?</p> <p>5. Was passiert, wenn die Solarzelle angeschlossen ist?</p> <p>6. Was passiert, wenn die Solarzelle angeschlossen ist?</p> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">Bild: Frey</p> <p>Folie 1 Schülerversuche (1. Teil) begleitend zu den Versuchen</p>	<p>Solar-Demo-Sets besprechen, an die Gruppen austeilten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wodurch wird der Motor in Gang gesetzt? <p>Arbeitsaufträge auf der Fo 1 besprechen</p>	<p>Schülerversuche offen / gezielt</p> <p>Die Solarmodule werden an den Stromkreis angeschlossen.</p> <p>Die Schüler versuchen, den Motor in Gang zu setzen.</p> <div data-bbox="1355 1093 1512 1324" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">Bild: Frey</p>	<p> Die Solarzellen in dem Demo-Set arbeiten wegen der minderen Qualität nur bei Sonnenschein!</p> <p> Es ist eine bestimmte Mindest-Lichtstärke nötig, die den Motor anlaufen lässt. Als Hilfe zum "Anwerfen" kann der Ventilator mit dem Finger angetippt werden.</p>

LZ 2 Die Schüler sollen aufzählen können, von welchen Faktoren die Stromstärke abhängig ist (Lichtintensität, Winkel der einfallenden Lichtstrahlen, Größe der Modulfläche)






<p>Erarbeitung LZ 2 Folie 1 (2. Teil)</p> <p>➔ Hilfsimpulse</p> <p>➔ Nun die Versuche noch einmal mit Kunstlicht im Klassenzimmer durchführen! Bild: Frey</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Wann dreht sich die Ventilatorscheibe am schnellsten? <p>AA auf der Fo besprechen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wovon hängt es ab, ob sich der Ventilator schnell oder langsam dreht? <p>Was tun, damit weniger Licht auf die Zelle fällt? Solarzelle verändern! Verdrehen? Verkleinern durch Abdecken?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drei Bedingungen! <p>Verändern der Lichtintensität durch Abdunkeln des Sonnenlichts (Transparentpapier als künstliche Wolke) oder durch Variation des Abstandes von Lichtquellen (Fenster, v. a. von künstlichen Lichtquellen)</p> <p>Verändern des Einstrahlwinkels des Lichts durch Verdrehen der Modulfläche</p> <p>Verändern der Größe des Moduls durch teilweises Abdecken der Modulfläche (Pappe/Block)</p>	<p>Die Schüler stellen fest, dass sich die Drehgeschwindigkeit der Ventilatorscheibe unterscheidet und ändert.</p> <p>Die Schüler erkennen: Je mehr Strom fließt, desto schneller läuft der Motor! Je weniger...! Die (vorläufigen) Ergebnisse werden eingebracht.</p> <p>Verbalisieren</p>	<p> Drehrichtung des Ventilators beachten! Von ihr hängt ab, ob die Luft bewegt wird! Evtl. am Modul umpolen!</p> <p> Damit verbunden ist die Frage nach der Stromstärke, die den Motor antreibt: Wovon hängt die Stärke des Stroms ab?</p> <p> Wenn im Freien die Sonnenstrahlung (Lichtstärke) weit gehend konstant ist, ist es gar nicht so einfach, alle drei Bedingungen herausfinden: deshalb Experimente auch mit Kunstlicht!</p>
<p>Folie 2 Bestätigungsversuche</p>  <p>Bild: Verlag Auer</p>	<p>Dabei bietet es sich an, auf exakte Verbalisierung zu achten! „Je ...desto...!“ Zusätzlich kann ein Demo-Versuch durch die Lehrkraft die Ergebnisse optimal demonstrieren!</p>	<p>Nochmals die Schülerversuche als Bestätigungsversuche durchführen!</p>	

<p>Vertiefung LZ 2</p> <p>➔ Begründungen finden für die erfassten Phänomene (LZ 2) als weitere Durchdringung (für leistungsstarke Schüler)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Warum fließt bei senkrechtem Einstrahlwinkel (bei gleicher Lichtstärke und gleicher Solarzellenfläche) am meisten Strom? <p>Hier kann eine Zeichnung (Schüler / Lehrer) zur Lösung beitragen bzw. die Erkenntnis vertiefen!</p> <p>Bilder: Frey</p> <p>Veranschaulichung auch durch verändertes Schattenbild der Solarzelle auf dem Tageslichtprojektor!</p> 	<p>Schüler beraten sich</p> <p>Lösungsversuche</p> <p>Schüler zeichnen bestimmtes Strahlenbündel, das senkrecht auf das Modul trifft (Seitenansicht)</p> <p>Danach zeichnen die Schüler ein gleich großes Strahlenbündel, aber das Modul schräg dazu!</p>	 <p>Beim schräg angeordneten Modul verkleinert sich gleichsam die Fläche, auf welche die Sonnenstrahlen auftreffen! Weniger Lichtstrahlen – weniger Strom!</p>
--	--	---	---

➔ in den weiterführenden Schulen in es angebracht, etwa im Rahmen des Physikunterrichts die grundlegenden Versuche mit Messinstrumenten durchzuführen und die Ergebnisse über Versuchsreihen tabellarisch festzuhalten. Siehe z.B.: <http://www.nils-isfh.de>

 Solarstrom ist stets **Gleichstrom**. Im Haushalt verwendet man jedoch in der Regel **Wechselstrom**. Die Umwandlung erfolgt im Wechselrichter. Für das Verständnis dieses Bestandteils einer PV-Anlage ist das LZ 3 „Gleichstrom“ deshalb von Bedeutung.

LZ 3 Die Schüler sollen erklären können, inwiefern es sich bei Solarstrom um Gleichstrom handelt

<p>Erarbeitung LZ 3</p> <p> Bei der Erarbeitung von LZ 2 verwenden die Schüler die Solar-Demo-Sets. Beim Lernziel 3 können diese ebenso eingesetzt werden.</p> <p> Hilfsimpulse</p> <p> Veranschaulichung durch entstehende Tafelzeichnung, durch Steckerbild beim Gleichstrom</p>  <p>Bild: wikipedia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Führt bitte noch einmal den Versuch mit der Lampe und dem Solarmodul durch! Beobachtet bitte, in welche Richtung sich der Ventilator dreht! • Polt nun die Kabelstecker am Modul um! • Plus und Minuspole • Beobachtung? • Erklärung? • Vergleich mit der Steckdose im Haushalt! Hier spielt es keine Rolle, wie die zwei Kontakte hineinsteckt werden! Der Strom wechselt ganz schnell zwischen den Kontakten hin und her: Wechselstrom • Der Solarstrom fließt in eine Richtung, entweder „links“ oder „rechts“ herum, in eine gleiche Richtung: Gleichstrom • Unterschied Gleichstromstecker und Stecker/Steckdose beim Wechselstrom! 	<p>Die Schüler führen die Versuche durch. Evtl. Einsatz eines kleinen passenden Schraubenschlüssels, um die Schrauben am Modul zu lösen. Die Schüler können erkennen, dass der Strom aus den Solarzellen jeweils in eine Richtung fließt.</p> <p>Über Hilfsimpulse den Begriff „Gleichstrom“ finden, ebenso als Kontrapunkt den Begriff „Wechselstrom“</p> <p>Die Schüler entdecken beim Gleichstromstecker den dritten Stift. Dieser garantiert, dass die Kontakte immer „gleich“ hineinsteckt werden.</p>	<p> Bestimmte Geräte, z.B. Fernseher brauchen Gleichstrom. Hier wird im Gleichrichter (im Gerät eingebaut) der Wechselstrom aus der Steckdose in Gleichstrom umgewandelt. Es gibt auch Haushaltsgeräte, die direkt mit Gleichstrom aus der PV-Anlage betrieben werden können.</p>
--	---	---	--

Ausweitung *Stellung der Rotorblätter! Prinzip der Windkraftnutzung!*

In welche Richtung muss sich die Ventilatorscheibe drehen, damit eine Luftströmung erfolgt? Umgekehrt: Windkraft dreht Rotorblätter, Generator erzeugt Strom!

Windkraftanlage!

Material zum 2. Lernschritt: Solar-Demo-Sets, ein oder mehrere Hausmodelle ca. 15 cm x 20 cm Grundfläche evtl. Vogelfutterhäuschen, Holzmodelle aus dem Werkunterricht, Hausmodelle aus Pappe, Hausmodelle aus dem Spielzeugbereich, leistungsstärkeres Solarpanel, Lämpchen, Radio

Hinweise/Material: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

➤ Eine erste wichtige Erkenntnis ist Grund gelegt: Sonnenlicht erzeugt über die Solarzellen Strom!
Es kann sich daraus die Frage ergeben: Können wir auch zu Hause Strom von der Sonne einsetzen?

2. Lernschritt: Wir bauen das Modell eines Sonnenstrom-Hauses

LZ 4 Die Schüler sollen Bedingungen für einen effektiven Einsatz der „Photovoltaik“ (Begriff) bei einem Haus nennen und begründen können (Südausrichtung, Schrägdach oder Aufständigung, keine Abschattung)

<p>Erarbeitung LZ 4</p> <p>Zielangabe</p> <p>Erarbeitung</p> <p>Lehrerdemo an einem Beispielhaus oder Gruppenarbeit, wenn mehrere Häuser zur Verfügung stehen</p> <p>➤ Die Frage nach der Dachgestaltung ergibt sich von selbst beim Anbringen der Solarmodule. Jetzt finden die Erkenntnisse aus den grundlegenden Versuchen (LZ 2) Anwendung. Zudem ergibt sich eine Vertiefung zum Lerninhalt: scheinbarer Lauf der Sonne, Sonnenstand</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Können wir auch zu Hause Strom von der Sonne einsetzen? Wie könnten wir das ausprobieren? • Wir bauen das Modell eines Sonnenstrom-Hauses! • Was brauchen wir? • So wird aus dem Haus ein Solarhaus! • Wo sollten die Solarmodule angebracht werden? Schrägdach oder Flachdach? • In welcher Himmelsrichtung sollte das Haus stehen, damit möglichst viel Solarstrom erzeugt wird? • Zu welcher Tageszeit dürfte es den meisten Strom geben? • Ein Baum gegenüber wirft einen Schatten!! 	<p>Die Schüler bringen Vorschläge zum Basteln eines Hausmodells. Dabei sollen die vorhandenen Solarmodule verwendet werden.</p> <p>Der Ventilator könnte als Kühlung für heiße Tage im Innenbereich eingesetzt werden. Die Schüler befestigen das Solarmodul aus dem Demo-Set auf das Dach.</p> <p>Die Lüfterschraube mit Motor kommt ins Haus: Der Ventilator für sonnige Tage ist installiert!</p>
---	---	--

Solarhaus-Modell (Vogel-Futterhäuschen),
Ventilator mit Gestell für den Motor



Bild: Frey

➔ Die Begriffe **Photovoltaik** / **Photovoltaik-Anlage** könnten hier eingeführt werden, wenn sie nicht schon vorher von Schülern genannt wurden.

➔ **Aufständering**

- Die Module sind auf einem **Schrägdach** (ca. 30°-45°) am wirkungsvollsten, weil dann die Sonnenstrahlen möglichst nahe an die 90° auftreffen.
- Das Haus sollte vom Dach her wegen des Sonnenstands möglichst genau nach **Süden** ausgerichtet sein.
- Es sollte sich möglichst **keine Beschattung** durch hohe Bäume oder Gebäude ergeben, auch nicht auf dem Süddach selbst durch einen Kamin oder sonstige Aufbauten!
- **Solarstromanlagen haben einen bestimmten Namen! Unter euch Schüler gibt es bestimmt welche, die zu Hause eine solche Anlage auf dem Hausdach haben!**

• **PV-Anlage auf einem Flachdach?**

Das könnte ein Impuls sein für die Schüler, selbst auf die Idee der Aufständering zu kommen.

- Neigungswinkel? Sonnenstand im Sommer?

Die Schüler erarbeiten die Erkenntnisse über Versuche mit den Solarhaus-Modellen in ähnlicher Weise wie beim LZ 2.

Die Schüler könnten eine derartige Aufständering für das Solarmodul des Demo-Sets basteln.



Photovoltaik = phos (Licht) + Volt (Spannung, Professor Volta)

Ausweitung:

Lämpchen, Radio im Solarhaus

➔ Haus mit **Radiobetrieb** / Beleuchtung
An Stelle der Verschaltung oder zusätzlich kann auch ein passendes, größeres Solarpanel verwendet werden:

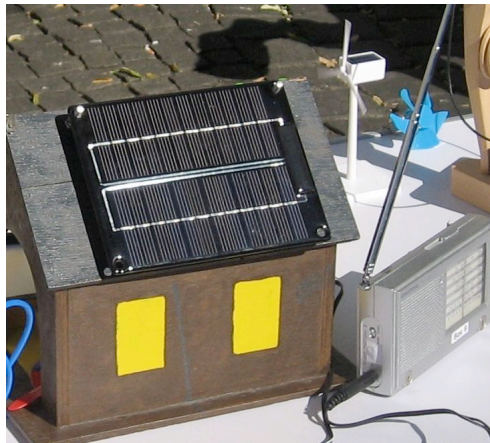




Bild: Frey

- **Wie können wir ein Radio oder ein Lämpchen in unserem Solarhaus betreiben?**
- **Lehrerdemo: Anbringen des Solarpanels, Radio anschließen**
- An Stelle des Radios wird ein **Lämpchen** mit Druckschalter angeschlossen.
- Versuche mit **direkter Sonne** oder **Kunstlicht**

Die Schüler könnten auf Grund der Erfahrungen den Vorschlag machen, größere Solarmodule (oder Solarzellen) zu verwenden oder Module (Solarzellen) zusammenzuschließen.

 Ein einzelnes Solarmodul aus dem Demo-Set reicht für den Betrieb eines Radios oder eines Lämpchens nicht aus.

 Dazu bräuchten wir eine höhere Spannung bzw. eine höhere Stromstärke. Die 0,5 V eines einzelnen Solarmoduls sind zu wenig. Eine Reihenschaltung erhöht die Spannung.

Hinweise: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

➔ Das Eingehen auf die Begriffe **Spannung**, **Reihenschaltung** und **Parallelschaltung** sowie deren Funktion ist zunächst nicht zwingend nötig. In den weiterführenden Schulen ist das Zusammenschalten von Solarzellen ein Bestandteil des Physikunterrichts mit exakten Messungen von Spannung und Stromstärke.

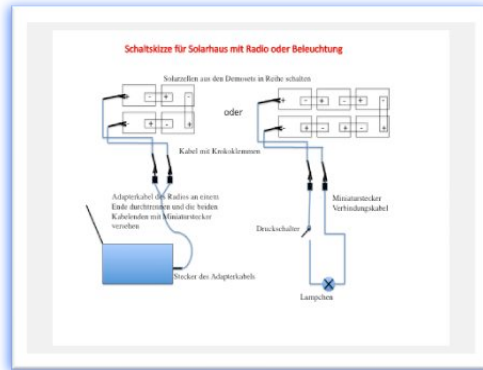
➔ In der Grundschule genügt es wenn die Schüler erkennen, dass mit dem **Zusammenschalten von Solarzellen** die **Leistung** erhöht wird.

➔ In einer leistungsstarken Schülergruppe oder im Rahmen einer Umwelt-AG könnten die **Module der Solar-Demo-Sets verschaltet** werden. Damit kann ein Radio bzw. ein Lämpchen betrieben werden.

Folie 3 Schaltskizze Solarhaus mit Radio und Licht

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_03.pdf

Bild: Frey

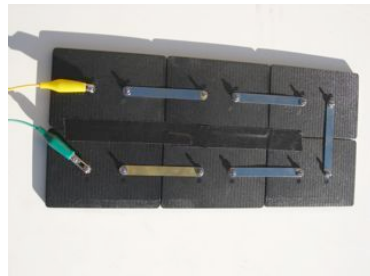
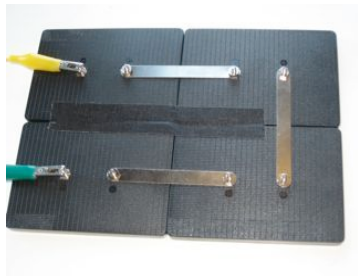


Zur Erhöhung der **Spannung** werden die **Module in Reihe** geschaltet: Minuspol mit Pluspol verbinden. Verbindungsstege (Metallstege von Heftordnern) sind im Einsteiger-Set enthalten.

Eine Erhöhung der **Stromstärke** würde durch **Parallelschaltung** erreicht werden: Plus mit Plus, Minus mit Minus!

vier Solarmodule in Reihe Bilder: Frey

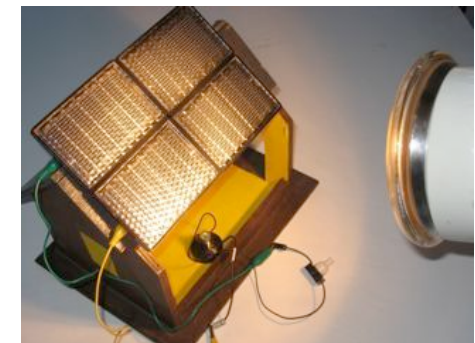
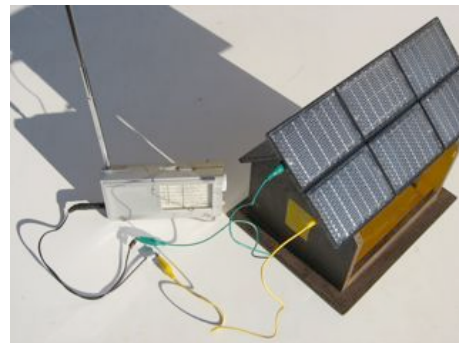
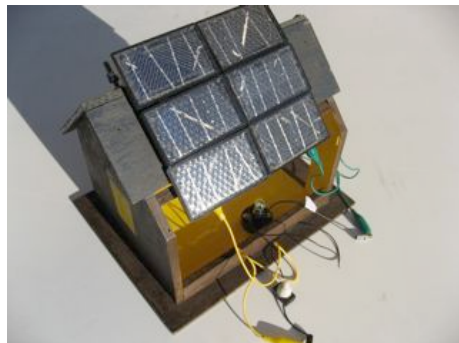
sechs Solarmodule in Reihe



Lämpchen / Radiobetrieb **solar** direkt

Bilder: Frey

oder mit **Kunstlicht** (z.B. mit einer 120 W Strahlerlampe)



3. Lernschritt: Wir erkunden die Photovoltaikanlage auf dem Schulhausdach / bei Familie Sonnenschein

➤ Das Sonnenstromhaus als Modell bildet die Grundlage für das Verstehen einer realen PV-Anlage.




 Mehrere **Solarzellen** bilden ein **Modul**. Mehrere Module werden zu einem **Solargenerator** auf dem Hausdach zusammengeschlossen. Der solare Gleichstrom wird im **Wechselrichter** in den genormten Wechselstrom umgewandelt. Bei neueren Anlagen wird wegen der geringen Vergütung zunächst versucht, möglichst viel von dem Sonnenstrom direkt im Haus zu verbrauchen. Dazu werden auch Stromspeicher eingesetzt, die den Sonnenstrom vom Tag für die Nachtstunden bereitstellen. Nur der Solarstrom, der weder direkt verbraucht noch gespeichert werden kann wird als „Überschussstrom“ an den **Energieversorger** verkauft (**Einspeisezähler**). Über den **Bezugszähler** wird der Reststrom für den Haushalt bezogen, wenn die Sonne nicht oder nicht genügend scheint.

Bild: Frey

LZ 4 Die Schüler sollen die Funktion einer PV – Anlage erklären können

Erarbeitung LZ 4:

➤ Optimal wäre dazu eine

• Photovoltaik-Anlage auf dem Schulhausdach

Bild: Frey



➤ Vorbereitung durch die Lehrkraft: Zuerst selbst die PV-Anlage erkunden und Informationen dazu sammeln (Hausmeister / Fachlehrer / Gemeinde / Betreiber))

➤ Erkunden der PV-Anlage mit den Schülern:

- Vorwissen einsetzen (Modell Sonnenstromhaus) und übertragen
- Wo befinden sich die Solarzellen? Module? Himmelsrichtung? Abschattung? Schrägdach?
- Wie kommt der Sonnenstrom ins Haus?
- Gleichstrom! Brauchen aber Wechselstrom!
- Wo wird der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt? Leitungen und **Wechselrichter** erkunden!

Wechselrichter



- Wohin wird der Sonnenstrom als Wechselstrom geleitet? Wie wird er gemessen? **Einspeisezähler!** **Stromnetz!**
- Wie viel Sonnenstrom (kWh) hat unsere Anlage bis jetzt erzeugt?
- Wie viel aktuell?

Bilder: Frey



Gibt es an der Schule eine **Solarstrom-Anzeigetafel**?

➔ Begriff: **kWh** klären: Kilo = 1000,
1 kW = 1000 Watt = so viel Strom, wie ein Fön (Wasserkocher) mit einer Leistung von 1000 Watt in einer Stunde verbraucht.

➔ Sicher gibt es auch die Möglichkeit, eine PV-Anlage in der Umgebung zu erkunden.

Sicherung und Ausweitung im Sachunterricht:

Folie 4 **PV-Hausbeispiele**

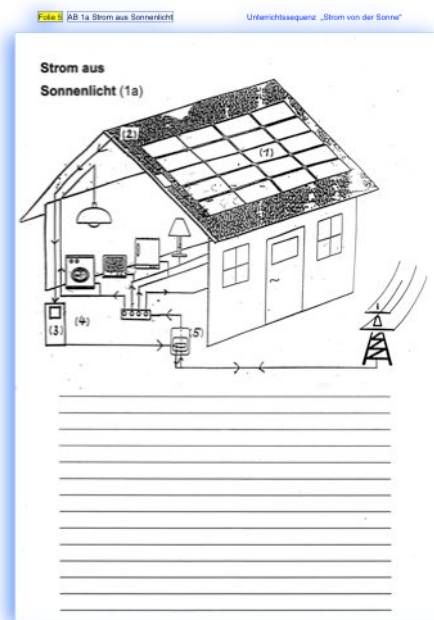
http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_04.pdf

➔ Die Schüler könnten Bilder von PV-Anlagen sammeln oder die PV-Anlage der Schule fotografieren und eine Seite im Sachkundeheft gestalten.

- i** Grundsätzlich gibt es drei Varianten bei PV-Anlagen mit Netzanschluss:
1. Der gesamte Solarstrom wird ins Netz eingespeist (Siehe Fo 5 und 6).
 2. Ein Teil des PV-Stroms wird im Haus verbraucht, der Überschussstrom wird eingespeist (Fo 7 und 8).
 3. Der PV-Strom wird im Haus verbraucht, ein Speicher wird geladen und entladen, der Überschussstrom wird eingespeist (Siehe Fo 16/17 im 4. Lernschritt: Solarhaus mit Speicherung).

Es wird empfohlen, zumindest die Variante den Schülern zu vermitteln, wie sie der PV-Anlage der Schule entspricht. Die weiteren Varianten können zur **Ausweitung** dienen.

Mögliche **grundsätzliche** Vorgehensweise beim **Einsatz der Arbeitsblätter und Folien**:



➔ Die Schüler könnten auf Grund der Erkenntnisse zunächst in Allein-, Partner- oder Gruppenarbeit eigenständig einen Sachtext zur Skizze entwerfen (Deutsch/Texte verfassen).

Schreibanlass: Plakat/Text erstellen zur PV-Anlage in der Schule (Schautafel/Infoblätter)

➔ AB 1a / 2a mit Leerzeilen zum Verfassen der Texte

Quelle der Haus-Skizze: IBC SOLAR AG

1. Variante: **Volleinspeisung**:

Folie 5 **AB 1a Strom aus Sonnenlicht**

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_05.pdf

Folie 6 **AB 1b Strom aus Sonnenlicht**

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_06.pdf

2. Variante: **Eigenverbrauch und Einspeisung**:

Folie 7 **AB 2a Strom aus Sonnenlicht**

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_07.pdf

Folie 8 **AB 2b Strom aus Sonnenlicht**

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_08.pdf

LZ 5 Die Schüler sollen den ungefähren Stromertrag einer PV-Anlage (Einfamilienhaus) nennen können

Erarbeitung LZ 5:

➔ Bei der Arbeit mit den **AB Strom aus Sonnenlicht**

bietet sich eine farbige Gestaltung der Hausskizzen an (Gleichstrom gelb / Wechselstrom blau).

Zudem soll eine Vorstellung davon geschaffen werden, wie viel kWh Solarstrom pro Jahr auf dem Dach eines Einfamilienhauses erzeugt werden können, auch im Vergleich zum durchschnittlichen Jahresverbrauch. Dazu können auch Erkundigungen der Schüler (Interview, Recherchen im Internet..) herangezogen werden. Ein Vergleich mit dem Ertrag der Schulhausanlage wäre ebenso möglich.

Folie 9 **Skizzengestaltung AB Strom aus Sonnenlicht**

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_09.pdf

LZ 7 Die Schüler sollen begründen können, weshalb die PV eine umweltfreundliche Technologie darstellt

Erarbeitung LZ 7: ↗ Die Schüler machen bei den Versuchen und bei der Erkundung wichtige Erfahrungen, die von der Lehrkraft angesprochen und vertieft werden sollten:

i Die Nutzung der Sonnenenergie ist nachhaltig und zukunftsfähig. Alle erneuerbaren Energien sind direkt oder indirekt eine Form der Sonnenenergie. Die Photovoltaik leistet einen wichtigen Beitrag zur Energiewende:

- Erzeugung von Solarstrom ist geräuschlos, ohne Emissionen und ungiftig: Jede kWh Solarstrom vermeidet ca. 500g CO₂ (derzeitiger Strommix) und andere schädliche Emissionen.
- Positive Energiebilanz: Nach etwa 3 – 4 Jahren ist die Energie, die bei der Erzeugung der Anlage verbraucht wurde, wieder hereingeholt!
- Innerhalb der erneuerbaren Energien kann PV vom Bürger selbst dezentral und technisch einfach auf dem Hausdach genutzt werden.

Hinweis: Ausführliche Faktensammlung zur Photovoltaik des Fraunhofer ISE: www.py-fakten.de

↗ Die Energie der Sonne mit den fossilen Energieträgern vergleichen!

Folie 10 Energie der Sonne nutzen

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_10.pdf

↗ Wie kann die Energie der Sonne genutzt werden?

Folie 11 Wie Sonnenenergie nutzen?

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_11.pdf

↗ Was bringt die PV für die Umwelt?

Folie 12 Solarstrom-umweltfreundlich

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_12.pdf

Die Energie der Sonne nutzen!!!

Unsere Ressourcen

In 45 Minuten strahlt die Sonne so viel an Energie auf die Erde, wie die gesamte Menschheit in einem Jahr verbraucht!

5 Milliarden Jahre!

»Energiewende - was kann ich tun?«

Wie kann die Energie der Sonne genutzt werden?

Wärme	Strom	Strom + Wärme
direkt	Tag und Nacht	indirekt
Tag		gespeichert

Erdoğan, pekkol / Fachr: University of Lübeck / Wissenschaftszentrum / Solarstrahlungs-Frey / Photovoltaik-Frey / Wissenschaftszentrum / Empowering Designpartner e.V. / Windkraft: Institut für Umwelttechnik / Solar: Fachbereich Biologie / Institut für Umwelttechnik / Fraunhofer ISE / Fraunhofer ISE

Was bringt Photovoltaik für die Umwelt?

Kann mehr Strom erzeugen als das Haus verbraucht!

2,5 t CO₂ Jahr für Jahr

10 qm Solarzellen	→ 1000 kWh/Jahr	→ 500 kg CO ₂ /Jahr weniger
50 qm Solarzellen	→ 5000 kWh/Jahr	→ 2,5 t CO ₂ /Jahr weniger

125 Bäume auf dem Hausdach !!

CO₂ Einsparung pro Jahr:

- 1 Baum = 20 kg
- 1 kWp = 500 kg = 25 Bäume
- 5 kWp = 125 Bäume

Folien: Frey

Material zum 4. Lernschritt: Solar-Hausmodell, solares Batterieaufladegerät, wiederaufladbare Akkus, Radio, Lämpchen

Hinweise: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

4. Lernschritt: Solarhaus mit Stromspeicherung

LZ 8 Die Schüler sollen die Möglichkeit der Stromspeicherung erklären können

Erarbeitung LZ 8:

• Photovoltaik-Anlagen ohne Netzanschluss mit Stromspeicher



Es gibt Gebäude ohne Anschluss an ein öffentliches Stromnetz: Berghütten, Gartenhäuschen, abgelegene Wochenendhäuser.

➤ Wie könnten diese mit Strom versorgt werden?

Die Schüler kennen bereits die direkte solare Stromversorgung.

➤ Was ist, wenn die Sonne nicht scheint?

Diese Frage bleibt zu Recht nicht aus. Auch hier entwickeln die Schüler Ideen: Wir bräuchten einen **Stromspeicher**! Eine Batterie! Zur Demonstration kann man ein **solarbetriebenes Batterieaufladegerät** in das Hausmodell einbauen.



➤ Zunächst kann das Ladegerät **ohne** Akkus bei Sonne / Kunstlicht **direkt** für den Radiobetrieb verwendet werden.

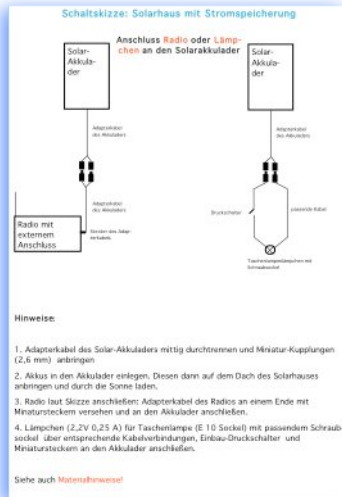
Der Sonnenstrom soll **gespeichert** werden:

➤ Akkus einlegen und in der Sonne aufladen lassen.



➤ Wenn es dunkel wird, schalten wir das **Licht** (z. B. Außenbeleuchtung) ein, indem wir ein Batterielämpchen anschließen oder wir verwenden das **Radiogerät**.

Bilder: Frey



Bilder und Skizze: Frey

Folie 13 Schaltskizze Solarhaus mit Stromspeicher

Folie 14 Skizze - Solarhaus ohne Netzanschluss

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_13.pdf

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_14.pdf



Bei einer derartigen autarken Stromversorgung gibt es spezielle Geräte, die mit Gleichstrom betrieben werden können. Wenn man einen Wechselrichter dazwischenschaltet, können auch die üblichen Haushaltsgeräte auf Wechselstrombasis verwendet werden.

Folie 15 Berghütte – solare Stromversorgung

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_15.pdf



Bild: copyright by REC

• Photovoltaik-Anlagen mit Netzanschluss und Stromspeicher



Die Vergütung des ins Netz eingespeisten Solarstroms ist bei Neuanlagen inzwischen deutlich geringer als die Kosten für den Bezugsstrom. Deshalb ist es vorteilhaft, möglichst viel Solarstrom direkt im Haus selbst zu verbrauchen: Geschirrspüler und Wäschetrockner dann einschalten, wenn die Sonne scheint, ebenso das Elektroauto laden. Dies kann sogar automatisch über eine Steuerung erfolgen.

- Ein Stromspeicher erhöht zusätzlich den Eigenverbrauch, indem der Solarstrom auch für den Abend, die Nacht und den Morgen genutzt werden kann. Zudem wird das Stromnetz entlastet, da solare Stromspitzen in der Mittagszeit abgebaut werden können.



Skizze: Frey

Folie 16 AB 3a Solarhaus - Netzanschluss mit Stromspeicher

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_16.pdf

Folie 17 AB 3b Solarhaus - Netzanschluss mit Stromspeicher

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_17.pdf

Folie 18 Stromspeicher

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_18.pdf




Stromspeicher im Keller eines Einfamilienhauses

Animation zur Speichertechnik:

<https://www.eon.de/pk/de/solar/stromspeicher.html?sea=s14-121015&qclid=CJyegJGDz8gCFYllwwodyQgAgQ>

Ausweitung: PV-Anlage nachgeführt

 Nicht nur Stromspeicher erhöhen den Eigenverbrauch des Solarstroms. Wenn Solarmodule flexibel nach der Sonne ausgerichtet werden, ergibt sich ein über den Tagesverlauf annähernd ein gleichmäßiger Stromfluss zur Versorgung der Elektrogeräte im Haus. Auch zur optimalen Stromausbeute (bis zu 30% mehr Gesamtertrag) können PV-Anlagen so konstruiert werden, dass sie dem Lauf der Sonne folgen: Die Strahlen treffen permanent nahezu senkrecht auf die Solarzellen. Dabei gibt es verschiedenen Möglichkeiten:

Nachführung einachsig: Die Module stellen sich flach bzw. steil je nach Stand der Sonne oder drehen sich (entweder vertikale oder horizontale Bewegung) oder

Nachführung zweiachsig: Die Module stellen sich flach bzw. steil je nach Stand der Sonne und drehen sich zusätzlich in Richtung Sonne (vertikal und horizontal).



Bilder: Frey



Nachführung eines Gebäudes oder Daches:

Die PV-Anlage ist fest installiert, das Rundgebäude oder das Dach alleine drehen sich insgesamt mit dem Tageslauf der Sonne.


Bild: Frey



Bild: r o l f d i s c h

Das **Heliotrop** von Architekt Ralf Disch, Freiburg

Das Haus, das 1994 bezogen wurde, ist als Experimentierhaus errichtet worden. Die architektonische Grundform einer drehbaren Säule aus Holz und Glasflächen ermöglicht es dem Gebäude, über die PV-Anlage die Sonneneinstrahlung optimal zu nutzen, durch die Rotation des Hauses ist die Anpassung an den jeweiligen Sonnenstand abhängig von den Erfordernissen der aktuellen Jahreszeit möglich.

 Die Schüler kennen den scheinbaren Lauf der Sonne. Die grundlegenden Experimente mit den Solarzellen könnten als **Impuls** dienen: **Wer kann sich ein optimales Solarhaus oder eine optimale PV-Anlage ausdenken?**


Evtl. Lösungen: Solarmodellhaus auf Drehscheibe stellen. Drehbaren Turm mit verstellbarem Solarmodul basteln!

Bildbeispiele dazu:

Folie 19 PV-Anlagen nachgeführt

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_19.pdf

Ausweitung: solare Mobilität

 Elektrofahrzeuge sind dann besonders umweltfreundlich, wenn sie mit Ökostrom fahren. Über eine PV-Anlage können sie tagsüber direkt mit Sonnenstrom geladen werden. Bei Solaranlagen mit geringer Einspeisevergütung ist das auch finanziell ein Vorteil, weil weniger teurer Strom aus dem Netz gekauft werden muss.



Mittelschule Hirschau

direkt laden mit Sonnenstrom vom eigenen Hausdach oder/und mit dem Lehrer E-Auto während des Unterrichts an der Solar-Ladestation der Schule

Bilder: Frey

Folie 20 Elektro-Mobilität solar

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_20.pdf



➔ Die Schüler können mit Solar-Minicars experimentieren, die über Solarzellen bei direkter Sonne angetrieben werden.



Dieses Solarminicar wird von einem Energiespeicher (Kondensator) angetrieben. Dieser kann entweder über eine Solarzelle oder über eine Batterie (E-Ladestation) geladen werden. Dieses Lernmaterial veranschaulicht zutreffend die solare Mobilität entsprechend der realen Anwendung. Siehe: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf



Besonders beliebt ist bei Schülern, wenn sie ein E-Mobil „erfahren“ können wie hier während einer Runde auf dem Schulhof:
„Da hört man ja nichts! Der zieht aber ab! Wo ist denn der Auspuff?“

Bilder: Frey

Vertiefung und Sicherung im fächerübergreifenden Unterricht und im Schulleben:

➔ **Mathematik:**

- Wie viel CO₂ wird durch eine PV-Anlage mit 1000 kWh, 2000 kWh, Jahresertrag Solarstrom jährlich vermieden? Lebensdauer der Anlage mindestens 30 Jahre! Tabelle erstellen!
- Wie viel CO₂ wurde/wird durch die PV Anlage des Schulhauses eingespart?
- Wir lesen die Erträge regelmäßig ab und erstellen eine **Dokumentation** für die Öffentlichkeit (Schulaula), evtl. auch Schaubilder/Diagramme.

➔ **Medienkompetenz:**

- Wir geben die Erträge der PV-Anlage regelmäßig in eine **PV-Datenbank** ein und vergleichen die Erträge mit anderen Anlagen.
<http://www.pv-ertraege.de/>
- Wir entdecken Photovoltaik-Anlagen in der Umgebung, fotografieren sie und gestalten ein **Plakat**.
- Wir informieren uns über Solarenergie und gestalten **Schaubilder**.
- Wir setzen kindgemäß gestaltete **Trailer zur Photovoltaik** ein, die im Internet angeboten werden, z.B.: „Sunny Bear und Solarinchen“ unter <http://www.solar-is-future.de/kids/> .
- Wir nutzen **Büchereien, Medienzentren** bei der Suche nach Angeboten zu „Strom von der Sonne“.

Hitzetage

Es war, als hätt' die Sonne
die Erde heiß berührt,
dass jede Regentonnen
den Schuldenstand verspürt.

Kein Wind bestrich die Hügel,
Turbinen standen stumm,
es drehte sich kein Flügel,
der See ein Vakuum.

Doch uns're PV-Zellen
hoch oben auf dem Dach,
die liebten Lichterwellen
und schafften tausendfach.

Bilder: Frey

➔ **Deutsch:**

- Wir suchen / entwerfen Sachtexte zur Photovoltaik (Siehe S.13/Fo3).



Bilder: Frey

- Wir suchen / entwerfen Gedichte und Sprüche zur Energie von der Sonne.

Quelle: www.climatesongs.com

z.B.: „Strom aus Sonne das ist prima – schont die Umwelt und das Klima“

Quelle: <http://www.solarportal24.de/news.php>

- Wir **zeigen** und **erklären** anderen Schülern oder den Eltern die Photovoltaikanlage der Schule.
- Wir informieren an einem **Infostand** über die Solarenergie (Lernen durch Lehren) z.B. am Tag der offenen Tür (Bild: Energietag Schule Ensdorf).





Bild: Frey

- Wir halten **Referate zur Solarenergie**



- Wir lesen Texte zu Strom von der Sonne, z.B. eine Ganzschrift.

Siehe: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf Seite 4!

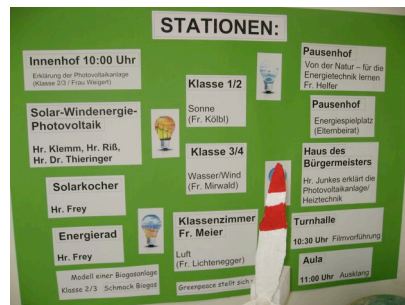
Bild: Verlag Kinderleicht Wissen

- Teilnahme an der jährlichen **Woche der Sonne** www.woche-der-sonne.de
Hier kann die **Zeitung für Solarenergie** kostenlos für alle Schüler bezogen werden mit ansprechenden Bildern und Texten zur Auswertung!
- Teilnahme am **Tag der Erneuerbaren Energien** <http://www.energietag.de/>

Ausweitung: Energieschule

Die Schule fasst den Beschluss, das Thema Energie schwerpunktmäßig in den Unterricht und in das Schulleben zu integrieren.

Als Ergebnis der schulischen Aktivitäten könnte ein **Energietag** für die gesamte Schule sowie für die Öffentlichkeit veranstaltet werden, möglichst mit Präsentationen durch die Schüler selber sowie unter Beteiligung externer Fachleute.



Energieschule Hohenburg

Bilder: Frey

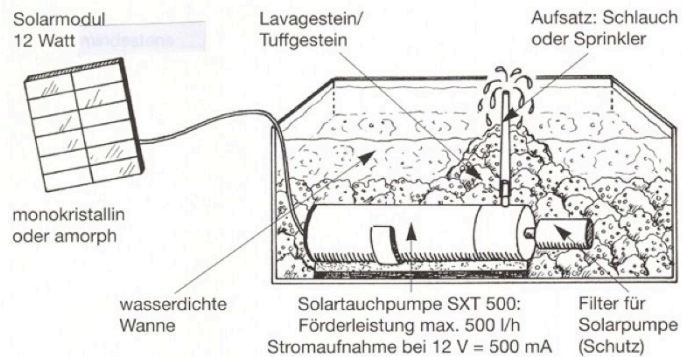
Siehe: <http://www.vs-hohenburg.de/index.php/energieschule>

5. Lernschritt: weitere PV-Anwendungen

LZ 9 Die Schüler sollen weitere alltagstaugliche Anwendungsmöglichkeit der PV aufzählen können

- **Solarenergie im Klassenzimmer:**

Baubeschreibung Luftbefeuchter (Beispiel)



➤ Trockene Luft im Klassenzimmer? Dann ein **Luftbefeuchter**, aber solarbetrieben:

i Solarpumpensets gibt es in großer Auswahl. Die Leistung des Solarmoduls sollte etwa 10 Watt betragen. Die volle Leistung ergibt sich, wenn das Modul außerhalb des Fensters im Klassenzimmer angebracht werden kann. Für „Dauerbetrieb“ wäre ein Set mit Akku zu empfehlen!

Bild: Verlag Auer



Bild:

Sets mit Akku <http://www.solarversand.de/>
solarversand

Siehe dazu: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

- **weitere alltagstaugliche Anwendungen der PV-Technik**

➤ Die Schüler bringen Beiträge über **solare Kleingeräte** oder sonstige Anwendungen aus ihrem Erfahrungsbereich.

i Teils wird ein teurer Netzanschluss vermieden, teils das Auswechseln verbrauchter Batterien (**Umweltschutz**).

Beispiele: **Solaruhren, Solarwaagen, Solarleuchten, solare Wasserpumpen, solare Parkscheinautomaten, Solarladegeräte**

Bildbeispiele dazu S.2 der Hinweise: http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf



Parkscheinautomat solar Bild: Frey

Folie 21 PV-Anwendungen 1

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_21.pdf

Folie 22 PV-Anwendungen 2

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_22.pdf

➤ Die Schüler bringen solare Kleingeräte für eine **Ausstellung** mit. Es könnte auch ein Plakat mit entsprechenden Bildern aus Katalogen oder aus dem Internet gestaltet werden!

➤ Gibt es an der Schule einen Gartenteich? Hier könnte eine **solarbetriebene Pumpe** mit Springbrunnen installiert werden. Wird das PV-Modul drehbar aufgeständert, könnten die Schüler die grundlegenden Versuche von Lernschritt 1 auch hier durchführen.

LZ 10 Die Schüler sollen Freude an Solartechnik haben

- **Mit Solarspielzeug die Kraft der Sonne erleben:**



➤ z.B. im **Werkunterricht** ein **Sonnenschiffchen** basteln (Solar-Demo-Set kann verwendet werden)

Bild: Frey

Anleitung Solarschiff:

<http://www.klimanet4kids.baden-wuerttemberg.de/pages/info/soschiff.htm>

oder ein



➤ **Solartrike**

Bastelset: http://www.koenen-kreativ.de/catalog/product_info.php?products_id=1174&osCsid=d9jrt72p0tglmpljk84ptpc96

Bild: Frey

oder einen

➤ Solar-Hubschrauber



Schüler der Mittelschule Krötensee (Sulzbach-Rosenberg) präsentieren ihre Produkte.

Bild: Wessely

oder das Spiel



➤ „Der heiße Draht“!

Ein solarbetriebenes Spiel zur Förderung von Konzentration und Geschicklichkeit bereichert das Schulleben!

Bild: Frey

➤ **Fantastische Figuren** im **Kunstunterricht** entwerfen!



Dreht sich in der Sonne geräuschlos!

Motor aus dem Solar-Demo-Set in/an einem Holzbrettchen befestigen, an der Achse des Motors eine Phantasiefigur (aus Federn, Drähten, Papier.....) gestalten, Solarzelle anschließen!

Bilder: Frey




➤ **Solarminicars, Solargrille...**

Hinweise und weitere Beispiele:

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV03_Hinweise.pdf

6. Lernschritt: Solarthermische Großkraftwerke

 Es gibt **Stromkraftwerke**, die nicht über Solarzellen, sondern über die **Wärmewirkung der Sonnenstrahlen** Strom erzeugen:



- **Parabolrinnenkraftwerke**

Aktuell: Sahara Projekt Desertec

Bild:kjkolb

Folie 23 Parabolrinnenkraftwerk

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_23.pdf



- **Paraboloidkraftwerke**

Bild: DLR (CC-BY 3.0)

Folie 24 Paraboloidkraftwerk

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_24.pdf



- **Aufwindkraftwerke**

Bild: Schlaich Bergermann Solar

Folie 25 Aufwindkraftwerk

http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_25.pdf

- **Solar-Turmkraftwerke**



Bild: Torresol O&M

Folie 26 Solar-Turmkraftwerk

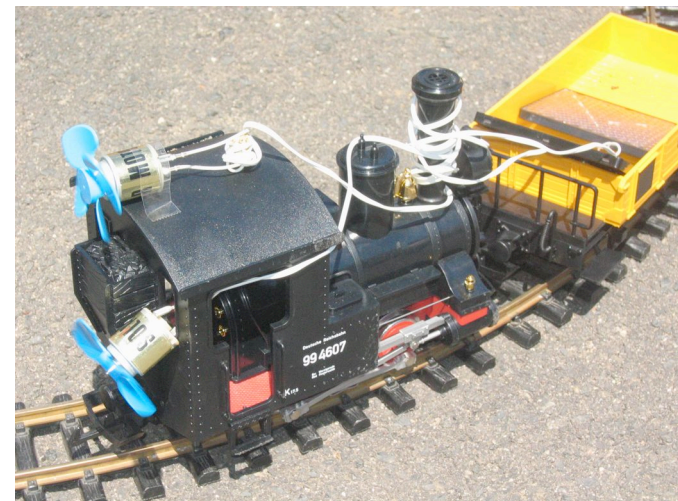
http://www.solar-im-unterricht.de/solar/Photovoltaik/PV04_Folien/Fo_26.pdf

ENDE DER SEQUENZ!

Schüler sind von Solarenergie begeistert! (Energieschule Ammerthal) Bilder: Frey



VIEL SPASS MIT STROM VON DER SONNE !



Schüleridee: Lockantrieb mit solarer Unterstützung!
(Energietag an der Jahnschule in Sulzbach-Rosenberg)