

# PROFI: eco Power

- Begleitheft
- Activity booklet
- Manuel d'accompagnement
- Begeleidend boekje
- Cuaderno adjunto
- Folheto

**fischertechnik** 

**(D)** INHALT

1. Öko Power – Energie aus erneuerbaren Energiequellen	S. 2
2. Der Begriff Energie	S. 2
3. Energie aus Wasser	S. 3
3.1 Die Bewegungsenergie des Wassers	
3.2 Strom aus Wasserkraft	
4. Windenergie	S. 4
Die Windkraftanlage	
5. Solarenergie	S. 4
5.1 Die Solarzelle	
5.2 Reihenschaltung von Solarzellen	
5.3 Parallelschaltung von Solarzellen	
5.4 Antiparallelschaltung von Solarzellen	
6. Speicherung elektrischer Energie	S. 8
6.1 Energiespeicher Goldcap	
6.2 Laden des Goldcaps mit Solarenergie	
6.3 Laden des Goldcaps mit Windenergie	
7. Wie geht es weiter?	S. 9

**(GB+USA)** CONTENTS

1. Eco Power – Energy from Renewable Energy Sources	P. 10
2. The Term Energy	P. 10
3. Energy from Water	P. 11
3.1 The Kinetic Energy of Water	
3.2 Electric Power from Water power	
4. Wind Energy	P. 12
The Wind Power Plant	
5. Solar Energy	P. 12
5.1 The Solar Cell	
5.2 Series Connection of Solar Cells	
5.3 Parallel Connection of Solar Cells	
5.4 Antiparallel Connection of Solar Cells	
6. Storing Electric Energy	P. 16
6.1 Goldcap Energy Storage	
6.2 Charging the Goldcap with Solar Energy	
6.3 Charging the Goldcap with Wind Energy	
7. What's Next?	P. 17

**(F)** SOMMAIRE

1. Eco Power – L'énergie produite par des sources d'énergie renouvelables	P. 18
2. Qu'est-ce que l'énergie ?	P. 18
3. L'eau : l'énergie hydraulique	P. 19
3.1 L'énergie cinétique de l'eau	
3.2 L'électricité produite par la force hydraulique	
4. Le vent : l'énergie éolienne	P. 20
La centrale éolienne	
5. Le soleil : l'énergie solaire	P. 20
5.1 La cellule photovoltaïque (photopile)	
5.2 Montage de photopiles en série	
5.3 Montage de photopiles en parallèle	
5.4 Montage antiparallèle de photopiles	
6. Stocker de l'énergie électrique	P. 24
6.1 L'accumulateur d'énergie Goldcap	
6.2 Charger le Goldcap grâce à l'énergie solaire	
6.3 Charger le Goldcap grâce à l'énergie éolienne	
7. Et maintenant ?	P. 25

**(NL)** INHOUD

1. Eco Power – Energie uit regeneratieve energiebronnen	P. 26
2. Het begrip energie	P. 26
3. Energie uit water	P. 27
3.1 De bewegingsenergie van het water	
3.2 Stroom uit waterkracht	
4. Windenergie	P. 28
De windkrachtinstallatie	
5. Zonne-energie	P. 28
5.1 De zonnecel	
5.2 Serieschakeling van zonnecellen	
5.3 Parallelschakeling van zonnecellen	
5.4 Anti-parallelschakeling van zonnecellen	
6. Opslag van elektrische energie	P. 32
6.1 Energieopslag Goldcap	
6.2 Laden van de Goldcap met zonne-energie	
6.3 Laden van de Goldcap met windenergie	
7. Hoe nu verder?	P. 33

**(E)** CONTENIDO

1. Eco Power – Energía a partir de fuentes de energía renovables	P. 34
2. El término Energía	P. 34
3. Energía a partir de agua	P. 35
3.1 La energía cinética del agua	
3.2 Corriente a partir de energía hidráulica	
4. Energía eólica	P. 36
La instalación de energía eólica	
5. Energía solar	P. 36
5.1 La célula solar	
5.2 Conexión en serie de células solares	
5.3 Conexión en paralelo de células solares	
5.4 Conexión en antiparalelo de células solares	
6. Acumulación de energía eléctrica	P. 40
6.1 Acumulador de energía Goldcap	
6.2 Cargar el Goldcap con energía solar	
6.3 Cargar el Goldcap con energía eólica	
7. ¿Cómo seguir?	P. 41

**(P)** CONTÉUDO

1. Eco Power – Energia proveniente de fontes energéticas renováveis	P. 42
2. O conceito de energia	P. 42
3. Energia vinda da água	P. 43
3.1 A energia cinética da água	
3.2 Corrente proveniente da força hidráulica	
4. Energia eólica	P. 44
A Central eólica	
5. Energia solar	P. 44
5.1 A célula solar	
5.2 Conexão em série de células solares	
5.3 Conexão paralela de células solares	
5.4 Conexão antiparalela de células solares	
6. Armazenagem de energia elétrica	P. 48
6.1 Acumulador de energia Goldcap	
6.2 Carregar o Goldcap com energia solar	
6.3 Carregar o Goldcap com energia eólica	
7. E agora?	P. 49

## 1. Öko Power– Energie aus erneuerbaren Energiequellen

Wir alle benötigen tagtäglich riesige Mengen an Energie. Betrachten wir dazu einmal einen ganz normalen Tagesablauf:

Morgens werden wir von unserem Radiowecker geweckt. Dieser bezieht den Strom natürlich aus der Steckdose. Wir stehen auf, schalten die elektrische Beleuchtung ein, duschen mit warmem Wasser, das von der Zentralheizung mit Öl oder Gas erhitzt wurde. Danach trocknen wir uns die Haare mit dem elektrischen Fön. Die Zentralheizung hat auch bereits die Wohnung beheizt, damit wir beim Frühstück nicht frieren. Das Wasser für den Tee wurde auf dem Elektro- oder Gasherd zum Kochen gebracht. Die Butter wurde über Nacht im Kühlschrank gelagert und ist deshalb ordentlich fest. Während des Frühstücks schalten wir selbstverständlich das Radio oder den Fernseher ein, damit wir nicht gleich wieder einschlafen.

Zur Schule fahren wir dann mit dem Bus oder dem Auto, die Treibstoff brauchen. So könnten wir jetzt unbegrenzt weiter beschreiben, wofür wir Energie benötigen. Die Liste würde endlos lang werden. Kurz und gut, wir benötigen unheimlich viel Energie.

Und wo kommt diese Energie her? Ein Großteil davon wird aus den fossilen Brennstoffen Öl, Gas und Kohle gewonnen. Auch aus Kernenergie wird ein großer Teil unseres Bedarfs gedeckt. Doch diese Arten der Energiegewinnung haben entscheidende Nachteile:

- Die fossilen Brennstoffvorräte auf der Erde sind begrenzt
- Bei der Verbrennung von Öl und Kohle entstehen Schadstoffe, die die Umwelt verschmutzen, sowie CO<sub>2</sub>, das für die ständige Erwärmung der Erdatmosphäre (Treibhauseffekt) verantwortlich ist.
- Die Kernenergie birgt trotz hoher Sicherheitsstandards die Gefahr eines radioaktiven Unfalls. Außerdem entstehen radioaktive Abfälle, die noch viele tausend Jahre Radioaktivität ausstrahlen.

Grund genug also, sich nach Alternativen umzusehen, die umweltfreundlich und möglichst unbegrenzt vorhanden sind. Diese alternativen Energieformen gibt es sehr wohl. Man spricht in diesem Zusammenhang von regenerativen (erneuerbaren) Energien. In unserem Profi-Baukasten Öko Power betrachten wir die Energiegewinnung aus Wasser, Wind und Sonne. Anhand zahlreicher Modelle sehen wir, wie man daraus Strom erzeugen, speichern und schließlich auch fischertechnik-Modelle antreiben kann. Viel Spaß.

## 2. Der Begriff Energie

Dauernd reden wir von Energie, aber was verstehen wir eigentlich darunter und wie können wir sie messen?

Unter Energie verstehen wir die Fähigkeit eines Körpers, Arbeit zu verrichten. Die Maßeinheit, mit der Energie und Arbeit gemessen werden, heißt Joule (J).

Es gibt verschiedene Energieformen, z. B.:

- **Bewegungsenergie**, das ist die Energie, die frei wird, wenn sich ein Körper bewegt.
- **Lageenergie**, das ist die Energie, die ein Körper besitzt, wenn er in einer bestimmten Höhe liegt.
- **Elektrische Energie**, in Form von elektrischem Strom und Spannung.

Elektrische Energie oder Arbeit drückt man auch in KiloWattStunden (kWh) aus.

Kilo=1000, Watt=Leistung, Stunde=Zeit, über die die Leistung erbracht wird.

### Beispiel:

Eine Glühlampe hat eine Leistung von 100 Watt. Sie brennt über 10 Stunden. Die Energie, die dazu benötigt wird, beträgt:

$$100\text{W} \cdot 10\text{h} = 1000\text{Wh} = 1\text{kWh}$$

Um zu veranschaulichen, wieviel Energie eine kWh beinhaltet, führen wir folgendes Experiment durch:

Ein Fahrraddynamo hat eine Leistung von 3 Watt. Bei eingeschaltetem Dynamo wird die Bewegungsenergie des Rades in elektrische Energie umgewandelt.

### Aufgabe 1:

Wieviel Energie wird bei einer Stunde Fahrt umgesetzt?

#### Lösung:

$$\text{Energie} = 3\text{W} \cdot 1\text{h} = 3\text{Wh} = 0,003\text{kWh}$$

### Aufgabe 2:

Wie lange muss man Fahrrad fahren, um 1kWh (1000Wh) umzusetzen?

#### Lösung:

Aus der Formel  $\text{Energie} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$  leiten wir ab:

$$\text{Zeit in Stunden} = \text{Energie} / \text{Leistung} = 1000\text{Wh} / 3\text{W} = 333,33\text{h}$$

333,33h entsprechen 13,88 Tagen. Das heißt, wir müssten ununterbrochen fast 14 Tage mit dem Fahrrad fahren, um die Energie von 1kWh umzusetzen, die unsere Glühbirne aus dem vorhergehenden Beispiel benötigt, um 10 Stunden zu brennen.

Wenn wir jetzt noch berücksichtigen, dass eine 4-köpfige Familie im Schnitt einen Energiebedarf von ca. 4.000 kWh pro Jahr hat, dann kommen wir schnell zu der Erkenntnis, dass wir bei der Suche nach umweltfreundlichen Energien mit Fahrrad fahren allein nicht weit kommen. Wenden wir uns also lieber anderen Energiequellen zu.

## 3. Energie aus Wasser

### 3. 1. Die Bewegungsenergie des Wassers

Schon seit Hunderten von Jahren nutzt der Mensch die Bewegungsenergie des Wassers, um damit direkt Maschinen anzutreiben.

#### Aufgabe 1:

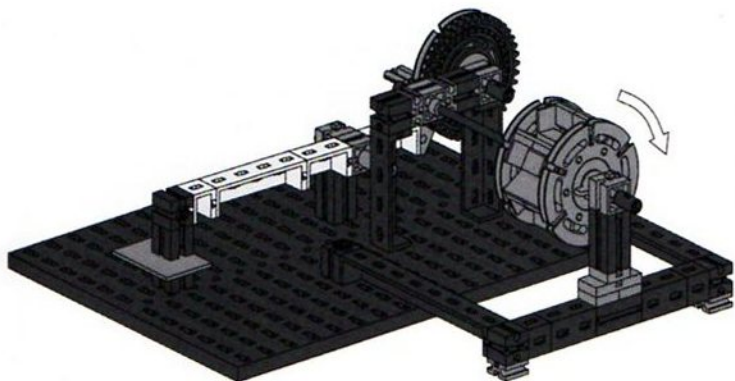
Welche Maschinen fallen dir ein, die direkt durch Wasserkraft angetrieben werden?

#### Lösung:

- Wassermühle
- Sägewerk
- Hammerschmiede

Bei allen Maschinen ist das Antriebsprinzip das gleiche. Das Wasser wird auf ein Wasserrad geleitet, das Rad dreht sich und die Bewegung wird direkt auf die jeweilige Maschine übertragen.

Zur Verdeutlichung dieses Antriebsprinzips baust du nun das Modell einer Hammerschmiede auf (siehe Bauanleitung S. 4).



Das Wasserrad kannst du unter einen Wasserhahn halten. Beachte die in der Bauanleitung angegebene Drehrichtung des Rades.

Mit solchen Hammerschmieden wurde früher Eisen, das zuvor zum Glühen gebracht wurde, geschmiedet.

#### Aufgabe 2:

Worin liegen die Nachteile dieser Form der Nutzung von Wasserenergie?

#### Lösung:

- Die Energie kann nur dort genutzt werden, wo das Wasser fließt (an Flüssen oder Bächen). Sie kann nicht an andere Orte transportiert werden.
- Die Energie kann nicht gespeichert werden. Sie muss sofort genutzt werden, wenn sie zur Verfügung steht.
- Die Energie steht nur für einen begrenzten Einsatzzweck zur Verfügung (Antrieb einiger Maschinen).

#### Aufgabe 3:

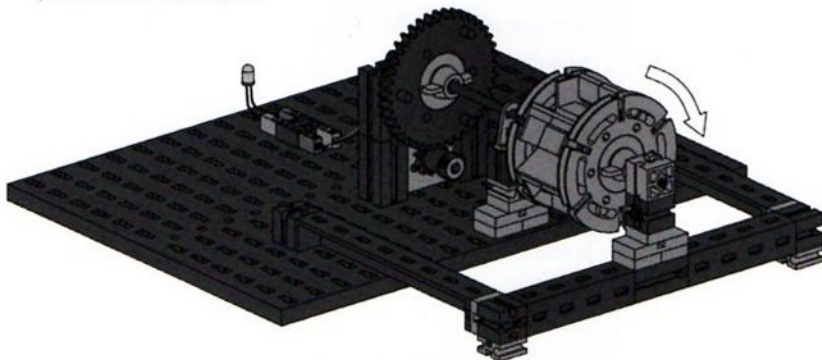
Wie wird heute Wasserkraft genutzt?

#### Lösung:

Man erzeugt mit Wasserkraft Strom, der für beliebige Nutzung zur Verfügung steht.

### 3.2 Strom aus Wasserkraft

Um zu sehen, wie das funktioniert, baust du das Modell Wasserturbine (siehe Bauanleitung S. 7) auf.



Der Solar-Micromotor wird dabei als Generator verwendet. Dreht man die Welle des Motors, wird mit Hilfe des im Motor vorhandenen Magnetfeldes eine Spannung erzeugt, die an den Anschlüssen des Motors abgegriffen werden kann. Schließen wir daran die grüne LED an, fließt Strom und die LED leuchtet. Da sich die Motorwelle sehr schnell drehen muss, wird die Bewegung des Wasserrads, bzw. des Turbinenrads, im Verhältnis 1:4 übersetzt. Halte das Wasserrad wieder unter einen Wasserhahn und lass das Rad so schnell drehen, dass die LED leuchtet. Beachte wieder die Drehrichtung.

#### Achtung!

- Dieser Versuch eignet sich bestens dazu, die Küche oder das Badezimmer unter Wasser zu setzen. Das macht zwar riesigen Spaß, könnte aber unangenehme Folgen haben, da Eltern in solchen Fällen oft seltsam reagieren. Wenn der Wasserstrahl seitlich auf die Schaufeln der Wasserturbine auftrifft, hält sich der Spritzwasseranteil in Grenzen und das Rad dreht sich dabei ideal.
- Der Motor ist so angeordnet, dass er bei sorgfältigem Umgang mit dem Modell nicht nass wird. Ein paar Spritzer Wasser machen ihm auch nichts aus. Allerdings sollte er nicht direkt unter den Wasserhahn gehalten oder ins Wasser getaucht werden.
- Die LED ist ausschließlich dafür gedacht zu zeigen, wie mit dem Solar-Micromotor Strom erzeugt werden kann. Sie eignet sich nicht für die Beleuchtung herkömmlicher Fischertechnik Modelle. Sie darf maximal mit 2V Spannung betrieben werden. Bei höherer Spannung geht sie sofort kaputt. Sie darf auf keinen Fall an eine 9V Fischertechnik-Stromversorgung angeschlossen werden.

**Aufgabe 1:**

Wo liegen die Vorteile dieser Art der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen wie Öl oder Kohle?

**Lösung:**

Bei dieser Art der Stromerzeugung entstehen keine umweltschädlichen Abgase.

**Aufgabe 2:**

Auf welche Weise muss trotzdem in die Umwelt eingegriffen werden, um die Wasserkraft nutzen zu können?

**Lösung:**

Es müssen Staumauern an Seen oder Flüssen errichtet werden, damit zum einen immer genügend Wasser für die Stromgewinnung zur Verfügung steht und zum anderen genügend Fallhöhe vorhanden ist, die dem Wasser die notwendige Bewegungsenergie verleiht, um die Turbine anzutreiben.

**Aufgabe 3:**

In welchen Regionen wird auf diese Art bevorzugt Strom erzeugt und warum?

**Lösung:**

- In Gebirgsregionen, weil dort z. T. ganze Täler mit riesigen Staumauern aufgestaut werden können und das Wasser mehrere hundert Meter in die Tiefe stürzen kann und daher eine gewaltige Bewegungsenergie zum Antrieb von Turbinen zur Verfügung steht.
- An Flüssen mit natürlichen Höhenunterschieden, wo das Wasser ebenfalls aufgestaut werden kann.
- An der Nordsee, wo in Gezeitenkraftwerken Ebbe und Flut zur Stromerzeugung aus Wasser genutzt werden.

Auch dabei verwenden wir den Motor als Generator zur Stromerzeugung und die LED als Anzeige dafür, dass es tatsächlich funktioniert.

**Hinweis:**

Wichtig ist, dass der blaue Rotor seitenrichtig auf der roten Aufnahme montiert wird, damit er den bestmöglichen Wirkungsgrad erzielt. Auf einer Seite eines Rotorblattes befindet sich ein kleiner Fisch. Dieses Symbol muss in Richtung des Motors zeigen.

Hält du nun einen Fön oder Tischventilator vor den Rotor, beginnt er sich zu drehen, bekommt ordentlich Fahrt drauf und die LED beginnt zu leuchten.

Dieses Modell benötigen wir später noch, wenn wir das Thema Speichern von Energie behandeln. Du kannst es aber ruhig abbauen, es ist in kurzer Zeit wieder aufgebaut.

**Aufgabe:**

Dass diese Art der Energiegewinnung ebenso umweltfreundlich wie die Wasserenergie ist, weil keine schädlichen Abgase entstehen, ist klar. Aber welche Nachteile weist die Windkraft auf gegenüber Wasserkraft oder konventioneller Energiegewinnung aus Öl oder Kohle?

**Lösung:**

- Strom kann nur erzeugt werden, wenn Wind weht. Der Wind kann nicht, wie das Wasser in einem Stausee, gestaut und bei Bedarf abgerufen werden.
- Die Windkraftanlagen, so behaupten Kritiker, würden die Landschaft verschandeln, weil sie natürlich immer im offenen Gelände stehen, wo sie weithin sichtbar sind.

## 4. Windenergie

Windkraft stellt eine weitere Art der Stromerzeugung aus regenerativer Energie dar. In vielen Gegenden herrscht ständig Wind. Die Bewegungsenergie der Luft kann wiederum genutzt und in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Diese Art der Energiegewinnung wollen wir anhand des Modells Windkraftanlage verdeutlichen (siehe Bauanleitung S. 10):

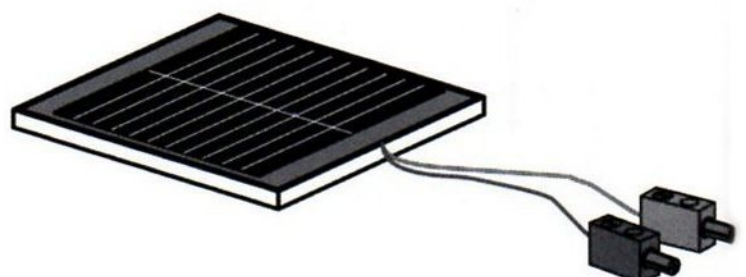


## 5. Solarenergie

Würde man alle fossilen Brennstoffvorräte (Holz, Kohle, Erdöl, Gas) der Erde für die Energieerzeugung verbrennen, fiele eine Energiemenge an, die von der Sonne in lediglich drei Tagen auf die Erde einstrahlt. Diesen gewaltigen und zugleich unerschöpflichen Energievorrat gilt es zu nutzen, um daraus (mit Hilfe von Solarzellen) elektrische Energie zu gewinnen.

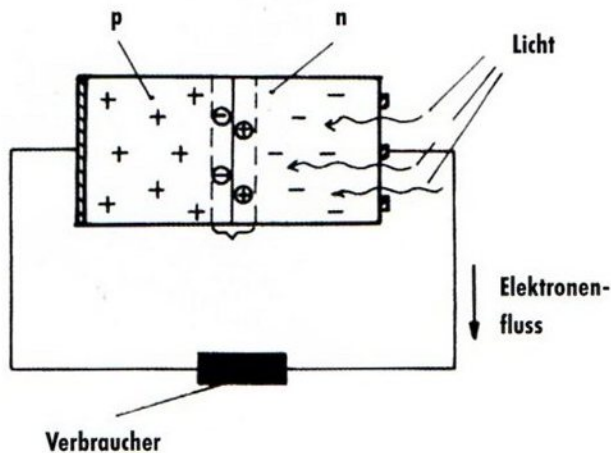
### 5.1 Die Solarzelle

Doch was ist eine Solarzelle genau und wie kann man mit ihr Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln? Solarzellen bestehen aus Silizium. Die Siliziumblöcke werden in zirka 0,5 Millimeter dicke Scheiben zersägt.



Diese Scheiben werden nun im nächsten Schritt mit verschiedenen Fremdatomen dotiert, das heißt gezielt verunreinigt, was für ein Ungleichgewicht in der Siliziumstruktur sorgt. Dadurch entstehen zwei verschiedene Schichten, die positive p-Schicht und die negative n-Schicht.

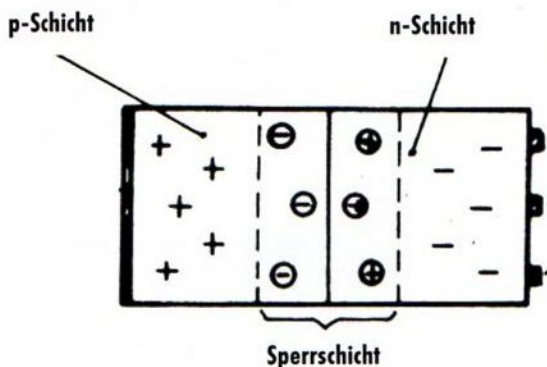
Vereinfacht ausgedrückt entsteht der elektrische Stromfluss dadurch, dass sich Elektronen aus der n-Schicht, angeregt durch das einfallende Licht, über den angeschlossenen Verbraucher (z. B. Motor) zur p-Schicht hin bewegen.



Für alle interessierten Physiker folgt hier noch eine etwas ausführlichere Erklärung, wie in der Solarzelle Strom erzeugt wird:

Auf der n-Schicht des Siliziums entsteht ein sogenannter Elektronenüberschuss, da das zugesetzte Fremdatom mehr Elektronen besitzt als das Silizium, das heißt, es schwirren freie Elektronen auf dieser Seite herum. Diese Elektronen können bestimmte Strecken wandern, falls sie genügend Energie besitzen.

Im Gegensatz dazu fehlen auf der positiven Seite (p-Schicht) Elektronen, da das hier zugesetzte Fremdatom weniger freie Elektronen besitzt als Silizium, es entstehen sogenannte Löcher. Diese Löcher können Elektronen aufnehmen, falls welche in der Nähe sind. Nun wandern die freien Elektronen von der n-Schicht zur p-Schicht und füllen die Löcher aus. Da die Elektronen aber nicht beliebig weit zu den Löchern wandern können, weil sie zu wenig Energie besitzen, werden nur Löcher in einem bestimmten Bereich in der Mitte besetzt. Diesen Bereich nennt man Grenz- oder Sperrschicht.



Je mehr Licht (also Energie) nun auf die Zelle fällt, desto beweglicher werden die Elektronen, das heißt sie können weiter wandern. Wenn man nun die Solarzelle an einen Verbraucher (Motor, Lampe und ähnliches) anschließt, bewegen sie sich bevorzugt in diese Richtung (vorstellbar als Sogwirkung). Da man sich den Stromfluss als Kreislauf vorstellen kann, kommen immer wieder Elektronen auf der n-Schicht an und wandern wieder auf die p-Schicht und dieser Elektronenfluss bewirkt, dass Strom fließt, das heißt, der Motor dreht sich.

Teste nun dieses Verhalten, indem du eine einzelne Solarzelle an den Solarmotor aus unserem Baukasten anschließt und ausprobierst, wieviel Licht benötigt wird, um den Motor zum Laufen zu bringen.



Die Solarzelle liefert eine Spannung von 0,6V und einen maximalen Strom von ca. 930mA. Der Motor besitzt eine Nennspannung von 2V, beginnt aber bereits ab 0,3V sich zu drehen (im Leerlauf, d.h. ohne dass die Welle des Motors ein Modell antreiben muss). So kann er also mit einer einzelnen Solarzelle betrieben werden.

**Versuch 1:**

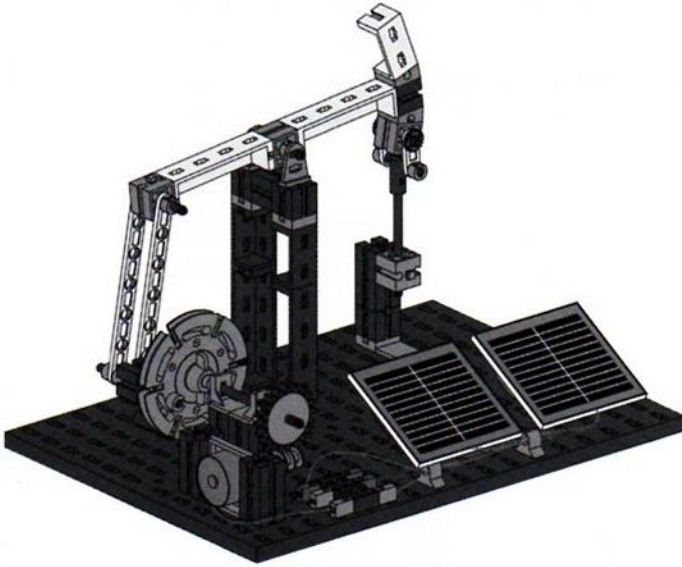
Stelle fest, welche Helligkeit erforderlich ist, damit sich der Motor dreht. Dazu kannst du eine Lampe mit Glühbirne (Leuchtstoffröhren sind ungeeignet) verwenden. Vielleicht ist ja in deinem Zimmer genug Tageslicht vorhanden, dass sich der Motor auch ohne zusätzliche Lichtquelle bewegt.

**Versuch 2:**

Wenn du ein Strom- und Spannungsmessgerät besitzt, kannst du messen, ab welcher Spannung sich der Motor dreht und welcher Strom dabei fließt. Du wirst feststellen, dass der Motor, wenn er mit nur einer Solarzelle angetrieben wird, nicht besonders viel Kraft entwickeln kann. Wenn wir nun ein fischertechnik-Modell antreiben wollen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, mehr Leistung aus dem Motor heraus zu holen.

## 5.2 Reihenschaltung von Solarzellen

Baue dazu das Modell Ölpumpe (siehe Bauanleitung S.12).



Mit solch einer Ölpumpe kann man z. B. in Wüstengebieten, wo die Sonne dauernd scheint, Erdöl aus der Tiefe fördern. Um dieses Modell anzutreiben, benötigt der Motor eine ziemlich hohe Anlaufspannung, damit er sich überhaupt dreht. Deshalb werden, wie in der Bauanleitung beschrieben, zwei Solarzellen in Reihe geschaltet. Dadurch addieren sich die Spannungen der beiden Solarzellen.

### Aufgabe 1:

Welche Spannung liegt jetzt maximal am Motor an?

### Lösung:

$2 \cdot 0,6V = 1,2V$

### Aufgabe 2:

Welcher Strom steht maximal zur Verfügung?

### Lösung:

Bei der Reihenschaltung bleibt der Strom, der durch die beiden Solarzellen fließt, konstant. Er beträgt maximal 930mA.

### Aufgabe 3:

Welche Spannung benötigt der Motor bei diesem Modell, bis er sich in Bewegung setzt? Wieviel Strom zieht er dann? (Diese Frage kannst du natürlich nur beantworten, wenn du ein Messgerät besitzt. Die gemessenen Werte hängen z. B. auch davon ab, wie leichtgängig die Pumpe zusammengebaut wurde und aus welcher Stellung sie anlaufen muss.)

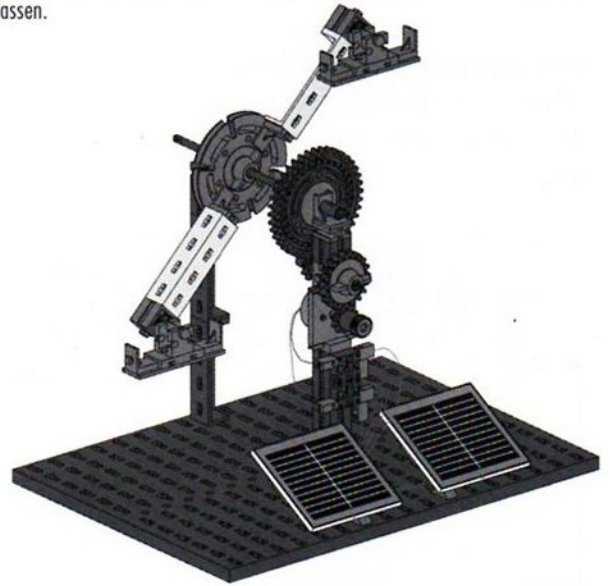
### Lösung:

Spannung: ca. 0,5V

Strom: ca. 20mA

## 5.3 Parallelschaltung von Solarzellen

Baue dazu das Modell Drehschaukel (siehe Bauanleitung S. 16). Achte beim Bau des Modells darauf, dass sich alle Achsen und Zahnräder leicht bewegen lassen.



Bei diesem Modell soll sich der Motor nicht zu schnell drehen, da sich sonst die Sitze der Drehschaukel überschlagen. Das Modell soll sich jedoch bereits bei möglichst wenig Licht bewegen. Deshalb werden die beiden Solarzellen parallel geschaltet.

Bei der Parallelschaltung bleibt die Spannung gleich wie bei einer Zelle. Dafür kann diese "doppelte Zelle" durch die größere Solarzellenfläche, die zur Verfügung steht, bei gleicher Helligkeit mehr Strom liefern als eine einzelne Zelle.

### Versuch 1:

Finde heraus, welche Helligkeit erforderlich ist, damit sich die Drehschaukel bewegt.

### Versuch 2:

Versuche das Modell mit einer einzelnen Solarzelle zu betreiben und stelle fest, welche Helligkeit dazu notwendig ist.

### Versuch 3:

Schalte die beiden Solarzellen in Reihe (wie bei der Ölpumpe, Schaltplan siehe Bauanleitung S. 13). Du kannst selbst beurteilen, ob es den Fahrgästen dabei schlecht wird.

## 5.4 Antiparallel-Schaltung von Solarzellen

Was ist denn das nun wieder? Ganz einfach, es werden zwei Solarzellen so parallel geschaltet, dass der Pluspol einer Solarzelle mit dem Minuspol der anderen Solarzelle verbunden wird. Was man damit anstellen kann, verdeutlichen wir mit den folgenden Modellen:

Modell Kran (siehe Bauanleitung S.20)

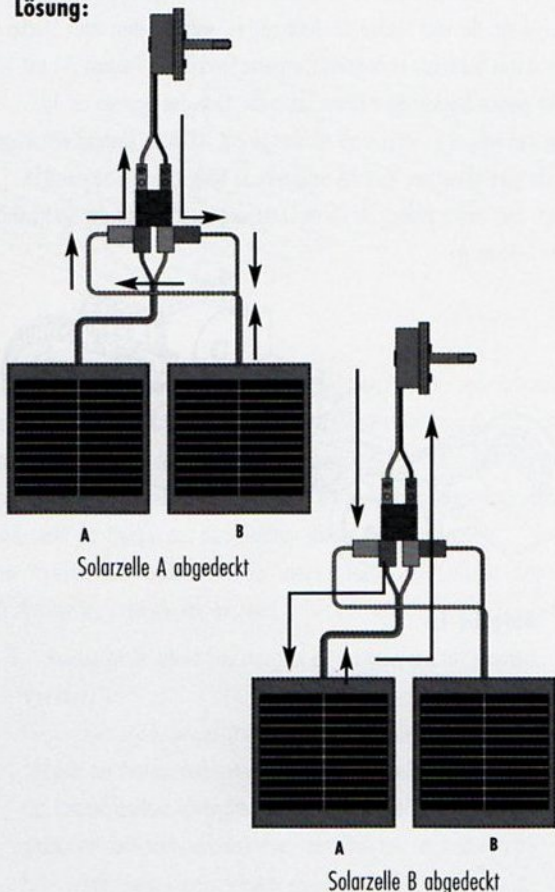


Bei diesem Modell soll mit Hilfe von Solarenergie eine Last gehoben werden. Der Trick bei der Antiparallelschaltung ist, dass sich der Motor nicht bewegt, solange beide Solarzellen gleich hell beleuchtet werden. Deckst du eine Solarzelle ab, bewegt sich der Motor in die eine Richtung, verdunkelst du die zweite Zelle, bewegt er sich in die andere Richtung. Auf diese Weise kann man mit zwei Solarzellen einen Polwendschalter ersetzen.

**Aufgabe 1:**

Mache dir anhand einer Skizze deutlich, wie die Umkehrung der Motordrehrichtung (bzw. der Stromrichtung am Motor) bei diesem Modell zu Stande kommt, wenn man jeweils eine Solarzelle abdunkelt.

**Lösung:**



**Aufgabe 2:**

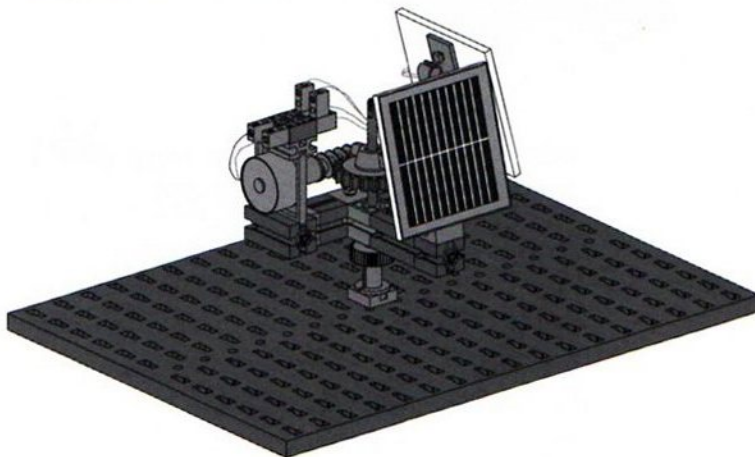
Wie kann man erreichen, dass der Kran eine größere Last heben kann?

**Lösung:**

- Durch Reihenschaltung der beiden Solarzellen (allerdings dreht sich der Motor dann nur noch in eine Richtung)
- Durch Erhöhung der Getriebeuntersetzung z. B. indem man anstatt des Zahnrads mit 20 Zähnen das Zahnrad mit 40 Zähnen verwendet. Dazu muss man den Kran umbauen.

Modell Solarzellennachführung

Eine weitere Anwendung der Antiparallelschaltung ist die Solarzellennachführung (siehe Bauanleitung S. 24).



Diese einfache Vorrichtung gewährleistet, dass die Solarzellen mit der Sonne mitwandern und sich wie ein Kompass auf die Sonne ausrichten. Die Spitze, an der die beiden Solarzellen zusammentreffen, zeigt immer in Richtung Sonne.

Achte beim Bauen genau auf den korrekten Anschluss der Kabel, sonst dreht sich das Modell eventuell von der Sonne weg, anstatt zu ihr hin.

**Aufgabe 1:**

Wie funktioniert dieses einfache Prinzip der Solarzellennachführung?

**Lösung:**

Zeigt die Spitze in Richtung Sonne, werden beide Zellen gleich beleuchtet, der Motor bewegt sich nicht. Wandert die Sonne weiter, wird eine der beiden Zellen stärker angestrahlt. Der Motor beginnt sich zu drehen, und zwar so lange, bis wieder beide Zellen gleich hell beleuchtet werden.

**Aufgabe 2:**

Wofür verwendet man eine solche Einrichtung?

**Lösung:**

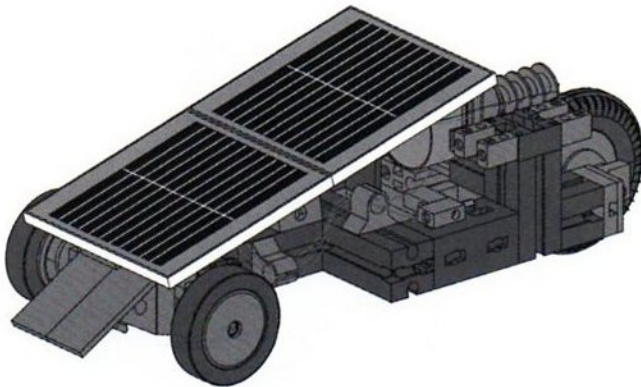
Meistens für Solarzellen. Damit diese immer optimal von der Sonne angestrahlt werden, führt man sie der Sonne nach. In der Realität wird dies oft rechnergesteuert und mit aufwändiger Software programmiert. Aber es geht, wie man sieht, auch ganz einfach.



## 6. Speicherung von elektrischer Energie

Zunächst wollen wir herausfinden, warum es notwendig ist, Energie, die aus regenerativen Energieträgern stammt, zu speichern.

Baue dazu das Modell Solarfahrzeug (siehe Bauanleitung S. 27). Es wird mit zwei Solarzellen angetrieben.



### Aufgabe 1:

Wie sind die Zellen miteinander verschaltet und warum?

### Lösung:

Die Zellen sind in Reihe geschaltet, weil der Motor sehr stark belastet ist und dadurch eine hohe Anlaufspannung benötigt.

### Versuch:

Finde heraus, welche Lichtquelle notwendig ist, um das Solarfahrzeug anzutreiben und welche Geschwindigkeit es maximal erreicht (am Besten im Freien).

Sicher hast du bei deinen Versuchen bereits gemerkt, dass diese Antriebsweise einen entscheidenden Nachteil hat. Das Fahrzeug bleibt stehen, sobald es sich außerhalb der Lichtquelle oder im Schatten befindet. So kommt man natürlich ziemlich schlecht vorwärts.

Viel unabhängiger wäre man, wenn man das Fahrzeug über einen Energiespeicher versorgen könnte, der mit regenerativer Energie aufgeladen wird und mit dem sich das Auto eine bestimmte Zeit lang unabhängig von Wind und Wetter betreiben lassen könnte.

### 6.1 Energiespeicher Goldcap



Ein solcher Energiespeicher ist der im Baukasten enthaltene Goldcap. Ein Goldcap hat nichts mit Gold oder Goldlegierung zu tun. Die Bezeichnung ist der Handelsname dieses Kondensators.

Er setzt sich aus zwei Aktivkohlestücken zusammen, die nur durch eine dünne Isolierschicht voneinander getrennt sind. Der Goldcap zeichnet sich durch seine extrem hohe Kapazität aus. Der von uns verwendete Kondensator hat eine Kapazität von 10F (Farad). Gewöhnliche Kondensatoren haben Kapazitäten in der Größenordnung von einigen  $\mu$ -Farad ( $=0,000001F$ ).

Man kann den Goldcap einsetzen wie einen kleinen Akku. Der Vorteil gegenüber einem Akku besteht darin, dass man den Goldcap sehr schnell aufladen kann, dass er nicht überladen werden kann und auch keine Tiefentladung kennt.

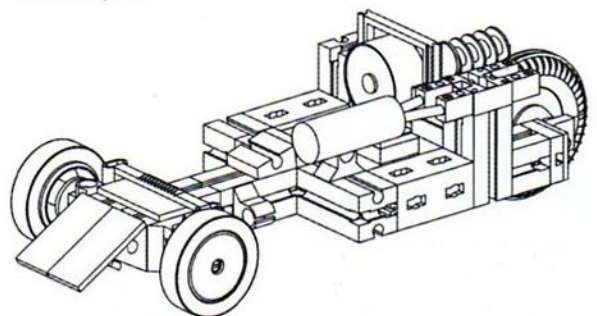
### Achtung!

Der Goldcap darf auf keinen Fall an eine Spannung über 2,3V angeschlossen werden, sonst besteht Explosionsgefahr! Also auf keinen Fall den Goldcap mit einer gewöhnlichen 9V fischertechnik-Stromversorgung verbinden!

Beim Montieren der Stecker an den Goldcap musst du auf die richtige Polung der Stecker achten (grüner Stecker an Minus anschließen). Es empfiehlt sich auch, die beiden Anschlussdrähte des Goldcaps auf die gleiche Länge abzuschneiden.

### 6.2 Laden des Goldcap mit Solarenergie

Lade den Goldcap, indem du ihn an zwei in Reihe geschaltete Solarzellen anschließt. Der rote Stecker des Goldcap (+) wird mit dem roten Stecker der ersten Solarzelle verbunden, der grüne Stecker des Goldcap (-) mit dem grünen Stecker der zweiten Solarzelle. Lade den Goldcap ca. 10 Minuten lang z. B. unter einer Glühlampe mit 100W im Abstand von 40cm (geht man näher ran, wird die Solarzelle zu heiß) oder bei Sonnenlicht. Nach dem Laden schließt du an den Fahrzeugmotor anstatt der Solarzellen den Goldcap an.



### Aufgabe 1:

Warum fährt das Auto nur so langsam und bleibt relativ schnell wieder stehen?

### Lösung:

Mit den beiden Solarzellen kann man den Goldcap nur mit einer Spannung von 1,2V laden. Damit wird er gerade mal zur Hälfte gefüllt und kann das Auto nur kurze Zeit antreiben. Das ist natürlich nicht so toll. Du wirst sehen, dass es noch besser geht.

**Aufgabe 2:**

Wieviele Solarzellen wären notwendig um den Goldcap ganz zu laden?

**Lösung:**

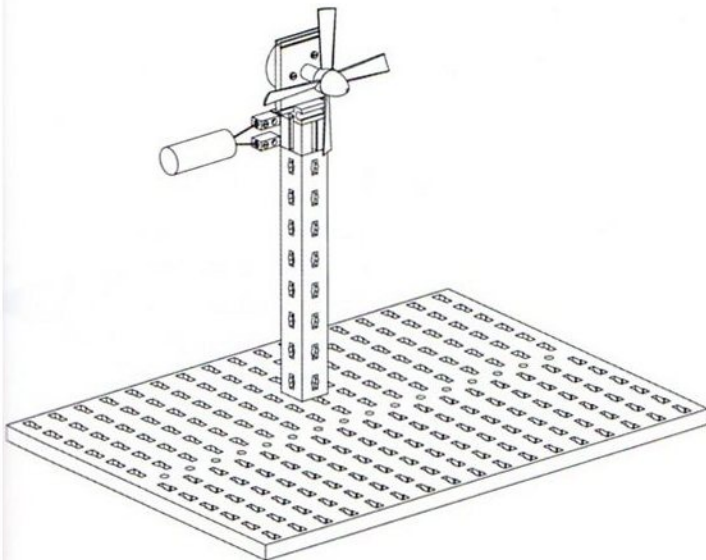
4 Zellen=0,6V=2,4V. Damit könnte der Speicher ganz gefüllt werden.

**Hinweis:**

Wird der Goldcap über Solarzellen geladen, wird er sich, sobald es dunkel wird, über die angeschlossenen Solarzellen wieder entladen. Der Goldcap sollte also nur mit den Solarzellen verbunden bleiben, solange diese beleuchtet werden.

**6.3 Laden des Goldcaps mit Windenergie**

Nun wollen wir den Energiespeicher mit Windenergie aufladen. Dazu baust du noch einmal die Windkraftanlage (siehe Bauanleitung S.10). Allerdings schließt du daran nicht die LED sondern den Goldcap an. Von dem Solarfahrzeug musst du nur den Motor entfernen. Die restlichen Teile für die Windkraftanlage sind noch im Baukasten enthalten. Den Pluspol des Motors (rot) schließt du an den Pluspol des Goldcaps (rot) an.



Dann bringst du mit einem Ventilator oder Fön den Propeller zum Rotieren. Der Motor funktioniert jetzt wieder als Generator und lädt den Goldcap auf. Am Anfang lässt sich der Propeller noch schwer bewegen, aber je voller der Speicher wird, umso leichter dreht er sich. Wenn der Fön weggenommen wird, treibt die Energie aus dem Goldcap wieder den Motor an. Aber Vorsicht, dabei entleert sich der Speicher wieder. Der Goldcap sollte ca. 20 Minuten lang aufgeladen werden.

**Versuch 1:**

Parallel zum Laden kannst du die Spannung am Goldcap messen (falls du ein Messgerät besitzt). Dann kannst du ablesen, wie weit der Goldcap gefüllt ist. Je schneller sich der Propeller dreht, desto größer ist die Spannung, die erzeugt werden kann und umso voller kann der Goldcap geladen werden (bis max. 2,3V)

**Versuch 2:**

Probiere aus, wie lange das Auto mit einer Tankfüllung fährt.

Welche Geschwindigkeit erreicht es?

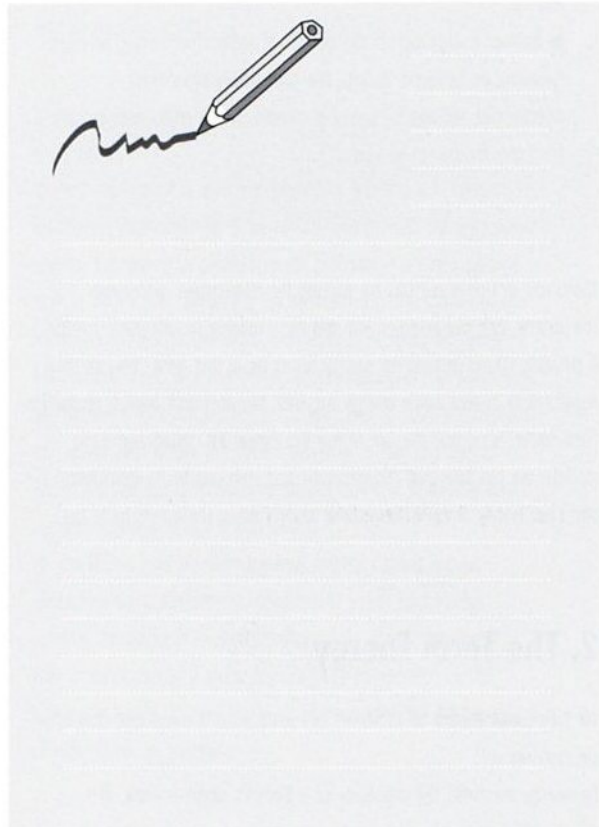
Das Ergebnis wird vor allem davon beeinflusst, ob das Auto auf glattem Boden oder auf Teppichboden fährt und wie voll der Goldcap geladen ist.

Da man mit der Windkraftanlage eine höhere Spannung erzeugen kann als mit zwei Solarzellen, fährt das Fahrzeug schneller und länger als bei einer Ladung über die Solarzellen.

Ob der Energiespeicher nun über Wind- oder Solarenergie aufgeladen wird ist eigentlich egal. Die Versuche mit dem Goldcap sollen vor allem eine Möglichkeit zeigen, wie man ein Fahrzeug mit regenerativer Energie antreiben kann, ohne dass man direkt von der Sonneneinstrahlung abhängig ist.

**7. Wie geht es weiter?**

Mit Hilfe des Profi-Baukastens Öko Power hast du verschiedene Möglichkeiten kennen gelernt, wie mit regenerativen Energien Strom erzeugt und genutzt werden kann. Speziell die Solartechnik eignet sich hervorragend dazu, fischertechnik-Modelle anzutreiben. Werden die Modelle größer und schwerer als die im Baukasten dargestellten, benötigt man sicherlich noch einige zusätzliche Solarzellen, die dann in Reihe geschaltet werden müssen. Diese sind aber jederzeit über den fischertechnik Einzelteil-Service erhältlich. So kann das Solarsystem, das in diesem Baukasten mit einfachen Modellen begonnen hat, erweitert und ausgebaut werden.



# PROFI:eco Power

fischerwerke  
Artur Fischer GmbH & Co. KG  
Weinhalde 14-18  
D-72178 Waldachtal  
Telefon: 0 74 43/12-43 69  
Fax: 0 74 43/12-45 91  
email: [fischertechnik@fischerwerke.de](mailto:fischertechnik@fischerwerke.de)  
<http://www.fischertechnik.de>

62 992 • ZE • Printed in Germany • Technische Änderungen vorbehalten • Subject to technical modifications

**fischertechnik**<sup>®</sup> <sup>®</sup>