

# Solarmobil

Das fantastische an diesem ausschließlich mit Sonnenkraft angetriebenen Auto ist die Tatsache, dass die Energie des Sonnenlichts direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Dann setzt der erzeugte Strom über einen kleinen, aber sehr effizienten Elektromotorantrieb diese in Bewegungsenergie um.

Zugegeben, unser „Solarauto“ besticht nicht gerade durch modernes Design und Stromlinienform seiner Karosserie. Man sieht ihm die Margarinebechervergangenheit auf den ersten Blick an. Trotzdem – oder gerade deswegen – zeichnet es sich durch verblüffende Schnelligkeit aus. Sobald sich die Sonne nur ein kleines bisschen zeigt, rollt es unaufhaltsam vorwärts. Dass das so funktionieren kann, dafür sind auch der superleichte Aufbau und die Gewichtsersparnis bei den „Zutaten“ verantwortlich.

## MATERIAL

- 2 Solarzellen (0,45 V, 800 mA oder vergleichbare Module)
- 1 Solarmotor (0,3 – 2 V, Ø der Motorwelle - 1,5 mm)
- 1 Motor-Ritzel / Modul 0,5 / 8 Zähne (Ø der Motorwelle - 1,5 mm)
- 1 Doppelzahnrad / Modul 0,5 / 48/12 Zähne (Ø der Bohrung 2,9 mm)
- 2 Radachsen aus Holz oder Messingrohr (Ø 3 mm Durchmesser, Länge 145 mm)
- 1 dreipolige Lüsterklemme
- 1 Stück Holz oder Styrodur für die Motorbefestigung
- 1 Margarinebecher
- 1 Papprolle (Ø 30 mm)
- Pappe für die Radscheiben
- Trinkhalme
- Klettband
- Klebeband
- Klebstoff



## WERKZEUG

- Bohrmaschine
- Schere
- Locheisen
- Schraubendreher
- ggf. Heißklebepistole

## ANLEITUNG

Bevor es losgeht, sei noch schnell gesagt, dass unser Solarmobil nur ein Beispiel ist und nach eigenen Ideen und Vorstellungen der Konstrukteurinnen und Konstrukteure in seinem Design verändert werden kann. Generell sollte nur beachtet werden, dass das Auto möglichst leicht bleibt, damit akzeptable Geschwindigkeiten erreicht werden können, es sei denn man möchte das Gefährt als sonnenlichtgetriebene Schnecke gestalten. Begonnen wird mit dem Bohren der Löcher (Ø 3,2 mm), um die Achsen aufnehmen zu können. Die Bohrungen werden vorsichtig im oberen Teil des Margarinebechers angebracht. Für „Serienproduktionen“ der Solarautos – z. B. im Sachkunde- oder Werkunterricht – empfiehlt sich die Anfertigung eines Holzkerns, der genau das Innere des Margarinebechers ausfüllt. Dadurch wird das exakte Bohren wesentlich erleichtert, da der Marga-

rinebecher beim Bohren nicht mehr eingedrückt werden kann.

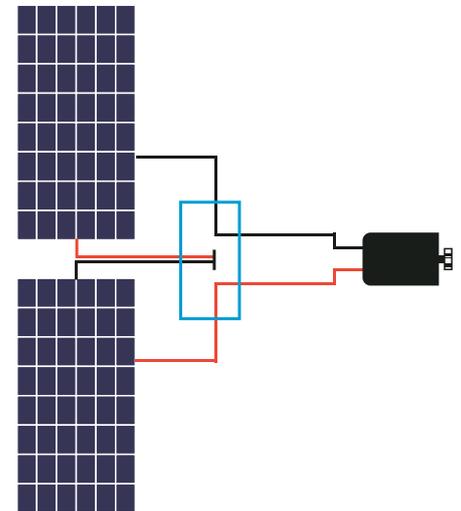
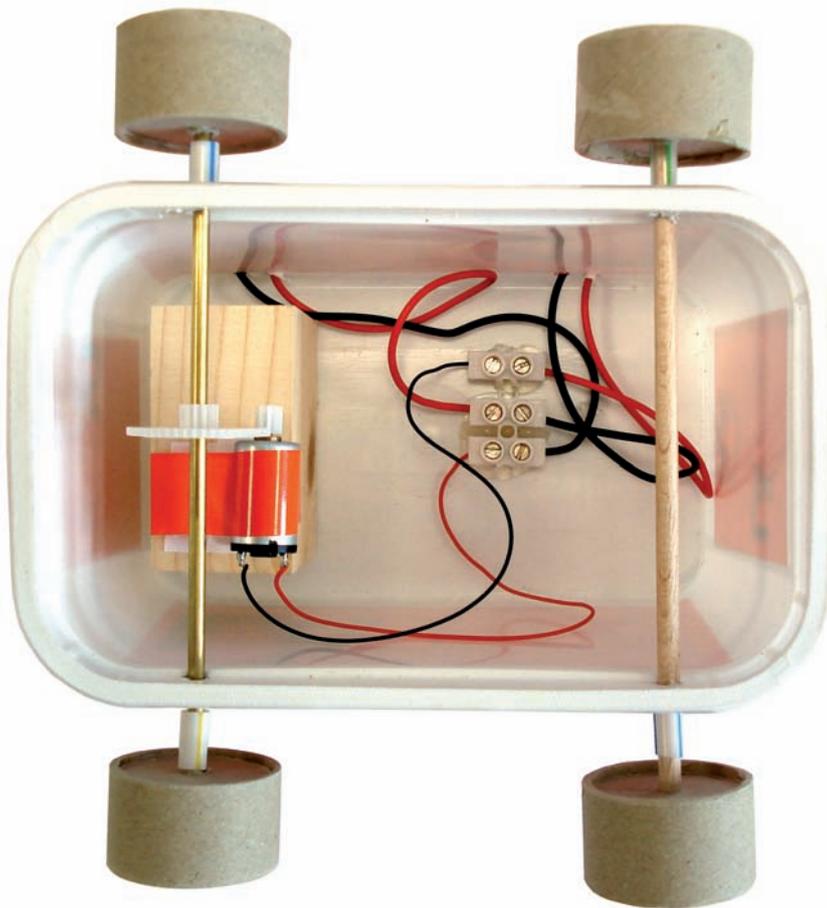
Danach werden die zwei Radachsen, die aus Holz- oder besser Messingrohren gefertigt werden können, auf eine Länge von 145 mm zugeschnitten.

Für die leichten Räder einfach 18 mm breite Streifen von einer Papprolle absägen. Aus Pappe werden auch die acht Radscheiben ausgeschnitten, die vor dem Einkleben in die Räder genau mittig jeweils ein 3 mm-Loch zur Lagerung der Achsen erhalten. Hierfür verwendet man am besten ein Locheisen.

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der  
Energie



In den Margarinebecher wird mit Universal- oder Heißkleber ein Stück Holz oder Styrodur zur späteren Befestigung des Solarmotors eingeklebt. Dessen genaue Abmessungen richten sich nach der Größe des verwendeten Motors und der Zahnräder (Motor-Ritzel und Achsenzahnrad), die die Motorkraft auf die Räder der Antriebsachse übertragen. In unserem Beispiel hat das Holzstück folgende Dimensionen - 50 x 25 x 40 mm.

Nun sind Radachsen und Räder zu montieren. Auf der Antriebsachse ist das große Zahnrad (48 Zähne) so zu installieren, dass es fest sitzt. Sollte der Lochdurchmesser des Zahnrades etwas zu groß sein, hilft ein Tropfen Heißkleber bei der Fixierung. Um den ungehinderten Lauf der Räder zu gewährleisten und deren „Anstoßen“ an der Karosserie zu vermeiden, werden zwischen den Rädern und der Karosserie Abstandshalter (Breite - 5mm) auf die Achsen geschoben, die von einem Trinkhalm abgeschnitten wurden.

Im nächsten Schritt wird der Solarmotor auf dem Holzstück befestigt. Um den Motor auch noch ander-

weitig einsetzen zu können, wird er „abnehmbar“ mit Klettband auf dem Holzstück fixiert. Zusätzlich wird der Motor noch durch Klebeband gesichert, so dass die gesamte Motor-Zahnräder-Achsen-Konstruktion fest und stabil angebracht ist und einwandfrei „laufen“ kann. Zum Schluss werden die beiden Solarzellen auf dem „Autodach“, d. h. der Unterseite des Margarinebechers, ebenfalls mit Klettband befestigt. Für den Einsatz der vier Anschlussdrähte sind entsprechende Löcher in die Karosserie zu bohren.

Nachdem die „Mechanik“ erledigt ist, kommt die Elektrik an die Reihe. Als Verteiler und Fixpunkt dient die dreipolige Lüsterklemme, die auf den Becherboden geklebt wird. Dabei sollte man exakt nach Schaltplan verfahren. Bitte dabei unbedingt darauf achten, dass die Reihenschaltung der Solarzellen so ausgeführt wird, dass der Pluspol der einen Zelle (roter Anschluss) mit dem Minuspol der anderen Zelle (schwarzer Anschluss) verbunden ist. Die Schraubverbindungen der Lüsterklemme sind fest anzuziehen.

### BEOBSACHTUNG

Jetzt kann das Solarauto seine erste Probefahrt antreten. Unser Gefährt kann dank seines geringen Gewichtes an sonnigen Tagen ein erhebliches Tempo erreichen. Es funktioniert auch mit künstlichem Licht, z. B. von

(Taschen-)Lampen. Das Solarauto folgt dann dem Lichtstrahl, aber es bewegt sich dabei niemals so schnell wie im hellen Sonnenlicht.

## ERKLÄRUNG

Die Technik bei der Nutzung des Sonnenlichts zur direkten Umwandlung in elektrischen Strom wird Fotovoltaik genannt. Unter Photovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels Solarzellen. Der Begriff Photovoltaik setzt sich aus zwei Begriffen zusammen. Auf der einen Seite steht das aus dem Griechischen kommende Wort „Photo“ (=Licht), auf der anderen Seite aus dem Wort „Volt“, welches die Maßeinheit für elektrische Spannung ist und nach dem Physiker Alessandro Volta benannt wurde. Der Umwandlungsprozess von Sonnenlicht in elektrische Energie beruht auf dem bereits 1839 von Alexander Bequerel entdeckten Photoeffekt. Photoeffekt ist ein allgemeiner Begriff, der für den Vorgang der Bildung und Freisetzung von elektrisch geladenen Teilchen aus Materie steht, wenn diese Lichteinstrahlung oder anderer elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt ist.

Die Funktionsweise einer Solarzelle ist relativ kompliziert, und um sie zu verstehen, muss man sich ein wenig genauer mit physikalischen Grundlagen beschäftigen. Also, los geht's:

Ein Atom ist der Baustein, aus dem alle Stoffe dieser Welt bestehen. Um sich die Größe dieser Bausteine vorstellen zu können, seien zum Vergleich ein paar Dinge und deren Durchmesser aufgelistet.

- Sonne: 1,4 Millionen Kilometer
- Erde: 12.756 km
- Torwarthandschuhe – Größe 11: 10,5 cm
- Tischtennisball: 4 cm
- Erbse: 5 mm
- Sandkorn: 0,1 mm
- Atom: 0,000000001 m (für einen Meter man muss 10 Milliarden Atome nebeneinander legen)

Diese winzigen Atome bestehen aus einem Kern und einer Hülle. Der Atomkern macht fast die ganze Masse des Atoms aus. Man kann sich den Atomkern als eine positiv elektrisch geladene, sehr kleine Kugel vorstellen. Die Elektronenhülle eines Atoms besteht gewöhnlich immer aus ebenso vielen negativ geladenen Elektronen, wie der Kern positiv geladene Protonen enthält. Die Bindungskräfte zwischen den Atomen in einem Stoff speisen sich aus der Tatsache, dass Atomkerne und Elektronen in ihrer Eigenschaft als Ladungsträger eine gegensätzliche Ladung besitzen und diese die Eigenart haben, sich gegenseitig anzuziehen.



Lösen sich die Elektronen vom Atom und wandern herum, dann spricht man von einem elektrischen Strom. Dazu ist in der Regel eine Kraft notwendig. Elektrische Felder bilden beispielsweise solch eine richtungweisende Kraft. Sie wird auf die Ladung ausgeübt und jedes freie Elektron wandert in die Richtung des Feldes, dadurch entsteht ein Stromfluss.

Für die Nutzung der Solarzellen braucht man Licht. Licht wiederum besteht nicht aus Atomen, sondern aus anderen Teilchen, die Photonen heißen. Licht kann man sich als kleine Photonen-Energiepakete vorstellen, die beim Auftreffen auf die Oberfläche eines Stoffes, z.B. Papier, Steine oder Wasser, die Elektronen der Atome anstoßen. Gleichzeitig kann man sich Licht auch als Welle vorstellen, die die Atome in Schwingungen versetzt. Geraten die Atome in Schwingung, entsteht Wärme. Licht selbst ist nicht warm, es muss also erst auf eine Oberfläche treffen, um in Wärme umgewandelt zu werden.

Für die Technologie der Solarzellen wird ein Trick angewendet, um Photonen in Strom umzuwandeln. Solarzellen bestehen aus einem so genannten Halbleiter-Material, dessen Elektronen recht fest an den Atomkernen sitzen. Elektronen sind unterschiedlich fest an die Atome gebunden. In Leitern existieren freie Elektronen, die im elektrischen Feld leicht abtransportiert werden können. Bei Halbleitern wird eine zusätzliche Kraft / Energie benötigt, um die äußeren Elektronen von den Atomen zu lösen. Die meisten Solarzellen bestehen aus verschiedenen Halbleitermaterialien, Stoffen, die unter Zufuhr von Licht oder Wärme ihre elektrische Leitfähigkeit verändern. Zu den Halbleitern zählt Silizium, das bei der Herstellung von Solarzellen am

häufigsten eingesetzt wird. Für die Zellen werden zwei aufeinanderliegende Schichten kristallines Silizium verwendet. Diese beiden Siliziumschichten werden zudem mit unterschiedlichen chemischen Elementen wie Bor oder Phosphor versetzt. Durch chemische Vorgänge zwischen all diesen Elementen, baut sich zwischen den beiden Silizium-Schichten eine Spannung (ein elektrisches Feld) auf, die dazu führt, dass die Elektronen beider Seiten, die von den Atomkernen durch die Photonen gelöst werden, auf die jeweils andere Seite katapultiert werden und nicht mehr zurück können. Um wieder auf ihre Seite zu gelangen, müssen sie einen Umweg nehmen und durch eine Leitung fließen, welche die beiden Seiten miteinander verbindet. Der Fluss der Elektronen zeigt sich dann wieder als elektrische Energie, also Strom.

Die Solarzellen- Panels, die auf vielen Hausdächern oder technischen Einrichtungen (z.B. Satelliten) montiert sind, bestehen meistens aus vielen, kombiniert in Reihen- und Parallelschaltung verbundenen Einzelzellen, um bei der Stromerzeugung die nötige Spannung zu erreichen.

Dort kann die elektrische Energie, die Solarzellen abgeben, jedoch nicht gleich für unsere elektrischen Geräte nutzen. Die Solarzellen erzeugen Gleichstrom aus Licht. Damit die elektrische Energie dem Stromnetz zur Verfügung stehen kann, sorgen Wechselrichter oder Speichereinheiten dafür, die elektrische Energie ins Netz einzuspeisen und den Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln.

Ein Bild in unserem Experiment zeigt den Schaltplan der Anordnung, die dafür sorgt, dass das „Auto“ mit Sonnenkraft fahren kann. Das funktioniert so: Die beiden Solarzellen sind über Kabel mit dem Solarmotor verbunden. Dieser beginnt sich sofort zu drehen, wenn die an ihm vorhandene Spannung einen gewissen Mindestwert überschreitet, der bei ca. 0,5 bis 0,8 Volt liegt. Da einzelne Solarzellen aus physikalischen Gründen selbst bei voller Sonneneinstrahlung nur Spannungen von 0,45 Volt liefern, müssen wir in unserem Solarauto mindestens zwei Solarzellen verwenden, die in Reihe geschaltet werden. Damit verdoppelt sich die Spannung und der Solarmotor kann sich ganz schön schnell drehen.