

## Konstruktionshilfen für solarbetriebene Objekte (geplanter Inhalt)



### 1. Eigenschaften der Solarantriebe

- 1.1 Solarmodule mit Lötkontakten
- 1.2 Solarmodule mit Schraubanschlüssen
- 1.3 Solarmodul mit USB-Anschluss
- 1.4 Solarmotoren
- 1.5 Kombinationen Solarantriebe

### 2. Bautipps für Modelle

- 2.1 Solarblumen
- 2.2 Solar-Karussell
- 2.3 Klangobjekte
- 2.4 Wackelfiguren
- 2.5 Solarflieger
- 2.6 Solarboote
- 2.7 Sunnecharre (einfaches Solarmobil)
- 2.8 Rennsolarmobil
- 2.9 lichtgesteuertes Solarmobil
- 2.10 LED-Lampe
- 2.11 Handy-Lader / Solartaschen
- 2.12 Solarballon

### 3 Tipps und Tricks

- 3.1 Montagehilfen Motor
- 3.2 Montagehilfen Solarmodul
- 3.3 Muttern kontern
- 3.4 Untersetzung / Übersetzung
- 4.4 Stromkreis, Serienschaltung, Parallelschaltung
- 4.5 Umschalter seriell/parallel
- 4.6 Umschalter vorwärts / rückwärts
- 4.7 Umschaltung seriell-parallel und vorwärts/rückwärts
- 4.8 Löten

## Vorwort für Solartüftler

Diese Tipps sind das Ergebnis von 30 Jahren Entwicklung von Solarantrieben vor allem für die Schule. Unsere heutige Welt ist stark geprägt von Technik. Wir sind von technischen und gestalteten Produkten umgeben. Werken bedeutet Produkte entwickeln, herstellen, beurteilen, dokumentieren. Solarenergie ist eine bedeutsame Technologie und geht mit einer gesellschaftlichen Entwicklung einher. Mit einer gesunden Portion Neugierde werden Erfahrungen mit Materialien, Verfahren, Werkzeug und Maschinen gemacht.

### 1 Eigenschaften von Solarzellen

Früher erfolgte die Stromversorgung für Spielzeug mit Batterien. Heute erschliessen sich mit Solarzellen und Solarmodulen neue Möglichkeiten. Leider kann man nicht einfach die Batterie durch eine Solarzelle ersetzen. Das Zusammenspiel ist etwas komplexer. Mit etwas Basiswissen gelingen aber überzeugende Konzepte.

Solarzellen wandeln Licht in Strom um. Sie sind nur etwa 0,2mm dick und müssen vor Bruch geschützt werden. Traditionell klebt man sie auf Leiterplatten und vergiesst sie mit Epoxidharz. Wir bevorzugen ein Laminat mit EVA-Folie und PET. EVA (Ethylen-Vinylacetat-Copolymer) ist wesentlich elastischer als Epoxidharz. Diese Module sind langlebiger und Spannungsrisse in den Solarzellen kommen kaum mehr vor.

Sobald Licht auf eine Solarzelle fällt, schnellt die Spannung auf etwa 0,5 Volt hoch. Die Menge des Stroms ist abhängig von der Stärke des Lichts und von der Grösse der Solarzelle.

Mit der Wahl eines passenden Motors sind effiziente Antriebe ab 0,5 Volt realisierbar. Wenn mehr Leistung benötigt wird, müssen mehrere Solarzellen in Serie geschaltet werden. Sobald mehrere Solarzellen auf einem Board angeordnet sind, spricht man von einem Solarmodul. Ein Solarmodul mit 1 Volt Spannung enthält somit 2 Solarzellen, bei 2 Volt sind es 4 Solarzellen. Die grossen Module auf den Dächern enthalten 60-72 Solarzellen, zunehmend auch 144 Halbzellen.

## 1.1 Solarzellen und Solarmodule mit Lötanschlüssen

Diese Module mit hochwertigen mono- oder polykristallinen Solarzellen sind sehr robust und leistungsfähig. Die Lötanschlüsse auf der Rückseite erfordern eine Lötverbindung. Eine gute Lötverbindung bildet einen optimal widerstandsarmen Stromübergang.


Als Werkzeug wird ein LötKolben benötigt. Schülerinnen und Schüler können eine neue Verbindungstechnik anwenden und mit den richtigen Tipps gelingen die Lötverbindungen problemlos und machen erst noch Spass.

	Techn. Daten	passender Motor und Anwendung
	0,5Volt/580mA 0,3 Watt  L x B x H 88 x 33 x 3mm Gewicht 9g	Motor A-300 slow Motor A-300 speed  Experimente Blume, Wackelfiguren, Karussell, Flieger
	0,5Volt/1350mA 0.7 Watt  L x B x H 82 x 60 x 3mm Gewicht 18g	Motor A-300 slow Motor A-300 speed Getriebemotor  Experimente Blume, Wackelfiguren, Karussell, Flieger
	1Volt/800mA 0,8 Watt  L x B x H 88 x 75 x 3mm Gewicht 22g	Getriebemotor  Drehbühne, Reitschule
	2Volt700mA 1,4 Watt  L x B x H 88 x 75 x 3mm Gewicht 29g	Motor A-300 speed (Boot) Motor A-500 speed (Fahrzeug) Getriebemotor  Solarmobil, Solarboot
	4Volt/700mA 3 Watt  Seriell: 4 Volt / 700 mA Parallel: 2 Volt / 1400 mA Gewicht 66g	Motor A-500 speed  Rennsolarmobil

## 1.2 Solarzellen und Solarmodule mit Schraubanschlüssen

	<p>0,5Volt/500mA</p> <p>L x B x H 58 x 43 x 3mm</p>	<p>Motor A-300 slow Motor A-300 speed</p> <p>Blume, Wackelfiguren, Karussell, Flieger</p>
	<p>0,5Volt/1000mA</p> <p>L x B x H 75 x 60 x 3mm Gewicht 18g</p>	<p>Motor A-300 slow Motor A-300 speed</p> <p>Blume, Wackelfiguren, Karussell, Flieger</p>
	<p>2Volt/600mA</p> <p>L x B x H 75 x 60 x 3mm Gewicht 32g</p>	<p>Motor A-500 speed</p> <p>Solarmobil, Solarboot</p>

## 1.3 Solarmodul mit Micro-USB-Anschluss

	<p>6Volt/1000mA</p> <p>290 x 146mm Gewicht 134g</p>	<p>Hochleistungszellen (Sunpower) USB-Micro-b</p> <p>Handylader, RC-Solarmobil, RC-Solarboot</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

Je höher die Leistung, desto mehr Kraft steht zur Verfügung

Je höher die Leistung, desto erfolgreicher gelingt der Betrieb bei schlechten Lichtverhältnissen

Je höher die Leistung, desto höher der Preis – leider!





## 1.4 Solarmotoren

Handelsübliche Spielzeugmotoren zeigen mit Solarzellen meistens keine Regung. Für Antriebe mit Solarzellen müssen Motoren gesucht werden, die mit minimaler Spannung und mit minimalem Strom anlaufen. Wenn mehr Leistung benötigt wird, steigt der Strom, der durch die Motorwicklungen fließt. Solarmotoren sind immer ein Kompromiss zwischen guten Anlaufeigenschaften und genügend Leistung.

Sollten bereits Motoren vorhanden sein, kann man sie rasch und unkompliziert auf ihre Eignung als Solarmotoren testen. Wenn beim Drehen der Motorwelle ein ruckartiger Widerstand zu spüren ist, fallen sie als Solarantrieb in der Regel durch.

Andererseits können mit Solarmodulen beliebig grosse Leistungen zusammengestellt werden. Es ist nur eine Frage der Fläche und der Kosten. Auf das Dach eines Einfamilienhauses können Solarmodule mit 15'000 Watt Spitzenleistung installiert werden. Das reicht für Küchenmaschinen und Backofen und Herdplatten gleichzeitig.

Eine Auswahl von Motoren:

	Techn. Daten	Passende Solarzelle und Anwendung
	A-300 slow 0,3 bis 3 Volt Bei 1V: 1100 UpM  Ø 24mm 21 g	Solarmodul 0,5Volt, 500-1500mA  Solarblume, Karussell, Wackelfiguren
	A-300 speed 0,3-4,5Volt Bei 1V: 1850 UpM  Ø 24mm 21 g	Solarmodul 0,5Volt Solarmodul 2Volt maximal 5 Volt und 700 mA  Solarflieger, Solarboot, Ventilator
	A-500 slow 1-4,5 Volt Bei 1V: 600 UpM	Solarmodul 2V/600mA Solarmobil mit 1Volt-Modul
	A-500 speed 1-6Volt Bei 1V: 900 UpM  Ø 32mm 40 g	Solarmodul 2V/600mA Solarmodul 4V/700mA Solarmodul 6V/1000mA  Sonnecharre, Rennsolarmobil
	Getriebemotor 0,5 – 4 Volt Bei 1V: 10 UpM  Ø 32mm 45 g	Solarmodul ab 0,5V/1350mA  Langsame, kraftvolle Bewegungen Zeichnet sich dadurch aus, dass er schon mit 0,5 Volt Spannung anläuft

## 1.5 Kombinationen Solarantriebe

Entscheidend für einen effizienten und kostengünstigen Antrieb ist die optimale Kombination von Solarmodul und Solarmotor. Wir teilen die Anwendungen in Kategorien ein:

### **Kategorie 1: Einfaches Solarspielzeug**

Stationärer Betrieb, wenig bewegte Masse

*Solarzelle mit 0,5 Volt*

*Motor A-300 slow (Anlauf ab 0,3 Volt/20mA)*

Experimente, Solarblume, Wackelfiguren, Klangobjekte, Karussell:

Diese Modelle benötigen für den Solarantrieb nur sehr kleine Leistungen. Es genügt eine Solarzelle mit 0,5 Volt Spannung. Vom Motor wird gefordert, dass er bereits bei möglichst wenig Strom zu drehen beginnt. Eine niedrige Drehzahl ist von Vorteil. Je grösser die Solarzelle gewählt wird, besser funktioniert das Modell bei schlechten Lichtverhältnissen. Mit grösseren Solarzellen sind Antriebe realisierbar, die bei Regenwetter munter drehen.

Variante Solarflieger:

Dieses Modell bewegt sich ebenfalls bereits bei winzigen Leistungen. Damit der Propeller aber genügend Luft bewegt, wird der Motor A-300 speed bevorzugt

### **Kategorie 2: Kleines Fahrzeug und Solarboot**

*Solarzelle 2 Volt / 600 mA*

*Motor A-300 speed für Boote*

*Motor A-500 für Fahrzeug*

Solarboot:

Sumpfbote mit Luftschraubenantrieb sind einfach zu bauen. Damit sie aber nicht zum Spielball jedes kleinsten Lüftchens werden, benötigen sie vom Solarmodul mindestens 2 Volt und den schnellen 300er-Motor.

Der Aufwand für ein Boot mit Wellenanlage und Schiffsschraube ist etwas höher. Ab 2 Volt und 600 Milliampere treibt ein Solarmodul den A-300 speed recht kraftvoll an. Der Kupplung muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, weil dort die grössten Verluste vorkommen können.

Solarmobil:

Die Fahrzeuge schleppen das ganze Gewicht von Solarmodul und Solarmotor mit. Handelsübliche Modelle funktionieren meist nur bei voller Sonneneinstrahlung. Um auch bei bewölktem Himmel zu fahren, sind leistungsstarke Solarmodule ab 2 Volt und 500er-Motoren mit höherem Drehmoment nötig.

### **Kategorie 3: Rennsolarmobil**

Die Königsdisziplin mit breitem Lernpotenzial

*Solarmodul 2x2 Volt / 700 mA*

*Motor A-500 speed*

Serien-/Parallelschaltung, Umschaltung löten

Getriebe mit Zahnrädern

Leichtbau

Tüfteln, entwickeln, optimieren, vergleichen

Erfolg im Rennen, schneller oder origineller sein als die Konkurrenz

### Spezialanwendung Getriebemotor

Er stellt eine eigene Kategorie dar und wird eingesetzt für langsame Bewegungen. Der neue Getriebemotor dreht bereits ab 0,5 Volt. Als Schwerarbeiter fühlt sich aber erst im Element, wenn ihm eine grosse Solarzelle genügend Strom zuführt. Für maximales Drehmoment kann die Solarzellenspannung bis 4 Volt erhöht werden.

### **Solarantriebe Zusammenfassung:**

**Jede Solarzelle liefert eine Spannung von 0,5 Volt. Höhere Spannung wird durch Serienschaltung im Solarmodul erreicht. Der Strom ist abhängig von Solarzellenfläche und Lichtmenge.**

**Die Eigenschaften des Motors werden bestimmt durch den Querschnitt des Drahtes, die Anzahl Wicklungen und durch die Magneten. Eine Spannungsverdoppelung bewirkt eine Verdoppelung der Drehzahl. Der Strom bestimmt das Drehmoment.**

**Für Solarantriebe mit geringem Kraftbedarf bevorzugen wir eine Solarzelle mit 0,5Volt und möglichst grosser Fläche. Diese kombinieren wir mit einem Motor mit Anlaufspannung 0,3 Volt und minimalem Anlaufstrom. Fahrzeuge machen erst Spass ab 2Volt und Strom über 500mA, Leistung nach oben unbegrenzt.**

## 2 Bautipps für Spielzeug mit Solarantrieb

### Licht und Schatten

#### Leichtbau

#### Wenig bewegte Masse

#### Reibung minimieren

#### In Balance

### Licht und Schatten

In der Nacht generiert die Solarzelle keine Spannung und keinen Strom. Wenn die Sonne an einem klaren Tag mit 1000 Watt/m<sup>2</sup> auf die Solarzelle scheint, liefert sie die maximal mögliche Leistung. Mit einem Strahlungsmessgerät kann man diese Leistung messen. Hohe Schleierwolken reduzieren die Einstrahlung auf 500 Watt, bedeckter Himmel bringt noch etwa 100 Watt und bei heftigem Hudelwetter mit dicken Wolken fällt die Einstrahlung bis auf 30 Watt. Die Solarzelle kann nur umsetzen, was sie bekommt.

Ein Solarmodell zu bauen, das bei voller Sonneneinstrahlung funktioniert, ist keine grosse Herausforderung. Spannend wird es, die Grenze möglichst weit zu verschieben. Mein Anspruch ist, Solarmodelle zu bauen, die möglichst bei Regenwetter noch funktionieren. Wir wollen den Schülerinnen und Schülern vermitteln, dass Solarenergie Power hat.

Aus diesem Grund wirkt sich Sparen beim Solarmodul verheerend aus. Wenn die Energiequelle zu mickrig gewählt wird, sind alle nachfolgenden Bemühungen für die Katz.

### Leichtbau

Energieeffizienz ist ein wichtiger Pfeiler auf dem Weg in die Energiezukunft. Ein Vergleich bei den Automobilen: Macht es Sinn, einen Wagen mit zweieinhalb Tonnen Eigengewicht zu fahren, um 70 kg Mensch von A nach B zu bewegen? Kommt dazu, dass der Verbrennungsmotor zweidrittel des Diesels in Wärme umwandelt und nur den Rest für den Vortrieb nutzt. Kleinwagen sind weniger sexy, benötigen aber für die gleiche Arbeit weniger Energie. Wenn nur das Prestige nicht wäre!

### Wenig bewegte Masse

...

*Kapitel noch in Arbeit*

### Bautipps:

Solarblume

Sunnecharre

Rennsolarmobil

### Literatur:

Technik und Design