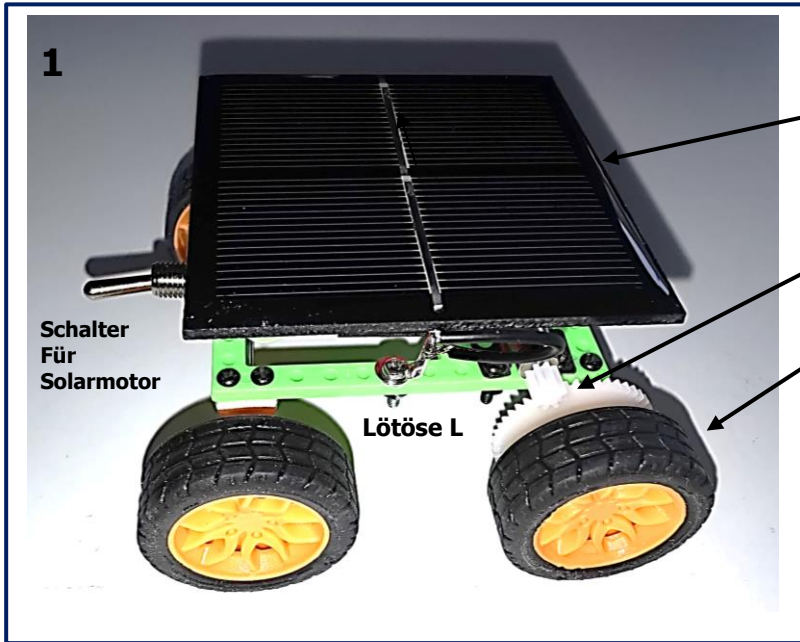




# Der Solarflitzer turbo78

**Einsteiger- Solarfahrzeug für die Sekundarstufe I, optimal für Jg. 7+8**



**Solarmodul 60mm x 60mm**  
1,26 V/480 mA

**Elektromotor mit Getriebe**  
(2 Zahnräder)

**Robuste Räder mit Gummibereifung**



## Das Solarfahrzeug Solarflitzer turbo78

Auf der grünen Basisplatte befindet sich der Solarmotor mit Getriebe, der Schalter zum Ein- und Ausschalten des Solarmotors, der Motor kann für Messungen am Solarmodul ausgeschaltet werden. Oben, auf einem Distanzklotz 20mm ist das Solarmodul 60 x 60 mm mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung. Das Fahrzeug fährt im Sonnenschein outdoor sehr schnell, etwas langsamer bei bedecktem Himmel. Im Innenraum kann man die Solarzelle mit Licht einer Halogenlampe oder einer Rotlichtlampe bestrahlen. LED- Lampen sind wegen des „falschen“ Lichtspektrums nicht geeignet.

An die beiden Lötösen L1 und L2 sind die Anschlüsse des Solarmoduls angelötet, hier kann mit Krokodilklemmen ein Multimeter angeschlossen werden, um elektrische Messungen an den Solarzellen durchzuführen, siehe Foto 2. Zum Fahrzeug gehört eine umfangreiche Experimentieranleitung.

### Technische Daten:

#### Fahrzeug

Fahrzeuglänge: 80 mm  
Fahrzeugbreite: 65 mm  
Fahrzeughöhe: 43 mm

#### Antrieb

Mini- Elektromotor mit  
Untersetzungsgetriebe

#### Solarmodul technische Daten auf Seite 2

Modulmaß 60 x 60 mm  
2 Solarzellen in interner Reihenschaltung  
 $U_{oc} = 1,26 \text{ V}$   $I_{sc} = 480 \text{ mA}$   $P_p = 475 \text{ mW}$   
Bei Standard- Testbedingungen  
 $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $AM = 1,5$

**Das Fahrzeug wird als Bausatz oder als Fertigerät geliefert.**

#### Notwendige Werkzeuge beim Bausatzbau:

Kreuzschlitzschraubendreher (in Bausatz enthalten), Spitzzange,  
Lötstation mit bleifreiem Lötzinn.

**QR Bauanleitung + Basisexperimente**

**QR ausführliche Experimente mit dem Solarflitzer turbo**





## SUSEmod8: Das Solarmodul beim Solarflitzer turbo ein leistungsstarkes und robustes 1,26 V- Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

Das **Solarmodul SUSEmod8** enthält **2 Solarzellen in interner Reihenschaltung.**

Modulgröße 60mm x 60mm, 2 Solarzellen mit je 26mm x 52mm

Links: Vorderseite des Solarmoduls  
Rechts: Rückseite des Solarmoduls

Das Solarmodul **SUSEmod8** enthält 2 Solarzellen (1,26V/480mA) in interner Reihenschaltung. Die Solarzellen sind bruchsicher eingebettet in eine Kunststoffplatte der Größe 60mm x 60mm.

Die Oberseite über der Solarzelle ist hochtransparent mit Epoxidharz beschichtet. Auf der Rückseite befinden sich 2 Lötkontakte zum Anlöten der Plus- und Minusleiter.

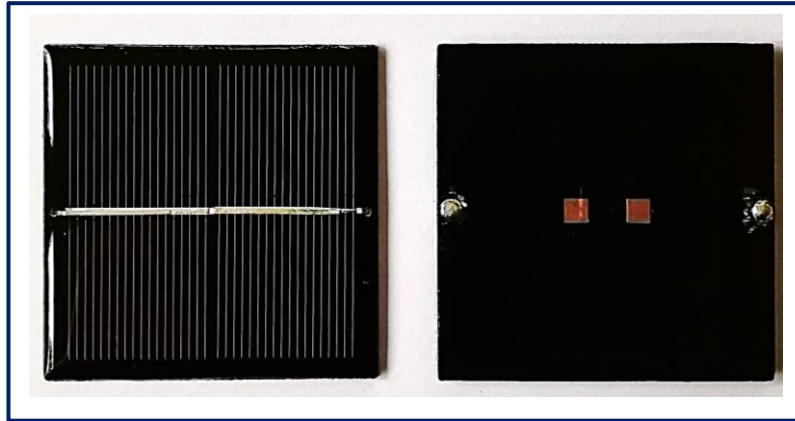
Das Solarmodul kann rückseitig mit doppelseitigem Klebeband oder mit Klebstoff auf glatte Oberflächen aufgeklebt werden. Im Lieferzustand ist die Vorderseite mit einer Schutzfolie bedeckt, diese wird vor Erstgebrauch entfernt.

**Modul:** Kunststoffträger 60mm x 60mm mit hochtransparenter Oberfläche, mechanisch sehr robust

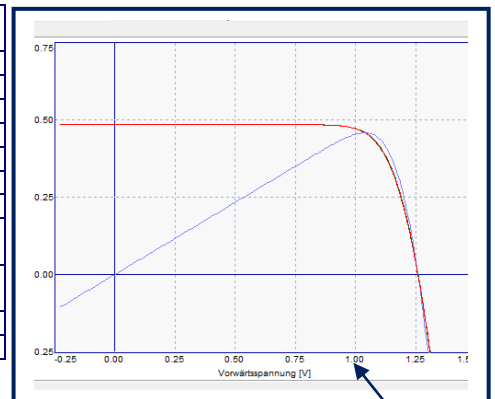
**Solarzellen:** 2 hochwertige monokristalline Solarzellen 26mm x 52mm in interner Reihenschaltung

**Technische Daten bei einer Einstrahlung von  $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $\text{AM} = 1,5$**  gemessen im Flasher- Labor des ISFH

Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße der Solarzellen	s	2x 26 x 52	mm	2 Monokristalline Solarzellen
Leerlaufspannung	$U_{oc}$	1,26	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	$I_{sc}$	0,48	A	Proportional zur Lichtintensität S
El. Leistung im MPP	P	0,475	W	bei Sonnenspektrum, AM 1,5
Wirkungsgrad (Zelle)	$\eta$	17,5	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Füllfaktor	FF	78,24	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	35,6	mA/cm <sup>2</sup>	j ist ein Qualitätsmerkmal
Temperaturverhalten Leerlaufspannung $U_{oc}$		- 0,36	% /K	Die Spannung mindert sich bei Erwärmung um 0,36% pro 1K
Temperaturverhalten Kurzschlussstrom $I_{sc}$		+ 0,06	% /K	Der Kurzschlussstrom vergrößert sich um 0,06 % pro 1K
Spannung im MPP	$U_{MPP}$	1,04	V	
Stromstärke im MPP	$I_{MPP}$	0,46	A	



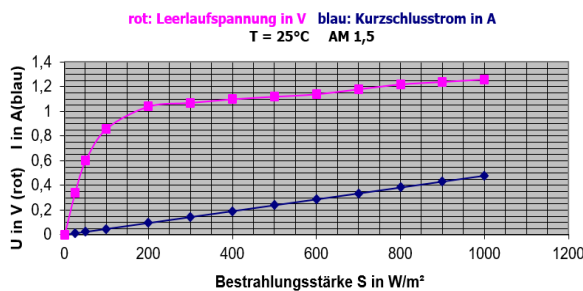
Technische Daten susemod8



### Die U(S)- Kennlinie (rot) und die I(S)- Kennlinie (blau)

Die Kennlinien zeigen die Abhängigkeiten der Leerlaufspannung  $U$  (e- Funktion) und des Kurzschlussstroms  $I$  (lineare Funktion) von der Bestrahlungsstärke  $S$  (Intensität des Lichts)  $0 =$  absolute Dunkelheit  $1000 =$  strahlender Sonnenschein im Sommerhalbjahr bei tiefblauem Himmel

### Kennlinien U(S) und I(S) des Solarmoduls SUSEmod8



Dieses hochwertige, leistungsstarke Solarmodul wird speziell für SUNdidactics hergestellt und ist nicht auf dem Markt erhältlich.

### Die I(U) und die P(U)- Kennlinie

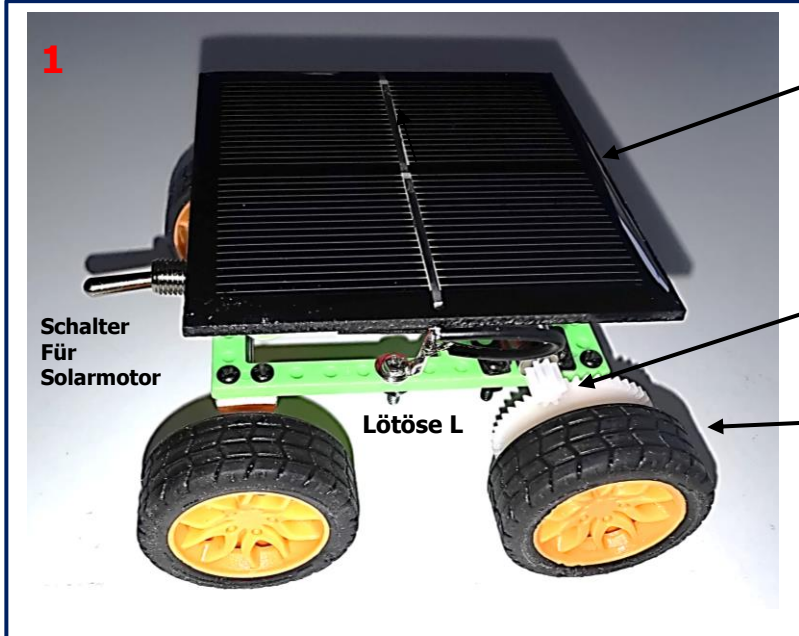
Die rote I(U)- Kennlinie zeigt die Abhängigkeit des Solarzellenstroms von der Solarzellenspannung bei einer ohmschen Belastung der Solarzelle. Der Schnittpunkt mit der x- Achse ist die Leerlaufspannung  $U_{oc}$  der Solarzelle, der Schnittpunkt mit der 0.00- Achse ist die Kurzschlussstromstärke. Die Leistungskurve (blau) zeigt im Maximum den Punkt der maximalen Leistung, den Maximum-Power-Point MPP.



# Anleitung Solarflitzer turbo78

Einsteiger- Solarfahrzeug für die Sekundarstufe I, optimal für Jg. 7+8

**Bauanleitung + Basisversion Experimente** umfangreiche Experimente via QR



**Solarmodul 60mm x 60mm mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung**  
1,26 V/480 mA

**Elektromotor mit Getriebe (2 Zahnräder)**

**Robuste Räder mit Gummibereifung**

## Das Solarfahrzeug Solarflitzer turbo78 – Foto 1

Auf der grünen Basisplatte befindet sich der Solarmotor mit Getriebe, der Schalter zum Ein- und Ausschalten des Solarmotors, der Motor kann für Messungen am Solarmodul ausgeschaltet werden. Oben, auf einem Distanzklotz 20mm ist das Solarmodul 60 x 60 mm mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung. Das Fahrzeug fährt im Sonnenschein outdoor sehr schnell, etwas langsamer bei bedecktem Himmel. Im Innenraum kann man die Solarzelle mit Licht einer Halogenlampe oder einer Rotlichtlampe bestrahlen. LED-Lampen sind wegen des „falschen“ Lichtspektrums nicht geeignet.

An die beiden Lötösen L1 und L2 sind die Anschlüsse des Solarmoduls angelötet, hier kann mit Krokodilklemmen ein Multimeter angeschlossen werden, um elektrische Messungen an den Solarzellen durchzuführen, siehe **Foto 9**. Zum Fahrzeug gehört eine umfangreiche Experimentieranleitung.

### Technische Daten:

#### Fahrzeug

Fahrzeuglänge: 80 mm  
Fahrzeugbreite: 65 mm  
Fahrzeughöhe: 43 mm

#### Antrieb

Mini- Elektromotor mit  
Untersetzungsgetriebe

#### Solarmodul technische Daten auf Seite 2

Modulmaß 60 x 60 mm  
2 Solarzellen in interner Reihenschaltung  
 $U_{oc} = 1,26 \text{ V}$   $I_{sc} = 480 \text{ mA}$   $P_p = 475 \text{ mW}$   
Bei Standard- Testbedingungen  
 $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $AM = 1,5$

### Notwendige Werkzeuge beim Bausatzbau:

Kreuzschlitzschraubendreher (in Bausatz enthalten), Spitzzange, Lötstation mit bleifreiem Lötzinn. Optional: Steckschlüssel für Muttern M2.

## Die Bauanleitung

### 1. Notwendige Bauteile in 2 Tüten:

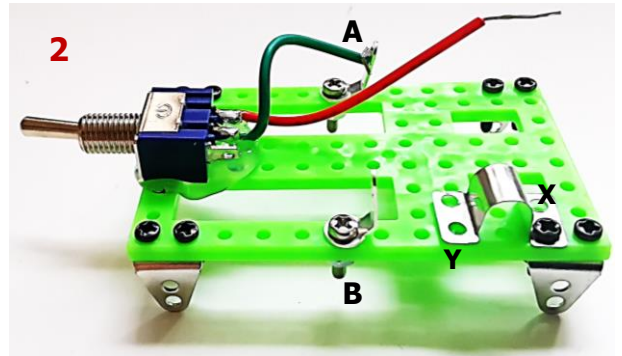
**Tüte 1:** 1x Basisbausatz Solarflitzer: Grüne Platine mit angebaute Schalter mit 2 Kabeln rot, grün, kleine Tüte mit Fahrzeug- Bauteilen und Schraubendreher, 4 Räder rot oder gelb mit Gummireifen.

**Tüte 2:** 1x Solarmodul SUSEmod8 mit 2 Anschlusskabeln rot+, schwarz-, 1x Holzklötz 20 x 20 mm mit 2x doppelseitiges Klebeband selbstklebend, 2x Lötösen + 2x silberne Schrauben M2 + 2x silberne Mutter M2 + 2 Kabel rot/schwarz für Mini- Solarmodul.

## 2. Der Selbstbau in 5 Arbeitsschritten:

### 2.1 Arbeitsschritt 1: Montage der Winkel, der 2 Lötösen und der Motorschelle (Foto 2).

Anschrauben der 4 Achsen- Winkel mit je 2 schwarzen Schrauben und schwarzen Muttern. Schrauben fest anziehen, evtl. beim Anziehen Muttern mit Spitzzange festhalten oder Steckschlüssel verwenden! Die Motorschelle wird mit der schwarzen Schraube **X** des Achsenwinkels vorne rechts gemeinsam mit dem Achsenwinkel verschraubt. Das 2. Loch der Motorschelle **Y** wird erst nach Einbau des Motors verschraubt.



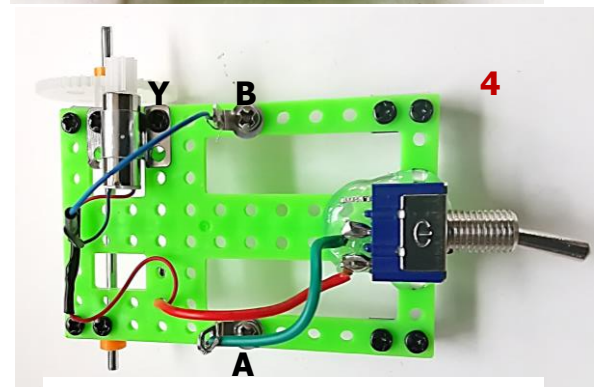
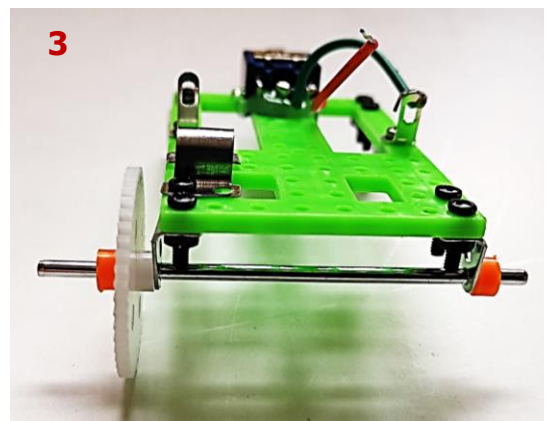
**Montage der 2 Lötösen A + B (siehe Foto 2!)** Jeweils in das 6. Loch am Rande des grünen Trägers wird eine Lötöse aufgelegt, von oben eine kleine silberne Schraube M2 durchgesteckt und von unten eine silberne Mutter aufgedreht, Schraube fest anziehen, die Lötösen zeigen nach vorne und werden senkrecht hochgebogen. Abschließend wird das blanke Ende des grünen Drahtes vom Schalter in die Lötöse A gesteckt.

### 2.2 Arbeitsschritt 2: Montage der Vorderachse und des Motors, Lötarbeiten 1

Wie die Fotos 3+4 zeigen, wird die Vorderachse montiert, es ist auf leichten Lauf zu achten, die gelben Achsenstopper sollen nicht zu eng am Winkel anliegen, **die Achse soll sich immer leicht drehen!**

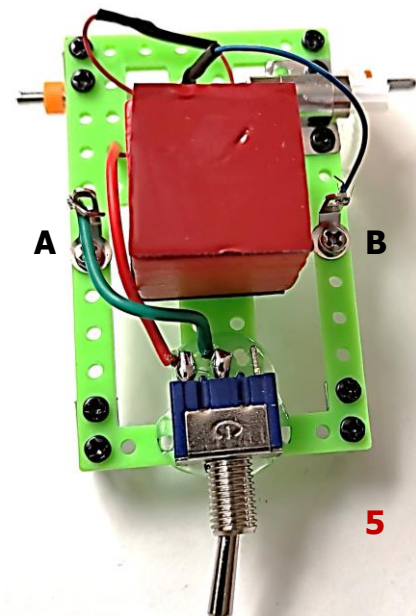
Die beiden Kabel, die Solarmotor und Solarzelle verbinden, werden an der Solarzelle abgelötet, das Pluskabel ist rot markiert! Diese kleine Solarzelle wird dann hier nicht mehr benötigt und kann für weitere Experimente verwendet werden. Der Solarmotor wird unter die Schelle geschoben und diese dann mit einer weiteren Schraube/Mutter durch **Loch Y** verschraubt. Beide Schrauben werden fest angezogen der Motor lässt sich in der Schelle noch etwas justieren, **das kleine weiße Zahnrad soll gut in das große weiße Zahnrad eingreifen, die Vorderachse soll sich immer leicht drehen lassen!**

Das rote Plus- Motordrähchen und der rote Draht vom Schalter werden am blanken Ende miteinander verdrillt+verlötet und anschließend in ein Loch der grünen Platine gesteckt und auf der Unterseite umgebogen. Das blanke Ende des blauen Minus-Motordrähchen wird in Lötöse B gesteckt und umgebogen.



### 2.3 Arbeitsschritt 3: Montage des Würfels und des Solarmoduls (Fotos 5 + 6)

Am Würfel wird unten die Schutzfolie abgezogen und der Würfel fest zwischen Motor und Schalter auf den Mittelsteg aufgeklebt. Nun wird die obere Schutzfolie abgezogen und das Solarmodul SUSEmod8 aufgeklebt (siehe Fotos 5+6). Das schwarze Minuskabel des Solarmoduls ist rechts auf Seite der Zahnräder, das rote Pluskabel in Fahrtrichtung links. Nach dem Aufkleben die transparente Schutzfolie auf dem Solarmodul entfernen! Das **schwarze Minuskabel** wird zusammen mit dem Minuskabel des Motors an die **Lötöse B** gelötet, das **rote Pluskabel** zusammen mit dem grünen Schalterdraht an die **Lötöse A** gelötet.



## Montage des Solarmoduls

### 2.4 Arbeitsschritt 4:

#### Montage der Hinterachse Foto 7

Die Hinterachse wird durch die beiden Winkel gesteckt, anschließend von beiden Seiten die orangenen Achsenringe aufgesteckt, nicht zu eng aufstecken, ca. 0,5 mm Distanz halten, die Achse muss sich immer leicht drehen!!

#### Montage der 4 Räder:

Nun werden auf alle 4 Achsenenden die Räder vorsichtig aufgedrückt.

**Achtung:** Die Achsen müssen sich auch nach Montage der Räder immer leicht drehen lassen!! Evtl. die orangenen Achsenstopper leicht korrigieren!

Nun hast Du das Fahrzeug fertiggestellt, im nächsten Arbeitsschritt testen wir den Solarflitzer

### 2.5 Arbeitsschritt 5: Funktionstest

#### Schalterfunktion:

Wird der Schalter nach rechts auf Position E geschaltet, wird der Solarstrom des Solarmoduls an den kleinen Elektromotor geleitet.

Gehe hinaus ins Sonnenlicht und richte die Solarzelle zur Sonne aus, die Räder am Motor müssten sich schnell drehen.

Im Innenraum hältst Du das Auto in ca. 20 cm Abstand unter eine Halogen- oder Rotlichtlampe, auch hier müssten sich die Räder schnell drehen.

**Testfahrt:** Stelle das Fahrzeug Outdoor auf eine ebene Fläche in den strahlenden Sonnenschein oder in das natürliche Tageslicht bei leicht bedecktem Himmel. Stelle den Schalter auf E, das Auto müsste zügig davonflitzen.

Im Innenraum kann die Solarzelle mit einer Halogen- oder Rotlichtlampe oder Overheadprojektor bestrahlt werden, LED Lampen sind ungeeignet!

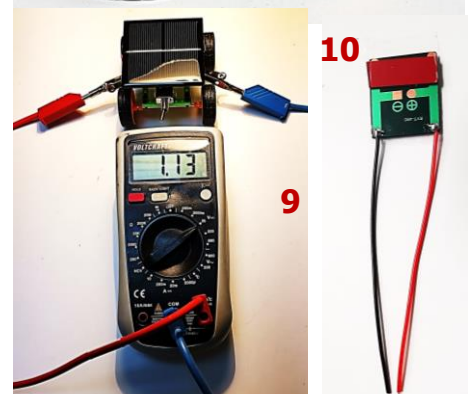
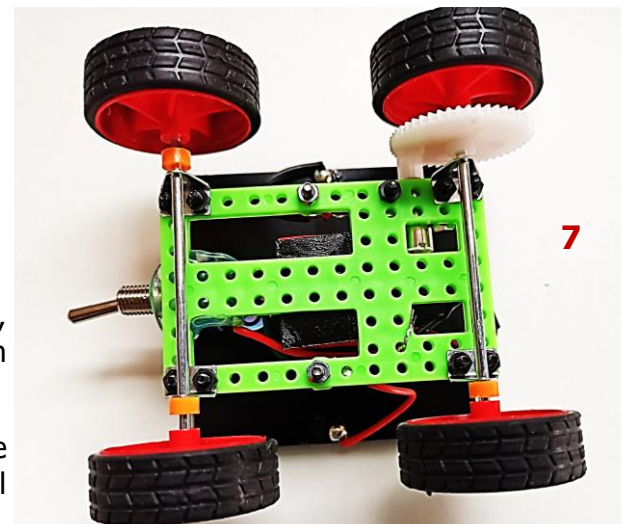
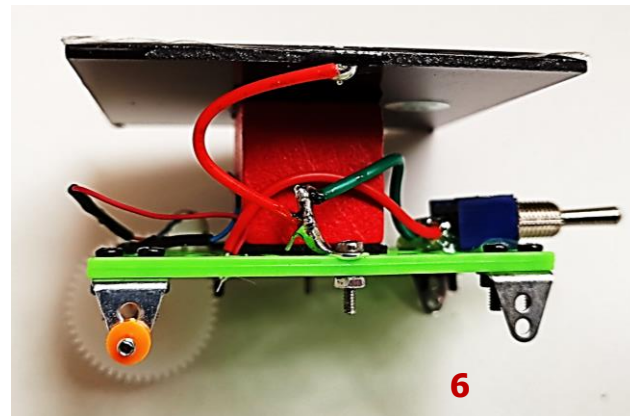
Der Nachteil dieses Fahrzeugs ist, dass es nur fährt, wenn die Solarzellen genügend Licht bekommen. Bei Dunkelheit, im Schatten und bei schlechten Lichtverhältnissen bleibt es stehen.

Ein Update ist der nächsthöhere Solarflitzer turboSC, der die elektrische Energie des Solarmoduls in einem Superkondensator speichert und mit dieser gespeicherten Energie auch im Schatten und in Dunkelheit fahren kann. Das Foto 8 zeigt den Solarflitzer turboSC, der Speicherkondensator ist über dem Schalter erkennbar.

#### Die Experimente:

Mit der Experimentieranleitung lassen sich umfangreiche Experimente zum Solarflitzer und zum Solarmodul durchführen. Du benötigst dazu neben der Anleitung ein Multimeter, 2 Laborkabel und 2 Krokodilklemmen, um die Kabel an den beiden Lötösen anzuklemmen. Das Foto 9 zeigt die Messung der Spannung des Solarmoduls 1,13 V. Auf Seite 4 befindet sich eine Kurzversion der Experimente.

An das Mini- Solarmodul (Foto 10) kannst Du die 2 beigefügten Leiter rot (+) und schwarz (-) anlöten und es für die Experimente einsetzen. Du kannst es aber auch zusätzlich zum großen Solarmodul an die Anschlüsse des großen Moduls anlöten, dann steigertest Du die Leistung des Fahrzeugs um 20%!



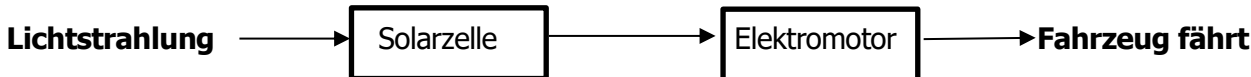
# Basisversion der Experimente mit dem Solarflitzer turbo78,

ausführliche Experimente via QR- Code



## 1. Energieumwandlungen

Von der Lichtbestrahlung der Solarzelle bis zum Fahren des Solarflitzers finden Energieumwandlungen statt. Erkläre diese Energieumwandlungen und beschrifte das Schaubild mit Energiebegriffen.



Erkläre die Energieumwandlungen hier:

## 2. Wann fährt das Fahrzeug wie schnell?

Lichtverhältnisse	Fahrzeug fährt <small>unterstreiche die beobachtete Geschwindigkeit.</small>
Outdoor strahlender Sonnenschein	Schnell <u>mittel</u> langsam gar nicht
Outdoor leicht bedeckter Himmel	Schnell <u>mittel</u> langsam gar nicht
Outdoor bedeckter Himmel	Schnell <u>mittel</u> langsam gar nicht
Outdoor strahlender Sonnenschein Schatten	Schnell <u>mittel</u> langsam gar nicht
Im Innenraum mit Halogen- oder Rotlichtlampe	Schnell <u>mittel</u> langsam gar nicht

Erkläre die Unterschiede!

## 3. Spannungsmessung am Solarmodul

Lichtverhältnisse	Spannung in Volt
<b>Outdoor strahlender Sonnenschein</b> <small>Solarzelle zur Sonne ausgerichtet</small>	
<b>Outdoor leicht bedeckter Himmel</b> <small>Solarzelle zur Sonne ausgerichtet</small>	
<b>Outdoor bedeckter Himmel</b> <small>Solarzelle nach oben zum Himmel ausgerichtet</small>	
<b>Outdoor strahlender Sonnenschein Schatten</b> <small>Solarzelle nach oben zum Himmel ausgerichtet</small>	
<b>Im Innenraum mit Halogen- oder Rotlichtlampe</b> <small>Solarzelle in 20 cm Abstand zur Lampe ausgerichtet</small>	
<b>Auf Glasplatte des Overheadprojektors</b> <small>Fahrzeug auf Glasplatte gelegt, Solarzelle nach unten</small>	

Schalter auf AUS!  
Voltmeter in den Messbereich 20V DC schalten.  
Messkabel mit Krokodilklemmen an Lötösen klemmen, siehe Foto 9.

**Lötöse A: plus**

**Lötöse B: minus**

Was fällt Dir auf, erläutere hier: