

## NILS Niedersächsische Lernwerkstatt für solare Energiesysteme

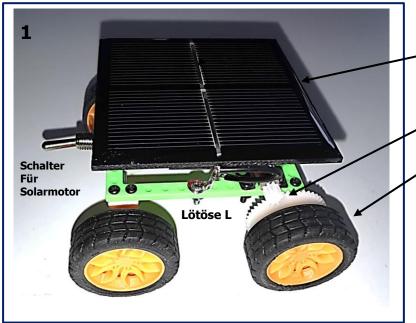
am Institut für Solarenergieforschung ISFH An- Institut der Leibniz Universität Hannover www.nils-isfh.de nils@isfh.de +49(0)05151 999 100



## **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 Basisplatine 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 Fertiggerät geliefert.

#### Notwendige Werkzeuge beim Bausatzbau:

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

QR Bauanleitung + Basisexperimente

OR ausführliche Experimente mit dem Solarflitzer turbo





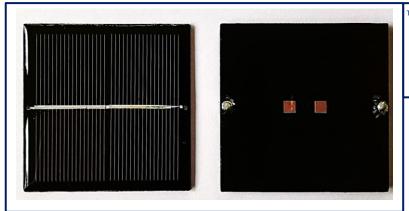
# SUSEmod8: Das Solarmodul beim Solarflitzer turbo ein leistungsstarkes und robustes 1,26 V- Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

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





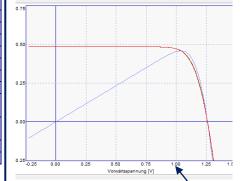
Die Oberseite über der Solarzelle ist hochtransparent mit Epoxidharz beschichtet. Auf der Rückseite befinden sich 2 Lötkontakte zum Anlöten der Plus- und Minusleiter.

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 W/m², T = 25°C, AM = 1,5 gemessen im Flasher- Labor des

Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße der Solarzellen	S	2x 26 x 52	mm	2 Monokristalline Solarzellen
Leerlaufspannung	U <sub>oc</sub>	1,26	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	$I_{sc}$	0,48	Α	Proportional zur Lichtintensität S
El. Leistung im MPP	Р	0,475	W	bei Sonnenspektrum, AM 1,5
Wirkungsgrad (Zelle)	η	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 Uoc		- 0,36	% /K	Die Spannung mindert sich bei Erwärmung um 0,36% pro 1K
Temperaturverhalten Kurzschlussstrom I <sub>sc</sub>		+ 0,06	% /K	Der Kurzschlussstrom vergrößert sich um 0,06 % pro 1K
Spannung im MPP	U <sub>MPP</sub>	1,04	V	
Stromstärke im MPP	$I_{MPP}$	0,46	Α	



#### 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





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<sub>oc</sub> 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.

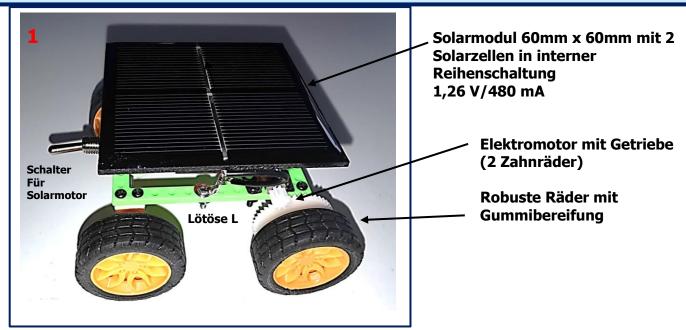


NILS Niedersächsische Lernwerkstatt für solare Energiesysteme am Institut für Solarenergieforschung ISFH An- Institut der Leibniz Universität Hannover www.nils-isfh.de nils@isfh.de +49(0)05151 999 100 BNE
Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung

## **Anleitung Solarflitzer turbo78**

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

Bauanleitung + Basisversion Experimente



### Das Solarfahrzeug Solarflitzer turbo78 - Foto 1

Auf der grünen Basisplatine 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  $60 \times 60 \text{ mm}$  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 Ant

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  $U_{oc} = 1,26 \text{ V } I_{sc} = 480 \text{ mA} \quad P_{D} = 475 \text{ mW}$ 

Bei Standard- Testbedingungen S = 1000 W/m<sup>2</sup>, T = 25°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:

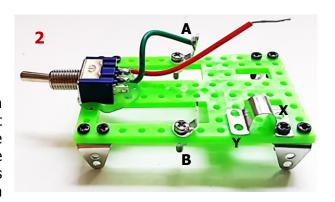
**Tüte 1:**1x Basisbausatz Solarflitzer: Grüne Platine mit angebautem Schalter mit 2 Kabeln rot, grün, kleine Tüte mit Fahrzeug- Bauteilen und Schraubendreher, 4 Räder rot oder gelb mit Gummireifen.

**Tüte 2:** 1x Solarmodul SUSEmod8 mit 2 Anschlusskabeln rot+, schwarz-, 1x Holzklotz 20 x 20 mm mit 2x doppelseitiges Klebepad 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

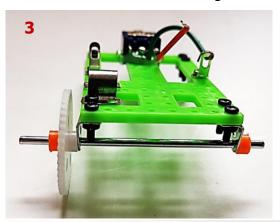
Wie die Fotos **3+4** zeigen, wird die Vorderachse montiert, es ist auf leichten Lauf zu achten, die gelben Achsenstopper sollen nicht zu eng am Winkel anliegen, **die Achse soll sich immer leicht drehen!** 

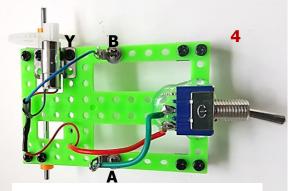
Die beiden Kabel, die Solarmotor und Solarzelle verbinden, werden an der Solarzelle abgelötet, das Pluskabel ist rot markiert! Diese kleine Solarzelle wird dann hier nicht mehr benötigt und kann für weitere Experimente verwendet werden. Der Solarmotor wird unter die Schelle geschoben und diese dann mit 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!

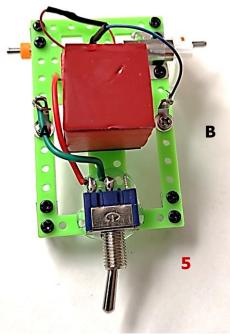
Das rote Plus- Motordrähtchen und der rote Draht vom Schalter werden am blanken Ende miteinander verdrillt+verlötet und anschließend in ein Loch der grünen Platine gesteckt und auf der Unterseite umgebogen. Das blanke Ende des blauen Minus-Motordrähtchen wird in Lötöse B gesteckt und umgebogen.

# 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.







# 2.4 Arbeitsschritt 4: Montage der Hinterachse Foto 7

Die Hinterachse wird durch die beiden Winkel gesteckt, anschließend von beiden Seiten die orangen 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.

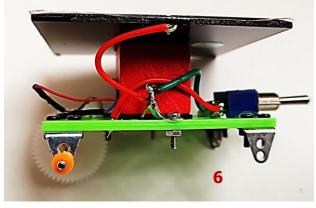
**Achtung:** Die Achsen müssen sich auch nach Montage der Räder immer leicht drehen lassen!! Evtl. die orangen Achsenstopper leicht korrigieren!

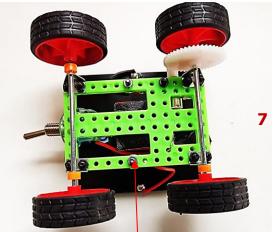
Nun hast Du das Fahrzeug fertiggestellt, im nächsten Arbeitsschritt testen wir den Solarflitzer

# 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.





Tipp: Gib auf alle Muttern ein kleines Tröpfchen Klebstoff zur Fixierung!

**Im Innenraum** hältst Du das Auto in ca. 20 cm Abstand unter eine Halogen- oder Rotlichtlampe, auch hier müssten sich die Räder schnell drehen. Mit LED- Licht funktionieren Solarzellen nicht!

**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!

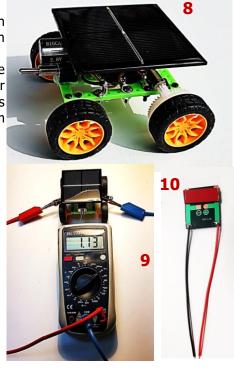
Der Nachteil dieses Fahrzeugs ist, dass es nur fährt, wenn die Solarzellen genügen Licht bekommen. Bei Dunkelheit, im Schatten und bei schlechten Lichtverhältnissen bleibt es stehen.

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 steigerst Du die Leistung des Fahrzeugs um 20%!



Basisversion der Experimente mit dem Solarflizer turbo78, Langversion via mail an info@sundidactics.de

### Basisversion der Experimente mit dem Solarflizer 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.

Lichtstrahlung ———	Solarzelle	Elektromotor	≻Fahrzeug fährt
Erkläre die Energieumwa	ndlungen hier:		

2. Wann fährt das Fahrzeug wie schnell?

Lichtverhältnisse	Fahrzeug fährt unterstreiche die beobachtete Geschwindigk.
Outdoor strahlender Sonnenschein	Schnell mittel langsam gar nicht
Outdoor leicht bedeckter Himmel	Schnell mittel langsam gar nicht
Outdoor bedeckter Himmel	Schnell mittel langsam gar nicht
Outdoor strahlender Sonnenschein Schatten	Schnell mittel langsam gar nicht
Im Innenraum mit Halogen- o Rotlichtlampe	Schnell mittel langsam gar nicht

**Erkläre die Unterschiede!** 

### 3. Spannungsmessung am Solarmodul

Lichtverhältnisse	Spannung in Volt	Schalter auf AUS! Voltmeter in den Messbereich 20V DC schalten. Messkabel mit
Outdoor strahlender Sonnenschein Solarzelle zur Sonne ausgerichtet		
Outdoor leicht bedeckter Himmel Solarzelle zur Sonne ausgerichtet		
Outdoor bedeckter Himmel Solarzelle nach oben zum Himmel ausgerichtet		Krokodilklemmen an Lötösen klemmen, siehe
Outdoor strahlender Sonnenschein Schatten Solarzelle nach oben zum Himmel ausgerichtet		Foto 9.
Im Innenraum mit Halogen- oderer Rotlichtlampe Solarzelle in 20 cm Abstand zur Lampe ausgerichtet		Lötöse A: plus
Auf Glasplatte des Overheadprojektors Fahrzeug auf Glasplatte gelegt, Solarzelle nach unten		Lötöse B: minus

Was fällt Dir auf, erläutere hier:					