



**PHOTOVOLTAIK
SYSTEM
SUSE**

H₂

**Wasserstofftechnologie
Brennstoffzelle**

O₂

ISFH

Solarthermiesystem

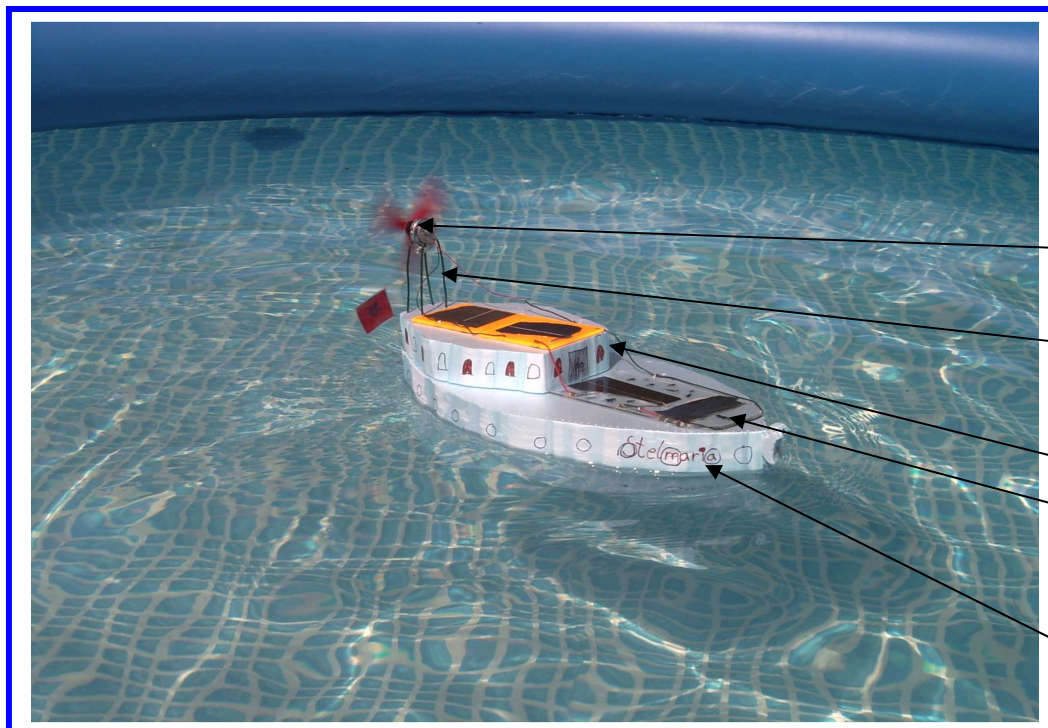
Wärme von der Sonne

RLFB

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

Bauanleitung für das SUSE- Solarboot mit Solarmodulen aus Solarzellenbruchstücken für Solar- AG Jg.5/6

Das SUSE- Solarboot ist ein preiswertes Solar- Bastelangebot für Kinder der Jahrgangsstufe 5/6. Das Boot aus Styrodur wird mit einem Elektromotor mit Luftpropeller angetrieben, zur Stromversorgung dienen 3-4 Solarmodule „SUSEmini“ aus funktionsfähigen Solarzellenbruchstücken in Reihenschaltung.



Motor mit
Propeller

Propeller-
halterung

Aufbau

4 Module in
Reihen-
schaltung

Rumpf

Das von der Schülerin Kim-Maxim (Jg.6) in der Solar- AG des Goethegymnasiums gebaute Solarboot auf Jungfernfahrt im Gartenpool.

Die Bauanleitung:

1. Bau des Bootumpfes:

Um einen symmetrischen Rumpf zu bekommen, wird ein Blatt DIN A3 in der Mitte längs gefaltet, ein halber Rumpfumriss aufgezeichnet, gefaltet ausgeschnitten und wieder aufgeklappt.

Nun wird der komplette Rumpfumriss auf Styrodur (Stärke 3 cm) gelegt, umzeichnet und mit einer Styroporschneidemaschine ausgeschnitten. Ein Bootsaufbau wird

ebenfalls hergestellt und mit Styroporkleber auf den Rumpf geklebt. Das Boot kann nun noch mit Farben bemalt werden und mit Fähnchen etc. geschmückt werden.

2. Bau der 3- 4 Solarmodule

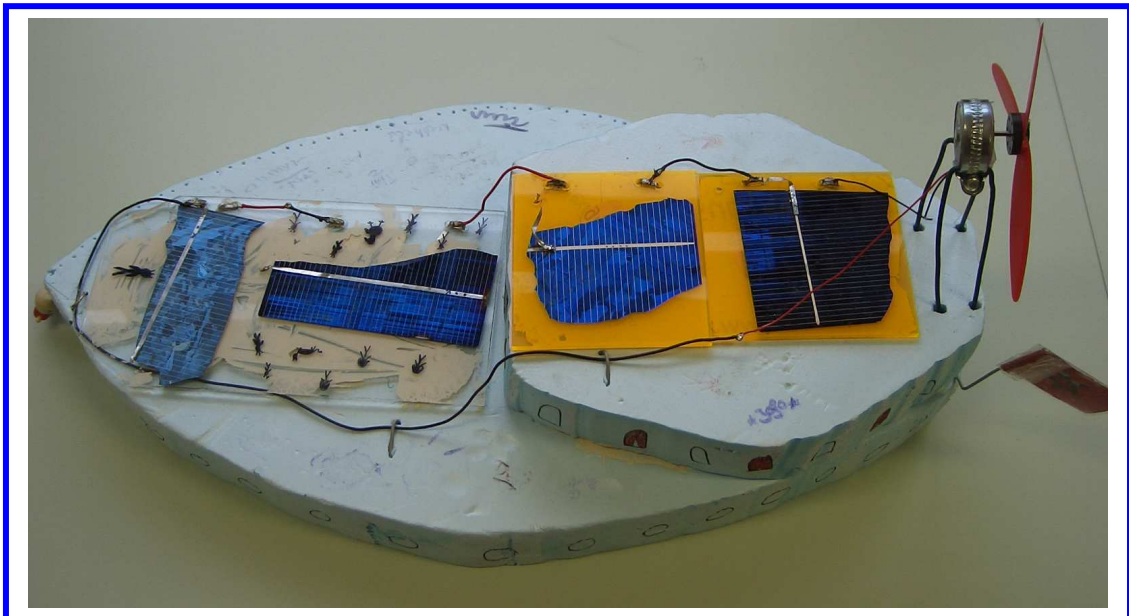
Die Module des Typs „SUSEmini“ aus etwa gleich großen funktionsfähigen Solarzellebruchstücken werden entsprechend der Bauanleitung „subsuxmini“ (Anhang) hergestellt.

Vor dem Aufkleben auf dem Bootsrumpf können mit den Modulen auch noch die in der Datei angebotenen Experimente durchgeführt werden.

Die Module werden anschließend mit Styroporkleber auf den Rumpf geklebt.

3. Reihenschaltung der Module

Die Module werden elektrisch fachgerecht durch Anlöten von Verbindungsleitern in Reihe geschaltet, die +Leitung des ersten Moduls und die –Leitung des letzten Moduls sollten länger sein, diese führen zum Motor. Zur Kontrolle der Reihenschaltung wird die Spannung der Reihenschaltung gemessen, bei Bestrahlung der Module mit Sonnenlicht oder Licht eines Halogenstrahlers sollte die Spannung bei 3 Modulen ca. 1,5-1,8 V sein, bei 4 Modulen ca. 2,0 – 2,4 V.



Das Foto zeigt die 4 Module in Reihenschaltung auf dem Bootsrumpf und dem Aufbau

4. Anbau des Motors

Um den Motor wird vorsichtig eine Rohrschelle geschraubt, in die vorher 2 stabile Drähte (Gartendraht) eingelegt werden, dann wird die Schelle fest angezogen. Die Drähte werden nach unten gebogen und in den Styrodur- Rumpf gesteckt. Nun wird der Propeller aufgesteckt (siehe Fotos). Anschließend wird der Motor mit dem + und – Pol der Reihenschaltung verbunden, es muss auf die richtige Polung geachtet werden, damit der Propeller sich richtig herum dreht und das Boot schieben kann.

Das Boot ist nun fertig und einsatzbereit.

Mit einem Ruder unter dem Heck kann das Boot lenkbar gemacht werden.



Aufbau des Motors



Bauanleitung für das NILS- mini- Solarmodul

Das NILS- mini - Solarmodul besteht aus einem funktionsfähigen Solarzellenbruchstück auf einem Plexiglasträger mit Lötunkten zum Anlöten von Schaltdrähten für Messungen oder für eine Reihenschaltung mehrerer Module.

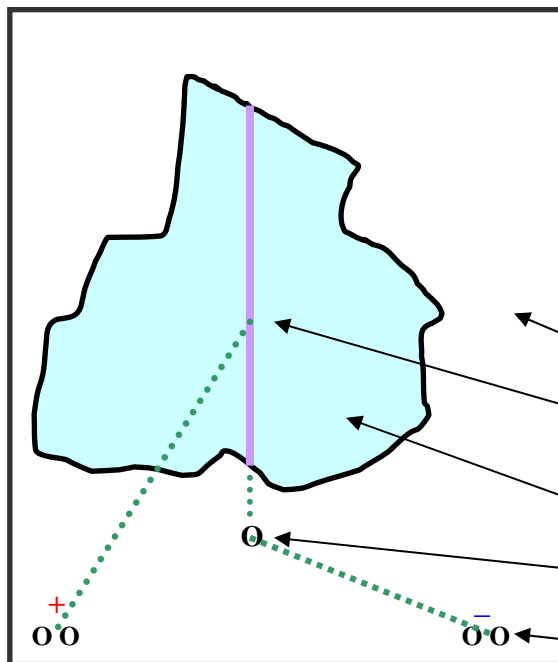


Foto eines NILS- mini- Solarmoduls

Plexiglasplättchen

Loch für Zelle- Plusanschluss 3,5 mm
(unter der Zelle !) Loch versenken mit Kegelsenker

Solarzellenbruchstück

Loch für Zelle- Minusanschluss 3,5 mm
(ca. 10 mm vom Zellenrand entfernt) Hier Zellverbinder
von oben nach unten durchfädeln

2 Doppellöcher mit 3,5 mm mit 1cm Abstand
voneinander und 1 cm vom unteren und seitlichen Rand

Hier Zellverbinder durchschlingen + verlöten

Die Bauanleitung:

Vorsicht ! Solarzellen sind sehr zerbrechlich und haben scharfe Kanten !

1. Plexiglasplättchen und passendes Zellbruchstück (<Plättchen) verwenden
2. Kanten des Plexiplättchens mit Schleifpapier glatt schleifen, Ecken leicht abrunden
3. Folien vom Plexiplättchen abziehen, Zelle auflegen und mit Folienstift den Rand der Solarzelle auf das Plexiplättchen übertragen (umrahmen)
4. Zelle auf mm- oder Kästchen- Papier legen und Rand mit Stift umfahren, die Zellenfläche ist für spätere Messungen wichtig
5. 6 Löcher anzeichnen und Durchmesser 3,5 mm bohren, das Loch für den Plusanschluss der Zellen- Unterseite muss genau unter einem versibertem Anschlusspad liegen !
6. Auf die breite Elektrode der Oberseite der Zelle (Minuspole) Zellverbinder löten. Achtung, das Löten von Solarzellen ist schwierig, vorher bei NILS- ISFH üben ! (dazu Anleitungs-Datei „sulöt1“ verwenden)
7. Auf der Zellen- Unterseite an einem Silberpad Zellverbinder für den Pluspol anlöten
8. Zelle mit UHU- hart auf Plexiplättchen kleben, die Lötstelle der Unterseite muss genau in das versenkte Loch passen
9. Die Zellverbinder auf der Unterseite des Plexiplättchens zu den entsprechenden Doppellöchern (vom – pol der Zelle zum Minusloch, vom +Pol der Zelle zum Plusloch ziehen und dort 3mal durchfädeln und umschlingen, anschließend dort verlöten
10. An den Plusanschluss ein rotes Drähtchen, an den Minusanschluss ein graues Drähtchen löten, fertig ! Anschließend Modul testen + Experimente nach Anleitung durchführen !



PHOTOVOLTAIK
SYSTEM

SUSE

Wasserstofftechnologie
 H_2 Brennstoffzelle O_2

ISFH
Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne

RLFB

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

Name:.....Schule.....Datum:.....

Experimentieranleitung für das Solarmodul SUSEmini

Das Solarmodul **SUSEmini** ist ein Einsteiger- Solarmodul mit 1 Solarzellenbruchstück.

An den Anschlussdrähtchen kann die Zellenspannung und der Kurzschlussstrom gemessen werden.

Das Gerät ist einfach herzustellen und kann mit mehreren Experimenten zur Demonstration der Photovoltaik (Umwandlung von Lichtstrahlung in elektrische Energie) eingesetzt werden.

Für Standard- Tests von Solarzellen benötigt man eine Lichtquelle der Intensität (Bestrahlungsstärke) von 1000 W/m^2 , das wäre das

- direkte Sonnenlicht der Sonne bei unbewölktem Himmel im Sommerhalbjahr, senkrecht auf die Solarzelle
- oder das Licht auf der Glasplatte eines Overhead- Projektors
- oder eines Scheinwerfers,

die beiden letzteren müssten aber vorher mit einer SUSE- Solarzelle oder einem SUSE- Solarmodul exakt auf 1000 W/m^2 kalibriert werden. Beim Overhead- Projektor steigt die Bestrahlungsstärke mit dem Abstand zur Glasplatte, da eine Fresnel- Linse unter der Glasplatte das Licht nach oben hin bündelt, so dass bei einer bestimmten Höhe exakt 1000 W/m^2 (nach Kalibrierung) eingestellt werden können. Bei nicht kalibrierten Lichtquellen oder bei bedecktem Himmel verändern sich die Kenndaten, die Messwerte sinken.

Messungen und Berechnungen:

1. Leerlaufspannung U_{oc} (Die elektrische Spannung der unbelasteten Solarzelle):

$U_{oc} = \dots\dots\dots \text{V}$ (Der Wert sollte im Sonnenlicht zwischen 0,55 und 0,6 V liegen, bei bedecktem Himmel 0,5- 0,55 V, bei gleicher Bestrahlungsstärke sollten alle Solarzellen, unabhängig von ihrer Fläche die gleiche Spannung haben, der Standard-Test-Wert wäre 0,6 V). Kleine Differenzen sind Qualitätsunterschiede.

2. Kurzschlussstrom I_{sc} (Der Kurzschlussstrom der Solarzelle)

$I_{sc} = \dots\dots\dots \text{A}$ (Der Wert ist direkt proportional zur Zellenfläche und zur Lichtintensität /Bestrahlungsstärke, Standard-Test-Wert: bei einer Zellenfläche von 50 cm^2 sollte der Strom ca. 1,5 A sein)

3. Elektrische Leistung der Solarzelle P_E

$P = U_x I_x 0,8 = \dots\dots\dots \text{W}$ (vereinfachter Ansatz, P ist Leerlaufspannung x Kurzschlussstrom x 0,8, P sollte also bei 1000 W/m^2 Einstrahlung ca. 0,8 W sein, wenn die Zelle eine Fläche von 50 cm^2 hat)

Sehr Gut:	> 34 mA/cm ²
Gut	28-33 mA/cm ²
Mittel:	24....28 mA/cm ²
Schlecht:	< 24 mA/cm ²
Bei einer Bestrahlungsstärke von 1000W/m ² !!	

4. Qualität der Solarzelle

= Stromdichte j in mA/cm²

Die Stromdichte j gibt an, wieviel Strom ein 1 cm² großes Stück der Solarzelle produziert, je mehr, desto besser !

Kurzschlussstrom in mA

$j = \frac{\text{Kurzschlussstrom in mA}}{\text{Zellenfläche in cm}^2} = \dots\dots\dots \text{mA/cm}^2$ bei 1000W/m² Einstrahlung !

Die Stromdichte der verwendeten Zelle ist.....mA/cm²

Die Qualität ist.....
 Sehr gut – gut – mittel- schlecht

5. Art der Solarzelle: monokristalline Zelle – polykristalline Zelle – EFG- Zelle

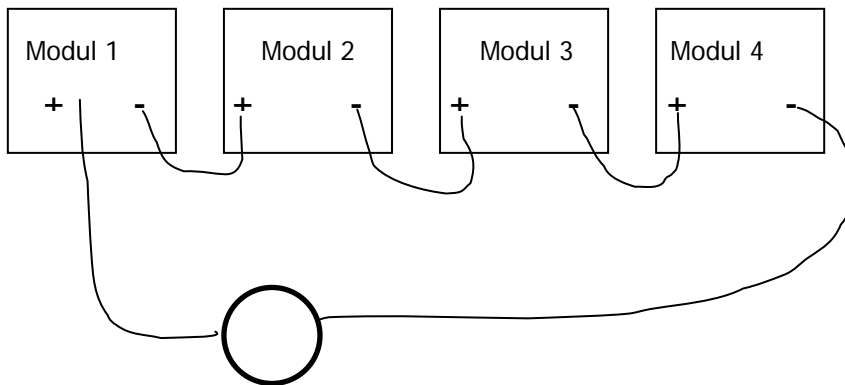
Bitte Zelltyp umkringeln

6. Reihenschaltung von Modulen

Die Module lassen sich beliebig in Reihe schalten und höhere Spannungen erreichen !

Module in Reihenschaltung:

Lege die Module ins Sonnenlicht oder (mit der Oberseite nach unten !) auf einen Overheadprojektor und schalte die Module in Reihe (wie in der Zeichnung dargestellt)
 Du kannst natürlich auch mehr als 4 Module in Reihe schalten, mit 6 Modulen kannst Du schon ein 3V-Radio betreiben !



Voltmeter bzw. Amperemeter

Einzelmodul:	U_{oc} in V	I_{sc} in A
Modul 1:.....		
Modul 2:.....		
Modul 3:.....		
Modul 4:.....		

ergänze die Tabelle nach unten, falls Du mehr als 4 Module in Reihe schaltest

<p>Werte für die Reihenschaltung von.....Modulen:</p> <p>$U_{ges} = \dots\dots\dots V$</p> <p>$I_{sc} = \dots\dots\dots A$</p> <p>Was fällt auf, beschreibe und erkläre!</p>

Erklärung:

7. Wirkungsgradbestimmung einer Solarzelle

Voraussetzung: Overheadprojektor oder Sonnenlicht mit der Bestrahlungsstärke 1000 W/m²

1. Umrechnung der Lichtleistung 1000 W/m² auf die wirkliche Fläche der Solarzelle

Beispiel: Wenn die Zelle 50cm² hat, dann erhält sie eine Lichtleistung von 1000/10000*50=P_L = 5 W

2. Die elektrische Leistung von Aufgabe 3 war bei der gemessenen Zelle P

Beispiel: Die elektrische Leistung der Zelle war P_E = 0,75 W

3. Wirkungsgrad = elektrische Leistung: Lichtleistung * 100 = Wirkungsgrad in %

Beispiel: 0,75: 5 *100 = 15 % Der Wirkungsgrad wäre bei dieser Zelle 5 %

Messung der verwendeten Zelle. Zellfläche =cm² =.....m²

1. Bestrahlungsstärke S =W/m², dieser Wert mit der Zellfläche A in m² multipliziert, damit ergibt sich die Lichtleistung P_L auf die Zelle:

P_L = S * A =W

2. Die elektrische Leistung P_E wurde bereits in Aufgabe 3 bestimmt.

P_E =W

3. Wirkungsgrad = (elektrische Leistung: Lichtleistung) * 100 = Wirkungsgrad in %

Wirkungsgrad= $\frac{P_E}{P_L} * 100 =%$

Der Wirkungsgrad der verwendeten Solarzelle ist.....%

Wirkungsgrade von Solarzellen:

Monokristalline Zellen: 15- 20 %

Polykristalline Zellen: 12 – 15 %
(auch EFG- Zellen)

Die verwendete Solarzelle war eine.....Zelle.
Monokristalline / polykristalline

Ihr gemessener Wirkungsgrad war:.....
sehr gut ---gut---mittel---schlecht

Ursachen für einen schlechten Wirkungsgrad:



Anleitung für das Lötten von Roh- Solarzellen

Das Lötten von Roh- Solarzellen setzt grundlegende Lötkenntnisse voraus und erfordert präzises Arbeiten, Fingerspitzengefühl und Geduld.

Für Anfänger ist diese Lötarbeit nur mit fachkundiger Hilfe zu empfehlen !

Die meisten Solarzellen haben lötbare Kontakte auf der Oberseite (- Pol) und auf der Unterseite (+ Pol).

Vorsicht ! Solarzellen sind extrem zerbrechlich, zerbrechlicher als Glas !!

1. Das richtige Werkzeug:

- Temperaturgeregelte Elektronik- Lötstation mit feiner Lötspitze
- LötKolbentemperatur max. 450°C, optimal 300°C auf Wärmeplatte
- Große Solarzellen müssen auf erwärmter Metallplatte (100 – 150 °C) liegen
- Solarzellen zum Lötten auf unbedrucktes Papier legen
- Nur spezielle verzinnte (Kupfer-) Zellverbinder verwenden, keine Drähte oder Litzen !
- kleine Spitzzange und kleiner Seitenschneider

2. So werden die Zellen verlötet:

Trainieren Sie zuerst mit Solarzellen Bruchstücken, erst nach Erreichen eines guten Löt-Ergebnisses sollten Sie Solarzellen lötten

Profitipp: Zellen beim Verlöten auf Wärmeplatte (ca. 100°C) legen !

1. Evtl. Lötstellen mit Glasfaserpinsel oder mit Brillenputztuch vorsichtig reinigen
2. Mit der Lötspitze, ein kleines Tröpfchen Lötzinn auf der Lötstelle aufbringen, schnell arbeiten !
Günstig ist es, den LötKolben gelegentlich zwischen den Lötvorgängen am Schwämmchen abzustreifen und mit Flußmittel (Kolophonium) zu benetzen
3. Verzinnter Zellverbinder auf das Lötzinntropfchen auflegen und zum Verlöten von oben den LötKolben vorsichtig aufdrücken, max. 3 Sekunden !
4. Vorsicht ! Zu hohe Temperatur des LötKolbens oder zu langes Lötten kann die lötbare Silberschicht auf der Solarzelle ablösen !
5. Zur Reihenschaltung von Solarzellen wird der Zellverbinder von der Unterseite der Vorgängerzelle auf die Oberseite der Folgezelle geführt und dort verlötet.
6. Kein Flussmittel (Kolophonium) auf (blaue oder braune) Antireflexschicht !

Nach dem Lötten können die Solarzellen mit doppelseitigem transparenten Klebeband oder mit Klebstoff auf glatten Oberflächen (Plexiglas o.ä.) aufgeklebt werden.

Solarzellen, Zellverbinder und Zubehör können von NILS- ISFH bezogen werden.

Viel Erfolg ! Tipps, Hinweise, Hilfen gibt es bei W.R. Schanz - [NILS- ISFH](#)