

Solardidactic – Solarzellen - Solarmodule – PV- Experimentiergeräte – PV –Experimentieranleitungen - Solarthermie- Experimentiergeräte
 didaktische Konzepte – Solarberatung – Fortbildung - solare Aus- und Weiterbildung - Solarspielzeug
 Solardidactics + solar cells + solar modules + photovoltaic experiment devices + solar toys + solar education and training

SUNdidactics Solar Systems Hildesheim, Germany

Phone: +49(0)5121 860730 Fax: +49(0)3222 3706689 Mail: info@sundidactics.de Mobile: +49(0)1757660607 Web: www.sundidactics.de skype: wolfschanz

Bauanleitung für das Solarmodul SUSE CM320

Leistungsstarkes Solarmodul mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung

mit schaltbarem Solarmotor und 4 Messbuchsen für Photovoltaik- Experimente in der SEKI/II 0,63V/1,26V/468mA



Das Solarmodul SUSE CM320, links die beiden Solarzellen, rechts der Solarmotor mit Propeller, der Schalter und die 4 Messbuchsen

Vorderseite des Solarmoduls, oben der Solarmotor mit dem Propeller, unten der Motorschalter und die 4 Messbuchsen

Rückseite des Solarmoduls mit den beiden Solarzellen in interner Reihenschaltung

Die Gerätebeschreibung

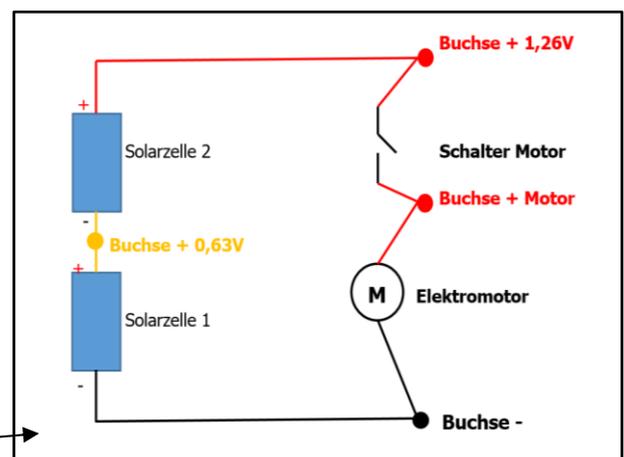
Das Solarmodul SUSE CM320 ist praxisingerecht ausgestattet und ermöglicht zahlreiche Experimente zur Photovoltaik in den Sekundarstufen I und II. Auf der Rückseite des dachförmig gebogenen Plexiglasträgers befinden sich 2 Solarzellen, deren Anschlüsse jeweils an eine Buchse geführt sind. Die schwarze Buchse ist der Minuspol, die gelbe Buchse ist der Pluspol der Solarzelle 1, die mittlere rote Buchse ist der Pluspol der Solarzelle 2. Die äußere rote Buchse ist der Pluspol des Elektromotors, der mit dem danebenliegenden Schalter an den Pluspol der Solarzelle 2 angeschaltet werden kann. Somit kann der Solarmotor mit seiner roten und der schwarzen Buchse auch als eigenständiger Motor verwendet werden. Das Gerät lässt sich aus dem Bausatz von Schülerteams aus der SEKI/II in ca. 1 Stunde aufbauen.

Die Bauanleitung

1. Die Bausatzteile:

1. Plexiglasträger 160 x 80 mm gebohrt
2. Solarmotor RF300-10
3. Propeller zum Aufstecken auf die Motorachse
4. Buchsen (2x rot, gelb, schwarz) mit Lötösen
5. Schalter mit 2 angelöteten Anschlussleitern (rot)
6. Solarzellen mit doppelseit. Klebeband und angelöteten 2 Anschlussleitern (gelb- rot und gelb- schwarz)
7. Schrumpfschlauchstücke 4,2 je 15 mm
8. Typschild- Aufkleber

Die Schaltzeichnung von SUSE CM320



2. Notwendige Werkzeuge

SUSE-Plexiglasbiegegerät mit Netzteil und Biegeschablone
Halbrundfeile zum Motoreinbau
Schlüssel 8 für die Schalterbefestigung
Schlüssel 10 für die Buchsenmontage
Spitzzange + Seitenschneider + Abisolierzange + Pinzette
Regelbare Lötstation mit bleifreiem Lötzinn

3. Der Bau des Solarmoduls SUSE CM320 in 7 Schritten

3.1 Einbau des Solarmotors

Die Bauteile des Bausatzes

Vor dem Biegen wird der Solarmotor eingebaut. Das Loch für den Motor wird mit der Halbrundfeile leicht vergrößert, bis der Motor mit etwas Kraft eingeklemmt werden kann, Motor immer mit der Achse voraus einschieben, sonst reißen die feinen Anschlussdrähte ab! **Achtung! Loch nicht zu groß feilen!! Schutzfolie erst nach dem Motoreinbau entfernen!! Propeller noch nicht aufstecken!**

Der gebogene Plexiglasträger mit eingebautem Motor und Typschild

3.2 Biegen des Plexiglasträgers

Schutzfolie des Plexiglasträgers auf beiden Seiten entfernen! Mit Anleitung der betreuenden Lehrkraft wird der Plexiglasträger auf dem Biegegerät erhitzt und mit der Schablone um 75° gebogen. Nach dem Erkalten kann mit der Montage der Bauteile begonnen werden.

3.3 Einbau des Typschildes

Das Typschild wird ausgeschnitten, die Schutzfolie entfernt und dann passgenau direkt zwischen Motor und Buchsenlöcher geklebt.

Einbau von Buchsen und Schalter

3.4 Einbau der Buchsen und des Schalters

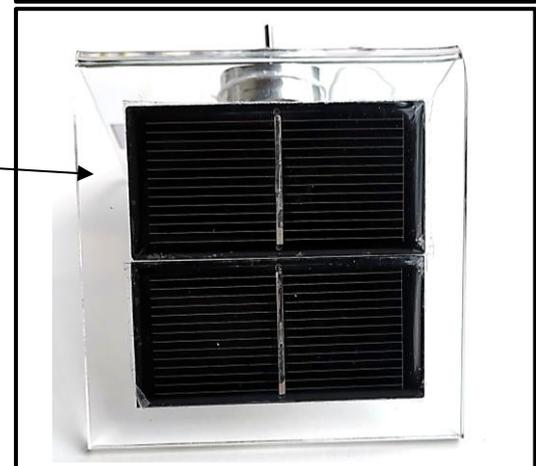
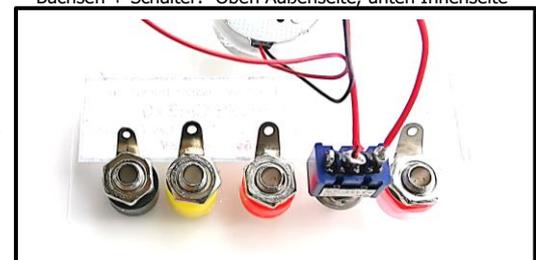
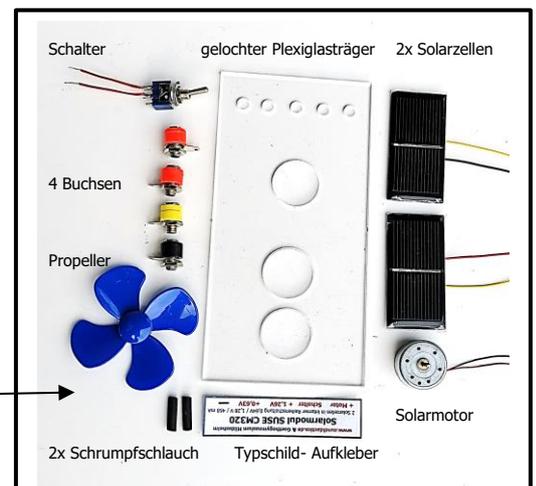
Zum Einbau der Buchsen wird ein Schraubenschlüssel 10 benötigt. Von der Buchse wird die Mutter und die Lötöse abgeschraubt, die Buchse von vorne aufgesteckt. Auf der Rückseite wird die Lötöse leicht abgebogen aufgesteckt und die Mutter aufgeschraubt, erst mit der Hand, dann mit dem Schlüssel 10. Die Lötöse soll nach oben zum Knick des Plexiglasträgers ausgerichtet werden, Lötöse beim Festschrauben festhalten, damit sie sich nicht wegdreht!

Beim Schalter die obere Mutter und beide Scheiben abschrauben, die untere Mutter mit der Hand fest an den Schalterkopf schrauben, dann den Schalter von innen her durchstecken, vorne die Zahnscheibe einlegen und anschließend die 2. Mutter aufschrauben. Schalter waagrecht einbauen, der hintere unbenutzte Schaltkontakt zeigt zur mittleren roten Buchse, dann Schalter mit Schlüssel 8 vorsichtig festschrauben. Die Unterlegscheibe wird nicht benötigt.

3.5 Einbau der Solarzellen

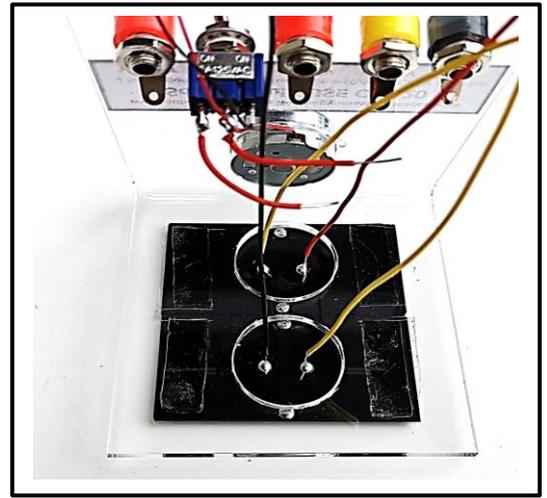
Die aufgeklebten Solarzellen

Für die 2 Solarzellen sind die beiden großen Löcher auf der Rückseite des Plexiglasträgers vorgesehen. Von der 1. Solarzelle werden die beiden roten Schutzfolien der 2 kurzen doppelseitigen Klebbänder vorsichtig abgezogen und sie dann über dem unteren Loch so eingebaut, dass sie 1-2 mm über der Oberkante des Lochs abschließt, links+ rechts 1 cm Rand zur Plexiglas-kante hat und die Unterkante parallel zur Plexiglasunterkante ist. Nach der genauen Positionierung fest andrücken. Die 2. Solarzelle wird direkt über die 1. Solarzelle geklebt, **Schutzfolien noch nicht abziehen!**



3.6 Verdrahtungs- und Lötarbeiten

Das nebenstehende Foto zeigt das Solarmodul nach der Montage aller Bauelemente, wir haben 8 Drähte, die positioniert und verlötet werden müssen, 4 Drähte von den beiden Solarzellen, 2 Drähte vom Schalter und 2 Drähte vom Solarmotor. Um etwas Ordnung in die Kabelfülle zu bringen, fassen wir die 4 Kabel von den beiden Solarzellen zusammen und führen sie durch ein 15mm- Schrumpfschlauchstück oberhalb des Motors, danach diese 4 Kabel und auch die beiden Motordrähte durch ein 2. Schrumpfschlauchstück unterhalb des Motors, zwischen Motor und Buchsen, siehe Foto.



Nun werden die Kabel an die entsprechenden Positionen gelötet, wenn Du Erfahrung hast, kannst Du die Kabel entsprechend kürzen und abisolieren, **Vorsicht bei den dünnen Motordrähchen!**

- Die beiden roten Drähte des Schalters werden an die Lötösen der beiden roten Buchsen links und rechts des Schalters gelötet.
- Die beiden gelben Drähte der 2 Solarzellen werden an die Lötöse der gelben Buchse gelötet.
- Der schwarze Draht der Solarzelle und der schwarze Draht des Motors werden gemeinsam an die Lötöse der schwarzen Buchse gelötet.
- Der rote Draht der Solarzelle wird an die Lötöse der mittleren roten Buchse (neben der gelben Buchse!) gelötet.



Die Innenseite mit den beiden Schrumpfschlauchröhrchen und den angelöteten Drähten.

Die Lötarbeiten sind beendet, das Gerät ist fertiggestellt, zuletzt wird der blaue Propeller aufgesteckt.

Die Funktion kann im nächsten Schritt getestet werden, **nun können die transparenten Schutzfolien auf den Solarzellen abgezogen werden!**

3.7 Funktionstests

- Gehe mit dem Gerät ans Fenster oder hinaus ins Freie und richte die Solarmodule zur Sonne oder zum hellen Himmel aus, der Schalter wird zur mittleren roten Buchse geschaltet, dann ist der Elektromotor mit den Solarzellen verbunden, der Propeller sollte sich schnell drehen. Im Innenraum kann man auch ca. 40 cm vor eine Halogen- oder Rotlichtlampe (die man zur Schnupfenbehandlung verwendet) gehen und die Solarzellen auf die Lampe ausrichten, LED- Lampenlicht funktioniert nicht oder nur ganz schlecht, weil LEDs ein ungünstiges Lichtspektrum aussenden.
- Mit einem Multimeter kannst Du im Spannungsbereich 20V DC die Spannungen der in Reihe geschalteten Solarzellen testen. Schalte den Motor aus und stecke das Pluskabel in die mittlere rote Buchse und das Minuskabel in die schwarze Buchse, im strahlenden Sonnenschein im Sommer im Freien sollte die Spannung ca. 1,26 V sein, bei bedecktem Himmel oder vor Lampen im Innenraum etwas weniger. Wenn der Motor eingeschaltet wird, sinkt der Wert der Spannung etwas. Zwischen gelber und schwarzer Buchse kannst Du die Spannung einer Solarzelle messen, es sollte der halbe Wert sein, ca. 0,63 V, bei bedecktem Himmel oder vor Lampen im Innenraum entsprechend weniger.

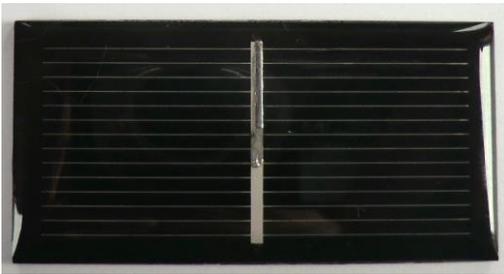
Experimente

Mit der Experimentieranleitung von SUNdidactics oder vom Goethegymnasium Hildesheim lassen sich zahlreiche Versuche zur Photovoltaik durchführen, es können auch eigene experimentelle Ideen ausprobiert werden. Auf der Seite 4 sind die technischen Daten der verwendeten Solarzellen aufgeführt.

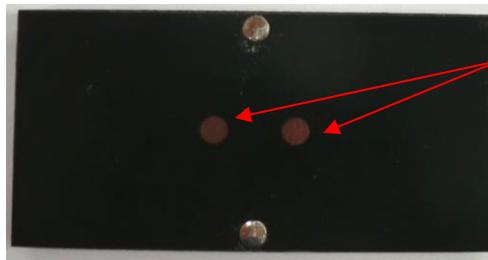
Viel Freude bei den Experimenten mit SUSE CM320!

Hilfe bei Problemen des Gerätes oder bei experimentellen Schwierigkeiten, mail an: info@sundidactics.de

Das **Solarmodul SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit genau der halben Fläche des Solarmoduls SUSEmod218, Solarzellengröße 52mm x 26mm, Modulgröße 60mm x 30mm



Vorderseite



Rückseite

Die beiden Cu-Plättchen in der Mitte sind die (markierten) Pole der Solarzelle. An ihnen lassen sich Zellverbinder oder Schaltdrähte anlöten



Technische Daten Susemod5

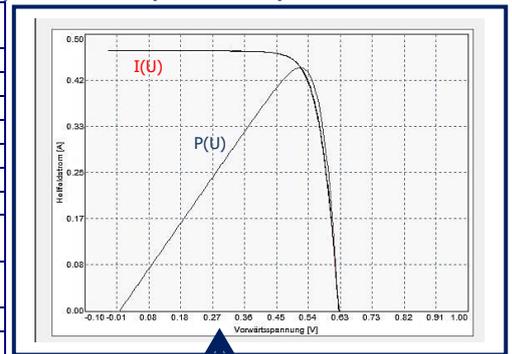
Das Solarmodul **SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit der Hälfte der Fläche der bekannten SUSE- Solarzelle SUSEmod215, die Länge der Solarzelle ist 52 mm, die Breite 26 mm. Die Solarzelle ist bruchsicher eingebettet in ein Kunststoffplättchen der Größe 60mm x 30mm. Die Oberseite über der Solarzelle ist hochtransparent mit Kunststoff laminiert. Auf der Rückseite sind 2 Lötkontakte zum Anlöten der Plus- und Minusleiter. Das Solarmodul kann rückseitig mit doppelseitigem Klebeband oder mit Klebstoff auf glatte Oberflächen aufgeklebt werden. Mit dieser Solarzelle lassen sich Einzelexperimente sowie Versuche zur Reihen- und Parallelschaltung durchführen, z.B. im Modul SUSE CM3xx, SUSE 4.31 und weiteren Geräten.

Modul: Kunststoffträger 60mm x 30mm mit hochtransparenter Oberfläche, mechanisch sehr robust

Solarzelle: Monokristalline Solarzelle 52mm x 26mm

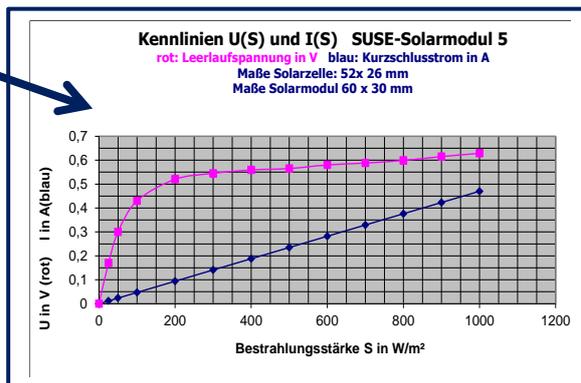
Technische Daten bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$, $T = 25^\circ\text{C}$, $AM = 1,5$

Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße der Solarzelle		52 x 26	mm	Monokristalline Zelle
Leerlaufspannung	U_{oc}	0,63	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	I_{sc}	0,468	A	Proportional zur Lichtintensität S
El. Leistung	P	0,228	W	bei Sonnenspektrum, AM 1,5
Wirkungsgrad	η	17,0	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Füllfaktor	FF	77,3	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	34,7	mA/cm^2	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}	0,52	V	MPP= Maximum- Power- Point
Stromstärke im MPP	I_{MPP}	0,44	A	Das Produkt beider Werte ergibt die elektrische Leistung
Leistung im MPP	P_{MPP}	0,23	W	



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

Die Kennlinien zeigen die Abhängigkeiten der Leerlaufspannung U und des Kurzschlussstroms I von der Bestrahlungsstärke S (Intensität des Lichts)
 0 = absolute Dunkelheit
 1000 = strahlender Sonnenschein im Sommerhalbjahr bei tiefblauem Himmel, bei $T = 25^\circ\text{C}$ und AM 1,5.



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

aufgenommen im Kennlinienlabor des ISFH
 Die rote I(U)- Kennlinie zeigt die Abhängigkeit der Solarzellen- Kurzschlussstroms von der Solarzellenspannung bei einer ohmschen Belastung der Solarzelle. Der Schnittpunkt mit der x- Achse ist die Leerlaufspannung der Solarzelle (0,63 V), der Schnittpunkt mit der y- Achse ist der Kurzschlussstromstärke (0,468 A).
 Die Leistungskurve P(U) (blau) zeigt an der höchsten Stelle den Punkt der maximalen Leistung, den Maximum-Power-Point MPP mit $P_{max} = 0,23 \text{ W}$.