

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

# Das Solarmodul SUSE CM6MS

leistungsstarkes Einsteiger- Solarmodul für Photovoltaik- Experimente  
mit Solarzelle, Solarmotor, Schalter und Messbuchsen- hochwertige Solarzelle 0,65 V / 1025 mA



Auf dem dachförmig gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160 x 80 mm) erkennt man links die Solarzelle (bruchfest eingebettet in das Solarmodul SUSEmod218) mit den Maßen 52 x 52 mm (Solarzelle) und 75 x 75 mm (Solarmodul).

Auf der rechten Seite befindet sich der Solarmotor mit Propeller, der über den Schalter mit dem Solarmodul verbunden ist. Neben dem Typschild befinden sich 2 Buchsen, hier können Laborkabel eingesteckt werden. Hier lassen sich Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken messen oder weitere Geräte anfügen: Zusätzliche Solarmotoren SUSE 4.16, Solar-Energiespeicher SUSE 4.12 oder weitere Geräte SUSE CM6MS in Reihen- oder Parallelschaltung). Mit dem Schalter lässt sich der Elektromotor ein- oder ausschalten.

Das Modul eignet sich gut für Photovoltaikexperimente in allen Schulstufen, GS, SEKI, SEK II. Bei NILS- ISFH wurden hierfür umfangreiche Experimente in verschiedenen Niveaustufen entwickelt. Das Gerät wird als Fertiggerät oder Bausatz angeboten, für die handwerkliche Herstellung aus dem Bausatz sind ca. 45 Minuten notwendig.

Der Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  der Solarzelle ist ein direktes Maß für die Lichtintensität und proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$ , er beträgt bei strahlendem Sonnenschein ( $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ) 1025 mA, die Leerlaufspannung der Solarzelle beträgt 0,65 V.

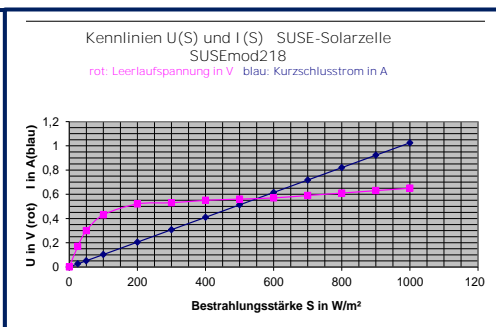
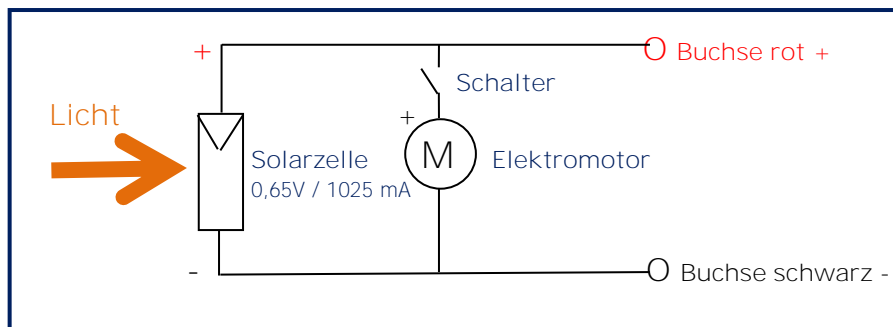


Oben: SUSE CM6MS, links die Solarzelle, rechts Buchsen, Schalter, Motor mit Propeller  
Unten: Messung der Leerlaufspannung im Sonnenlicht, 0,64V



Die elektrische Schaltung des Solarmoduls

Die  $U(S)$  und die  $I(S)$ - Kennlinie



Der Kurzschlussstrom (blaue Kurve) ist eine lineare Funktion und proportional zur Lichtintensität  $S$  und erreicht bei  $S = 1000 \text{ W/m}^2$  einen Maximalwert von 1025 mA. Die Leerlaufspannung ist eine e- Funktion, steigt bei geringer Lichtintensität stark an und erreicht mit geringer Steigung den Maximalwert von 0,65 V.

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

# Das Solarmodul SUSE CM315

Preiswertes, leistungsstarkes, universelles Solarmodul  
 mit Solarzelle, Solarmotor, Propeller, Schalter und 2 Buchsen  
 besonders geeignet für den Selbstbau durch Schülergruppen  
 und für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in der Sekundarstufe I



Solarmodul  
 SUSE CM315

## Das Solarmodul SUSE CM315



Auf dem dachförmig um 75° gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160mm x 80mm x 3mm), erkennt man vorne den Solar- Elektromotor mit dem Propeller, die 2 Anschlussbuchsen rot + schwarz und den Schalter S. Auf der Rückseite befindet sich die hochwertige monokristalline Si- Solarzelle SUSEmod5 (Modulmaße 60mm x 30mm, Solarzelle 52mm x 26mm).

Daten der Solarzelle bei Standard- Testbedingungen:  $U_{oc} = 0,63 \text{ V}$ ,  $I_{sc} = 450 \text{ mA}$ . Die Solarzelle und die Buchsen sind elektrisch fest miteinander verbunden, an den Buchsen können Laborkabel eingesteckt werden, um mit einem Multimeter Messungen auszuführen oder weitere Zusatzgeräte für Experimente anzuschließen.

Mit dem Schalter kann der Elektromotor zugeschaltet oder ausgeschaltet werden, um die Solarzelle mit Last oder im Leerlauf zu betreiben.

An den Messbuchsen lassen sich Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken messen. Es können an diesen Messpunkten auch Reihen- bzw. Parallelschaltungen mehrerer Module oder Schaltungen mit zusätzlichen Solarmotoren oder weiteren Geräten aufgebaut werden.

Die rote Buchse ist der Pluspol des Solarmoduls, die schwarze Buchse der gemeinsame Minuspol von Solarmotor und Solarzelle. Mit dem Schalter S kann der Pluspol des Solarmotors mit dem Pluspol der Solarzelle verbunden werden. So kann das Solarmodul mit dem Solarmotor oder getrennt vom Motor für Experimente verwendet werden.

Das Modul eignet sich gut für Photovoltaikexperimente in den Klassenstufen 5- 10.

Der Selbstbau erfordert Biegen der Plexiglasträger- Platte um 75°, die Montage der elektronischen Bauteile und Schaltarbeiten mit Lötten. Der Selbstbau durch Schüler dauert ca. 45 Minuten.

Zur Messung der Stromstärke wird ein Multimeter (Messbereich DC 10A oder 5A) verwendet, zur Spannungsmessung ein Multimeter im 20V- DC- Messbereich. Zum Lieferumfang gehört eine umfangreiche Experimentieranleitung für Versuche zur Photovoltaik, Solarstrahlung, elektrischen Schaltungstechnik.

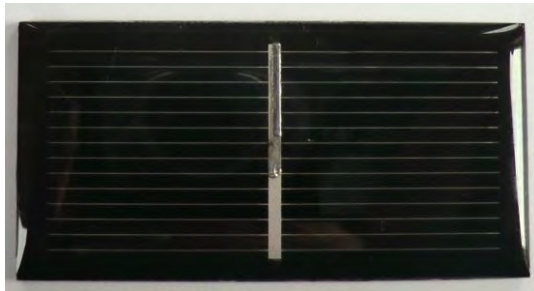
Das Gerät ist als Bausatz oder als Fertigerät lieferbar.

Bauteile des Bausatzes: Gebohrter Plexiglasträger, Solarmodul mit Solarzelle + doppelseit. Industrieklebeband und 2 Anschlussdrähtchen, Solarmotor, Propeller, 2 Buchsen rot + schwarz mit Lötösen, 1 Schalter mit angelöteten Schaltdrähten, Typschild- Aufkleber, Bauanleitung, Kurz- Experimentieranleitung und umfangreiche 10- seitiger Experimentieranleitung mit theoretischen Grundlagen, umfangreichen Experimenten und Testaufgaben.

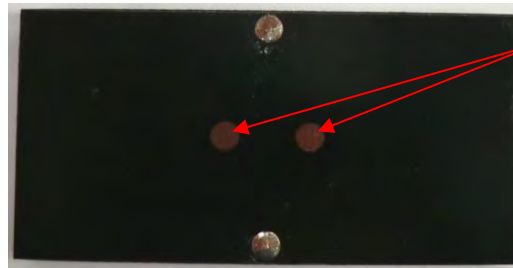
Benötigte Werkzeuge für den Selbstbau: Spitzzange, Seitenschneider, Halbrund- Feile, Plexiglasbiegegerät mit 75° -Winkel und Netzgerät, Schere, Schraubenschlüssel 10, Pinzette, Lötstation mit Lötzinn.

## SUSEmod5 - ein preiswertes, leistungsstarkes und robustes Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

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



Vorderseite



Rückseite

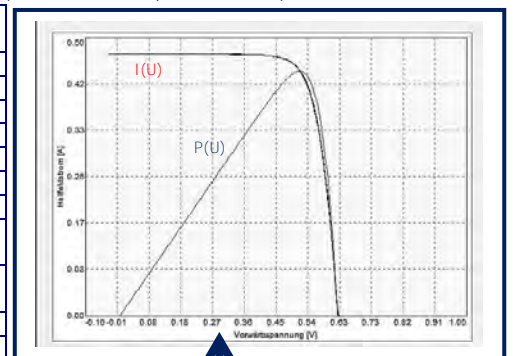
Die beiden Cu-Plättchen in der Mitte sind die (markierten) Pole der Solarzelle. An ihnen lassen sich Zellverbinder oder Schaltdrähte anlöten

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. Die Module werden speziell für SUNdidactics gefertigt und sind nicht im Handel erhältlich.

Modul: Kunststoffträger 60mm x 30mm mit hochtransparenter Oberfläche, mechanisch sehr robust  
Solarzelle: Monokristalline Solarzelle 52mm x 26mm

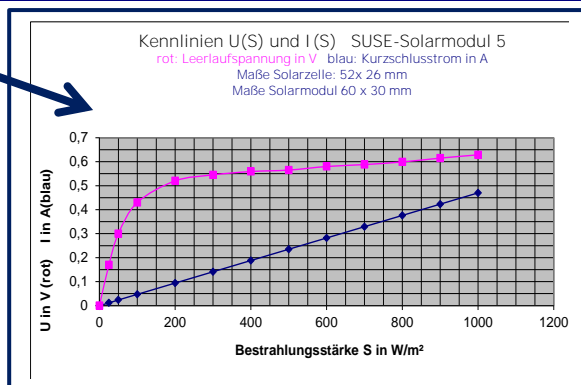
Technische Daten bei einer Einstrahlung von  $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $AM = 1,5$

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	$\eta$	17,0	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Fillfaktor	FF	77,3	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	34,7	$\text{mA/cm}^2$	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 des 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  $P_{max} = 0,23 \text{ W}$ .



QR Bauanleitung



QR Experimentieranleitung (Kurzversion)

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: wolfsch

# Das Solarmodul SUSE CM400/CM400B

Preiswertes, robustes Mini- Einsteiger- Solarmodul  
mit Dünnschicht- Solarmodul und LED

wahlweise in den Farben rot, blau, grün, gelb, orange, pink

sehr gut geeignet für den Sachkundeunterricht der Grundschule  
und den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I

susecm400/400B

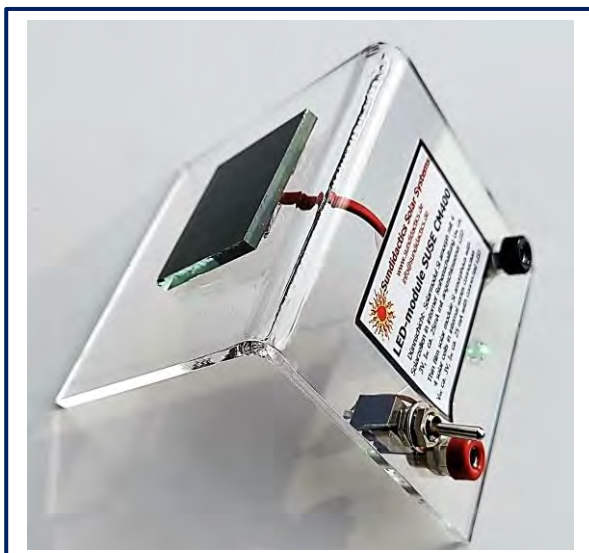
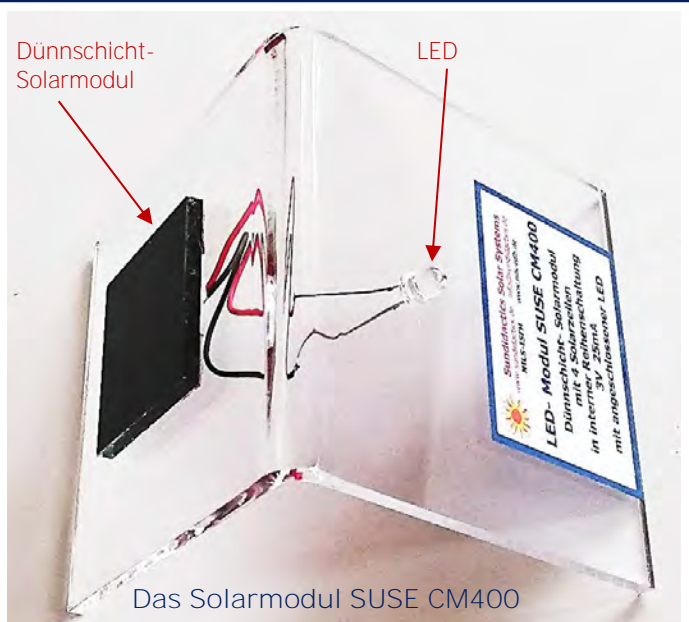


## Die Gerätebeschreibung

Das Solarmodul SUSE CM400 ist ein preiswertes robustes Solarmodul für Basisexperimente zur Photovoltaik für den Sachkundeunterricht in der Grundschule und für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Klassenstufen 5-7.

Das Gerät besteht aus einem Plexiglaswinkel im Maß 160mm x 80mm, mittig abgeknickt um 75°. Auf der Vorderseite befindet sich das Dünnschicht- Solarmodul (Glasplatte 37mm x 37mm) mit 4 integrierten Solarzellen in interner Reihenschaltung. Die 4 Solarzellen sind auf dem Foto als vertikale Streifen zu erkennen. Die Spannung beträgt bei strahlendem Sonnenschein ca. 3V, der Kurzschlussstrom ca. 25 mA.

Die im Solarmodul erzeugte elektrische Energie wird direkt einer LED zugeführt, die sich auf der Rückseite befindet, wahlweise in den Farben rot, blau, grün, gelb, orange, pink.



## Das Solarmodul SUSE CM400B

Bei der Variante CM400B sind noch zusätzlich ein Messbuchsenpaar (rot-schwarz) und ein Schalter zum Ein- oder Ausschalten der LED eingebaut.

Hier können Messungen zur Modulspannung mit oder ohne LED und zum Kurzschlussstrom durchgeführt werden.

SUSE CM400 Vorderseite mit LED



Das Gerät ist sehr empfindlich, bereits im beleuchteten Innenraum leuchtet die LED, sie wird immer heller, je mehr man sich dem Fenster nähert und dann ins Freie geht. Auch vor Halogen- oder Glühlampen funktioniert das Modul sehr gut, LED- Lampen sind wegen ihres anderen Lichtspektrums nur wenig geeignet.

Im Freien leuchtet die LED auch bei sehr trübem Wetter deutlich, bei Sonnenschein sehr hell.

Das Gerät zeigt das Phänomen der Photovoltaik, die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie des Lichts in elektrische Energie, die die LED zum Leuchten bringt.

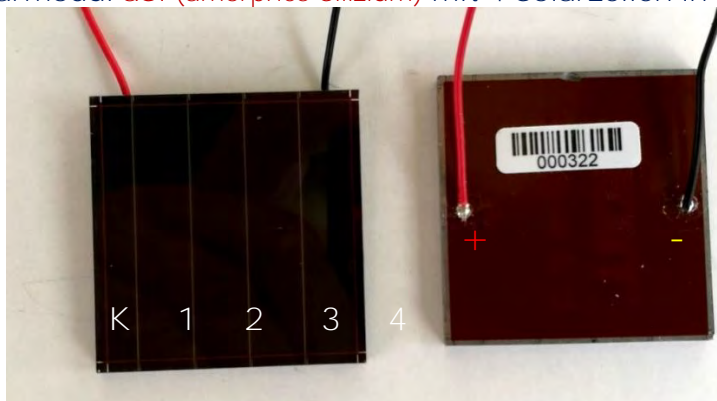
**Kinder im Alter von ca. 9...12 Jahren können das Gerät aus einem Bausatz selbst herstellen und Experimente durchführen sowie weitere, eigene Experimente entwickeln.**

Das Gerät ist bei [www.sundidactics.de](http://www.sundidactics.de) als Fertiggerät oder als Bausatz erhältlich. Der Bausatz enthält den gebohrten und gebogenen Plexiglasträger, das Solarmodul mit Anschlussdrähten rot/schwarz und 2 Streifen doppelseitiges Industrieklebeband, ein Aufkleber- Typschild sowie die LED in der gewünschten Farbe.

Zum Selbstbau ist eine Spitzzange und optional eine Lötstation notwendig, aber auch ohne Löten lässt sich das Gerät herstellen, auf Wunsch wird bei SUNdidactics die LED bereits an die Drähte des Solarmoduls gelötet. In der Experimentieranleitung finden sich Experimente zu den Modulen.

Technische Informationen:

Solarmodul **aSi (amorphes Silizium)** mit 4 Solarzellen in interner Reihenschaltung



Vorderseite

Rückseite mit + und - Kabel

Elektrische Spannung der 4 Solarzellen in Reihenschaltung ca. 3V DC

Maximale Stromstärke = Kurzschlussstrom ca. 25 mA

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

**K = Kontaktierungszone 1...4 = Solarzellen 1-4 in interner Reihenschaltung**

Amorphe Silizium-Dünnschichttechnologie

Amorphes Silizium (a-Si) ist die nicht-kristalline Form des Siliziums. Das Material kann mit Wasserstoff legiert werden, um hydrogenisiertes amorphes Silizium (a-Si:H) zu bilden, was in einer signifikant niedrigeren Anzahl von Defekten und daher einem zweckmäßigen Material für Halbleiteranwendungen, inklusive Photovoltaik, resultiert.

Amorphe Silizium-Photovoltaikmodule werden aus dünnen Schichten von a-Si:H auf einem leitenden Träger gefertigt. Amorphe Silizium-basierte Dünnschicht-Photovoltaikmodule wurden in 1976 erfunden und werden seit Jahrzehnten in einer weiten Bandbreite von solaren Batterieanwendungen genutzt. Hier sieht man eine typische Modulstruktur:

a-Si:H-Dünnschicht-PV-Module besitzen diverse Schlüsselvorteile. Erstens kann eine a-Si-Dünnschicht bei relativ niedrigen Temperaturen auf eine Vielzahl von Substraten aufgebracht werden, was viele interessante Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Zweitens kann eine a-Si-Dünnschicht mithilfe von PECVD-Technologie (plasma enhanced chemical vapor deposition – plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung) auf große Flächen aufgebracht werden. Drittens nutzen a-Si-Dünnschichtmodule Silizium, das reichlich vorhanden und umweltfreundlich ist, verglichen mit den Materialien, die für andere Dünnschichttechnologien benötigt werden.

Dünnschicht-basierte PV-Module bieten eine gute Möglichkeit, um die Herstellungskosten zu senken.

Ein Grund ist, dass sehr wenig Material pro Modul gebraucht wird. Die Energie, die für den Herstellungsprozess von Dünnschicht-PV-Modulen benötigt wird, ist signifikant geringer als jene, die im Herstellungsprozess von kristallinen Silizium-PV-Modulen benötigt wird. Zusätzlich sind Dünnschicht-PV-Module signifikant dünner als konventionelle kristalline solare PV-Module. Daraus resultierend beträgt die Menge an Siliziummaterialien, die in der Dünnschicht-PV-Modulherstellung gebraucht werden, nur annähernd 1% bis 2% derer in der Herstellung kristalliner PV-Module.

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

# Der Sonnenkollektor GS

## Sonnenkollektor zum Einsatz für Solarthermie- Experimente Gerätebeschreibung und Bedienungsanleitung

mit 2 wendbaren Absorberblechen: Selektiver Absorber schwarzblau und Alu silber oder Cu + schwarz/weiß  
Besonders geeignet für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in den Klassenstufen 3-9

Sonnenkollektor GS



Der Sonnenkollektor GS (Stagnationskollektor) dient zur Messung und zur Demonstration des solarthermischen Effekts: Die Solar/Lichtstrahlung wird an einem Absorberblech in Nutzwärme umgewandelt. In einem Plexiglas- Gehäuse befindet sich eine austauschbare Metallplatte als Absorber, darüber eine transparente Abdeckplatte, die von Schraubstutzen mit Flügelmuttern gehalten wird. Wird der Kollektor ins Sonnenlicht oder in das Licht eines Halogenstrahlers **gestellt, erwärmt sich das Blech im „Treibhaus“ des Kollektors.**

Das Foto rechts zeigt eine Temperatur von 82°C, gemessen an einem leicht bewölkten Tag im Mai.

Der Kollektor lässt sich öffnen, so lassen sich für Experimente 2 unterschiedliche Absorber- Oberflächen einsetzen, ein hochwertiges schwarzes, selektives Absorberblech (professionelles Material aus der Industrie), sowie dessen Rückseite, silbernes Aluminium oder ein 2. Absorberblech mit den Oberflächen schwarz und weiß.

An der Seite lässt sich durch ein Loch im Rahme ein Einstichthermometer oder ein Temperatur- Messfühler einschieben, wie das Foto rechts zeigt.

Mit der HOLD- Taste am Thermometer lässt sich der Wert speichern, um ihn dann im Unterrichtsraum in ein Messprotokoll zu übertragen. Durch einen Umschaltknopf lassen sich die Temperaturen in °C oder in °F messen.

Auf der Oberseite kann zur Warmwasserbereitung ein wassergefülltes Reagenzglas in ein 100mm- Loch eingeschoben werden.

Das Wasser erwärmt sich im Kollektor.

Im Sommer- Sonnenlicht kann die Temperatur Werte bis über 100°C erreichen. Zum Kollektor GS gibt es umfangreiche Experimentieranleitungen für Solarthermie- Experimente in der Grundschule und in der Sekundarstufe 1.

Lieferumfang:

Sonnenkollektor mit Flügelmuttern zum Öffnen der Frontseite, mit 2 doppelseitigem Absorberblechen für Experimente, Blech 1: Vorderseite selektiv (schwarz- violett), Rückseite Aluminium silber oder Kupfer, Blech 2: Vorderseite schwarz, Rückseite weiß.  
Einstichthermometer mit Batterie, 2 Reagenzgläser.

Einsatz:

Den Kollektor im Freien zur Sonne oder zur hellsten Stelle des bedeckten Himmels ausrichten und die Spitze des Einstichthermometers unter das Absorberblech stecken, siehe Foto 1. Erwärmung beobachten und Messwerte protokollieren!



Foto 1 oben:  
Der Sonnenkollektor GS mit eingeschobenem Einstichthermometer, Anzeige 82°C.

Foto 2 unten:  
Warmwasserbereitung, das Thermometer steckt im Reagenzglas und zeigt 39,9°C an.



Zum Wechsel der Absorber- Oberfläche Gerät mit den Flügelmuttern öffnen und das Blech umdrehen. **Die Oberflächen nicht mit bloßen Händen berühren, Handschuhe verwenden!**

**Sicherheitsvorschriften: Achtung! Absorberblech wird im Betrieb heiß! Kollektor nicht öffnen, solange das Absorberblech heiß ist!**  
**Vor dem Öffnen des Kollektors muss das Absorberblech abgekühlt sein!**  
**Achtung! Oberfläche des Absorberblechs nicht mit bloßen Händen berühren!**

Der Sonnenkollektor GS lässt sich für Solarthermie- Experimente in der Grundschule und in der Sekundarstufe I verwenden.

In der Grundschule gehört der Kollektor zur Sonnenfängerbox GS, dort gibt es ausführliche Versuchsanleitungen.

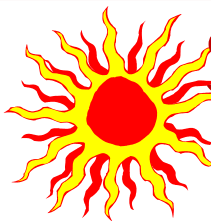
Für die Sekundarstufe I gibt es ebenfalls Versuchsanleitungen bei [www.sundidactics.de](http://www.sundidactics.de).

Es können Experimente draußen im natürlichen Sonnenlicht oder im Innenraum mit Halogenstrahlern 120 W durchgeführt werden. Bitte beachten Sie die Durchführungs- und Sicherheitshinweise in den Experiment-Anleitungen.

Die Frontabdeckung lässt sich durch Lösen von 2 Flügelmuttern nach vorne abheben, um das Absorberblech umzudrehen. Im Auslieferungszustand liegt das Absorberblech mit dem selektiven Absorber zur Außenseite im Gerät. Der selektive Absorber ist eine spezielle Beschichtung eines Kupferbleches, um eine hohe Absorption der Lichtstrahlung zu erreichen und hohe Temperaturen zu erhalten. Diese Bleche werden in professionellen Sonnenkollektoren eingesetzt. Die selektive Absorberschicht hat eine tiefblaue oder violette Farbe, sie soll nicht mit bloßen Händen berührt werden, da das Fett der Haut die Schicht beschädigt. Die Rückseite ist Aluminium silber oder Kupfer.

In die seitliche Einführungsöffnung können kabelgebundene Temperatursensoren von Multimetern oder Einstichthermometer eingeschoben werden, sie müssen mittig unter dem Absorberblech positioniert werden.

Die Plexiglas- Elemente des Kollektors können mit einem handelsüblichen Glasreiniger gereinigt werden.



**SUN**didactics  
SolarEnergyDidactics  
SolarEducation  
SolarEngineering  
Photovoltaics+Solarthermal

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS**  **ISFH**

Kooperationspartner  
Vertrieb  
Auslieferung  
Rechnungsservice  
Solartechnik  
Solardidaktik  
Solare Wissenschaft  
Sales  
Delivery  
Accounting  
Solar didactics  
Solar science

Photovoltaik-System  
**SUSE**  
Solartechnik  
Experimentiergeräte  
Solare Experimente  
von der Grundschule  
bis zum Abitur  
Solar technology  
Experimentation devices  
Solar experiments

**BNE**  
Bildung  
für  
nachhaltige  
Entwicklung  
Education  
for  
Sustainable  
Development

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

## SUNdidactics Solar Systems

Wolf- Rüdiger Schanz, OStR aD, Schaperbleek 15, D-31139 Hildesheim, Germany

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

### Das Solarmodul SUSE 4.3RB

Solarmodul mit 6 Solarzellen in Reihenschaltung mit 2 Messbuchsen an jeder Zelle  
3,9 V/1000 mA/3,0 W bei  $S = 1000 \text{ W/m}^2$  Funktionsanzeige durch Indikator- LED

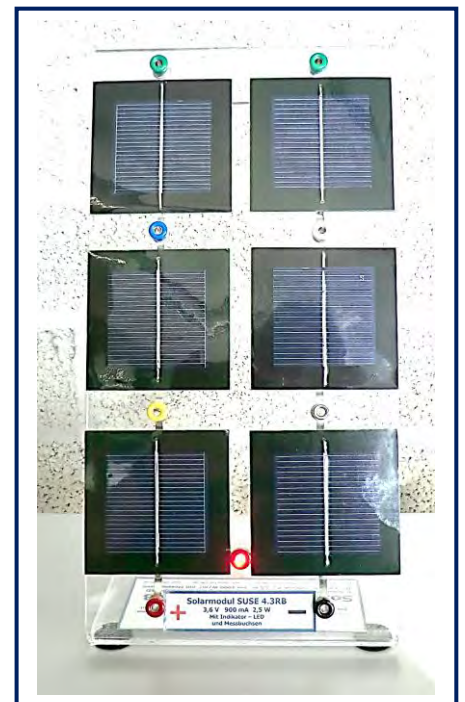


Das Solarmodul SUSE 4.3RB ist ein hochwertiges 3,9 V – 1,0 A – 3,0 W - Solarmodul auf einem stabilen Plexiglasträger (480x160x6 mm) mit 6 Solarzellen in interner Reihenschaltung mit 8 Mess-/Anschlussbuchsen.

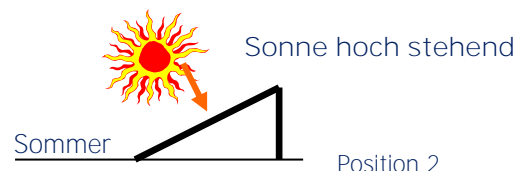
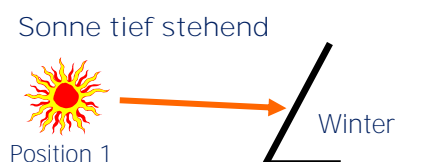
In der Reihenschaltung liefert das Modul (bei  $1000 \text{ W/m}^2$ ) eine Spannung von 3,9 V, eine Stromstärke von 1,00 A und eine Leistung von 3,0 W. Jede Solarzelle hat ein eigenes Buchsenpaar für elektrische Messungen, am rot-schwarzen Buchsenpaar steht die Gesamtspannung zur Verfügung. Zur weiteren Erhöhung der Spannung lassen sich auch mehrere Module in Reihe schalten. Das Modul besitzt eine Indikator- LED, welche die Betriebsbereitschaft anzeigt. Die Indikator- LED leuchtet bereits im Innenraum hell auf und signalisiert so die Energiebereitschaft. Die 6 Buchsenpaare vor und hinter jeder Solarzelle sind farblich gekennzeichnet und bilden die elektrischen Anschlüsse für jede einzelne Solarzelle.

**Mit diesem Modul können elektrische Geräte (Radio, Solarfahrzeuge...)** betrieben werden, die für 3- 4 V DC ausgelegt sind, es lassen sich mit der umfangreichen Experimentieranleitung zu SUSE 4.3RB viele Experimente zur Solarzelle und Photovoltaik- Systemtechnik durchführen:

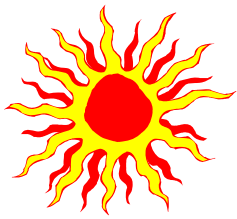
- Alle Experimente (ohne Solarmotor) des Moduls SUSE 4.2 unter Verwendung einer Zelle des Moduls SUSE 4.3RB
- Umfangreiche Experimente zur Photovoltaik- Systemtechnik, d.h. Reihenschaltung von Solarzellen, Kennlinien, Wirkungsgradbestimmung mit der umfangreichen Experimentieranleitung zum Gerät SUSE 4.3RB
- Das Modul kann zum Solar-Betrieb von Geräten mit 3 - 4 V Betriebsspannung, z.B. Radio SUSE 4.36, verwendet werden, ebenfalls lassen sich Akkus mit dem Modul aufladen. Werden mehrere Module SUSE 4.3 RB in Reihe geschaltet, erhöht sich die Spannung um jeweils 3,9 V, mit 2-3 Modulen lässt sich der Handylader SUSE 4.17/4.17M anschließen, um Handys oder Smartphones zu laden.
- Es werden spezielle Buchsen verwendet, um bei Experimenten die Laborkabel von der Rückseite zu stecken, um Abschattungen der Solarzellen durch Kabel auf der Vorderseite zu vermeiden.
- 1 Solarmodul SUSE 4.3 RB dient auch als Solartankstelle für das Solarfahrzeug 1.2.



Durch den 75°-Winkel kann das Gerät im Winterhalbjahr und beim Betrieb mit Halogenlampen im Labor aufrecht gestellt werden (Position 1), im Sommerhalbjahr bei hoch stehender Sonne wird das Gerät im Freien zur Sonne ausgerichtet flach auf den Boden oder auf einen Tisch gelegt (Position 2). Eine integrierte LED zeigt die Betriebsbereitschaft an, sie leuchtet bereits auch im Innenraum.







Photovoltaik-  
System  
SUSE

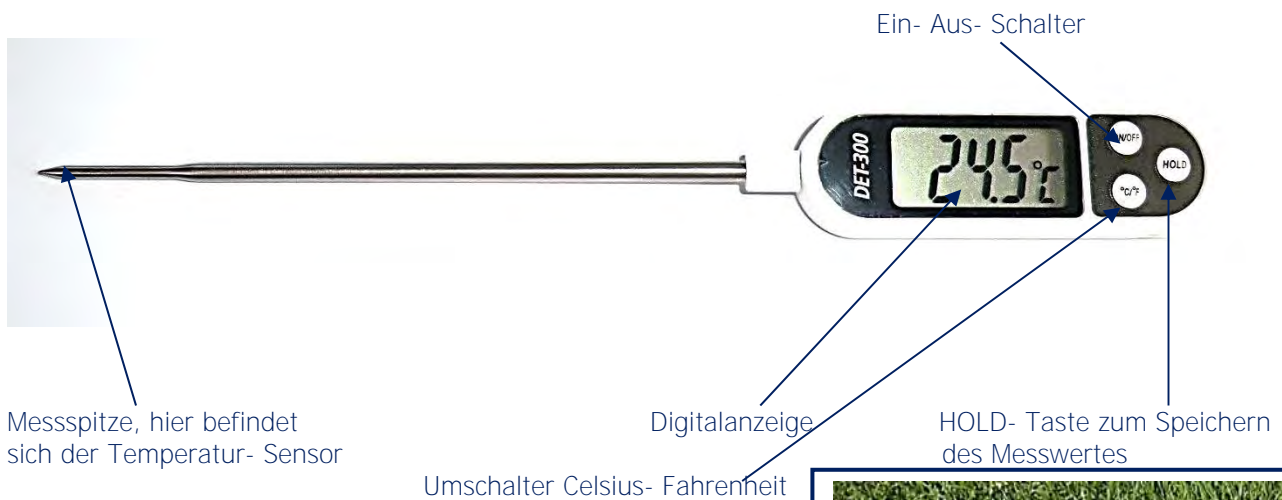
Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung



## Einstichthermometer für Solarthermie- Experimente

Mit diesem elektronischen Thermometer lassen sich einfach Temperaturen von  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+ 300^{\circ}\text{C}$  messen. Besonders geeignet ist es für Messungen an den NILS- ISFH- Sonnenkollektoren, das Gerät ist auch für andere Temperaturmessungen, z.B. an Solarzellen, einsetzbar.



Zur Messung wird das Gerät eingeschaltet, dann mit der Spitze an den Temperatur- Messpunkt geführt, bzw. an den Messpunkten am Kollektor eingesteckt. Zum Eintrag des Messwertes in eine Tabelle am Arbeitsplatz wird die HOLD- Taste gedrückt, damit sich die Temperatur beim Entfernen vom Messpunkt nicht vermindert.

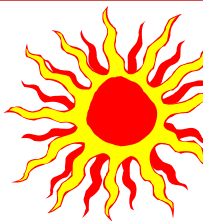
Zum Test können Sie die Messspitze fest zwischen zwei Finger halten (ca.  $35^{\circ}\text{C}$ ) oder in ein Glas warmes oder kaltes Wasser halten, auch die Temperatur im Kühlschrank oder in der Tiefkühltruhe können Schüler damit messen.

Bitte nach jeder Messung ausschalten, damit die Batterie (Knopfzelle Typ AG13) lange hält.

Mit dem Umschalter  $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$  lassen sich Messwerte in  $^{\circ}\text{Celsius}$  oder Grad Fahrenheit anzeigen.



Das Einstichthermometer im Betrieb an einem Sonnenkollektor GS, aktuell zeigt es  $95,4^{\circ}\text{C}$  an. Die Messspitze passt in das Einführungs- Rohr des Kollektors und wird unter den Absorber geschoben. Man erkennt das blau- violette selektive Absorberblech unter der Abdeckscheibe.



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics+Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education



Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für  
 Solarenergieforschung ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology Solar didactics

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

Wolf- Rüdiger Schanz, OStR aD, Schaperbleek 15, D-31139 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

Das nebenstehende Foto zeigt das in der Sonnenfängerbox GS oder anderen PV- Experimenten verwendete digitale Multimeter. Das Gerät besitzt Messbereiche für Gleichspannung, Gleichstrom, Wechselspannung und Widerstand. Für die Experimente der Sonnenfängerbox GS werden nur die Gleichspannungsbereiche 20V Gleichspannung und 10A Gleichstrom, sowie 200 mA Gleichstrom. Weitere Messmöglichkeiten werden für unsere Experimente nicht benötigt.

Rechts unten befinden sich 3 Messbuchsen, die unterste ist Minus (COM) die mittlere für alle Messbereiche außer Strom 10A, die obere nur für 10A Gleichstrom.

Der große Drehschalter zur Messbereichswahl hat oben seine AUS-Position (OFF), wenn nicht gemessen wird, sollte das Gerät immer ausgeschaltet werden, um eine längere Betriebszeit der mitgelieferten 9V- Block- Batterie zu gewährleisten. Im Bild rechts ist der Drehschalter auf den Messbereich 10A Gleichstrom gestellt.



Im linken Bild ist der Messbereich 20V Gleichspannung eingestellt, das Gerät zeigt 0,37 V an. Das schwarze Minuskabel steckt in der Minusbuchse, das rote Pluskabel in der V- Buchse.

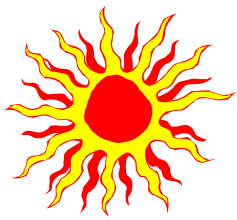
Im oberen Bild ist der 10A- Gleichstrom- Messbereich eingestellt, das schwarze Minuskabel steckt in der Minusbuchse, das rote Pluskabel in der 10A- Buchse.

Die beigegefügte Messkabel mit Messspitzen werden für einzelne Experimente benötigt.

Die notwendige Batterie 9V ist im Gerätekarton beigegefügt und muss vor dem Ersteinsatz eingesetzt werden, in der Anleitungsbroschüre wird der einfache Einbau erläutert. Das Gerät wird in den Farben gelb oder grau ausgeliefert.

## Sicherheitsvorschriften:

1. Das Gerät darf nur entsprechend der Versuchsanleitungen an den NILS-ISFH- oder SUNdidactics- Experimenten verwendet werden!
2. Messungen nur unter Aufsicht einer Lehrkraft durchführen!
3. Niemals Messkabel in eine Steckdose stecken, Lebensgefahr!
4. Die beigegefügte Kabel mit Messspitzen sind für die Experimente nicht notwendig und sollten den SchülerInnen nicht ausgehändigt werden!



Photovoltaik-  
System  
SUSE

Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung



BNE  
Bildung für  
Nachhaltige  
Entwicklung

## Das Solarstrahlungs- Messmodul SUSE 4.24A

### Analoges Bestrahlungsstärke - Messgerät zur Messung der Solarstrahlung

### Gerätebeschreibung und Betriebsanleitung



Das Solarmodul SUSE 4.24A ist ein analoges Messgerät zur Messung der Bestrahlungsstärke  $S$  des Sonnenlichts oder des Lichts von Lichtquellen in der internationalen Maßeinheit  $W/m^2$ .

Zur Messung wird der Kurzschlussstrom der Solarzelle verwendet, der proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$  ist. Zur Anzeige dient ein mA- Meter mit dem Bereich 100 mA, **die Anzeige „100“ entspricht der Bestrahlungsstärke 1000  $W/m^2$** . Der kleinste Teilstrich der Skala sind 50  $W/m^2$ .

Der Wert 1000  $W/m^2$  entspricht der Solarstrahlung der Sommersonne mittags bei strahlend blauem und wolkenlosem Himmel, dieser Wert ist der Standard- Testwert für Solarzellen. 0  $W/m^2$  ist absolute Dunkelheit, ein trüber stark bewölkter Tag hat etwa 50- 100  $W/m^2$ , ein sonnige Tag mit Schleierbewölkung etwa 700 – 800  $W/m^2$ . Das Gerät wird als Bausatz oder als kalibriertes Fertiggerät geliefert.

**Funktionsprinzip:**

Die verwendete Solarzelle im Solarmodul SUSEmod5 hat bei  $S = 1000 W/m^2$  einen Kurzschlussstrom von 450 mA. Dieser Wert soll zur Anzeige „100“ im mA- Meter führen.

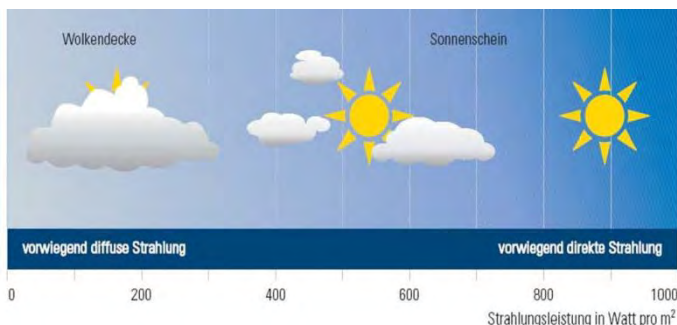
Es muss also  $I = 100 mA$  durch das mA- Meter fließen, der Rest, 350 mA, durch einen passenden Nebenwiderstand in Parallelschaltung (shunt) um das Messwerk herumfließen.

Das Strahlungsmessgerät SUSE 4.24A, auf der oberen Dachseite befindet sich die Solarzelle, auf der unteren Dachseite das Anzeigeinstrument, ein 100-mA-Meter.

Anzeige: 40 multipliziert mit 10 = Bestrahlungsstärke 400  $W/m^2$  an einem bewölkten Tag.

Der genau passende niederohmige Nebenwiderstand wird aus einem Stück Schmelzdraht gefertigt, das Maß, die genaue Drahtsorte und die Methode der Kalibrierung werden jedem Gerätebausatz beigelegt. Bei Fertiggeräten wird die Kalibrierung bei SUNdidactics durchgeführt.

**Globalstrahlung:** Gemessen wird die Globalstrahlung, also alles Licht, was vom Himmel kommt und auf die Solarzelle fällt, das direkte Sonnenlicht, Licht des blauen Himmels und Licht der weißen Wolken. Die internationale Maßeinheit ist  $W/m^2$



**Betriebsanleitung:**

Das Gerät wird mit der Solarzelle zur Sonne oder zu einer Lichtquelle ausgerichtet, die Anzeige des Messgerätes wird mit 10 multipliziert, daraus ergibt sich die aktuelle Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$ .

Bei bedecktem Himmel ist die Bestrahlungsstärke an unterschiedlichen Positionen des Himmels unterschiedlich, durch Ausrichten der Solarzelle auf diese Zonen lassen sich die unterschiedlichen Werte messen.

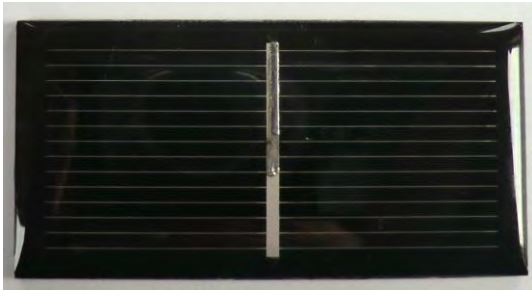
Zu diesem Gerät ist bei SUNdidactics eine ausführliche Versuchsanleitung erhältlich.

Die technischen Daten der verwendeten Solarzelle finden sich auf der Rückseite.

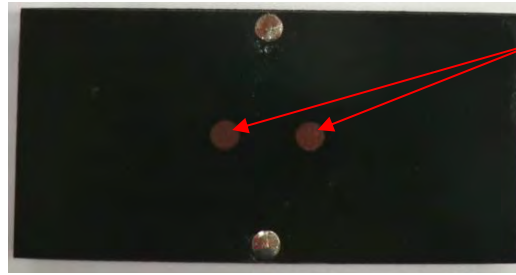
Technische Daten: Messgenauigkeit  $\pm 3\%$   
 Plexiglasträger: 160mm x 80 mm, um 75° gebogen  
 Solarzelle: SUSEmod5, 60mm x 30mm,  $U_{oc} = 0,64 V / I_{sc} = 450 mA$   
 Messgerät: Analoges Amperemeter 100 mA DC, Klasse 2,5

# SUSEmod5- ein leistungsstarkes und robustes Solarmodul für PV- Experimente

Das Solarmodul SUSEmod5 enthält eine Solarzelle mit genau der halben Fläche des Solarmoduls SUSEmod215, Solarzellengröße 52mm x 26mm, Modulgröße 60mm x 30mm



Vorderseite



Rückseite

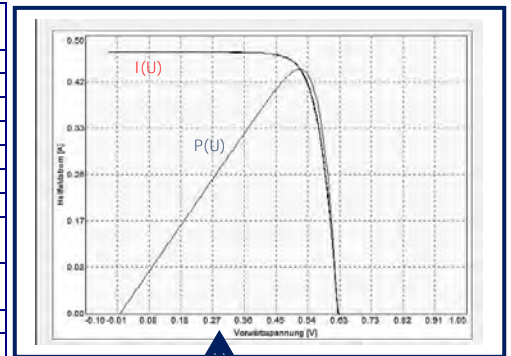
Die beiden Cu-Plättchen in der Mitte sind die (markierten) Pole der Solarzelle. An ihnen lassen sich Zellverbinder oder Schaltdrähte anlöten

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

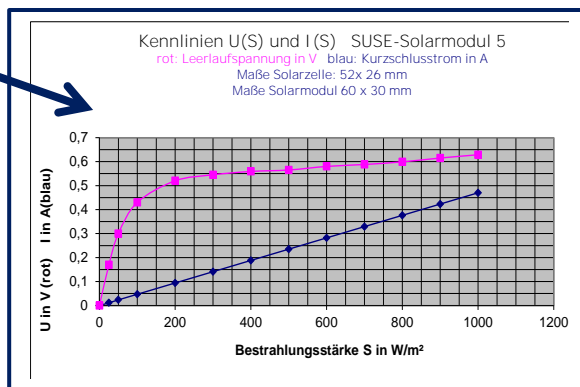
Technische Daten bei einer Einstrahlung von  $S = 1000 \text{ W/m}^2$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ,  $AM = 1,5$

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	$\eta$	17,0	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Fullfaktor	FF	77,3	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	34,7	$\text{mA/cm}^2$	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 des 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 die 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  $P_{max} = 0,23 \text{ W}$ .



**SUN**didactics  
SolarEnergyDidactics  
SolarEducation  
SolarEngineering  
Photovoltaics + Solarthermal  
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
Kooperationspartner  
cooperation partner  
Lernwerkstatt NILS-ISFH  
am Institut für Solarenergieforschung  
ISFH  
An- Institut der Leibniz Universität  
Hannover  
Solartechnik  
Solardidaktik  
Solare Wissenschaft  
Solar technology Solar didactics  
Solar science

Photovoltaik-  
System  
**SUSE**  
Solartechnik  
Experimentiergeräte  
Solare Experimente  
von der Grundschule  
bis zum Abitur  
Solar technology  
Experimentation devices  
Solar experiments

**BNE**  
Bildung  
für  
nachhaltige  
Entwicklung  
Education  
for  
Sustainable  
Development

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

# Das LED-Modul SUSE 4.15

LED- Modul zum Anschluss an 3-10 Solarzellen in Reihenschaltung (5 V - Version)  
oder bis zu 36 Solarzellen in Reihenschaltung (22 V - Version)  
mit Buchsen zum Anschluss von Laborkabeln mit 4 mm- Steckern

SUSE 4.15



Frontseite



Gesamtansicht

LED wahlweise  
Infrarot IR, rot, grün, blau, gelb,  
orange, weiß, UV oder rainbow  
die passenden Kästchen sind markiert!  
2 Buchsen zum Einstecken von  
Laborkabeln (rot + schwarz -)

**Polung beachten!**  
**Falsch gepolt leuchtet die LED nicht!**

**Warnhinweis: Nicht direkt nah in die LED schauen, Blendgefahr!**

## SUSE 4.15 Gerätebeschreibung, technische Daten und Experimente

Das LED- Modul SUSE 4.15 besteht wahlweise aus einer roten, grünen, blauen, gelben, orangen, weißen, IR, UV oder rainbow- LED mit einem passenden Vorwiderstand auf einem transparenten Plexiglasträger und ist zum Anschluss an eine Reihenschaltung von 3- 10 Solarzellen (5V- Version) geeignet. Wahlweise ist auch eine 12 V- oder 24 V-Version (U bis 24 V) lieferbar, hier können bis zu 36 Solarzellen in Reihenschaltung angeschlossen werden.

Bei der LED rainbow wechseln die Farben automatisch durch alle Regenbogenfarben, ein optisch schönes Farbenspiel!

Der Pluspol der Solarzellen- Reihenschaltung muss an den Pluspol des LED- Moduls (rote Buchse) angeschlossen werden, der Minuspol an die schwarze Buchse. Mit dem LED- Modul kann auch ohne Messgerät die Funktion von Solarzellen in Reihenschaltung demonstriert werden. Je mehr Solarzellen verschaltet werden, desto heller leuchtet die LED (mindestens 4 Solarzellen erforderlich!).

An die beiden Buchsen können Kabel mit Laborstecker 4 mm eingesteckt werden, die richtige Polung muss beachtet werden, bei falscher Polung leuchtet die LED nicht.

Das LED- Modul SUSE 4.15 (optimal bei rot und grün) kann auch selbst als Solarzelle verwendet werden (jedoch nicht die LED rainbow, da sie einen internen Electronic- Chip enthält, der den Farbwechsel der LED steuert, die weiße LED funktioniert hierfür ebenfalls nicht). Schließt man an die Buchsen ein Voltmeter im 20 V- Messbereich und hält die LED ins Sonnenlicht oder ins Licht einer Lampe, so misst man eine Spannung von ca. 1,5 V bei der roten LED. Diese Spannung ist wesentlich höher als die Spannung einer Silizium- Solarzelle (0,6 V), da das Halbleitermaterial einer roten LED Galliumarsenid ist und dadurch eine höhere Spannung als bei Silizium (normale Standard- Solarzelle) entsteht.

Wichtig ist, dass das Licht zentral auf der optischen Achse in die LED einstrahlt, da die gewölbte Stirnseite einer LED eine Konvexlinse darstellt und das Licht auf den winzigen Halbleiterkristall bündelt.

Das LED- Modul SUSE 4.15 kann auch polrichtig an eine 4,5 V Flachbatterie angeschlossen werden.



Photovoltaik-  
System  
**SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne



**BNE**  
Bildung für  
Nachhaltige  
Entwicklung

## Der Solarflitzer turbo

Einfaches Einsteiger- Solarfahrzeug für Grundschule und Sekundarstufe I

QR Solarflitzer turbo



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

Elektromotor mit Getriebe

Lötöse L

### Das Solarfahrzeug Solarflitzer turbo

Basis für das Fahrzeug ist der Bausatz des Solarflitzers. Bei der Version „turbo“ wird ein größeres und stärkeres Solarmodul mit größerer Fläche und 6-facher Leistung (gegenüber der Basisversion) verwendet, das auf einem Distanzklotz befestigt ist. Dadurch erreichen wir im strahlenden Sonnenschein eine höhere Geschwindigkeit und auch eine Fahrt bei bedecktem Himmel. An den beiden Lötösen L, an denen die Pole des Solarmoduls angelötet sind, kann die Modulspannung und der Kurzschlussstrom gemessen werden.

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

$U_{oc} = 1,26 V$   $I_{sc} = 480 mA$   $P_p = 475 mW$

Bei Standard- Testbedingungen

$S = 1000 W/m^2$ ,  $T = 25^\circ C$ ,  $AM = 1,5$

Das Fahrzeug wird als Bausatz oder als Fertiggerät geliefert.

Notwendige Werkzeuge beim Bausatzbau:

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

Experimente: Zum Fahrzeug gehört eine umfangreiche Experimentieranleitung.

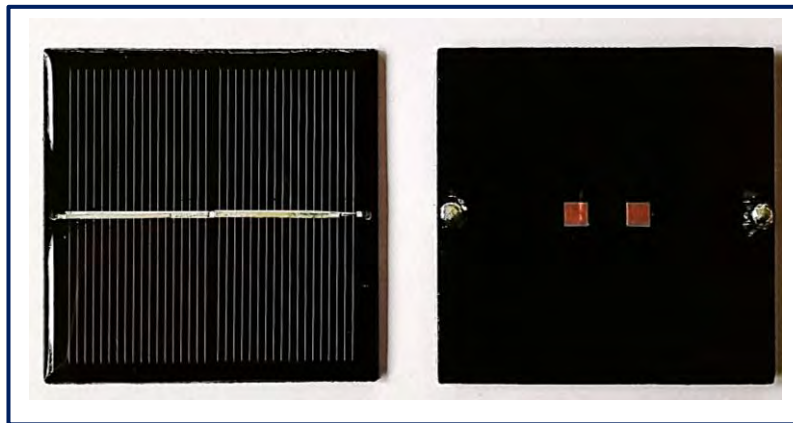
# SUSEmod8

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



Technische Daten susemod8



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.

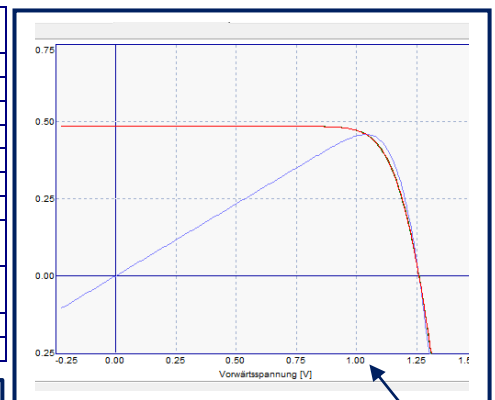
Das Solarmodul kann rückseitig mit doppelseitigem Klebeband oder mit Klebstoff auf glatte Oberflächen aufgeklebt werden. Im Lieferzustand ist die Vorderseite mit einer Schutzfolie bedeckt, diese wird vor Erstgebrauch entfernt.

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

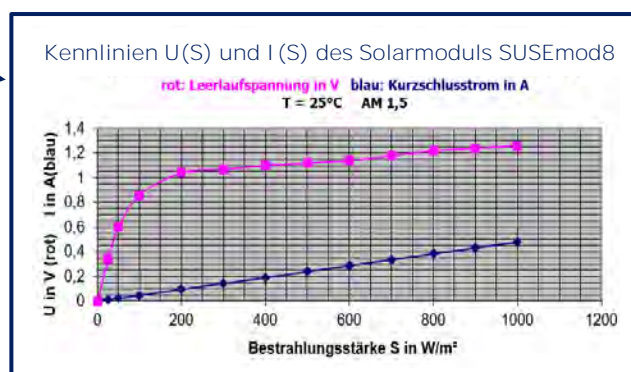
Solarzellen: 2 hochwertige monokristalline Solarzellen 26mm x 52mm in interner Reihenschaltung

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



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



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

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.

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



**SUN**didactics  
SolarEnergyDidactics  
SolarEducation  
SolarEngineering  
Photovoltaics + Solarthermal  
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
Kooperationspartner  
cooperation partner  
Lernwerkstatt NILS-ISFH  
am Institut für Solarenergieforschung  
ISFH  
An- Institut der Leibniz Universität  
Hannover  
Solartechnik  
Solardidaktik  
Solare Wissenschaft  
Solar technology Solar didactics  
Solar science

Photovoltaik-  
System  
**SUSE**  
Solartechnik  
Experimentiergeräte  
Solare Experimente  
von der Grundschule  
bis zum Abitur  
Solar technology  
Experimentation devices  
Solar experiments

**BNE**  
Bildung  
für  
nachhaltige  
Entwicklung  
Education  
for  
Sustainable  
Development

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

### Das Solar- Speicher- Modul SUSE 4.12/4.12USB

Speichermodul mit 2 Superkondensatoren 5F in Reihenschaltung  
zum Speichern von elektrischer Energie aus Solarzellen oder Solarmodulen.

Maximale Spannung  $U = 5,4 \text{ V DC}$  Maximale Speicherenergie 36,45 J bei 2x 5F

Maximale Speicherkapazität 13,5 As = 3,75 mAh

SUSE 4.12/4.12USB



Das Solar- Speicher- Modul SUSE 4.12 dient zum direkten Speichern von elektrischer Energie, die in Solarzellen oder Solarmodulen aus Sonnenlicht gewonnen wird.

Das Speichermodul SUSE 4.12 kann an 1- 8 Solarzellen (in Reihenschaltung) angeschlossen werden und daran aufgeladen werden. Zwei Superkondensatoren 5F in Reihenschaltung speichern die elektrische Energie. Das Modul kann auch von Batterien oder Netzgeräten aufgeladen werden. Die maximale Ladespannung ist 5,4 V, die dabei maximal gespeicherte Energie beträgt bei 5 F 36,45 J (nach der Gleichung für die in einem Kondensator gespeicherte Energie  $W = \frac{1}{2} CU^2$ )

Es darf keine höhere Spannung als 5,4 V angelegt werden, sonst werden die Superkondensatoren zerstört.

Für einen Betrieb bei höheren Spannungen können aber mehrere Speichermodule in Reihe geschaltet werden, 2 Module = 10,8 V max., 3 Module = 16,2 V max., usw.

Wird das aufgeladene Speicher- Modul SUSE 4.12 an einen Solarmotor mit Propeller (z.B. SUSE 4.16) angeschlossen, so dreht sich der Motor mehrere Minuten mit der gespeicherten elektrischen Energie weiter, auch LED- Module (z.B. SUSE 4.15) können an das geladene Speichermodul SUSE 4.12 angeschlossen werden und leuchten mehrere Minuten.

Der Aufladevorgang an Solarzellen kann je nach Intensität der Sonnenstrahlung mehrere Minuten betragen, er kann mit einem Amperemeter im Ladestromkreis oder mit einem Voltmeter an den Buchsen kontrolliert werden. Bei strahlendem Sonnenschein dauert die Aufladung ca. 1 Minute.

Zwischen den Buchsen befindet sich ein roter Tastschalter, wird dieser 3 Sekunden gedrückt, so entladen sich die Superkondensatoren vollständig, vor Auflade- Experimenten sollte das Modul immer entladen werden.

Wird ein Voltmeter beim Aufladevorgang (Messbereich 20 V DC) an die Polklemmen geschaltet, kann der Aufladevorgang beobachtet werden, die Spannung steigt langsam von 0 auf den Wert der Ladespannung.

So lässt sich (wie bei den Schildbürgern) im Freien elektrische Energie mit Solarzellen gewinnen, daran das Modul SUSE 4.12 aufladen und diese Energie mit dem Modul in einen wenig beleuchteten Innenraum tragen und dort am Solarmotor oder am LED- Modul nutzen. Die Schüler lernen daran, dass sich elektrische Energie aus Solarzellen speichern und transportieren lässt.

Die Variante SUSE 4.12USB dient zum Einsatz im SUNdidactics USB-System, hier dient eine USB- Kupplung zum Anschluss an ein Solarmodul mit USB- Ausgang oder zum Anschluss an den DC-DC-Wandler SUSE 4.17. In der Version 4.12USB ist ein Schutzwiderstand integriert, der den Strom bei Aufladung am Laptop oder PC begrenzt.



Oben: Das Speichermodul SUSE 4.12  
Links die rote Buchse + , rechts die schwarze Buchse –  
zum Anschluss an ein Solarmodul. Der Tastschalter T in  
der Mitte dient zum Entladen.

Unten: Das Speichermodul SUSE 4.12USB







**SUN**didactics  
SolarEnergyDidactics  
SolarEducation  
SolarEngineering  
Photovoltaics + Solarthermal  
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
innovative solar- systems for school, college, technical education



Kooperationspartner  
cooperation partner  
Lernwerkstatt NILS-ISFH  
am Institut für Solarenergieforschung  
ISFH  
An- Institut der Leibniz Universität  
Hannover  
Solartechnik  
Solardidaktik  
Solare Wissenschaft  
Solar technology Solar didactics  
Solar science

Photovoltaik-  
System  
**SUSE**  
Solartechnik  
Experimentiergeräte  
Solare Experimente  
von der Grundschule  
bis zum Abitur  
Solar technology  
Experimentation devices  
Solar experiments

**BNE**  
Bildung  
für  
nachhaltige  
Entwicklung  
Education  
for  
Sustainable  
Development

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

### Der Solar- Elektromotor SUSE 4.16/4.16 USB Solar- Elektromotor 0,2–5 V DC mit Propeller und Buchsen oder USB- A- Kabel bei der Version SUSE 4.16 USB

SUSE 4.16



### Der Solarmotor SUSE 4.16

Auf dem dachförmig gebogenen Plexiglasträger (160 x 80 x 3 mm) erkennt man oben den Solarmotor mit dem blauen Propeller, unten befinden sich die beiden Buchsen, an die man Laborkabel mit 4mm-Stecker einstecken kann. Das Gerät ist zum Anschluss an Solarzellen von 1 – 8 Solarzellen in Reihenschaltung geeignet. Wird der Propeller angepustet oder in den Wind gehalten, dient der Motor als Generator und erzeugt elektrische Energie! Das Modul ist nun eine funktionsfähige Windkraftanlage! Verbindet man nun den Motor mit einem LED-Modul 4.15 mit roter LED, so leuchtet diese auf, wenn man durch kräftiges Pusten den Propeller in schnelle Drehungen bringt. Der rote Pol (+) des Motors muss mit dem schwarzen Pol(-) des LED- Moduls verbunden werden und der schwarze Motorpol (-) mit dem roten Pol (+) der LED! Die erzeugte Spannung kann mit dem Multimeter gemessen werden.

Das Solar- Motor- Modul SUSE 4.16 besteht aus einem Solar- Motor mit einem Propeller auf einem Plexiglasträger für den Betrieb an Gleichspannung von ca. 0,2V – max. 5,0V zum Anschluss an Solarzellen oder Solarmodule. Geeignet für Solar- Experimente in der Grundschule und der Sekundarstufe.

An den beiden Buchsen an der Vorderseite können einzelne Solarzellen oder Reihenschaltungen von 1 bis zu 8 Solarzellen in Reihenschaltung angeschlossen werden, je höher die Solarzellenanzahl, desto schneller dreht sich der Motor. Auch an funktionsfähige Solarzellenbruchstücke kann der Motor angeschlossen werden, seine Drehung zeigt die Funktion!

Der Motor kann auch an Batterien bis max. 4,5 V (Flachbatterie) angeschlossen werden.

**Solarmotor als Generator: Wird der Propeller durch „Pusten“ oder natürlichen Wind zum Drehen gebracht, erzeugt der Motor als Generator „Strom“, das Gerät ist eine Windkraftanlage, die erzeugte Spannung kann mit einem Multimeter am rot- schwarzen Buchsenpaar gemessen werden, je schneller die Drehzahl ist, desto höher ist die Generator- Spannung (U bis ca. 3 Volt DC!)**

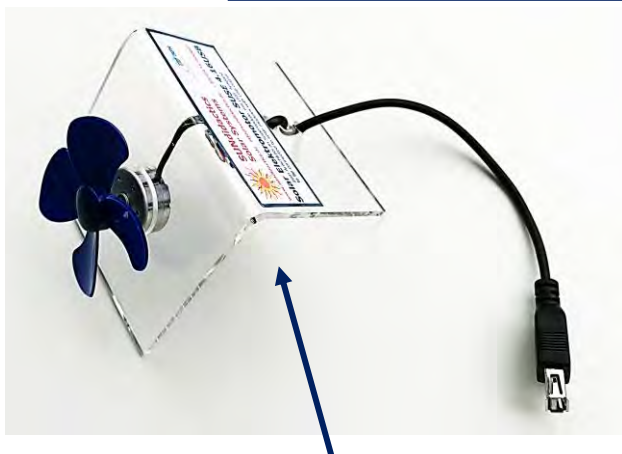
Schließt man 2 Motoren durch Laborkabelverbindung zusammen und pustet auf den Propellers des 1. Motors, dann dreht sich der 2. Motor durch die im 1. Motor als Generator erzeugte elektrische Energie, je heftiger man pustet, desto schneller dreht sich der 2. Motor.

**Es darf keine höhere Spannung als 5,0 V angelegt werden, sonst wird der Motor zerstört!**

Die technischen Daten des Solarmotors:

1. Anlaufspannung: ca. 0,2 V = 200 mV
2. Anlaufstrom: ca. 20 mA
3. Spannungsbereich: 0,2 ....**5,0 V**
4. Durchmesser Gehäuse: 24,2 mm
5. Durchmesser Achse: 2 mm
6. Achslänge: 10 mm
7. Anschlüsse: ca. 70 mm Kabel  
+ rot  
- schwarz

**Maximale Spannung 5,0 V!**



Bei der Version SUSE 4.16USB ist (über einen Vorwiderstand) statt der Buchsen ein USB- A-Kabel mit Stecker A eingebaut, so ist der Solarmotor an USB- Systemen zu verwenden, z.B. bei der USB-Mini- Inselanlage oder die der Sonnenfängerbox SEKI.



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology · Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

# Solarhubschrauber- Stecksystem

Stecksystem- Hubschrauber mit Elektromotor und Solarzellen- Rotor  
 geeignet für KITA und Grundschule



Der Solarhubschrauber mit Winde und Rettungsboot. Auf der Oberseite des Rotors erkennt man deutlich die beiden Solarzellen

Der Solarhubschrauber ist ein Steckbaukasten, gut geeignet für Kinder im Alter von ca. 5 bis ca. 12 Jahren. Der Rotor besteht aus 2 Solarzellen, die einen Elektromotor direkt mit elektrischer Energie versorgen, dieser dreht sich im Freien bei Tageslicht oder im Innenraum im Licht von Glüh- oder Halogenlampen.

Der Bausatz enthält alle Steckbauteile, den Rotor mit Solarzellen und Elektromotor und diverse Aufkleber zur individuellen Gestaltung.



Die Bauteile des Solarhubschrauber- Sets

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

# Das SUSE- Solarfahrzeug 1.2

**Solare Elektromobilität** Solarfahrzeug mit Superkondensator-  
Energiespeicher zum Aufladen an einer Solartankstelle

$U_{max} = 5V$  Antrieb mit SUSE- Solarmotor und 2- stufigem Getriebe

Solarfahrzeug 1.2



Maße: Länge ca. 190 mm, Breite ca.95 mm, Höhe ca. 35 mm

Ansicht von oben:

Links vorne erkennt man den Solarmotor mit dem 2- stufigen Getriebe an der Vorderachse.

Oben befindet sich die Elektronik-Platine, auf deren Unterseite sind die beiden elektrischen Energiespeicher (2 Superkondensatoren 5 F in Reihenschaltung). In der Mitte oben ist der Betriebsschalter, darunter 3 Buchsen. An das rot- schwarze Buchsenpaar lassen sich zum Laden der Superkondensatoren Laborkabel einstecken, die grüne Buchse ist eine Messbuchse zur Spannungsmessung an den Superkondensatoren.

## Das SUSE- Solar- Fahrzeug 1.2 mit 2 Superkondensatoren für $U_{max} = 5V$ DC

Für das Aufladen an Solarmodulen bis zu 8 Solarzellen in Reihenschaltung ist das Fahrzeug mit 2 Superkondensatoren 5 F in Reihenschaltung ausgestattet, die mit einer Spannung bis zu 5,4 V aufgeladen werden können.

Dadurch fährt das Fahrzeug sehr schnell und speichert bis zu 36 J Energie nach vollem Auftanken!

Das Fahrzeug hat keine eigene Solarzelle, **sondern wird vor der Fahrt an einer Solartankstelle „getankt“**, dabei wird der elektrische Energiespeicher mit max. 5,4 V DC aufgeladen.

Mit einer Ladung fährt das Auto mit hoher Geschwindigkeit  $> 100$  m.

Je nach Lichtintensität = Bestrahlungsstärke  $S$  dauert der Ladevorgang nur ca. 1 - 2 min. bei strahlendem Sonnenschein bzw. ca. 3 min. bei bedecktem Himmel.

So kann das Fahrzeug auch bei sehr stark bedecktem Himmel geladen werden, ein reines Solarzellen- Fahrzeug ohne Speicher würde bei diesen Lichtverhältnissen nicht mehr fahren. Mit dem Fahrzeug lassen sich umfangreiche Experimente (z.B. Kondensator- Auf und Entladung) durchführen.

Zum Aufladen der Superkondensatoren werden an die Buchsen Laborkabel eingesteckt, die zum Solarmodul führen. Der Betriebsschalter hat 3 Positionen: 1. Laden (nach hinten geschaltet) 2. AUS (Mittelposition) 3. Fahren (Schalter nach vorne geschaltet). Der Auflade- oder Entladevorgang der Superkondensatoren lässt sich durch eine Spannungsmessung am der grün-schwarzen Buchsenpaar oder durch eine Stromstärkemessung in der Zuleitung vom Solarmodul beobachten und messen. Das Fahrzeug kann auch mit einer 4.5 V Flachbatterie aufgeladen werden. Das Fahrzeug und auch das passende Solarmodul sind als Bausatz oder Fertiggerät bei SUNdidactics oder NILS- ISFH erhältlich.



Solartankstelle (Solarmodul SUSE 4.49), ein Solarmodul mit 5,0 V Ausgangsspannung, ideal zum Laden des Solarfahrzeugs

# Die Betriebsanleitung des SUSE Solarfahrzeugs 1.2

## 1. Funktion:

Die beiden Superkondensatoren sind die elektrischen Energiespeicher des Fahrzeugs, aus ihm bezieht der Elektromotor die Energie zum Fahren, dabei entladen sich die Kondensatoren. Bei realen Elektrofahrzeugen wird ein Akku verwendet. Vorteil des Superkondensators ist die schnelle Ladung, bei strahlendem Sonnenschein dauert die Aufladung mit einem Solarmodul (= Solartankstelle) nur ca. 1- 2 Minuten. Im Gegensatz zum Akku benötigt der Superkondensator auch keine Ladeelektronik mit bestimmten Ladestromstärken. Die Reichweite des Fahrzeugs bei voll aufgeladenem Superkondensator und glatter Fahrbahn ist ca. 100 m.

Bei bedecktem Himmel oder geringer Strahlung dauert das Aufladen länger, die Aufladung kann mit einem Voltmeter beobachtet/gemessen werden. Im Innenraum kann das Solarmodul vor einem Halogenstrahler oder auf der Platte eines Overheadprojektors positioniert werden.

Geeignete Solarmodule zum Aufladen: SUSE 4.3RB, SUSE 4.32, SUSE 4.35 oder 8 Solarzellen in Reihe.

**Maximale Ladespannung: 5,4 V, bei höheren Spannungen wird der Superkondensator zerstört.**

Das Fahrzeug hat 3 Buchsen für 4mm- Laborkabel:

<b>Buchse rot:</b>	<b>Pluspol der Zuleitung vom Solarmodul (Solartankstelle)</b>
Buchse schwarz:	Minuspole der Zuleitung vom Solarmodul zum Minuspole des Superkondensators
Buchse grün:	Pluspol des Superkondensators = Messbuchse zur Spannungsmessung

Funktion des Schalters, der Schalter hat 3 Positionen:

A In Fahrtrichtung nach vorne: Fahrbetrieb, der Elektromotor ist an den Superkondensator angeschlossen

B Mitte: AUS Weder Fahrbetrieb noch Aufladebetrieb

C Nach hinten: Tanken = Aufladebetrieb, der Superkondensator ist an das rot- schwarze Buchsenpaar zum Aufladen angeschlossen.

## 2. Die Bedienung des Fahrzeuges

### 2.1 Aufladung

Der Pluspol des Solarmoduls wird mit einem roten Laborkabel mit der roten Buchse des Fahrzeugs verbunden, der Minuspole des Solarmoduls mit einem schwarzen Laborkabel mit der schwarzen Buchse. **Nun wird der Schalter nach hinten auf „Laden“ geschaltet, der Ladevorgang beginnt. Je nach Lichtintensität dauert der Ladevorgang nur <1-ca. 3 Minuten.** Mit einem Voltmeter am rot-schwarzen Buchsenpaar (Messbereich 20V DC) kann der Ladevorgang beobachtet werden. Die Spannung steigt beim Aufladen langsam an und erreicht die Modulspannung des Solarmoduls. Nach erfolgreicher Aufladung wird der Schalter auf AUS (Mittelposition) geschaltet!

### 2.2 Fahren

Das Laborkabelpaar wird aus den Buchsen entfernt, das Fahrzeug wird auf den Boden auf eine ebene und glatte Fläche gestellt. Dann wird der Schalter nach vorne **auf „Fahren“ geschaltet, das Fahrzeug fährt davon.** Während der Fahrt entlädt sich der Superkondensator, die Geschwindigkeit wird geringer, bei ca. 0,3 V bleibt das Fahrzeug stehen. Wenn bei der Fahrt die Entladung des Superkondensators beobachtet werden soll, wird das Fahrzeug aufgebockt, so dass sich die Räder frei in der Luft drehen, an das grün- schwarze Buchsenpaar wird ein Voltmeter angeschlossen (Messbereich 20V DC), man erkennt das allmähliche Absinken der Spannung am Superkondensator.

### 2.3 Experimente

Mit der ausführlichen Experimentieranleitung zum Solarfahrzeug 1.2 lassen sich umfangreiche Experimente mit dem Fahrzeug durchführen:

- Fahrbetrieb mit verschiedenen Ladespannungen, Messungen der Geschwindigkeiten und Reichweiten
- Fahrbetrieb bei verschiedener Lichtintensität, Messungen der Geschwindigkeiten und Reichweiten
- Analyse der Aufladung des Superkondensators bei verschiedenen Bestrahlungsstärken,
- Analyse der Entladung des Superkondensators, Bestimmung der Halbwertszeiten
- Energiespeicherung und Energie- Umwandlungsvorgänge



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

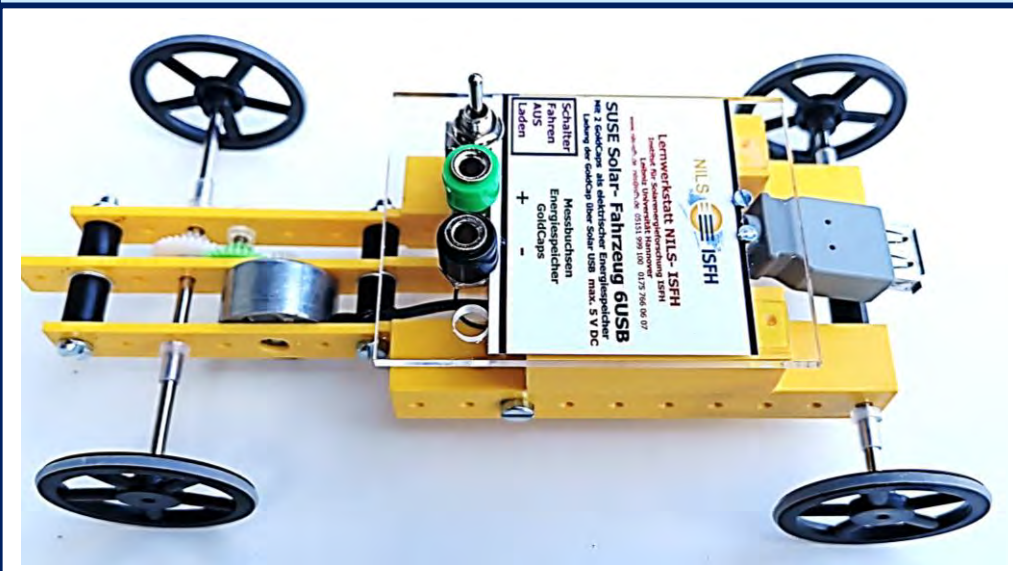
# Solare Elektromobilität

## Das SUSE- Solar- Fahrzeug 6USB

Solarfahrzeug 6USB



Leistungsstarkes Solarfahrzeug mit einem Superkondensator- Energiespeicher, Antrieb mit SUSE- Solarmotor und 2- stufigem Getriebe, 2 Messbuchsen für experimentelle Messungen.  
 Aufladung vom Solarmodul über eine USB- Buchse mit 5V DC  
 Gerätebeschreibung und Betriebsanleitung

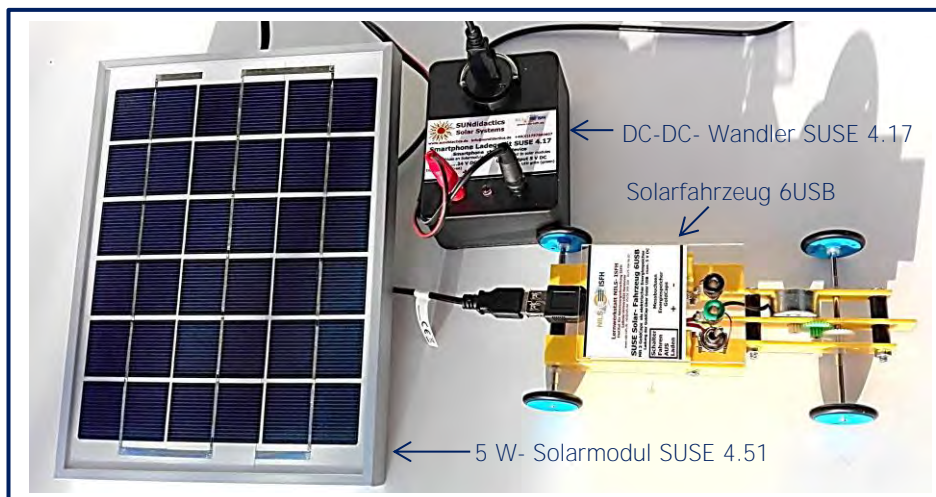


### Das Solarfahrzeug 6USB

Vorne links befindet sich der Elektromotor mit dem 2- stufigen Getriebe, welches die Vorderachse antreibt.

Auf der Plexiglas- Platine in Fahrzeugmitte sind der Betriebsschalter (oben) und das Messbuchsenpaar grün/schwarz zum Anschluss eines Voltmeters. Hinten rechts erkennt man die USB-A-Buchse, über die der Superkondensator- Energiespeicher aufgeladen wird. Es kann eine maximale Energiemenge von 36 J gespeichert werden.

Zum Aufladen des Solarfahrzeugs SF6USB benötigt man ein Solarmodul mit USB- Ausgang (z.B. SUSE 4.50-20) ein beliebiges Solarmodul mit 18...36 Solarzellen **5W.....20W (SUSE 4.51, SUSE 4.52, SUSE 4.42...)** und den DC-DC- Wandler SUSE 4.17/4.17M. Bei strahlendem Sonnenschein dauert die Aufladung ca. 2 Minuten. Das nachfolgende Foto zeigt den Geräteaufbau:

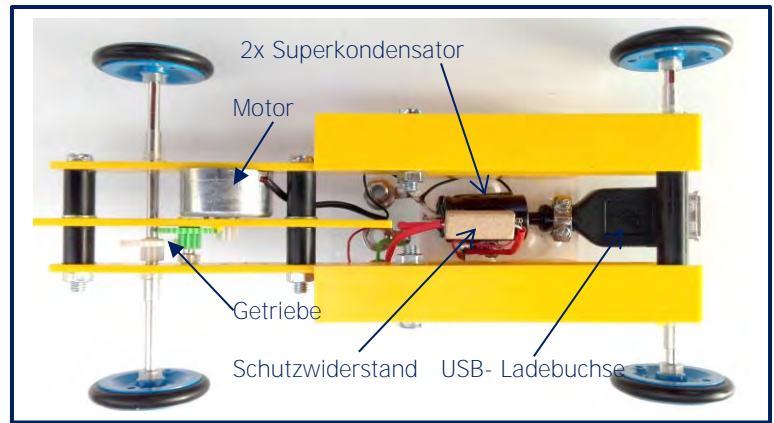


### „Auftanken“ des

Solarfahrzeuges 6USB am 5W- Solarmodul SUSE 4.51 über den DC-DC- Wandler SUSE 4.17 mit USB- Ausgang. Das Ausgangskabel des Solarmoduls (rot- schwarzes Steckerpaar) ist unten in den DC-DC- Wandler eingesteckt, oben ist der USB- Ausgang, der mit einem USB-A-Kabel (2x USB-A-Stecker) mit dem Fahrzeug verbunden wird.

Die beiden Speicherkondensatoren mit je 5 F befinden sich unterhalb der Platine im Fahrzeug, zum Schutz vor zu großen Ladestromstärken ist ein ohmscher Widerstand 5,6 Ohm im Ladestromkreis eingebaut, der den Ladestrom auf maximal 1 A begrenzt.

Zu Testzwecken kann das Fahrzeug auch an jedem beliebigen PC, Notebook, Tablet oder USB- Ladegerät aufgeladen werden.



### Die Betriebsanleitung

1. Der Betriebsschalter wird auf Mittelposition AUS geschaltet und das Fahrzeug mit einem handelsüblichen USB- Kabel (Kabel mit 2x USB-A-Stecker) mit dem Solarmodul, dem DC- DC- Wandler SUSE 4.17 oder testweise mit einem PC/Notebook/Tablet verbunden.
2. Der Betriebsschalter wird nun nach vorne auf **„LADEN“** geschaltet, der Aufladevorgang beginnt, er dauert ca. 2- 3 Minuten. Zur Beobachtung oder Messung der Aufladung kann am grün- schwarzen Buchsenpaar ein Multimeter (MB 20V DC) angeschlossen werden.
3. Nach Beendigung der Aufladung wird der Betriebsschalter wieder auf die Mittelposition geschaltet und das USB- Ladekabel abgezogen.
4. Zum Fahren wird das Fahrzeug auf den Boden auf eine freie Fläche gestellt und der Schalter nach hinten auf **„Fahren“** geschaltet, das Fahrzeug wird schnell davonfahren, Fahrtstrecke ca. 30- 100 m.

### Experimente mit dem Solarfahrzeug 6USB

Mit der ausführlichen Experimentieranleitung lassen sich mehrere Experimente zur solaren Elektromobilität und zum Auf- und Entladen des Speicherkondensators durchführen, z.B.

- Fahrbetrieb mit Solarmodul als Solartankstelle
- Experimente zur Aufladung des GoldCap- Kondensators, Spannung, Stromstärke, Leistung in Abhängigkeit von der Zeit
- Experimente zur Entladung des GoldCap- Kondensators über den Solarmotor, Entladespannung in Abhängigkeit von der Zeit, Energiespeicherung, Messung der Fahrleistungen

Die Experimente zum reinen Fahrbetrieb als Beispiel zur solaren Elektromobilität lassen sich bereits ab Klassenstufe 4 durchführen.

Zu den Experimenten mit Messungen zur Kondensator- Aufladung und – Entladung ist der Einsatz dieses Fahrzeugs in der oberen Sekundarstufe I und in der Sekundarstufe II sinnvoll.

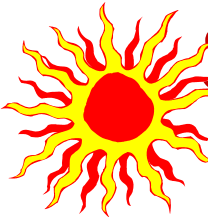
Je nach Solarstrahlung dauert der Ladevorgang wenige Minuten, das Fahrzeug fährt mit einer Ladung ca. 30- 100m. An die Messbuchsen lassen sich Laborkabel mit 4mm- Stecker einstecken, um Spannungsmessungen durchzuführen, grün ist der Pluspol, schwarz der Minuspol. Dieses Messbuchsenpaar ist direkt mit dem Speicherkondensator verbunden.

### Technische Daten:

Fahrzeugmaße: Fahrzeuglänge ca. 200mm, Fahrzeugbreite ca. 95mm, Fahrzeughöhe ca. 35mm.

Energiespeicher: 2 Superkondensatoren in Reihenschaltung mit je  $C = 5 \text{ F}$ ,  $U_{\text{max}} = 5,4 \text{ V DC}$ , mit Schutzwiderstand 5,6 Ohm zur Ladestrombegrenzung auf 1A.

Ladebuchse: USB- A- Buchse zur Aufnahme eines USB- Kabels mit USB-A-Stecker zum Anschluss an Solarmodule mit USB- Ausgang oder DC-DC- Wandler SUSE 4.17/4.17M.



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics+Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education



Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für  
 Solarenergieforschung ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology Solar didactics

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

Wolf- Rüdiger Schanz, OStR aD, Schaperbleek 15, D-31139 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

Laborkabelset (Messleitungen) mit 2 x 4mm- Stecker für solartechnische Experimente, rot + schwarz

Stapelbar = Stecker hat hinterseitige Buchse zum Einstecken weiterer Stecker.

Länge 0,5 m.



Laborkabel für solartechnische Experimente, Stecker vernickelt

Maximale Stromstärke 3 A!

Mit den Laborkabeln werden die einzelnen Geräte (Solarmodule, Solarmotor, LED-**Module, Solarspeicher...**) **entsprechend der Anleitungen miteinander verbunden.** Dazu werden die Stecker der Laborkabel in die entsprechenden Buchsen der Geräte eingesteckt.

Die Minus- Leitungen sind schwarz, die Plus- Leitungen sind rot.

### Sicherheitsvorschriften:

- Laborkabel nur für solartechnischen Experimente verwenden!
- Maximale Stromstärke: 3A
- Laborkabel **niemals** in die Steckdose stecken, Lebensgefahr!!





**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology · Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

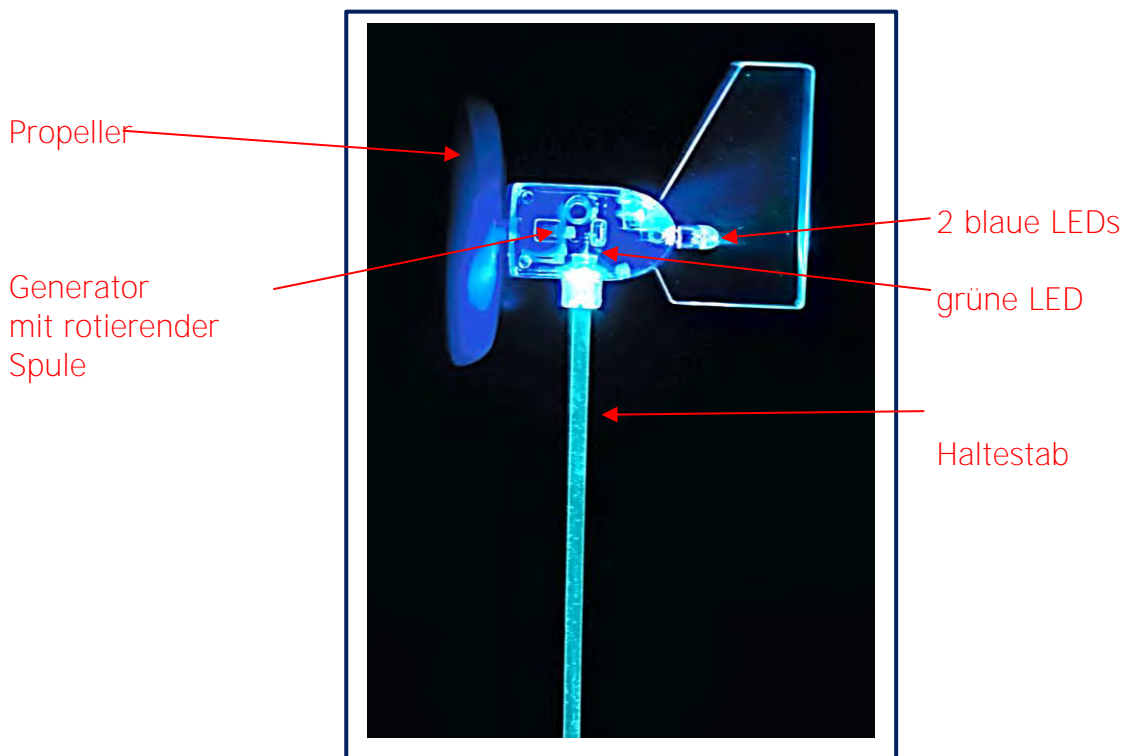
## SUNdidactics Solar Systems Hildesheim, Germany

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

# Windkraftanlage

Funktionsfähiges Modell mit Propeller, Generator, 3 LEDs

Windkraftanlage



Wird das Windrad durch den Wind im Freien oder durch Anpusten gedreht, dreht sich der im Gehäuse befindliche kleine Generator (Dynamo), der die elektrische Energie für die 3 LEDs liefert. Ein funktionsfähiges Modell einer großen Windkraftanlage!

**Die grüne LED benötigt eine etwas geringere Spannung als die beiden blauen LED's und leuchtet daher etwas früher auf, schon bei geringerer Propellerdrehzahl.**

Der Generator erreicht eine Spannung von ca. 3 - 4 V.

Stecken Sie den Propeller auf die dünne Metall- Achse des Generators und die Haltestange in die Unterseite des Gehäuses. **Durch „Anpusten“ des Propellers dreht sich der Generator und die LEDs leuchten!**



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology · Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

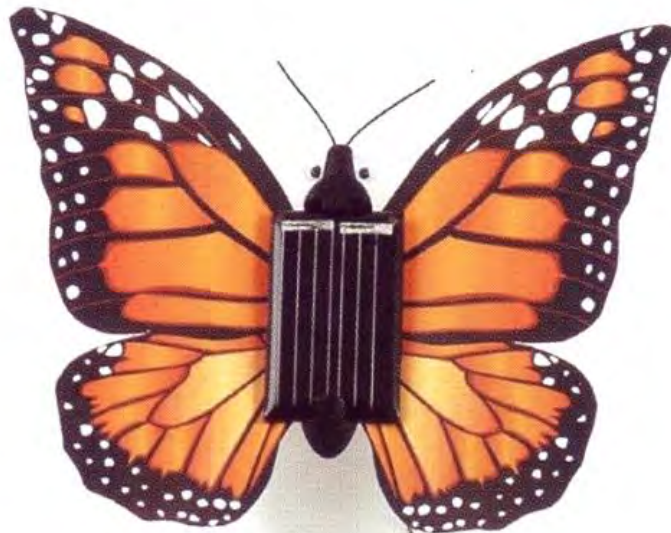
Solardidactic – Solarzellen - Solarmodule – PV- Experimentiergeräte – PV –Experimentieranleitungen - Solarthermie- Experimentiergeräte  
 didaktische Konzepte – Solarberatung – Fortbildung - solare Aus- und Weiterbildung - Solarspielzeug  
 Solardidactics + solar cells + solar modules + photovoltaic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

# Solarschmetterling

für Grundschule und KITA



Der Schmetterling besteht aus einem Kunststoffgehäuse mit Metallbeinchen, auf der Oberseite ist eine kleine Solarzelle angebracht, die einen Elektromotor mit einer Unwucht antreibt, der im Gehäuse montiert ist. Die Flügel sind farblich schön gestaltet. Beim Bestrahlen der Solarzelle mit Sonnenlicht oder Licht von Glüh- oder Halogenlampen vibriert der Schmetterling und hopst auf glatter Fläche hin und her. Man kann ihn auch auf die Hand nehmen, er vibriert spürbar.

Der Schmetterling betriebsbereit montiert und ist in einem Karton mit Sichtfenster verpackt.

Als Lichtquelle dient optimal das natürliche Sonnenlicht, im Innenraum ist Halogenlampe oder eine Rotlichtlampe als Lichtquelle gut geeignet.



Photovoltaik-  
System  
**SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne



# Solarexperimente/ Solarspielzeug 6in1



Dieser Baukasten enthält eine gekapselte Solarzelle und einen Elektromotor, beide werden für alle Modelle wechselnd eingesetzt. Mit diesen Basiselementen lassen sich 6 Solarmodelle aufbauen: Solarauto, Solarrotor, Solar- Windkraftanlage, Solarboot, Solar- Hund, Solarschlitten.

Die Modelle lassen sich nach Ende des Spiels/ der Experimente wieder auseinanderbauen.

Als Lichtquelle dient optimal das natürliche Sonnenlicht, im Innenraum wäre eine Halogenlampe als Lichtquelle am besten geeignet. LED- Lampen oder LED- Taschenlampen eignen sich wegen des veränderten Lichtspektrums nicht.

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

# Solarmodul SUSE 4.50-20GS

20W- Solarmodul mit DC-DC- Wandler mit Dual USB Output  
 zum Einsatz in der Grundschule Output: 2x USB-A ports, 5V DC,  $I_{max} = 3,1A$

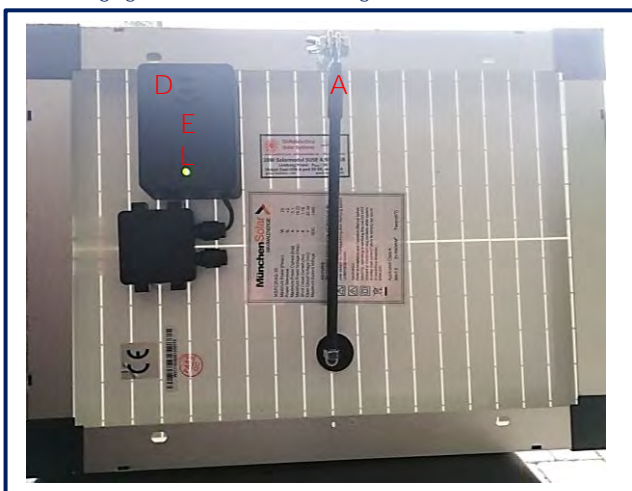
SUSE 4.50-20GS



Oben: Vorderseite des Solarmoduls, 36 polykristalline Solarzellen in interner Reihenschaltung, mit dem stufenlosen Aufsteller lässt sich das Modul zur Sonne ausgerichtet aufstellen.

Unten: Rückseite des Solarmoduls (mit Elektronik- Box E, D= Dual USB, L = Indikator LED und Aufsteller A)

Das Foto gegen das helle Licht zeigt die 2x 18 Solarzellen



Das Solarmodul SUSE 4.50-20GS ist ein professionelles und robustes 20W- Solarmodul zum Einsatz in der Grundschule mit 36 polykristallinen Solarzellen in interner Reihenschaltung unter robustem Solar-Glas, eingerahmt mit einem stabilen Aluminium-Rahmen. Es ist technisch identisch mit dem 20W- Solarmodul SUSE 4.42, dieses hat aber keine Elektronik-Box.

Auf der Rückseite des Moduls befindet sich in einem Gehäuse ein DC- DC- Wandler SUSE 4.17, der die (durch unterschiedliche Sonneneinstrahlung) schwankende Spannung des Solarmoduls konstant auf 5V DC hält, die Output- Buchse ist eine Standard- Dual-USB-A-Buchse, an der Smartphones oder Powerbank- Akkus aufgeladen werden können, die maximale Stromstärke beträgt je nach Sonneneinstrahlung bis 3,1 A. Eine LED signalisiert den Betriebszustand, die grün leuchtende LED zeigt die Betriebsbereitschaft des Solarmoduls an.

Dieses Solarmodul hat eine hohe Sicherheit für den Einsatz in der Grundschule, die Modulspannung von ca. 21V ist für Kinder nicht zugänglich, der Output hat nur 2 USB- ports mit völlig ungefährlichen 5V DC.

Auf der Rückseite befindet sich eine Elektronik-Box, in der die Modulspannung von ca. 21V in 5V DC umgewandelt wird, die Buchse enthält 2 USB-A-ports.

Hier können Smartphone, Tablets, Powerbank- Akkus geladen werden oder es können direkt SUSE- Geräte mit USB- Stecker angeschlossen werden, z.B. Solarfahrzeug SF6USB, USB- Solarleuchte, Solarmotor 4.16USB, USB- Radio SUSE 4.36USB und weitere Geräte.

Weiterhin befindet sich auf der Modulrückseite ein verstellbarer Aufsteller, mit dem das Modul auf dem Boden oder auf einem Tisch im optimalen Winkel zum Sonnenstand gestellt werden kann.

Technische Daten des Solarmoduls:  
 $P = 20W$  bei  $S = 1000 W/m^2$ ,  $25^\circ C$  und AM 1,5  
 Output :  $U_{out} = 2x 5V DC$  USB-A, max. 3,1 A  
 Maße: 475 x 350 x 35 mm



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

# Das Solarkarussell

Solarspielzeug und Experimentiergerät für Grundschule und KITA

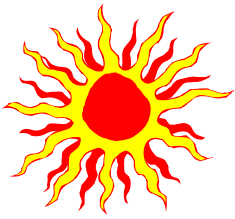
Solarkarussell



Auf dem Dach des Karussells befindet sich ein kleines, rundes Solarmodul mit 6 Solarzellen, im Innern ist ein kleiner Elektromotor eingebaut, der vom Strom der Solarzellen angetrieben wird und das Karussell dreht. Das Karussell besteht aus farbig lackiertem Holz, in die Sitze können kleine Püppchen oder Figuren gesetzt werden, es dreht sich im Freien und auf der Fensterbank bei strahlendem Sonnenschein und leicht bedecktem Himmel, im Innenraum muss das Solarmodul mit Licht einer Halogenlampe oder einer Rotlichtlampe bestrahlt werden. **Wegen des „falschen“ Lichtspektrums** funktioniert der Betrieb mit LED- Licht von Taschenlampen oder LED- Lichtstrahlern nicht!

Durchmesser: 15 cm Höhe: 20 cm





Photovoltaik-  
System  
SUSE

Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung



## Zubehör zur Sonnenfängerbox GS

1. 3 Mignon- Batterien Für GS- Experimente im Rahmen der Stationen, z.B. Parallel- und Reihenschaltung



2. Zollstock 2m Zum Abmessen von Abständen der Lichtquelle zur Solarzelle oder zum Abmessen einer Fahrbahnlänge für Fahrten mit den Solarautos



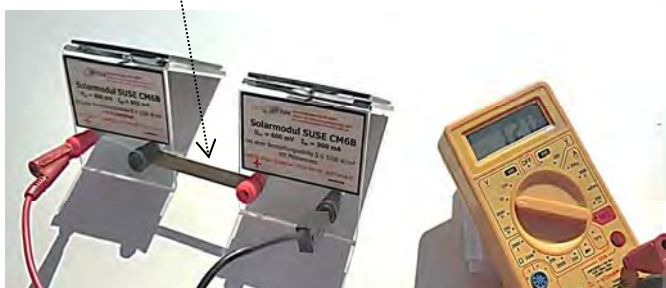
3. Stoppuhr Zum Stoppen von Zeiten bei den Fahrten der Solarautos



4. Kompass Zum Ausrichten der Solarmodule zu bestimmten Himmelsrichtungen



5. Metallverbinder Zum übersichtlichen und einfachen Aufbau einer Reihenschaltung mit Solarmodulen SUSE CM6B



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

# Das Solarmodul SUSE CM6B leistungsstarkes Einsteiger- Solarmodul mit Messbuchsen (Polklemmen nur für die Sonnenfängerbox GS)

Solarmodul SUSE CM6B



Auf dem dachförmig gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160 x 80 mm) erkennt man links die Solarzelle (bruchfest eingebettet in das Solarmodul SUSEmod218) mit den Maßen 52 x 52 mm (Solarzelle) und 75 x 75mm (Solarmodul).

Auf der rechten Seite befinden sich 2 Messbuchsen (Polklemmen nur bei der Version für die Sonnenfängerbox GS). Hier lassen sich Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken messen oder weitere Geräte anfügen (Solarmotoren oder weitere Geräte SUSE CM6B in Reihenschaltung oder Lastmodul SUSE 4.55-1).

Für die Reihenschaltung lassen sich bei der Version Sonnenfängerbox GS auch Metall- Heftstreifen verwenden, wie das nebenstehende Foto zeigt.

Hier sind 2 Module SUSE CM6B in Reihe geschaltet, das angeschlossene Voltmeter zeigt im Sonnenlicht die Summenspannung 1,20 V.

Das Modul eignet sich gut für Photovoltaikexperimente in den Klassenstufen 3 -12. Bei NILS- ISFH wurden hierfür Experimente und Anleitungen entwickelt, sowohl für die Grundschule wie auch für die Sekundarstufe I / II.

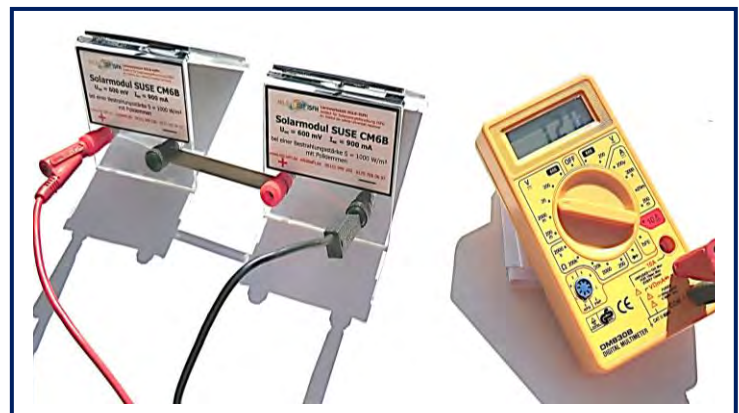
Es können an den Messbuchsen die Leerlaufspannung  $U_{oc}$  (im Messbereich 20V DC) und der Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  (im Messbereich 10A DC) gemessen werden.

Mehrere Module SUSE CM6MB lassen sich mit Kabeln oder Metallverbinden in Reihe schalten.

Der Kurzschlussstrom ist ein direktes Maß für die Lichtintensität und proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$ , er beträgt bei strahlendem Sonnenschein ( $S= 1000 \text{ W/m}^2$ ) 1025 mA, die Leerlaufspannung beträgt 0,65V.



Oben: Das Solarmodul SUSE CM6B, links die Solarzelle SUSEmod218  
 Unten: 2 Geräte CM6B in Reihenschaltung mit Metallverbinder, in der GS- Version sind Polklemmen angebracht, an denen die Metallverbinder für die Herstellung einer Reihenschaltung verschraubt werden können: Roter oder schwarzer Kopf abschrauben, Metallstreifen mit dem Loch einschieben, Kopf wieder fest anschrauben!



2 Solarmodule SUSE CM6B in Reihenschaltung mit Metallstreifen, das Voltmeter zeigt die Reihenschaltung mit 1,2 V an!



**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology · Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

# Die Solargrille

## Solarspielzeug mit technischem Hintergrund



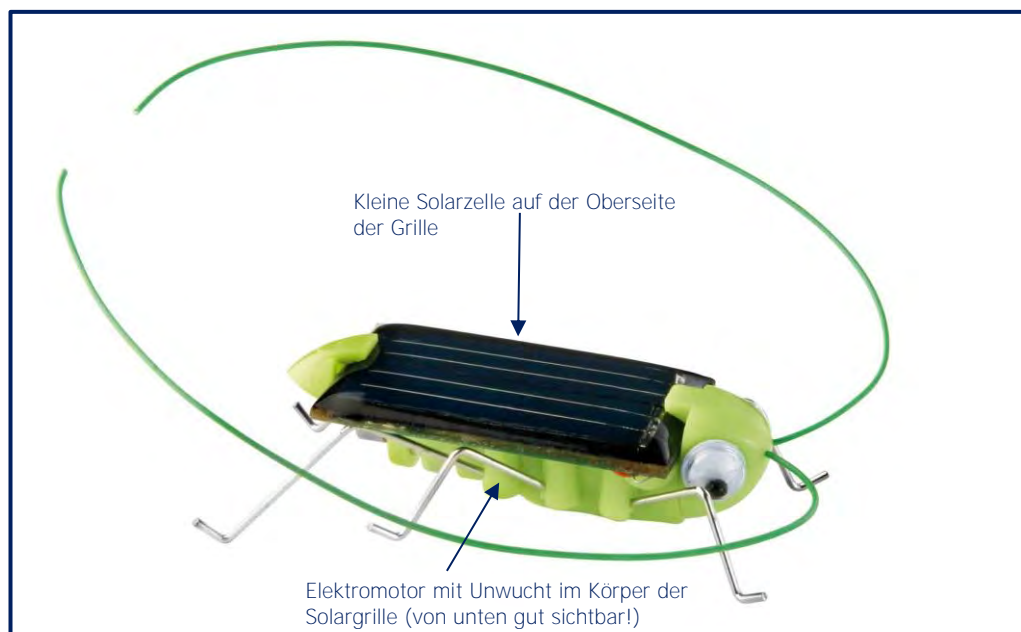
Die Solargrille ist ein faszinierendes Solarspielzeug zum spielerischen Erlernen der Solarenergie.

Auf dem Rücken der Solargrille ist eine kleine Solarzelle befestigt, die bei Lichtbestrahlung elektrische Energie erzeugt. Im Innern der Grille befindet sich ein Mini- Elektro- Solarmotor mit einer kleinen Unwuchtmasse, ähnlich wie der Vibrator im Handy.

Bei direkter Sonnenbestrahlung auf die Solargrille rotiert der Motor und die Grille vibriert dadurch heftig sie hopst auf ihrer Unterlage, im Innenraum ist die Beleuchtung mit einem Halogenstrahler (Schreibtischlampe o.ä.) möglich, der Abstand sollte ca. 10- 20 cm betragen, im Außenbereich funktioniert sie mit dem natürlichen Sonnenlicht!

Wird sie Solargrille auf der Handfläche gehalten, kitzeln die vibrierenden Beine, ein lustiger Effekt.

Lichtquelle: Natürliches Sonnenlicht, Licht von Glühlampen, Halogenlampen oder Rotlichtlampen. Das Licht von Energiesparlampen oder LED- Lampen ist wegen des anderen Lichtspektrums nur bedingt oder nicht geeignet







**SUN**didactics  
 SolarEnergyDidactics  
 SolarEducation  
 SolarEngineering  
 Photovoltaics + Solarthermal  
 innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung  
 innovative solar- systems for school, college, technical education

**NILS ISFH**  
 Kooperationspartner  
 cooperation partner  
 Lernwerkstatt NILS-ISFH  
 am Institut für Solarenergieforschung  
 ISFH  
 An- Institut der Leibniz Universität  
 Hannover  
 Solartechnik  
 Solardidaktik  
 Solare Wissenschaft  
 Solar technology Solar didactics  
 Solar science

Photovoltaik-  
 System  
**SUSE**  
 Solartechnik  
 Experimentiergeräte  
 Solare Experimente  
 von der Grundschule  
 bis zum Abitur  
 Solar technology  
 Experimentation devices  
 Solar experiments

**BNE**  
 Bildung  
 für  
 nachhaltige  
 Entwicklung  
 Education  
 for  
 Sustainable  
 Development

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

## SUSE USB- LED- Solarleuchte

LED- Leuchte mit Schwanenhals und USB- A- Stecker  
 zum Anschluss an USB- A- Buchsen



Die USB- LED- Leuchte hat einen USB- A- Stecker zum Einstecken in eine USB-A-Buchse, einen biegsamen Schwanenhals und im Kopf eine oder mehrere hell leuchtende weiße LEDs.

- Spannung am USB-Port 5 V DC, Stromstärke ca. 180 mA, Leistung ca. 0,9W, abhängig vom Typ
- Stromversorgung direkt vom USB-Anschluss
- Formbar als Standfuß - Funktioniert an den USB-Ports 1.0, 1.1, 2.0 und 3.0
- Länge ca. 35 cm, kann variieren
- Typ kann variieren