



SUNdidactics Solar Systems
www.sundidactics.de
info@sundidactics.de
+49(0)1757660607



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

BNE
Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung

Das Solarmodul SUSE CM630

leistungsstarkes Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung, Solarmotor, Propeller, Schalter
und 2 Buchsen, besonders geeignet für den Selbstbau durch Schülergruppen.

Für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in der Sekundarstufe I

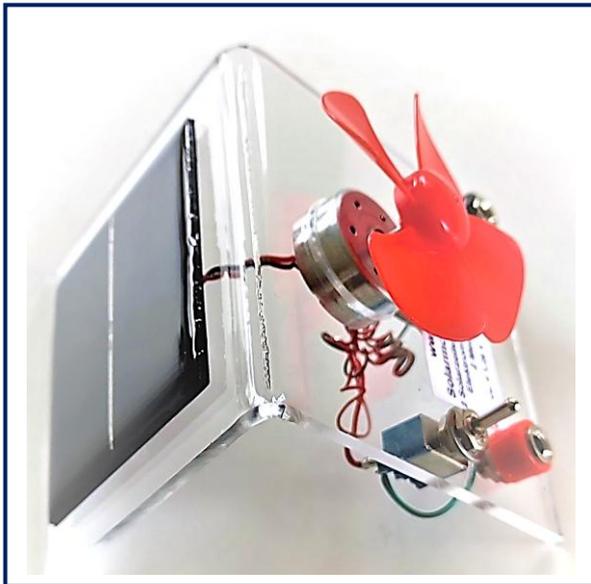
Dokumentation CM630



Name:

Schule:

Datum:



Auf dem dachförmig um 75° gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160mm x 80mm x 3mm), erkennt man mittig den Solar- Elektromotor mit dem roten Propeller, rechts unten die 2 Anschlussbuchsen rot + schwarz und den Schalter S.

Auf der linken Dachseite befindet sich das hochwertige monokristalline Si- Solarmodul mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung SUSEmod8.

Daten der Solarzelle bei Standard- Testbedingungen:

$U_{oc} = 1,26 \text{ V}$, $I_{sc} = 480 \text{ mA}$.

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 beiden **Messbuchsen rot/schwarz** 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 der Solarzellen**, die **schwarze Buchse der Minuspol von Solarmotor und Solarzellen**. Mit dem Schalter S kann der Pluspol des Solarmotors mit dem Pluspol der Solarzellen verbunden werden. So können die Solarzellen mit dem Solarmotor oder getrennt vom Motor für Experimente verwendet werden. Es gibt verschiedene Experimentieranleitungen für SUSE CM630.

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

Der **Selbstbau** erfordert Biegen der Plexiglasträger- Platte um 75° mit dem NILS- Glühdraht- Biegegerät, die Montage der elektronischen Bauteile und Schaltarbeiten mit Löten. Der Selbstbau durch Schüler mit anschließendem Gerätetest dauert ca. 45 Minuten.

Für Messungen von Spannung und Stromstärke wird ein Multimeter verwendet.

Bauteile des Bausatzes: Gebohrter Plexiglasträger mit eingebautem Elektromotor, Solarmodul mit 2 Solarzellen + doppelseitiges Industrieklebeband und 2 Anschlussdrähtchen, Propeller, 2 Buchsen rot + schwarz mit je 1 Lötöse, 1 Schalter mit angelöteten Schaltdrähten rot/grün, Typschild- Aufkleber, Bauanleitung und Experimentieranleitung ausgedruckt

Benötigte Werkzeuge für den Selbstbau:

Spitzzange, Plexiglasbiegegerät mit 75°-Biegewinkel und Netzgerät, Schraubenschlüssel 8+10, Pinzette, Lötstation mit bleifreiem Lötzinn.



Die technischen Daten des Solarmoduls von SUSE CM630

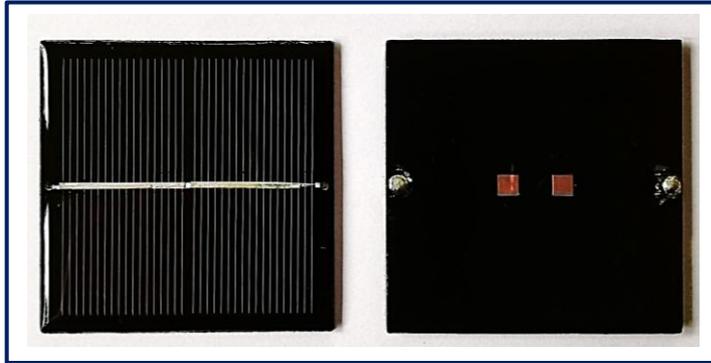
SUSEmod8- ein leistungsstarkes und robustes 1,26 V- Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

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

Die Solarzellen sind bruchsicher eingebettet in eine Kunststoffplatte der Größe 60mm x 60mm.



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

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

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

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

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

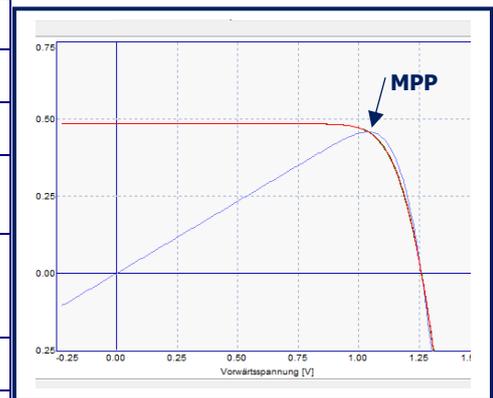
Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße der Solarzellen	s	2x26x52	mm	2 Monokristalline Solarzellen
Leerlaufspannung	U_{oc}	1,26	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	I_{sc}	0,48	A	Proportional zur Lichtintensität S
El. Leistung im MPP	P	0,475	W	bei Sonnenspektrum, AM 1,5, T = 25°C
Wirkungsgrad (Zelle)	η	17,5	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Füllfaktor	FF	78,24	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	35,6	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 bei Erwärmung um 0,06 % pro 1K
Spannung im MPP	U_{MPP}	1,04	V	
Stromstärke im MPP	I_{MPP}	0,46	A	



Experimente Kurzversion

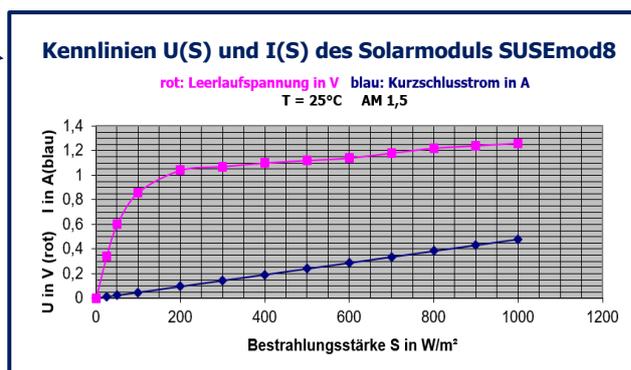
Experimente ausführliche Version

Bauanleitung

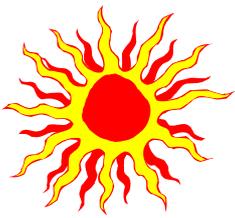


Die U(S)- Kennlinie (rot) und die I(S) Kennlinie (blau)

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)- Kennlinie (rot)
Die P(U)- Kennlinie (blau)
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 y- Achse ist die Kurzschlussstromstärke I_{sc} .
Die Leistungskurve (blau) zeigt im Maximum den Punkt der maximalen Leistung, den Maximum-Power-Point MPP.



Photovoltaik-System SUSE

Solarthermiesystem Wärme von der Sonne

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung



BNE
Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Bauanleitung für das Solarmodul SUSE CM630

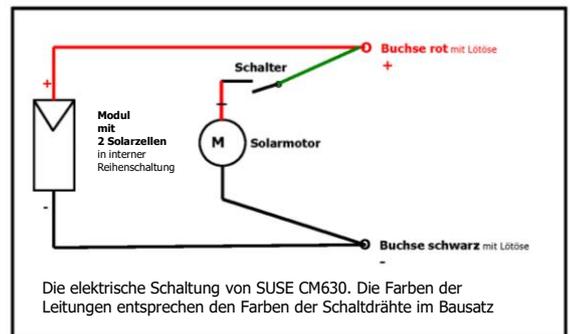
leistungsstarkes Einsteiger- Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

QR Bauanleitung



Die Gerätebeschreibung: Auf dem dachförmig gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160mm x 80mm) erkennt man rechts den Solar- Elektromotor mit dem roten Propeller, sowie den Schalter und 2 Buchsen. Auf der Rückseite ist das hochwertige Silizium- Solarmodul mit 2 Solarzellen in interner Reihenschaltung aufgeklebt, (Modulmaße 60mm x 60mm, Solarzelle 52mm x 26mm). Die Buchsen und die Solarzelle sind elektrisch fest miteinander verbunden, an den Buchsen können Laborkabel eingesteckt werden, um mit einem Multimeter Messungen durchzuführen. Hier lassen sich Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken messen, es können an diesen Messpunkten auch Zusatzgeräte angeschlossen oder Reihen- bzw. Parallelschaltungen mehrerer Module aufgebaut werden. Mit dem Schalter S lässt sich der Elektromotor ein- oder ausschalten. Mit dem Schalter lässt sich der Motor für bestimmte Experimente ausschalten, um die Solarzelle unbelastet im Leerlauf zu betreiben.

Die elektrische Schaltung des Solarmoduls



Der Selbstbau erfordert Biegen des Plexiglasträgers, die Montage der elektronischen Bauteile und Lötarbeiten. Der Selbstbau durch SchülerInnen dauert ca. 45 Minuten. Mit den dazugehörigen Experimentieranleitungen für unterschiedliche Klassenstufen lassen sich umfangreiche Versuche zur Photovoltaik durchführen.

Die Bauteile für das Solarmodul SUSE CM630

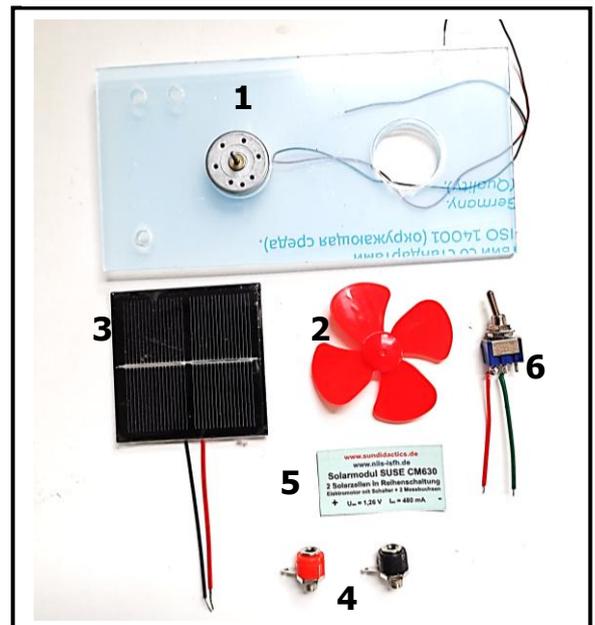
- 1 **Plexiglasträger** 160mm x 80mm, fertig gelocht mit 5 Löchern mit eingebautem Elektromotor
 - 2 **Propeller** zum Aufstecken auf die Motorachse
 - 3 **Solarmodul** SUSEmod8 mit 2 Anschlussdrähten rot/schwarz und 2x doppelseitiges Klebeband auf der Rückseite
 - 4 **2 Buchsen, 1x rot + 1x schwarz** mit je 1 Lötöse
 - 5 **Aufkleber** (Typschild mit technischen Daten)
 - 6 **Schalter** mit 2 Anschlussdrähten rot/grün
- + Bauanleitung + Versuchsanleitung**

Die Bauanleitung

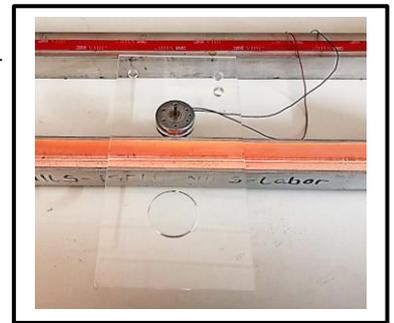
Mit fachkundiger Anleitung müssen die folgenden 7 Arbeitsschritte durchgeführt werden.

Das fertige Mustermodul und die Fotos können zur Anschauung genutzt werden.

Notwendige Werkzeuge: Spitzzange, Pinzette, Schraubenschlüssel 8+10, Lötstation mit Lötzinn, NILS- Plexiglasbiegegerät mit Biegeschablone 75° und Netzgerät 14V / 6,5A



rechts: Biegen auf dem NILS-ISFH-Glühdraht- Biegegerät



- 1. Biegen:** Schutzfolien beidseitig abziehen und den Plexiglasträger (mit eingebautem Motor!) an den markierten Positionen (an den Seitenkanten markiert!) um 75° mit dem NILS- ISFH- Biegegerät dachförmig biegen, den Plexiglasträger solange auf der 75° Winkelschablone festhalten, bis die Biegestelle erkaltet ist.

- 2. Montage des Typschildes (Aufkleber)**

Am selbstklebenden Typschild wird die Rückseitenfolie abgelöst und es genau unter den Motor zwischen die Buchsenlöcher geklebt.



- 3. Montage der beiden Buchsen:** Die Mutter und die Lötöse von der Buchse ganz abschrauben, dann Buchse von vorne einstecken, links rot, rechts schwarz, auf der Innenseite die Lötöse aufstecken und die Mutter festschrauben, zuerst mit der Hand, dann mit Schlüssel je nach Muttertyp 8 oder 10. Die Lötösen sollen seitlich unter das Typschild zeigen.

- 4. Montage des Schalters:**

Bei der Montage des Schalters werden 1 Mutter + 1 Zahnscheibe vom Schalter entfernt. Die verbliebene Mutter wird mit der Hand fest an den Kopf des Schalters geschraubt. Dann wird der Schalter von hinten nach vorne durchgesteckt, auf der Vorderseite wird die Zahnscheibe aufgelegt und die 2. Mutter mit Schlüssel 8 festgeschraubt, das rote Drähtchen zeigt innen nach oben zur „Dachspitze“.



Montage des Solarmoduls

- 5. Montage des Solarmoduls:**

Die beiden roten Schutzfolien der doppelseitigen Klebbänder werden abgezogen. Solarmodul von außen aufdrücken. Die Drähtchen rot/schwarz passen durch das große Loch! Das Solarmodul soll mit 1 cm Rand parallel zu den Seitenkanten montiert werden. Das Klebeband ist sehr fest klebend, es kann nach dem Andrücken nicht mehr korrigiert werden.

- 6. Verschaltung, Lötarbeiten, Propeller** Lötösen vor der Montage der Drähte um 45° hochbiegen!

a) Spitze des **roten Plusdrähtchens** vom Solarmodul in das kleine Loch der **Lötöse der roten Plusbuchse** stecken und umbiegen. Spitze des **schwarzen Minusdrähtchens** vom Solarmodul in das kleine Loch der **Lötöse der schwarzen Minusbuchse** stecken und umbiegen.

b) **Rotes Motordrähtchen und rotes Schalterdrähtchen miteinander verdrehen.**

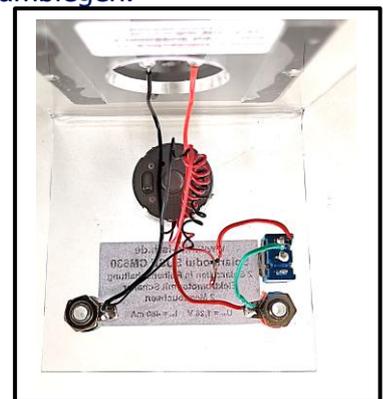
Spitze des schwarzen Motordrähtchens in das kleine Loch der Lötöse der schwarzen Buchse stecken und umbiegen.

c) Spitze des **grünen Schalterdrähtchens in das kleine Loch der Lötöse der roten Buchse** stecken und umbiegen.

Nun müssen die Drähte in den beiden Lötösen und die beiden verdrehten Drähte verlötet werden.

d) Anschließend den **Propeller aufstecken!**

Jetzt kann die **transparente Schutzfolie** auf der Solarzelle abgezogen werden.



Die Verdrahtung auf der Innenseite.

- 7. Funktionstest:** Halte das Solarmodul ins Tageslicht oder ins Licht einer hellen Lampe (Halogenlampe oder Rotlichtlampe).

Schalte nun den Motor ein: Der Propeller muss sich schnell drehen! Mit dem Schalter lässt sich der Motor aus- und einschalten, EIN ist, wenn der Schalter zur roten Buchse hin geschaltet wird!

Schließe ein Multimeter im Messbereich 20V DC mit 2 Laborkabeln an das rot- schwarze Buchsenpaar polrichtig an, es sollte eine Spannung von ca. 1,2 V angezeigt werden.

Experimente: Mit den verschiedenen Experimentieranleitungen für unterschiedliche Klassenstufen lassen sich viele Photovoltaikversuche in verschiedenen Niveaustufen mit dem selbstgebauten Solarmodul durchführen. **Viel Freude und Erfolg bei den Experimenten!**



SUNdidactics Solar Systems

Solare Experimentiersysteme

www.sundidactics.de

info@sundidactics.de

+49(0)1757660607



NILS- ISFH

Niedersächsische Lernwerkstatt für solare Energiesysteme
außerschulischer Lernort des Landes Niedersachsen
am Institut für Solarenergieforschung ISFH
An- Institut der Leibniz Universität Hannover
www.nils-isfh.de nils@isfh.de +49(0)05151 999 100

BNE

**Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung**

Name:

Schule:

Datum:

Experimente mit dem Solarmodul SUSE CM630

für Jahrgangsstufen 7/8 ohne Messungen mit Multimetern

5 Experimente mit Zusatzgeräten zum Experimentieren in 2er/3er Gruppen

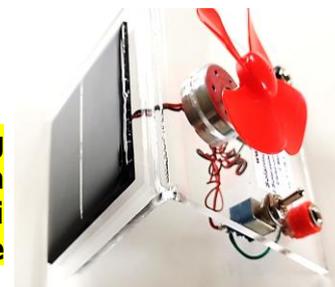
Anschließend noch 4 weitere Experimente mit Einsatz von Multimetern

Gesamtdokument



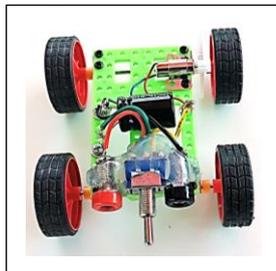
Nachdem Du das Solarmodul fertiggestellt und getestet hast, kannst Du nun mit dieser Anleitung **5 Experimente** zur Photovoltaik durchführen. Diese Anleitung kannst Du auch über den QR- Code auf Dein Smartphone laden, weitere Experimente, auch mit Multimeter- Messungen via nils@isfh.de oder info@sundidactics.de.

Das Solarmodul SUSE CM630



Die 5 Experimente zur Solarenergie- Photovoltaik können unabhängig voneinander in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden, es werden Zusatzgeräte von NILS-ISFH oder von SUNdidactics dazu benötigt. Bei Kursen von NILS oder SUNdidactics werden die Zusatzgeräte leihweise zur Verfügung gestellt:

E- Fahrzeuge Solarflitzer turbo SB, Propellermotor SUSE 4.16, Solarspeichermodule SUSE 4.12, LED- Modul SUSE 4.20, Solarradio SUSE 4.36. Alle Experimente können draußen im normalen Tageslicht (strahlender Sonnenschein oder bewölkter Himmel) durchgeführt werden, bei Regenwetter im Innenraum können Overheadprojektor, Halogenstrahler oder Rotlichtlampen verwendet werden, LED- Lampen sind wegen des falschen Lichtspektrums nicht geeignet. Zusätzlich werden Standard- Laborkabel benötigt.



Solarflitzer turboSB



Solarmotor SUSE 4.16



SUSE 4.20 LED Modul mit 3 LEDs



Solarradio SUSE 4.36

Experiment 1: Seite 2

Solare Elektromobilität- SUSE CM630 als Solartankstelle für das E-Fahrzeug SUSE Solarflitzer turboSB

Experiment 2: Seite 3

Betrieb von zusätzlichen Propellermotoren SUSE 4.16 an SUSE CM630 in Reihen- oder Parallelschaltung

Experiment 3: Seite 4

Speicherung von Solarstrom mit Superkondensatorspeicher SUSE 4.12 + Propellermotor SUSE 4.16

Experiment 4: Seite 5

SUSE CM630 als Windkraftanlage mit Verwendung von Propellermotor SUSE 4.16

Experiment 5: Seite 6

Mehrere SUSE CM630 in Reihenschaltung, Betrieb von LEDs- und Solarradio SUSE 4.36

Experiment 1:

Solare Elektromobilität- SUSE CM630 als Solartankstelle für das E-Fahrzeug SUSE Solarflitzer turboSB

CM630



turboSB



Benötigte Geräte: 1x Solarmodul SUSE CM630, 1x Solarflitzer turboSB, 2 Laborkabel 1x rot, 1x schwarz, im Innenraum Lichtquelle: Halogenlampe, Rotlichtlampe oder Overheadprojektor
Die Geräterdateien kannst Du über die QR-Codes downloaden.

1. Experimentaufbau:

Das Foto zeigt den Aufbau des Experiments. Das Solarmodul wird outdoor zur Sonne ausgerichtet, bei bedecktem Himmel schräg nach oben zum hellen Himmel, im Innenraum zur hellen Lampe hin. Die beiden roten Buchsen von Fahrzeug und Solarmodul werden mit einem roten Laborkabel verbunden, ebenso die beiden schwarzen Buchsen mit einem schwarzen Laborkabel, der Propellermotor wird ausgeschaltet.

2. Experimentdurchführung:

Zum Aufladen des Energiespeichers auf dem Fahrzeug (ein Superkondensator 10F) wird der kleine Schalter nach rechts auf L (Laden) geschaltet, der Strom aus dem Solarmodul fließt in den Superkondensator, das Tanken dauert nur 1-2 Minuten.

Nun wird der Schalter am Fahrzeug in die Mittelposition auf AUS geschaltet, die Kabel am Fahrzeug abgesteckt.

Jetzt kannst Du das Fahrzeug auf eine ebene Fläche stellen und den Schalter auf F (Fahren) stellen, es flitzt mit hoher Geschwindigkeit davon.



Auswertung:

1. **Das Auto tankt nur Licht und fährt damit, es fährt umweltfreundlich und ohne CO₂ – Emission, erkläre:**

Mache ein kleines Video vom Tanken und Fahren und stelle es bei TikTok oder Insta ein!

2. **Zeichne und Erkläre die Energieumwandlungsvorgänge beim Tanken!**

3. **Zeichne und erkläre die Energieumwandlungsvorgänge beim Fahren!**

Experiment 2:

Betrieb von zusätzlichen Propellermotoren SUSE 4.16 an SUSE CM630 in Reihen- oder Parallelschaltung

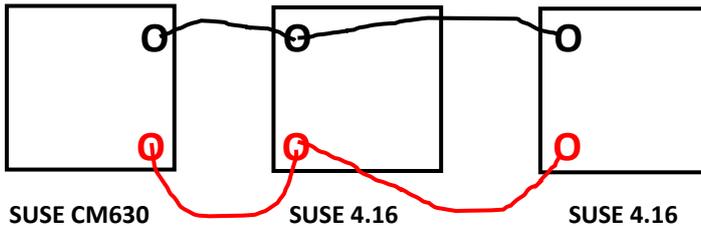


SUSE 4.16

Benötigte Geräte: 1x Solarmodul SUSE CM630, 6x Solarmotor SUSE 4.16, 12x Laborkabel 6x rot, 6x schwarz, im Innenraum Lichtquelle: Halogenlampe, Rotlichtlampe oder Overheadprojektor. Die Geratedatei SUSE 4.16 kannst Du über den QR-Code downloaden.

Wieviele Propellermotoren SUSE 4.16 kann ein Solarmodul SUSE CM630 betreiben?

A Parallelschaltung- Baue folgendes Experiment nach der Skizze auf. Das Solarmodul SUSE CM630 wird Outdoor zur Sonne ausgerichtet, bei bedecktem Himmel schräg nach oben zum hellen Himmel, im Innenraum zur hellen Lampe (Halogenstrahler oder Rotlichtlampe) hin.



Verbinde die roten + Buchsen mit roten Kabeln und die schwarzen – Buchsen mit schwarzen Kabeln. Ergänze weitere SUSE 4.16 mit weiteren Kabeln.

Schließe zuerst 1 zusätzlichen Solarmotor an SUSE CM630, dreht sich der Propeller, ergänze einen 2. Solarmotor, dreht sich der Propeller, ergänze einen 3. Solarmotor und so weiter bis zu 6 Solarmotoren.

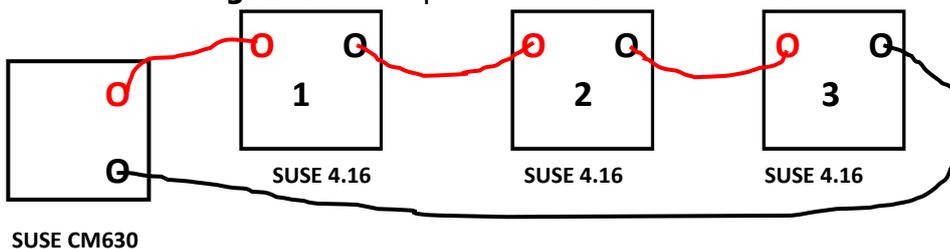
1. Wieviele Solarmotoren schafft das Solarmodul SUSE CM630 in Parallelschaltung?

2. Verringere die Lichtintensität auf SUSE CM630

outdoor: halte ein Blatt Papier vor die Solarzelle oder Schatten
Innenraum: Vergrößere den Abstand zur Lampe

Was fällt Dir auf, notiere Deine Beobachtung und erkläre:

B Reihenschaltung: Baue das Experiment nach der Skizze auf!



Beispiel mit 3 Motoren

Beginne mit 1 zusätzlichen Solarmotor SUSE 4.16 und erweitere die Reihe immer mehr mit zusätzlichen Solarmotoren SUSE 4.16

3. Wieviele Solarmotoren schafft das Solarmodul SUSE CM630 in Reihenschaltung, gibt es Unterschiede zur Parallelschaltung?

4. Verringere die Lichtintensität auf SUSE CM630

outdoor: halte ein Blatt Papier vor die Solarzelle oder Schatten
Innenraum: Vergrößere den Abstand zur Lampe

Was fällt Dir auf, notiere Deine Beobachtung und erkläre:

Experiment 3:

Speicherung von Solarstrom mit Superkondensatorspeicher SUSE 4.12 + Propellermotor SUSE 4.16

Benötigte Geräte: 1x Solarmodul SUSE CM630, 1x Solarmotor SUSE 4.16, 2x Laborkabel 1x rot, 1x schwarz, Solarenergiespeicher SUSE 4.12. Im Innenraum Lichtquelle: Halogenlampe, Rotlichtlampe oder Overheadprojektor, sonst Outdoor im natürlichen Sonnen-/Tageslicht Die Gerätedateien SUSE 4.12+4.16 kannst Du über die QR-Codes downloaden.

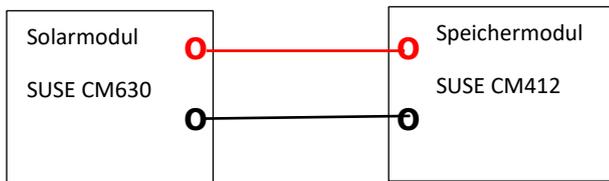


SUSE 4.12

SUSE 4.16

Info: Bei modernen Stromnetzen mit vielen Photovoltaikanlagen kann es zu es bei einer starken Sonneneinstrahlung zu einer Überproduktion kommen, diese überschüssige elektrische Energie muss in Speichereinrichtungen gespeichert werden um sie dann nachts oder bei sonnenarmen Wetterlagen wieder ins Netz einzuspeisen. Wir werden das im Experiment im kleinen Maßstab durchführen.

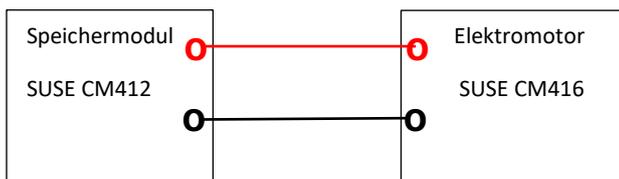
Experiment 3.1:



Wir verbinden die beiden roten Pluspole mit einem roten Kabel und die beiden schwarzen Minuspole mit einem schwarzen Kabel. Wir gehen hinaus ins Freie und richten die Solarzelle des Solarmoduls zur Sonne aus, im Innenraum vor eine Lampe. Das Aufladen des Speichers dauert ca. 2 Minuten.

Nach ca. 2 Minuten ziehen wir die beiden Kabel aus den Buchsen des Solarmoduls. Wenn wir mit einem Multimeter umgehen können, können wir zum Beweis die elektrische Spannung am Speichermodul messen.

Experiment 3.2:



Wir verbinden die beiden roten Pluspole mit einem roten Kabel und die beiden schwarzen Minuspole mit einem schwarzen Kabel.

Wir beobachten nun die Drehung des Propellers und messen mit der Smartphone- Stoppuhr, wie lange sich der Propeller dreht.

Erkläre die Ergebnisse der beiden Experimente hier, welche Energieumwandlungen finden bei beiden Experimenten statt:

Experiment 3.3:

Verwende hier den Versuchsaufbau von Experiment 2. Drücke den Taster am Speichermodul SUSE CM412 für ca. 10 Sekunden, dann ist der Speicher ganz leer.

Puste nun ca. 1 Minute auf den Propeller, so dass er sich schnell dreht.

Was beobachtest Du nach dem Ende des Pustens, erkläre hier:

Experiment 4:

Das Solarmodul SUSE CM630 als Windkraftanlage mit Verwendung von Propellermotor SUSE 4.16

Benötigte Geräte: 1x Solarmodul SUSE CM630, 1x Solarmotor SUSE 4.16, 2x Laborkabel 1x rot, 1x schwarz. Keine Lichtquelle erforderlich. Optional: Multimeter
Die Gerätedateien SUSE CM630 + SUSE 4.16 kannst Du über die QR-Codes downloaden.



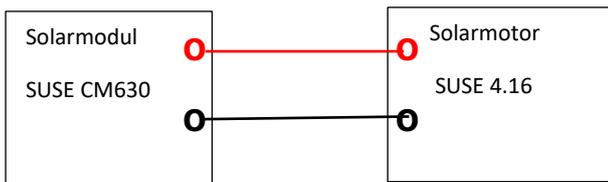
SUSE CM630



SUSE 4.16

Info: Wenn man einen Elektromotor dreht, wirkt er als Generator (Dynamo) und Erzeugt elektrische Energie. Bei Windkraftanlagen wird an den Generator der große Propeller angebaut, der Wind dreht den Propeller, dieser den Generator, es wird Strom erzeugt. Das können wir auch im Experiment mit dem Elektromotor und dem Propeller von SUSE CM630 zeigen. Zum Nachweis der entstandenen elektrischen Energie verwenden wir einen 2. Elektromotor SUSE 4.16.

Experiment 4.1:

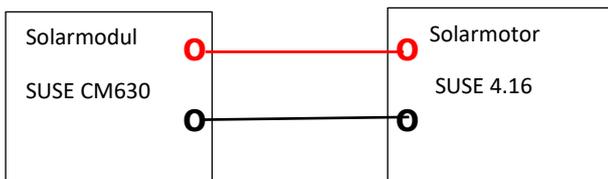


Wir verbinden die beiden roten Pluspole mit einem roten Kabel und die beiden schwarzen Minuspole mit einem schwarzen Kabel.

Nun pusten wir kräftig auf den Propeller von SUSE CM630 und beobachten den Propeller von SUSE 4.16.

Ewas fällt Dir auf? Erkläre Deine Beobachtung!
Welche Energieumwandlungen finden bei diesem Experiment statt:

Experiment 4.2:

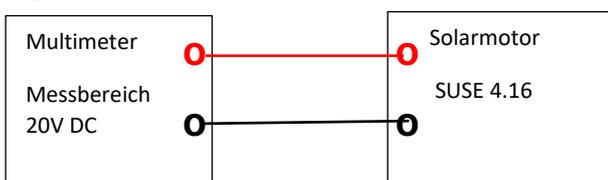


Gleicher Versuchsaufbau.

Nun pusten wir kräftig auf den Propeller des Solarmotors SUSE 4.16 und beobachten den Propeller von SUSE CM630.

Ewas fällt Dir auf? Erkläre Deine Beobachtung!
Was ist anders als bei Experiment? Erkläre!

Experiment 4.3 mit Multimeter:



Wenn Du mit einem Multimeter als Spannungsmessgerät umgehen kannst, kannst Du Experiment 3 durchführen. Stecke die Kabel in die Buchsen des Multimeters und puste kräftig auf den Propeller! Welche Spannung erreichst Du, notiere den Messwert hier:

Mein Messwert:.....V

Experiment 5:

Mehrere SUSE CM630 in Reihenschaltung, Betrieb von LEDs im Modul SUSE 4.20IRRB und Solarradio SUSE 4.36

Benötigte Geräte: 3x Solarmodul SUSE CM630, 1x LED- Modul SUSE 4.20 IRRB mit 3 LEDs, 1x Solarradio SUSE 4.36, 4x Laborkabel 4x rot, 1x schwarz. Lichtquelle: Halogenlampe, Rotlichtlampe oder Overheadprojektor, sonst Outdoor im natürlichen Sonnen-/Tageslicht Optional: Multimeter Die Geräterdateien SUSE CM630 + SUSE 4.20IRRB+ Solarradio SUSE 4.36 kannst Du über die QR-Codes downloaden



SUSE CM630



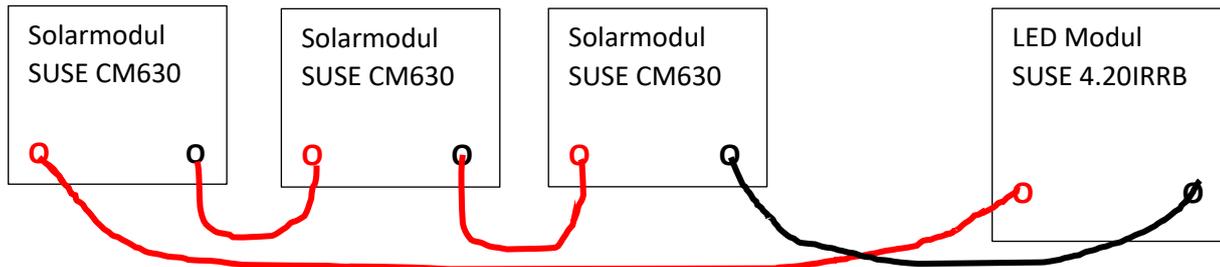
SUSE 4.20IRRB

Solarradio
SUSE 4.36



Info: Für den Betrieb von LEDs oder eines Radios reicht ein Solarmodul SUSE CM630 nicht aus, wir müssen mehrere Module in Reihe schalten, um die LEDs zum Leuchten zu bringen oder um das Radio zu betreiben.

Experiment 5.1: Baue folgendes Experiment auf:



Verbinde die 3 Solarmodule SUSE CM630 wie die Zeichnung zeigt mit Laborkabeln zu einer Reihenschaltung und beleuchte sie mit dem Licht von Halogen- oder Rotlichtlampen oder lege alle 3 Module mit den Solarzellen nach unten auf die beleuchtete Glasplatte eines Overheadprojektors. Wenn Du im Freien experimentierst, richte die Solarzellen zur Sonne aus!

Das LED- Modul SUSE 4.20IRRB hat 3 LEDs, eine rote LED, eine blaue LED und eine LED, die unsichtbares Infrarotlicht IR ausstrahlt. Jede LED kann man mit einem Schalter ein- oder ausschalten.

Rote LED: Schalte sie ein und beobachte die Lichtstrahlung. Halte mit der Hand eine Solarzelle zu, was beobachtest Du? Schalte sie nach dem Versuch wieder aus!

Blaue LED: Schalte sie ein und beobachte die Lichtstrahlung. Halte mit der Hand eine Solarzelle zu, was beobachtest Du? Schalte sie nach dem Versuch wieder aus!

Infrarot- LED: Dieses Licht kannst Du mit bloßem Auge nicht sehen!! Aber die Kamera Deines Smartphones kann das Infrarot- Licht sehen! Richte die Kamera Deines Smartphones in wenigen cm Abstand genau auf die kleine LED aus, schalte die LED ein und beobachte einmal mit bloßem Auge, dann mit der Kamera! Was beobachtest DU?

Notiere Deine Beobachtungen hier:

Experiment 5.2: Ersetze das LED- Modul durch das Radio und stelle einen Musiksender ein!

Experiment 5.3: Baue eine Reihenschaltung aus nur **2 Solarmodulen** SUSE CM630 und führe die Experimente 5.1 und 5.2 damit durch, was fällt Dir auf?

Notiere Deine Beobachtungen und Erklärungen hier:



SUNdidactics Solar Systems

Solare Experimentiersysteme

www.sundidactics.de

info@sundidactics.de

+49(0)1757660607



NILS- ISFH

Niedersächsische Lernwerkstatt für solare

Energiesysteme

außerschulischer Lernort des Landes Niedersachsen

am Institut für Solarenergieforschung ISFH

An- Institut der Leibniz Universität Hannover

www.nils-isfh.de nils@isfh.de +49(0)05151 999 100

BNE

**Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung**

Experimente mit dem Solarmodul SUSE CM630 4 Experimente mit Multimeter- Messungen

QR Multimetermessg.

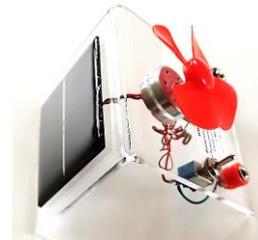


QR Experimentanleitung



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

Nachdem Du das Solarmodul fertiggestellt und getestet hast, und die Basisexperimente durchgeführt kannst, Du nun mit der dieser Anleitung **4 weitere Experimente** zur Photovoltaik durchführen. Die Kurzanleitung und die umfangreiche ausführliche Versuchsanleitung kannst Du auch über die QR-Codes auf Dein Smartphone laden.



**Solarmodul
SUSE CM630**

1. Elektrische Spannung, Stromstärke, Leistung durch Messungen bestimmen

Du benötigst dazu ein Multimeter mit 2 Laborkabeln (rot + schwarz) und einen Halogenstrahler 120W (oder eine Rotlichtlampe) und einen Overheadprojektor, Du kannst die Experimente aber auch im Tageslicht outdoor durchführen!

Einstellungen am Multimeter für die Spannungsmessung: 20V DC, schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes Pluskabel in Buchse V, für die Stromstärkemessung: 10A DC, schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes Pluskabel in Buchse 10A (im Innenraum Messbereich 20 mA DC verwenden).

Ort der Messung	Spannung U in V Motor eingeschaltet	Spannung U in V Motor ausgeschaltet	Kurzschlussstrom I in A	Leistung P in W $P = U \cdot I \cdot 0,8$
Auf Glasplatte (Mitte) des Overheadprojektors				
40 cm vor Halogenstrahler 120W oder Rotlicht				
Draußen strahlender Sonnenschein				
Draußen bedeckter Himmel				
Im Innenraum bei normaler Raumbelichtung				

Vergleiche die Spannung der Solarzelle mit der gemessenen Spannung einer Mignon- Batterie: $U_{\text{Batt}} = \dots\dots\dots\text{V}$

Was fällt Dir auf? Notiere Deine Beobachtungen zu den Messwerten und zur Drehzahl des Motors sowie weitere Auswertungsideen hier. Was fällt Dir im Vergleich zur Batterie auf?

2. Die Bestrahlungsstärke (Lichtintensität) des Lichts bestimmen

Du benötigst dazu ein **Multimeter im Messbereich 10A DC** mit 2 Laborkabeln (rot + schwarz), schalte den Motor für die Messungen aus! Schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes Pluskabel in Buchse 10A DC.

Die **Intensität des Lichts** (= Bestrahlungsstärke S in W/m^2) kann durch Messung des Kurzschlussstroms bestimmt werden, da dieser direkt proportional zur Bestrahlungsstärke ist. Der Kurzschlussstrom ist die maximale Stromstärke der Solarzelle. Mit dieser Gleichung lässt sich S aus dem Kurzschlussstrom berechnen:

Ort der Messung	Kurzschlussstrom I in A	Bestrahlungsstärke S in W/m^2
Auf Glasplatte (Mitte) des Overheadprojektors		
Draußen im Sonnenschein, zur Sonne ausgerichtet		
Draußen bei bedecktem Himmel, nach Süden ausgerichtet		
Draußen im Schatten		

I in A * **1000**

$S = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} W/m^2$

0,48 A

0,48 A ist der Kurzschlussstrom der Solarzellen bei $S = 1000W/m^2$

3. Reihenschaltung von weiteren Solarmodule

Du benötigst dazu ein Multimeter im Messbereich 20V DC mit 2 Laborkabeln (rot + schwarz), schalte den Motor für die Messungen an und aus! Weitere Laborkabel benötigst Du zum Verbinden mehrerer Module.

Da Solarzellen nur eine geringe Spannung von ca. 0,6 V haben, werden sie in großen Solarmodulen elektrisch in Reihe geschaltet, meist 36 oder 60 oder sogar bis > 120 Zellen. Dadurch erhöht sich die Spannung. Im SUSE CM630 sind bereits 2 Solarzellen in Reihe geschaltet.

Experiment: Stelle 2 Solarmodule SUSE CM630 ins Licht eines Halogenstrahlers und verbinde den Minuspol des Moduls 1 mit dem Pluspol des Moduls 2. Die Gesamtspannung kannst Du nun zwischen dem Pluspol von Modul 1 und dem Minuspol von Modul 2 messen. Trage die Werte in die Tabelle ein und erweitere die Schaltung auf 3 oder 4 Module in Reihenschaltung.

Anzahl der Module	Gesamtspannung in V
2	
3	
4	

Erkläre Deine Beobachtungen/Messungen hier:

Zusätzlich kannst Du auch einen Solarmotor SUSE 4.16, ein LED- Modul SUSE 4.15 oder das Radio SUSE 4.36 anschließen. Evtl. benötigst Du auch mehr als 2 Solarmodule in Reihenschaltung! Wenn Du Dich für die **genauen technischen Daten der Solarzelle** interessierst, findest Du hier den QR- Code dazu:

Notiere Deine Beobachtungen und Auswertungen hier:



QR technische Daten
Solarzellen SUSEmod8

4. SUSE CM630 als Windkraftanlage

Schließe ein Multimeter im Messbereich 20V DC mit 2 Laborkabeln an das rot- schwarze Buchsenpaar an und schalte den Motor an! Puste nun kräftig auf den Propeller, so dass er sich schnell dreht und beobachte die Anzeige des Multimeters! Was fällt Dir auf, trage die gemessenen Spannungswerte in die Tabelle ein! **Erkläre diesen Effekt im orangen Feld:**

Propellerdrehung	Spannung in V
langsam	
mittel	
schnell	
sehr schnell	

Erkläre diesen Effekt im orangen Feld:

Viele weitere Experimente in der ausführlichen Lang- Versuchsanleitung via QR