



**Photovoltaik-
System
SUSE**

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung



Das Mini- Solarmodul SUSE CM400

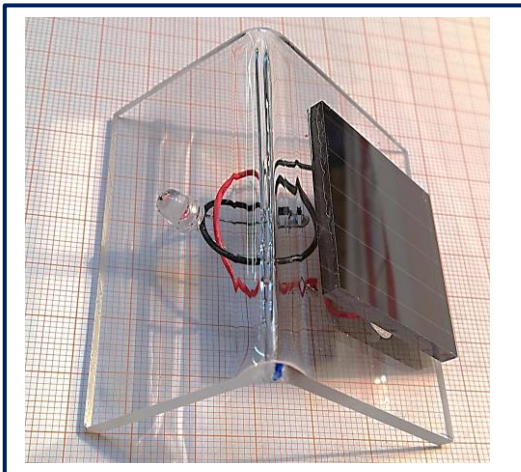
**Preiswertes und einfaches Mini- Einsteiger- Solarmodul
mit Dünnschicht- Solarmodul und rot leuchtender LED
gut geeignet für die Grundschule und Klassenstufen 5-7**

Gerätebeschreibung und Bauanleitung



Die Gerätebeschreibung

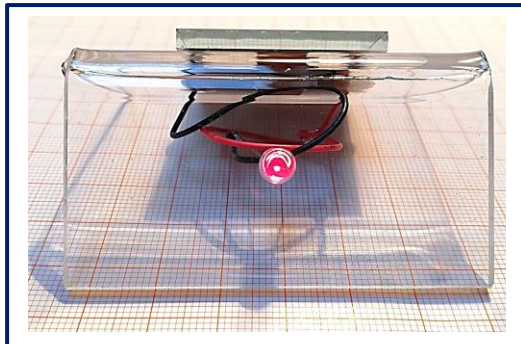
Das Solarmodul SUSE CM400 ist ein kleines, einfaches und preiswertes Solarmodul für Basisexperimente zur Photovoltaik für die Grundschule und die Klassenstufen 5-7 in der Sekundarstufe 1.



Solarmodul SUSE CM400

oben: Gesamtansicht, rechts das Dünnschicht- Solarmodul, links die LED

unten: Vorderseite mit LED



Das Gerät besteht aus einem Plexiglaswinkel im Maß 80mm x 50mm (optional 80mmx60mm), abgeknickt um 90°. 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. 20 mA. Die im Solarmodul erzeugte elektrische Energie wird direkt einer rot leuchtenden LED zugeführt, die sich auf der Rückseite befindet. Ach grün, gelb, blau leuchtende LEDs können angeschlossen werden.

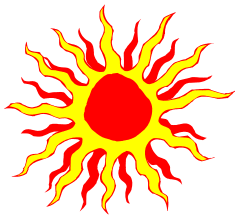
Das Gerät ist sehr empfindlich, bereits im wenig beleuchteten Innenraum leuchtet die LED, sie wird immer heller, je mehr man sich dem Fenster nähert und dann ins Freie geht.

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 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 als Fertigergerät oder als Bausatz erhältlich. Der Bausatz enthält den gebohrten und gebogenen Plexiglasträger, das Solarmodul, ein Streifen doppelseitiges Industrieklebeband und die LED. Zum Selbstbau ist eine Spitzzange und optional eine Lötstation notwendig, aber auch ohne Löten lässt sich das Gerät herstellen.



**Photovoltaik-
System
SUSE**

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**

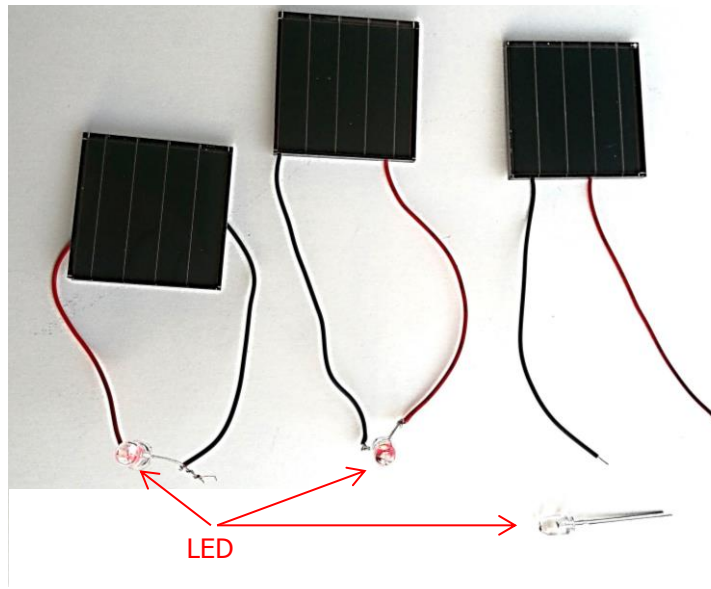


Selbstbau eines Lichtindikators SUSE CM400 mit Dünnschicht- Solarmodul und LED besonders geeignet für die Klassenstufen 3-7

QR Bauanleitung



Dünnschicht Solarmodul mit 4 Solarzellen in Reihenschaltung unter Glas mit 2 Anschlussdrähtchen rot (+) und schwarz (-)



Lichtindikator SUSE CM400 Das Gerät besteht aus einem Dünnschicht-Solarmodul, Maße ca. 37mm x 37mm, unter einer Glasplatte befinden sich 4 Solarzellen in interner Reihenschaltung. Bei strahlendem Sonnenschein beträgt die Spannung ca. 3,5 V, die maximale Stromstärke ca. 20 mA.

An die beiden Verbindungsdrähte ist – ohne Vorwiderstand – eine rot leuchtende LED polrichtig angeschlossen.

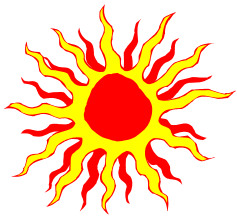
Schon bei Raumbelichtung leuchtet die LED auf, je heller das Licht auf das Solarmodul strahlt, desto stärker leuchtet die LED.

Es können rot, orange, gelb, grün, oder blau leuchtende LEDs angeschlossen werden.

Bauteile: gebohrte Plexiglasplatte 80mm x 50mm, 1 Dünnschicht- Solarmodul, 1 Aufkleber, 1 LED

Der **Selbstbau** ist sehr einfach und dauert maximal 10 Minuten.

1. Die Isolierung der Drähtchen am Solarmodul wird an den Enden auf ca. 10-15 mm vorsichtig entfernt, mit Fingernagel oder Seitenschneider **Vorsicht, nicht die Drähtchen am Glasmodul abreißen, die Anschlüsse dort sind sehr empfindlich!!**
2. Die beiden Leiter der LED werden auseinandergebogen, **der kürzere Draht ist Minus!**
3. **Mit Löten:** Der Plusdraht des Solarmoduls wird an den Plusdraht der LED gelötet, der Minusdraht des Solarmoduls an den –kürzeren- Minusdraht der LED, fertig ist das Gerät! (siehe mittleres Foto)
4. **Ohne Löten:** Die Enden der Drähtchen werden fest um die Anschlussdrähte der LED gewickelt, siehe linkes Foto.
5. **Test:** Im Freien muss die LED bei Sonnenschein oder bei bedecktem Himmel hell leuchten. Im beleuchteten Innenraum leuchtet die LED unterschiedlich hell, an gut beleuchteten Stellen oder am Fenster leuchtet sie heller, in dunkleren Bereichen eher ganz schwach oder gar nicht.
6. **Experimente:** Mit der Experimentieranleitung kannst Du mehrere Experimente zur Photovoltaik durchführen, Du kannst Dir aber auch selbst Experimente ausdenken und diese protokollieren.



**Photovoltaik-
System
SUSE**

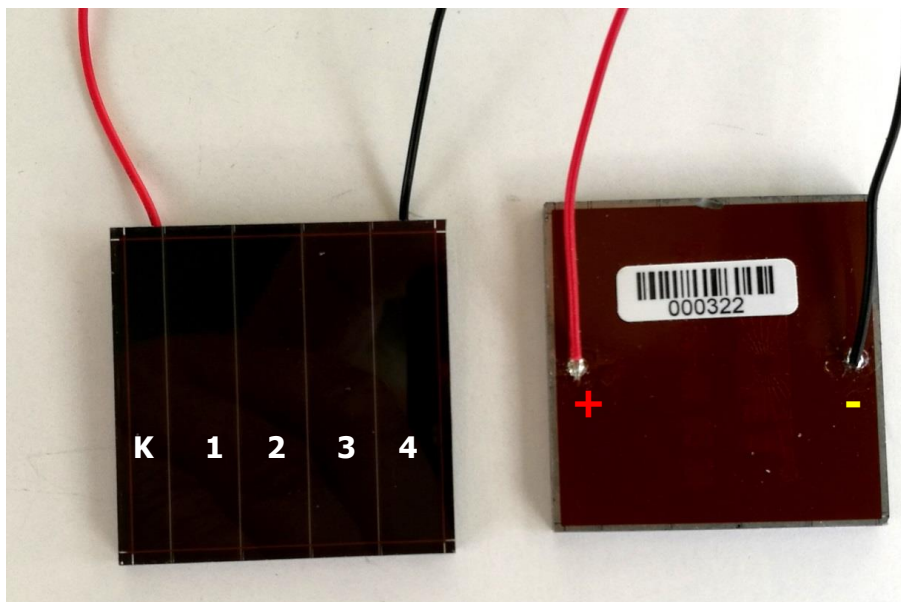
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**



Technische Daten

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



Vorderseite

Rückseite mit + und - Kabel

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

Technische Daten:

bei

S = 1000 W/m²

T = 25°C

AM 1,5

Maße:

35,5 x 35,5 x 3,2 mm, Glasträger

Leerlaufspannung:

ca. 3,2 V

Kurzschlussstrom:

ca. 28 mA

Spannung im MPP:

2,0 V

Strom im MPP:

19,6 mA

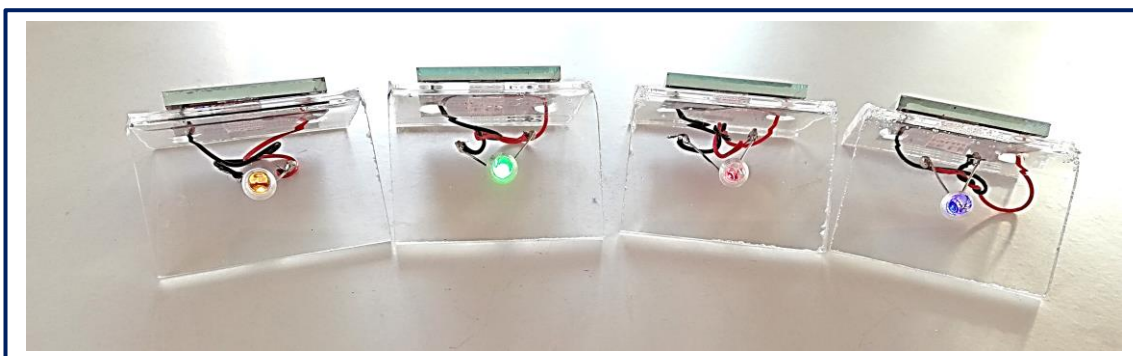
Material:

Dünnschicht, amorphes Silizium

Aufbauzeichnung und Beschreibung siehe S.4

Experimente:

Experiment 30 der Sonnenfängerbox GS



**4 Module
SUSE CM400**
mit gelber,
grüner, roter,
blauer LED
Das Modul ist sehr
empfindlich und
leuchtet bereits im
schwach
beleuchteten
Innenraum.

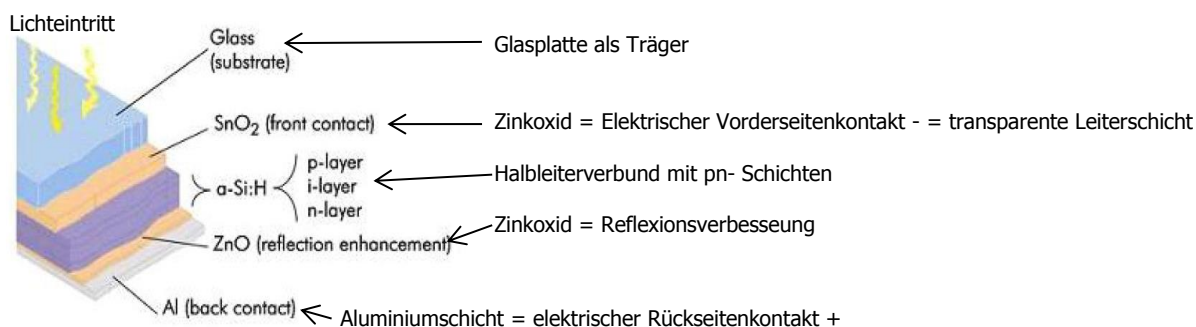
Aufbau und Funktion einer a-Si Dünnschicht Solarzelle

Im Modul befinden sich 4 Dünnschicht- Solarzellen, die elektrisch in Reihe geschaltet sind.

Amorphous Silicon Thin Film Technology

Amorphous silicon (a-Si) is the non-crystalline form of silicon. The material can be alloyed with hydrogen to form hydrogenated amorphous silicon (a-Si:H) resulting in a significantly lower number of defects and hence a practical material for semi-conductive device applications, including photovoltaic.

Amorphous silicon photovoltaic modules are made with thin layers of a-Si:H on a conductive substrate. Amorphous silicon-based thin-film photovoltaic modules were invented in 1976, and have since been successfully used in a wide range of solar battery applications for several decades. Here is a typical module structure:



There are several key advantages to a-Si:H based thin-film PV modules. First, a-Si thin-film can be deposited onto a variety of substrates at relatively low temperatures, presenting many interesting application opportunities. Second, a-Si thin film can be deposited over large areas by PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) technology. Third, a-Si thin film modules use silicon, which is abundant and environmental friendly, as compared to the materials needed for other thin film technologies.

Thin-film based PV modules offer a great opportunity to reduce manufacturing costs.

One reason is that very little material is needed for each module. The energy consumed in the thin film PV manufacturing process is significantly less than that consumed in the crystalline silicon PV module manufacturing process. In addition, thin film PV modules are significantly thinner than conventional crystalline solar PV modules. As a result, the silicon materials used in thin film PV module manufacturing are only approximately 1% to 2% of those used to produce crystalline

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.