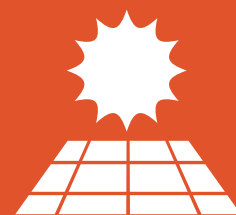
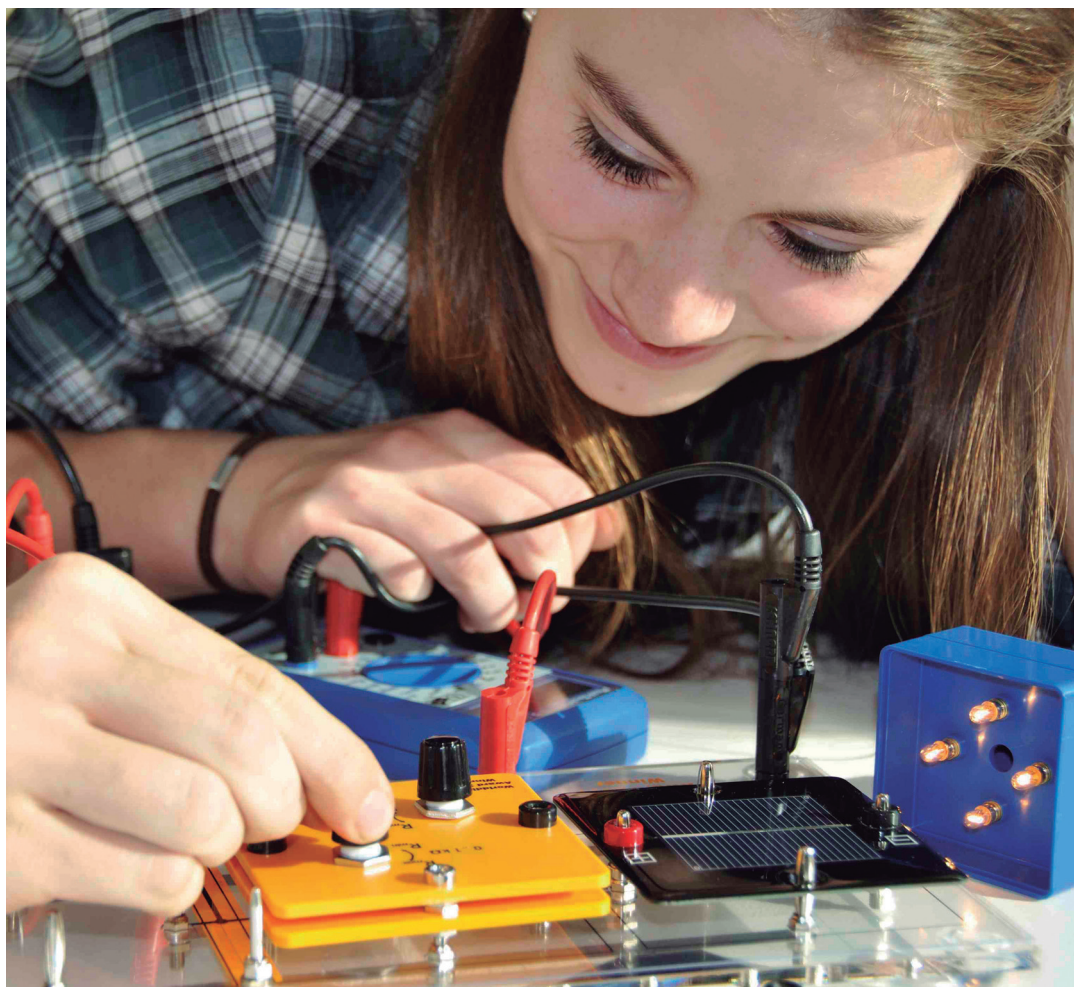


leXsolar-PV Ready-to-go



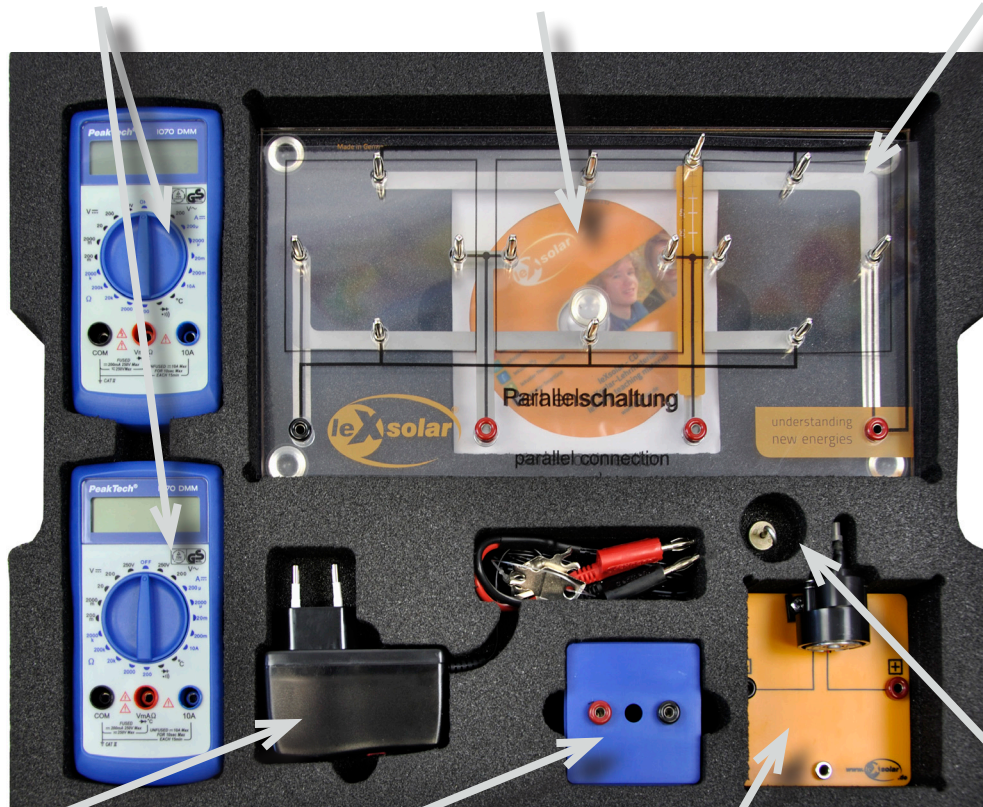
Anleitungsheft

Bestückungsplan leXsolar-PV Ready-to-go

Digitalmulti-
meter Small
2102

leXsolar
DVD
3101

Grundeinheit
groß
1100-19



Stromversor-
gungsgerät
2105

Beleuchtungs-
modul
1100-20

Getriebemotor-
modul
1100-24

Hakengewicht
für
1100-24



Hier dargestellt ist der Bestückungsplan der oberen Einlage des Koffers. Den Bestückungsplan der unteren Einlage finden sie auf der hinteren Umschlaginnenseite.



leXsolar - PV Ready-to-go

Schülerheft

Inhaltsverzeichnis

Dieses Heft enthält die Experimentieranleitungen sowie die zugehörigen Vorlagen zur Auswertung für folgende Experimente:

1. Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen.....	4
2. Abhängigkeit der Leistung von der Fläche der Solarzelle	6
3. Abhängigkeit der Leistung der Solarzelle vom Einfallswinkel des Lichtes.....	8
4.1 Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke	10
4.2 Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke unter Last	12
4.2 Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke unter Last	13
5. Wirkungsgradbestimmung einer Energieumwandlung.....	14
6.1 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Beleuchtungsstärke.....	16
6.2 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Entfernung zur Lichtquelle.....	18
7.1 Diodencharakter der Solarzelle 1: Dunkelkennlinie.....	20
7.2 Diodencharakter von Solarzellen 2: Sperr- und Durchlassrichtung bei Abdunkelung und Beleuchtung ..	22
8.1 U-I-Kennlinie und Füllfaktor der Solarzelle	24
8.2 U-I-Kennlinie der Solarzelle in Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke.....	26
9. Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Temperatur.....	29
10.1 Abschattung von Solarzellen bei Reihenschaltung	31
10.2 Abschattung von Solarzellen bei Parallelschaltung.....	33
11. Die Solarzelle als Transmissionsmesser	35
12. Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Frequenz des einfallenden Lichtes	37

Qualitative Versuche ohne Messgeräte:

Teil 1: Elektrizitätslehre	39
13. Untersuchungen am leXsolar-Stecksystem	39
14.1 Vergleich von Reihen- und Parallelschaltung der Solarzellen mit der Hupe.....	41
14.2 Vergleich von Reihen- und Parallelschaltung der Solarzellen mit der Glühlampe	42
14.3 Abschattung von Solarzellen in Reihenschaltung	43
15.1 Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen	44
15.2 Direkter Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen	46
16. Drehrichtung und Geschwindigkeit des Motors.....	47
17. Anlaufstrom und Betriebsstrom des Motors	48
Teil 2: Optik	49
18.1 Helligkeitsunterschiede 1.....	49
18.2 Helligkeitsunterschiede 2.....	50
18.3 Verkippen der Solarzelle	51
19.1 Diffuse Strahlung.....	52
19.2 Direkte Strahlung.....	53
19.3 Albedostrahlung	54
20. Grundaufbau: Rotationsscheiben	55
20.1 Farbeigenschaften.....	56
20.2 Farbmischung	57
20.3 Farbtäuschung mit der Benham-Scheibe	58
20.4 Reliefscheibe.....	59
21. Fliehkraft	60

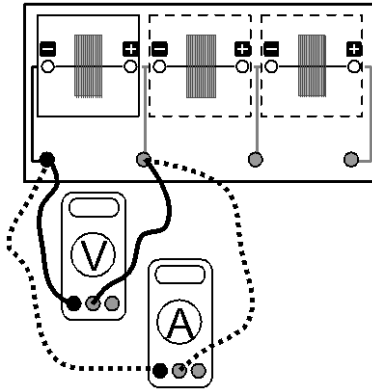


1. Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen

Aufgabe

Ermittle, wie sich die Gesamtspannung und die Gesamtstromstärke bei Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen verhalten!

Aufbau



Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät

Vorbereitung

Bei diesem Experiment werden nur Kurzschlussstromstärken bzw. Leerlaufspannungen gemessen. Diese können nicht gleichzeitig gemessen werden; zum Messen der Leerlaufspannung muss der Stromkreis unterbrochen werden. Baue den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf!

Durchführung

1. Miss Spannung und Stromstärke an einer Solarzelle (siehe Schaltbild)!
 2. Verändere die Schaltung so, dass zwei bzw. drei Solarzellen in Reihe geschaltet sind! Nimm erneut Spannung und Stromstärke auf!
 3. Führe die Messungen zur Parallelschaltung analog durch! Entwickle hierfür ebenfalls einen Schaltplan unter Beachtung des Schaltplans der leXsolar-Grundeinheit.
- Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

Auswertung

1. Zeichne das $n-I$ -Diagramm ($n...$ Anzahl der Solarzellen) für Reihen- und Parallelschaltung! Zeichne beide Graphen in ein Diagramm!
2. Zeichne das $n-U$ -Diagramm für Reihen- und Parallelschaltung! Zeichne beide Graphen in ein Diagramm!
3. Formuliere ein Gesetz für den Gesamtstrom und die Gesamtspannung bei Reihen- bzw. Parallelschaltung von Solarzellen!



1. Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen

Messwerte

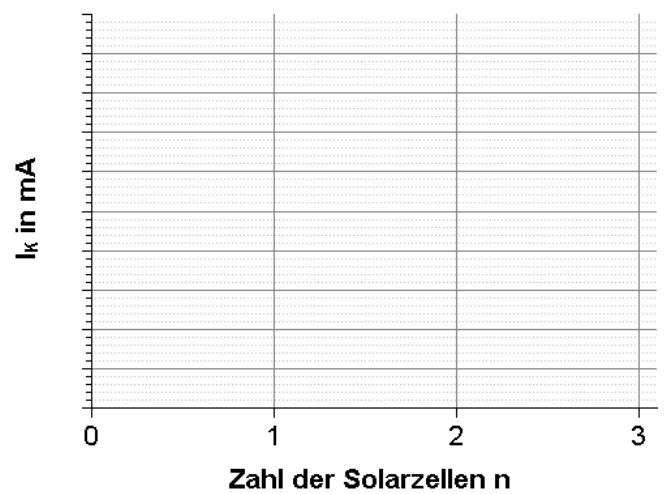
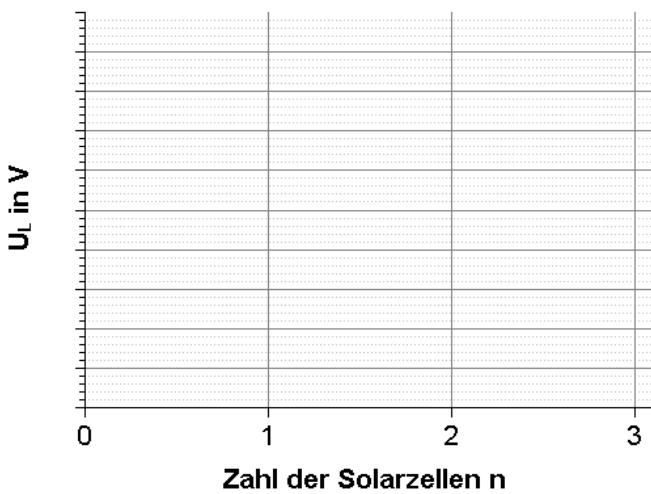
Reihenschaltung:

	eine Solarzelle	zwei Solarzellen	drei Solarzellen
U_L (V)			
I_K (mA)			

Parallelschaltung:

	eine Solarzelle	zwei Solarzellen	drei Solarzellen
U_L (V)			
I_K (mA)			

Diagramme



Auswertung

	Verhalten von	
	Spannung	Stromstärke
Reihenschaltung		
Parallelschaltung		

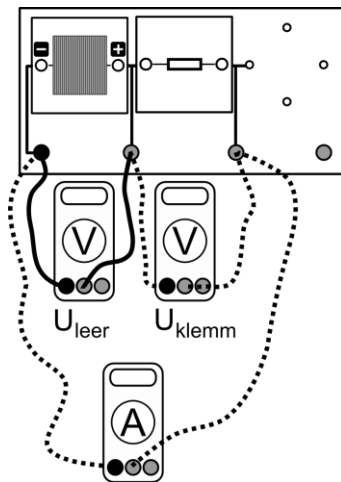


6.1 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Beleuchtungsstärke

Aufgabe

Bestimme den Innenwiderstand einer Solarzelle als Spannungsquelle und dessen Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke!

Aufbau



Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- leXsolar-Beleuchtungsmodul
- leXsolar-Widerstandsmodul
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Stromversorgungsgerät (6V)

Vorbereitung

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf! Betreibe zunächst nur eine Lampe des leXsolar-Beleuchtungsmoduls mit 6V!

Durchführung

1. Schalte das Stromversorgungsgerät ein und beleuchte die Solarzelle mit dem Beleuchtungsmodul!
2. Miss zunächst die Leerlaufspannung der Solarzelle (bei unterbrochenem Stromkreis), danach Klemmspannung und Stromstärke unter Last! Wiederhole die Messung mit 2, 3 und 4 Lampen im leXsolar-Beleuchtungsmodul! Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

Hinweis: Das Beleuchtungsmodul sollte nicht zu lang auf der Solarzelle stehen, um das Erwärmen der Solarzelle zu verhindern.

Auswertung

1. Zeichne einen Ersatzschaltplan des Problems, in dem auch der Innenwiderstand der Solarzelle vorkommt. Errechne den Innenwiderstand der Solarzelle für jede Lampenanzahl!
Hinweis: $U_{Leer} = U_{klemm} - I \cdot R_{innen}$
2. Zeichne das R_{innen} - n -Diagramm (n ...Anzahl der Lampen)! Welcher Zusammenhang ergibt sich?

Zusatz:

3. Vergleiche dieses Experiment mit 4.2 und erkläre den Verlauf der R_{innen} - n -Kurve!



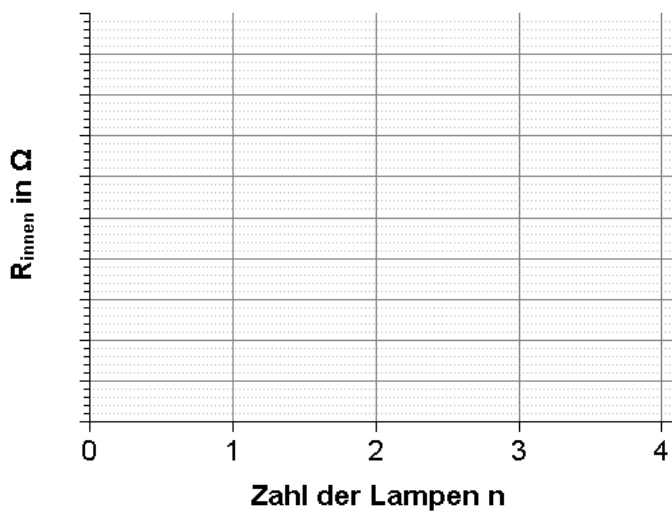
6.1 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Beleuchtungsstärke

Messwerte

	Beleuchtung mit			
	1 Lampe	2 Lampen	3 Lampen	4 Lampen
U_{Leer} (V)				
U_{Klemm} (V)				
I (mA)				
R_{innen} (Ω)				

Schaltplan

Diagramme



Auswertung

Begründung für das Verhalten:

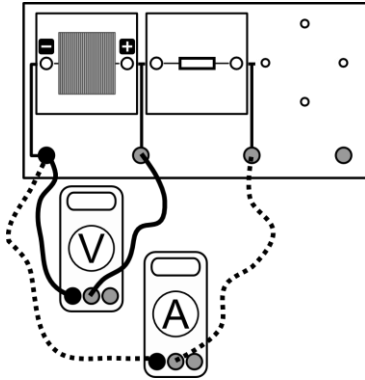


12. Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Frequenz des einfallenden Lichtes

Aufgabe

Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Leistung der Solarzelle und der Frequenz des einfallenden Lichtes?

Aufbau



Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- leXsolar-Widerstandmodul
- diverse Farbgläser aus der Optik
- leXsolar-Beleuchtungsmodul
- Spannungsquelle (6V)

Vorbereitung

1. In der unten gegebenen Tabelle ist der von jedem Farbfilter transmittierte Wellenlängenbereich aufgeführt. Berechne daraus die Energien der transmittierten Photonen!
2. Wenn man davon ausgeht, dass alle drei Farbfilter etwa die gleiche Anzahl Photonen transmittieren (was für die gegebenen Filter in etwa stimmt), in welchem Bereich erwartest du dann die höchste Leistung der Solarzelle?
3. Baue den Versuch entsprechend der Skizze auf!
4. Schließe das Beleuchtungsmodul an und stelle es auf die Solarzelle!

Durchführung

1. Decke die Solarzelle mit den verschiedenen Farbfiltern ab und miss Spannung und Stromstärke bei jeder Farbe!
2. Erfasse die Messwerte in einer Tabelle!

Auswertung

1. Berechne die Leistung der Solarzelle im jeweiligen Wellenlängenbereich!
2. Bei welchen Photonenenergien ist die Leistung der Solarzelle am höchsten? Deckt sich das Ergebnis mit deinen Erwartungen?
3. Wie kann man diesen Effekt erklären?



Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Frequenz des einfallenden Lichtes

Messwerte

Farbfilter	rot	gelb	blau
λ	650 ... 800 nm	550 ... 700 nm	400 ... 550 nm
E_{Photonen} (eV)			
U (V)			
I (mA)			
$P=U \cdot I$ (mW)			

Auswertung

Die Solarzelle hat ihre höchste Leistung bei Beleuchtung mit Photonen aus dem Energiebereich

_____ ... _____ eV.

Begründung:



Teil 1: Elektrizitätslehre

13. Untersuchungen am leXsolar-Stecksystem

Ziel

Das leXsolar-Stecksystem kennen lernen.

Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- leXsolar-Glühlampe
- 3 Messleitungen

So geht`s:

Baue die Schaltungen 1, 2 und 3 nacheinander auf und überprüfe, ob die Lampe leuchtet. Fülle die Tabellen aus.

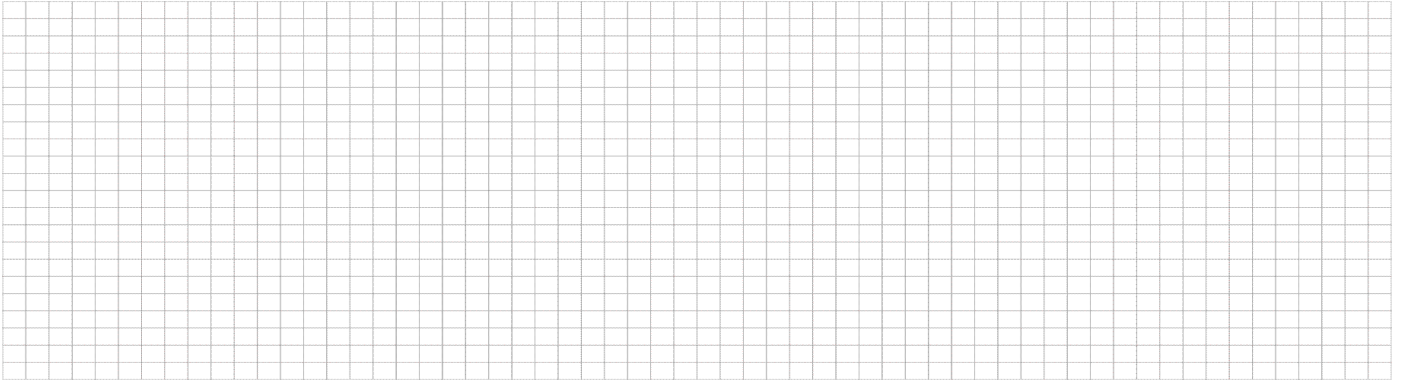
Aufgaben und Auswertung

Schaltung 1	Schaltung 2	Schaltung 3
<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung	<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung	<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung



13. Untersuchungen am leXsolar-Stecksystem

Um zu entscheiden, ob es eine Reihen- oder Parallelschaltung ist und um zu verstehen, warum die Lampe leuchtet oder nicht, kannst du hier die Schaltpläne zu jeder Schaltung selbst noch einmal zeichnen:



Schaltung 4	Schaltung 5	Schaltung 6
<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<p>Leuchtet die Lampe?</p> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung	<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung	<p>Es handelt sich um eine:</p> <input type="checkbox"/> Reihenschaltung <input type="checkbox"/> Parallelschaltung

Um zu entscheiden, ob es eine Reihen- oder Parallelschaltung ist und um zu verstehen, warum die Lampe leuchtet oder nicht, kannst du dir hier die Schaltpläne zu jeder Schaltung selbst noch einmal zeichnen:





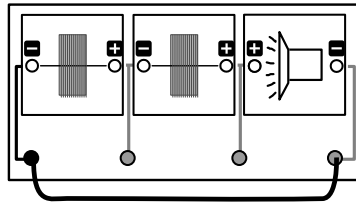
Teil 2: Optik

18.1 Helligkeitsunterschiede 1

Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- leXsolar-Hupenmodul
- 1 Messleitung

So geht`s:



Stecke eine Reihenschaltung aus zwei Solarzellen und dem Hupenmodul auf wie im Schaltplan oben dargestellt. Gehe zu der Wand, die dem Fenster gegenüber liegt und nähere dich von dort aus langsam dem Fenster.

Was beobachtest du?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Fensternähe und Lautstärke der Hupe?

Decke nun einen Teil (z.B. die Hälfte) beider Solarzellen mit deiner Hand zu. Was passiert dann?

Kontrollfragen:

1. Warum werden Solarmodule auf der Südseite des Daches angebracht?
2. Warum sollte vor dem Dach kein großer Baum stehen?

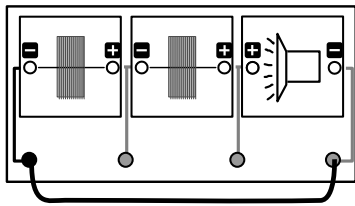


18.2 Helligkeitsunterschiede 2

Benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- leXsolar-Hupenmodul
- 1 Messleitung- Faden

So geht`s:



Stecke eine Reihenschaltung aus den zwei Solarzellen und dem Hupenmodul auf, wie im Schaltplan oben dargestellt. Nähere die Solarzellen einer Lampe. (Achte dabei darauf, dass die Solarzellen gleichmäßig beleuchtet werden) Entferne die Solarzellen wieder ein Stück und vervollständige mit deinen

Untersuchungen folgenden Satz:

Je näher die Solarzellen der Lampe sind, desto _____ ist die Hupe.

Führe ein ähnliches Experiment im Freien durch, wenn die Sonne scheint. Was erwartest du, wenn du die Solarzellen der Sonne näherst?

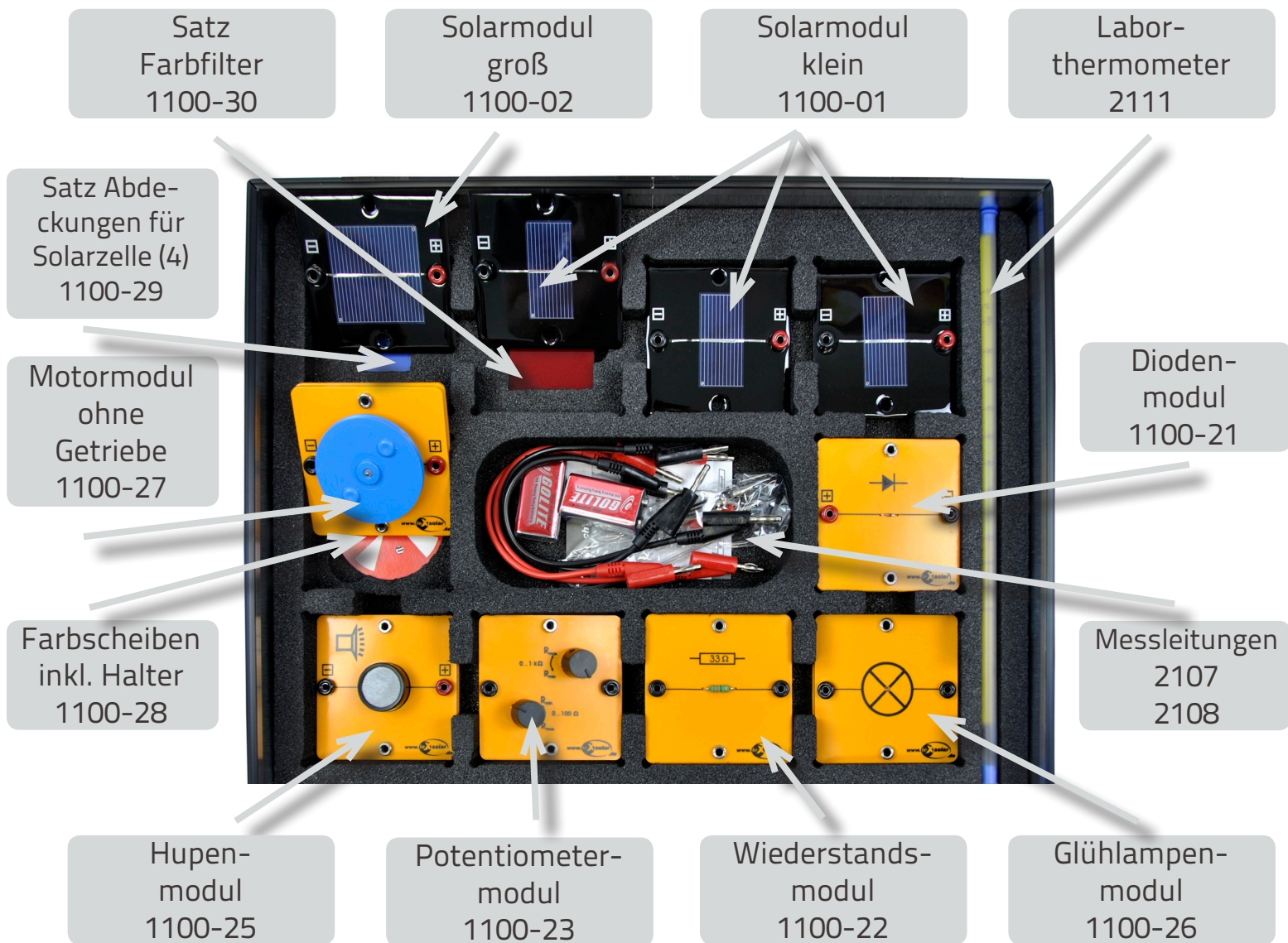
Bestätigen sich deine Erwartungen im Experiment?

Wie kann man dieses Verhalten anhand des Lichtstrahlenmodells erklären? Fertige dazu für beide Versuche eine Skizze an!

Hinweis: Beachte die Entfernung Sonne-Solarzelle im Vergleich zur Entfernung Lampe-Solarzelle!



Bestückungsplan leXsolar-PV Ready-to-go



Hier dargestellt ist der Bestückungsplan der unteren Einlage des Koffers. Den Bestückungsplan der oberen Einlage finden sie auf der vorderen Umschlaginnenseite.



leXsolar GmbH
Strehleener Straße 12-14
01069 Dresden / Germany

Telefon: +49 (0) 351 - 47 96 56 0
Fax: +49 (0) 351 - 47 96 56 - 111
E-Mail: info@lexsolar.de
Web: www.lexsolar.de