

# Experimente: Solar Ready to go

Lehrerinformation



1/57

## Inhalt des Solarkraft-Experimentierbereiches

### Hauptbereich Solarexperimente

1.	Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen	S. 2
2.	Abhängigkeit der Leistung von der Fläche der Solarzelle	S. 4
3.	Abhängigkeit der Leistung der Solarzelle vom Einfallswinkel des Lichtes	S. 6
4.1	Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke	S. 8
4.2	Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke unter Last	S. 10
5.	Wirkungsgradbestimmung einer Energieumwandlung	S. 12
6.1	Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Beleuchtungsstärke	S. 14
6.2	Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Entfernung zur Lichtquelle	S. 16
7.1	Dunkelkennlinie	S. 18
7.2	Sperr- und Durchlassrichtung bei Beleuchtung und Abdunkelung	S. 20
8.1	U-I-Kennlinie der Solarzelle und Füllfaktor der Solarzelle	S. 22
8.2	U-I-Kennlinie der Solarzelle in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke	S. 24
9.	Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Temperatur	S. 27
10.1	Abschattung von Solarzellen bei Reihenschaltung	S. 29
10.2	Abschattung von Solarzellen bei Parallelschaltung	S. 31
11.	Die Solarzelle als Transmissionsmesser	S. 32
12.	Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Frequenz des einfallenden Lichtes	S. 34

### Erweiterung „Messen ohne Messgeräte“

#### Elektrizitätslehre Solarexperimente

13.	Untersuchungen am Stecksystem	S. 36
14.1	Vergleich von Reihen- und Parallelschaltung der Solarzellen mit dem Hupenmodul	S. 38
14.2	Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen mit der Glühlampe	S. 39
14.3	Abschattung von Solarzellen bei Reihenschaltung	S. 40
15.1	Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen	S. 41
15.2	Direkter Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen	S. 43
16.	Drehrichtung von Geschwindigkeit des Motors	S. 44
17.	Anlaufstrom und Betriebsstrom des Motors	S. 45

#### Optik Solarexperimente

18.1	Helligkeitsunterschiede 1	S. 46
18.2	Helligkeitsunterschiede 2	S. 47
18.3	Verkippen der Solarzelle	S. 48
19.1	Diffuse Strahlung	S. 49
19.2	Direkte Strahlung	S. 50
19.3	Albedostrahlung	S. 51
20.	Grundaufbau: Rotationsscheiben	S. 52
20.1	Farbeigenschaften	S. 53
20.2	Farbmischung	S. 54
20.3	Farbtäuschung mit der Benham-Scheibe	S. 55
20.4	Reliefscheibe	S. 56
21.	Fliehkraft	S. 57

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



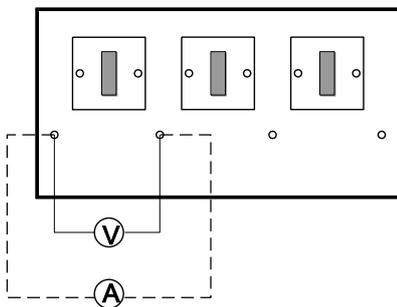
2/57

## 1 Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen

### Aufgabe:

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

#### Versuchsaufbau



#### benötigte Geräte

- 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 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!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



3/57

## Messwerte

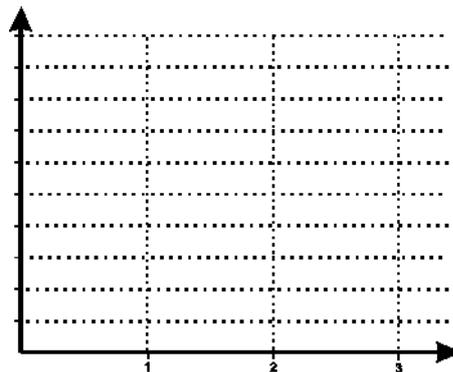
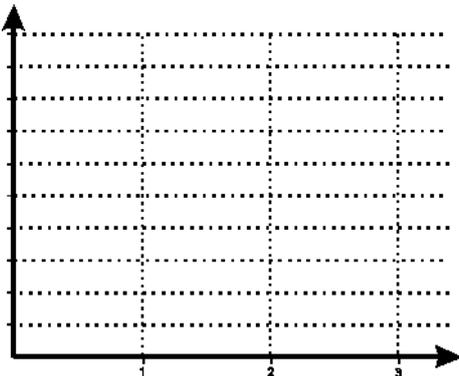
Reihenschaltung:

	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		

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



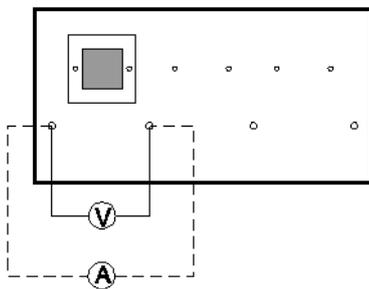
4/57

## 2 Abhängigkeit der Leistung von der Fläche der Solarzelle

### Aufgabe:

Miss Spannung und Stromstärke und bestimme daraus die Leistung einer Solarzelle bei unterschiedlich großer aktiver Oberfläche!  
Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Fläche und diesen drei Größen?

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät
- Solarzellenabdeckungen (blaue Kunststoffblättchen)

### Durchführung

1. Baue die Schaltung entsprechend dem Schaltplan auf!
2. Miss an der Solarzelle Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke!
3. Wiederhole diese Messung mit der Solarzelle, wenn sie zu 3/4, zur Hälfte sowie zu 1/4 mit den Abdeckplättchen zugedeckt ist!

Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

### Auswertung

1. Berechne aus den Messwerten die jeweilige Leistung  $P$  der Solarzelle!
2. Stelle die Ergebnisse in Diagrammen dar! (x-Achse: Abdeckungsgrad (0, 1/4, 1/2, 1); y-Achse:  $P$ ,  $I$  sowie  $U$ )
3. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Spannung und Fläche sowie zwischen Stromstärke und Fläche?
4. Wie kann man dies erklären?
5. Welcher Zusammenhang folgt daraus zwischen der Fläche und der Leistung der Solarzelle?

### Messwerte

	Solarzelle abgedeckt zu				
	0 (ohne Abdeckung)	1/4	1/2	3/4	1 (ganz abgedeckt)
$U_L$ (V)					
$I_K$ (mA)					
$P = U \cdot I$ (mW)					

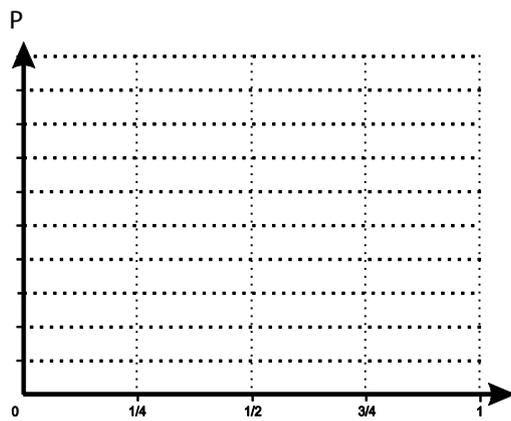
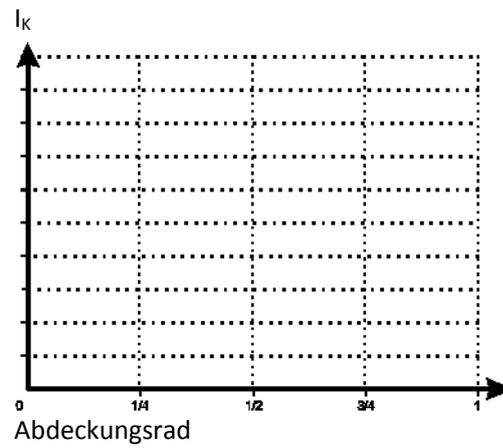
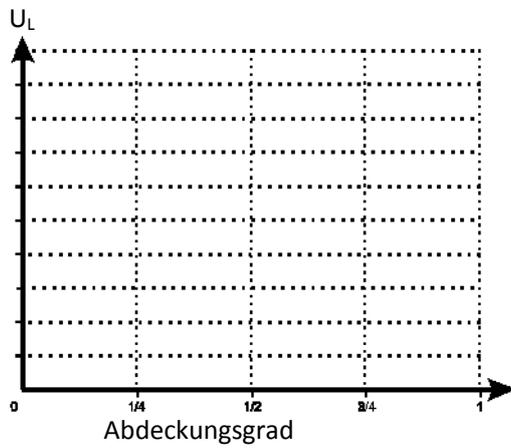
### Diagramme

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



5/57



## Auswertung

Zusammenhang zwischen...

... Spannung und Fläche: \_\_\_\_\_

... Stromstärke und Fläche: \_\_\_\_\_

... Leistung und Fläche: \_\_\_\_\_  
 Abdeckungsgrad



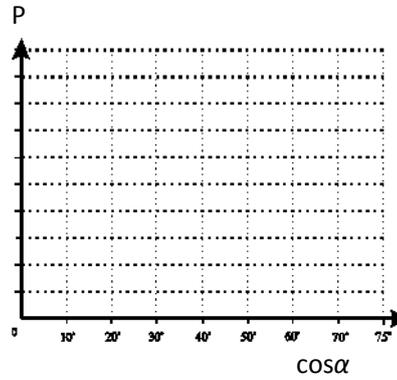
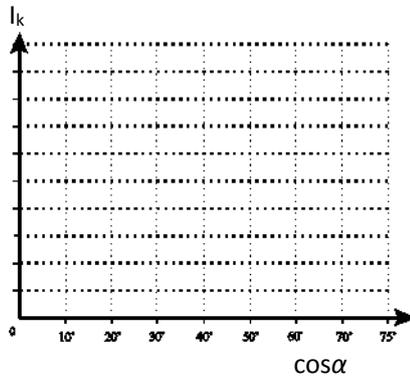
# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



7/57

## Diagramme



## Auswertung

---

---

---

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



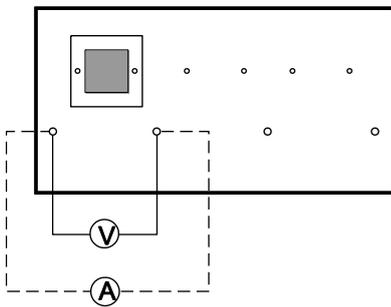
8/57

## 4.1 Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke

### Aufgabe:

Bestimme die Leistung einer Solarzelle bei unterschiedlich starker Beleuchtung!  
Welcher Zusammenhang besteht zwischen beiden physikalischen Größen?

#### Versuchsaufbau



#### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Beleuchtungsmodul
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Stromversorgungsgerät (10V)

#### Vorbereitung

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf! Betreibe zunächst nur eine Lampe des Beleuchtungsmoduls mit 10V!

#### Durchführung

1. Schalte das Stromversorgungsgerät ein! Miss nacheinander Stromstärke und Spannung der Solarzelle!
2. 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. Errechne die Leistung der Solarzelle für jede Lampenanzahl!
2. Zeichne das  $n$ - $P$ -Diagramm ( $n$ ...Anzahl der Lampen)!
3. Welcher Zusammenhang ergibt sich zwischen Zellenleistung und Beleuchtungsstärke?

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

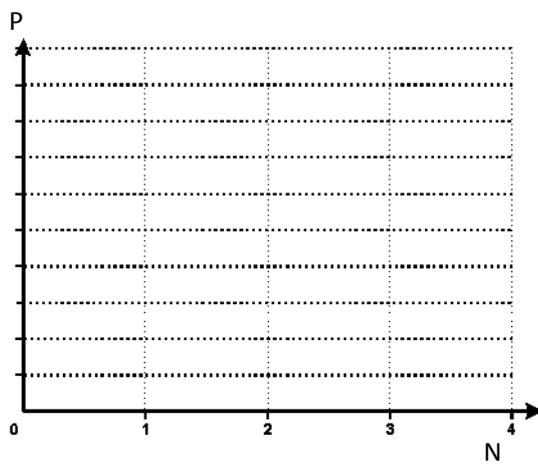


9/57

## Messwerte

	Beleuchtung mit			
	1 Lampe	2 Lampen	3 Lampen	4 Lampen
$U_L$ (V)				
$I_k$ (mA)				
$P=U \cdot I$ (mW)				

## Diagramme



## Auswertung

Der Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke und Leistung ist \_\_\_\_\_  
 Je höher die Beleuchtungsstärke, desto \_\_\_\_\_ die Leistung.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

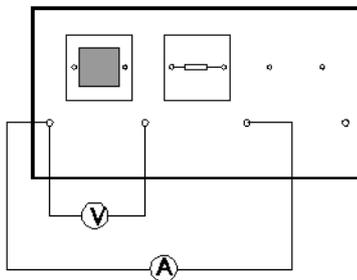


10/57

## 4.2 Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Beleuchtungsstärke unter Last

**Aufgabe:** Bestimme die Leistung einer Solarzelle bei unterschiedlich starker Beleuchtung!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Beleuchtungsmodul
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- leXsolar Widerstandsmodul
- 1 Stromversorgungsgerät (10V)

### Vorbereitung

Baue den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf! Betreibe zunächst nur eine Lampe des Beleuchtungsmoduls mit 10V!

### Durchführung

1. Schalte das Stromversorgungsgerät ein! Miss Stromstärke und Spannung der Solarzelle!
2. 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. Errechne die Leistung der Solarzelle für jede Lampenanzahl!
2. Zeichne das  $n$ - $P$ -Diagramm ( $n$ ...Anzahl der Lampen)!
3. Welcher Zusammenhang ergibt sich nun zwischen Zellenleistung und Beleuchtungsstärke?
4. Vergleiche das Ergebnis mit dem Experiment ohne Verbraucher (4.1). Wie erklärst du dir den Unterschied?

### Messwerte

	Beleuchtung mit			
	1 Lampe	2 Lampen	3 Lampen	4 Lampen
$U_L$ (V)				
$I_K$ (mA)				
$P=U \cdot I$ (mW)				

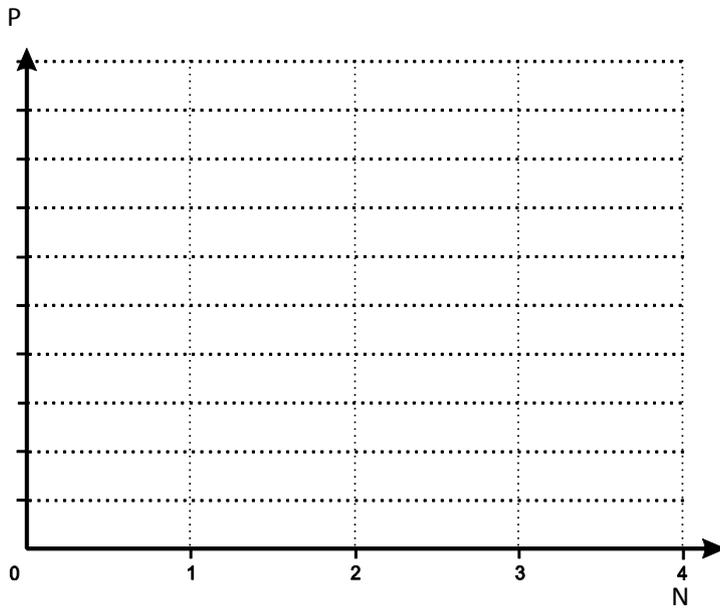
### Diagramme

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



11/57



## Auswertung

Beobachtung:

---

---

Erklärung:

---

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

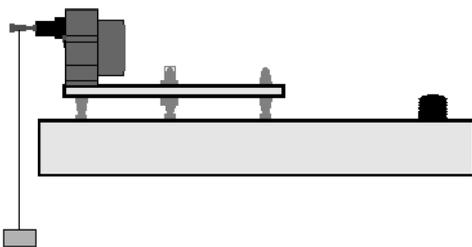


12/57

## 5 Wirkungsgradbestimmung einer Energieumwandlung

**Aufgabe:** Ermittle den Wirkungsgrad der Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Beleuchtungsmodul
- Solarmotor mit Getriebe
- 1 große Solarzelle
- 1 Stromversorgungsgerät (12V)
- 1 Massestück 50g
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- Stoppuhr, Lineal
- Kabel
- Faden

### Vorbereitung

1. Baue den Versuch entsprechend der Skizze auf, und stelle die Grundeinheit so an eine Tischkante, dass das Massestück an etwa 30cm Faden frei hängt! Schalte zum Motormodul die große Solarzelle in Reihe und schließe den Stromkreis mit einer Messleitung!
2. Beleuchte die Solarzelle mit den 4 Lampen des Beleuchtungsmoduls und stelle dazu am Stromversorgungsgerät eine Spannung von 12V ein!

### Durchführung

1. Schalte das Stromversorgungsgerät ein und miss die Zeit, die der Motor zum Aufwickeln einer markierten Länge Faden benötigt! Miss gleichzeitig dazu Stromstärke und Spannung an der Solarzelle!
2. Verändere die Schaltung so, dass Strom und Spannung am Stromversorgungsgerät gemessen werden! Wiederhole nun den Versuch! Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

### Auswertung

Berechne die Gesamtwirkungsgrade der Energieumwandlungen:

- a) elektrische Energie Solarzelle > potentielle Energie Gewicht
- b) elektrische Energie Stromversorgungsgerät > Strahlungsenergie
- c) Glühlampen > elektrische Energie Solarzelle > potentielle Energie Gewicht

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



13/57

## Messwerte

- mit Leistungsbestimmung am Motor

$h$ (cm)	Höhe, um die das Gewicht gehoben wurde	
$t$ (s)	Zeit für Heben um $h$	
$U$ (V)	Spannung an Solarzelle	
$I$ (mA)	Stromstärke im Stromkreis der Solarzelle	
$P=U \cdot I$ (mW)	Von der Solarzelle abgegebene Leistung = Leistung des Motors	

- mit Leistungsmessung an den Glühlampen

$h$ (cm)	Höhe, um die das Gewicht gehoben wurde	
$t$ (s)	Zeit für Heben um $h$	
$U$ (V)	Spannung über dem Beleuchtungsmodul	
$I$ (mA)	Stromstärke im Stromkreis des Beleuchtungsmoduls	
$P=U \cdot I$ (mW)	Elektrische Leistung der Lampen	

## Auswertung

Berechnungen:

Ergebnis: Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung elektrische Energie Solarzelle > potentielle Energie Gewicht beträgt \_\_\_\_\_%.

Der Wirkungsgrad der Energieumwandlung elektrische Energie Stromversorgungsgerät > Strahlungsenergie Glühlampen > elektrische Energie Solarzelle > potentielle Energie Gewicht beträgt \_\_\_\_\_%.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



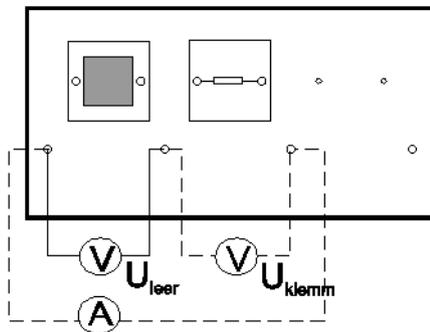
14/57

## 6.1 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Beleuchtungsstärke

### Aufgabe:

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

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Beleuchtungsmodul
- 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 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 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!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

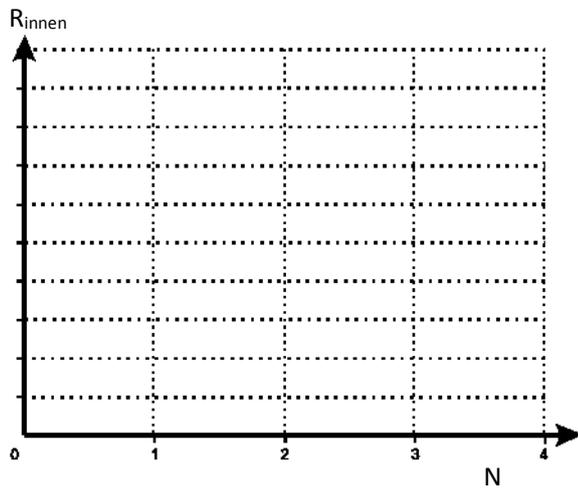


15/57

## Messwerte

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

## Diagramme



## Auswertung

Begründung für das Verhalten:

---



---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



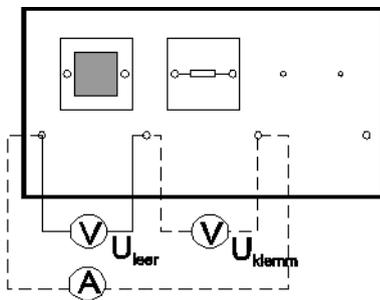
16/57

## 6.2 Abhängigkeit des Innenwiderstands der Solarzelle von der Entfernung zur Lichtquelle

### Aufgabe:

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

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

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

### Vorbereitung

1. Baue den Versuch entsprechend dem Schaltplan auf!
2. Stelle die Grundeinheit mit der Solarzelle senkrecht zur Tischoberfläche und das Beleuchtungsmodul hochkant davor, so dass der Abstand der Solarzelle zur Lichtquelle variiert werden kann! Zum Messen des Abstands kann ein Lineal benutzt werden.

### Durchführung

1. Schalte das Stromversorgungsgerät ein!
2. Miss zunächst die Leerlaufspannung der Solarzelle (bei unterbrochenem Stromkreis), danach Klemmspannung und Stromstärke unter Last, jeweils im Abstand von 0, 10, 20 und 30cm zwischen Solarzelle und 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, in dem auch der Innenwiderstand der Solarzelle vorkommt! Errechne den Innenwiderstand der Solarzelle für jeden Abstand! Hinweis:  $U_{\text{Leer}} = U_{\text{Klemm}} - I \cdot R_{\text{Innen}}$
2. Zeichne das  $R_{\text{Innen}}-x$ -Diagramm ( $x$ ...Abstand der Solarzelle vom Beleuchtungsmodul)! Welcher Zusammenhang ergibt sich?

Zusatz:

3. Vergleiche dieses Experiment mit 4.2 und erkläre den Verlauf der  $R_{\text{Innen}}-x$ -Kurve!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



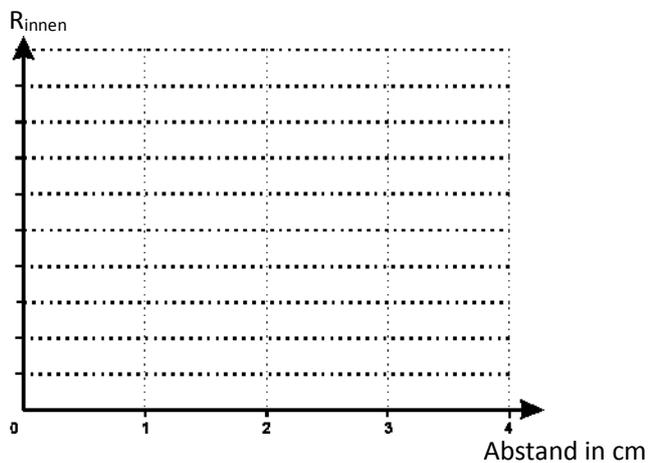
17/57

## Messwerte

	Abstand in cm			
	10	20	30	40
$U_{Leer}$ (V)				
$U_{Klemm}$ (V)				
$I$ (mA)				
$R_{innen}$ ( $\Omega$ )				

## Schaltplan

## Diagramm



## Auswertung

Begründung für das Verhalten:

---



---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

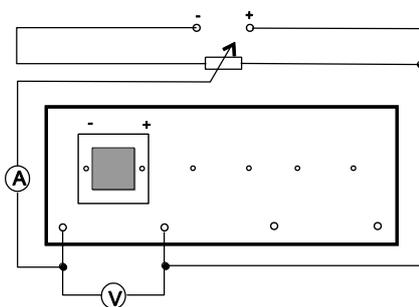


18/57

## 7.1 Diodencharakter der Solarzelle 1: Dunkelkennlinie

**Aufgabe:** Nimm die Dunkelkennlinie der Solarzelle auf!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät
- Solarzellenabdeckungen
- 1 Schulpotentiometer (50W)
- 1 Spannungsquelle (2V)

### Vorbereitung

1. Baue den Versuch wie vorgegeben auf!
2. Decke die Solarzelle vollständig ab!
3. Stelle den Widerstand auf dem Potentiometer so ein, dass die kleinstmögliche Spannung anliegt!

### Durchführung

Gib Dir sinnvolle Werte für die Spannung vor und miss für diese jeweils die Stromstärke!

Hinweis: Vermeide Messbereichsänderungen.

### Auswertung

1. Zeichne das  $U-I$ -Diagramm der Solarzelle!
2. Welchem dir bekannten Bauteil entspricht diese Kurve? Hebe den markanten Punkt dieser Kurve hervor und benenne ihn!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

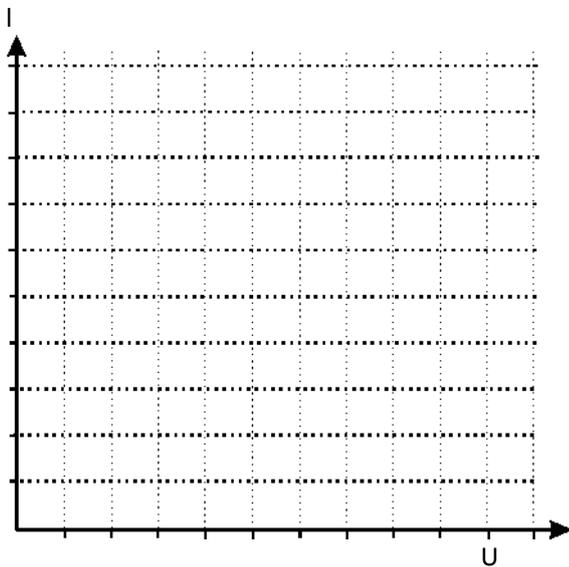


## Messwerte

$U$ (V)									
$I$ (mA)									

$U$ (V)									
$I$ (mA)									

## Diagramme



## Auswertung

Die Dunkelkennlinie der Solarzelle ähnelt sehr stark der Kennlinie einer

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



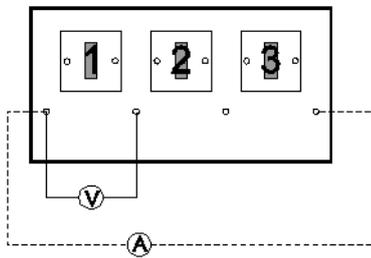
20/57

## 7.2 Diodencharakter Solarzelle 2: Sperr- und Durchlassrichtung bei Abdunkelung und Beleuchtung

### Aufgabe:

Untersuche den Diodencharakter der Solarzelle!

#### Versuchsaufbau



#### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät
- 1 Abdeckung für Solarzelle

#### Vorbereitung

Baue den Versuch entsprechend der Schaltskizze mit den drei kleinen Solarzellen auf!  
Da Zelle 1 als Verbraucher arbeitet, wird kein zusätzlicher Lastwiderstand benötigt.

#### Durchführung

1. Ermittle den Widerstand von Solarzelle 1 bei unterschiedlicher Polung mit Abdunkelung!
2. Führe die Messungen analog bei Beleuchtung durch! Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

Hinweis: Ein Polaritätswechsel wird durch Drehung der Zelle um  $180^\circ$  erreicht. Nutze die Solarzellen 2 und 3 als Spannungsquelle zur Widerstandsermittlung!

#### Auswertung

1. Wie verhalten sich Sperr- und Durchlassrichtung der Solarzelle bei Abdunkelung?
2. Wie verhalten sich Sperr- und Durchlassrichtung der Solarzelle bei Beleuchtung?

Zusatz:

3. Erkläre den Unterschied im Hinblick auf den Aufbau und die Funktionsweise einer Diode bzw. Solarzelle!

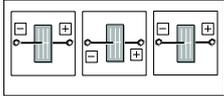
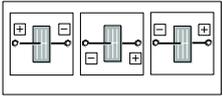
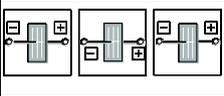
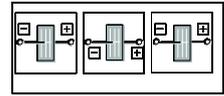
# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



21/57

## Messwerte

	ohne Abdeckung		mit Abdeckung	
				
$U$ (V)				
$I$ (mA)				
$R=U/I$ ( $\Omega$ )				

## Auswertung

Verhalten bei Abdunkelung (die Solarzelle kann als Diode betrachtet werden):

---



---

Verhalten bei Beleuchtung:

---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

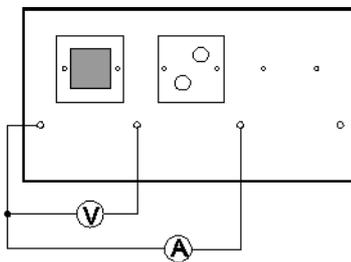


22/57

## 8.1 U-I-Kennlinie und Füllfaktor der Solarzelle

**Aufgabe:** Nimm die  $U$ - $I$ -Kennlinie der Solarzelle auf

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät
- Potentiometermodul
- Beleuchtungsmodul
- 1 Spannungsquelle (4V)

### Vorbereitung

1. Baue den Versuch wie vorgegeben auf!
2. Schließe das Beleuchtungsmodul an das Stromversorgungsgerät an (4V) und stelle es auf die Solarzelle! Achte darauf, dass alle vier Glühlampen leuchten!
3. Stelle die Widerstände auf dem Potentiometermodul so ein, dass die kleinstmögliche Spannung anliegt!

### Durchführung

1. Gib Dir sinnvolle Werte für die Spannung vor und miss für diese jeweils die Stromstärke! Verändere dazu zunächst den  $100\Omega$ -Widerstand, danach den  $1k\Omega$ -Widerstand!
2. Miss außerdem Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke! (Bei Leerlaufspannung ist die Stromstärke annähernd Null, bei Kurzschlussstromstärke die Spannung.)
3. Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

Hinweis: Vermeide Messbereichsänderungen!

### Auswertung

1. Zeichne das  $U$ - $I$ -Diagramm der Solarzelle!
2. Berechne zu jedem Messpunkt die jeweilige Leistung der Solarzelle! Erweitere das  $U$ - $I$ -Diagramm um eine zweite  $y$ -Achse auf der rechten Seite und trage daran die Leistung ab! Zeichne die  $U$ - $P$ -Kurve ein!
3. Bestimme den Maximum Power Point (MPP) - den Punkt maximaler Leistung!
4. Bestimme den Füllfaktor (FF) der Solarzelle!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



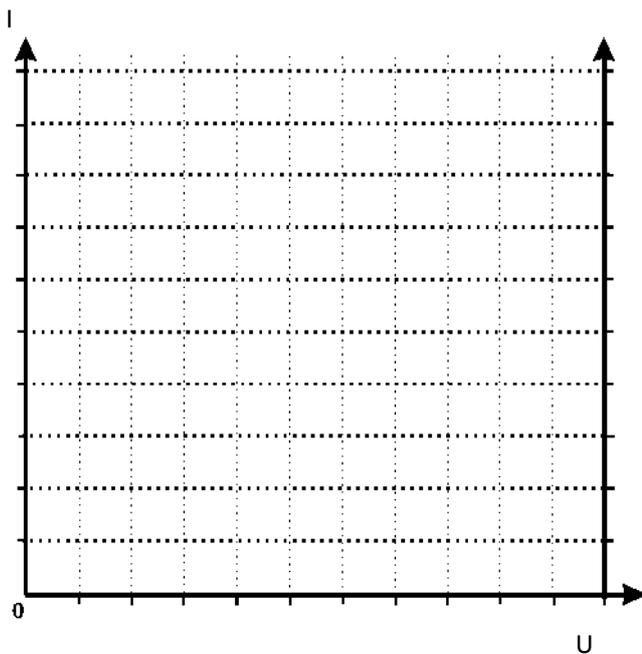
23/57

## Messwerte

$U_L$ (V)				
$I_K$ (mA)				
$P=U \cdot I$ (mW)				

$U_L$ (V)				
$I_K$ (mA)				
$P=U \cdot I$ (mW)				

## Diagramme



## Auswertung

Der MPP (Maximum Power Point) der Solarzelle bei den Messbedingungen liegt bei

$U_{MPP} =$  \_\_\_\_\_ und  $I_{MPP} =$  \_\_\_\_\_.

Die maximal abgegebene Leistung beträgt also  $P_{MPP} =$  \_\_\_\_\_.

Der Füllfaktor (FF) der Solarzelle beträgt \_\_\_\_\_ %.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

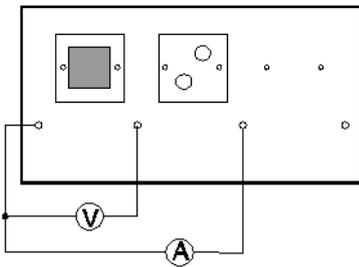


24/57

## 8.2 U-I-Kennlinie der Solarzelle in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke

**Aufgabe:** Nimm die  $U-I$ -Kennlinie der Solarzelle bei verschiedenen Beleuchtungsstärken auf!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

Grundeinheit

- 1 große Solarzelle
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Strommessgerät
- Potentiometermodul
- Beleuchtungsmodul
- 1 Spannungsquelle (4V)

### Vorbereitung

1. Baue den Versuch wie vorgegeben auf!
2. SchlieÙe das Beleuchtungsmodul an das Stromversorgungsgerät an (4V) und stelle es auf die Solarzelle! Achte darauf, dass alle vier Glühlampen leuchten!
3. Stelle die Widerstände auf dem Potentiometermoduls so ein, dass die kleinstmögliche Spannung anliegt!

### Durchführung

1. Führe nun die gleiche Messung wie bei Experiment 8.1 durch! Nimm also eine vollständige Kennlinie der Solarzelle auf!
2. Drehe nun eine Glühlampe im Beleuchtungsmodul locker, so dass nur noch drei Glühlampen leuchten und nimm erneut eine Kennlinie auf!
3. Wiederhole Schritt 2 mit zwei sowie mit einer leuchtenden Glühlampe!

Hinweis: Vermeide Messbereichsänderungen!

### Auswertung

1. Zeichne die  $U-I$ -Diagramme der Solarzelle bei den unterschiedlichen Beleuchtungsstärken in ein Diagramm!
2. Bestimme für jede Kennlinie den Maximum Power Point (MPP) und vergleiche die Lage der MPPs der unterschiedlichen Kennlinien!

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



25/57

## Messwerte

- mit vier Glühlampen:

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

- mit drei Glühlampen

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

- mit zwei Glühlampen

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

- mit einer Glühlampe

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$P=U \cdot I$ (mW)					

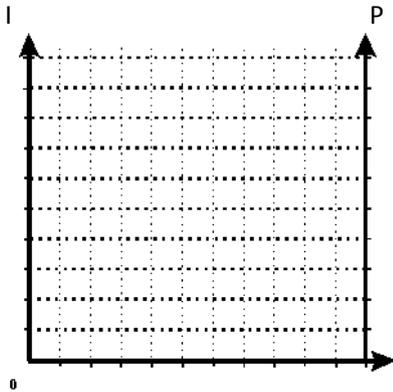
# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



26/57

## Diagramme



## Auswertung

	$P_{MPP}$ (mW)	$U_{MPP}$ (V)	$I_{MPP}$ (mA)
4 Lampen			
3 Lampen			
2 Lampen			
1 Lampe			

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

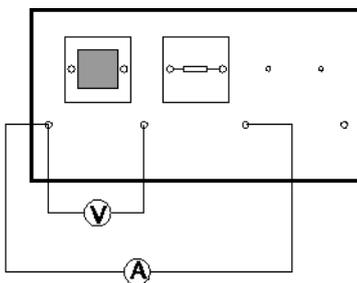


27/57

## 9. Abhängigkeit der Solarzellenleistung von der Temperatur

**Aufgabe:** Nimm die Leistung einer Solarzelle in Abhängigkeit ihrer Temperatur auf!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Beleuchtungsmodul
- 1 große Solarzelle
- Widerstandsmodul
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Laborthermometer
- 1 Stromversorgungsgerät (12V)

### Vorbereitung

Baue den Versuch gemäß dem Schaltplan auf! Schraube alle 4 Glühlämpchen in das Beleuchtungsmodul! Stelle das Beleuchtungsmodul auf die Solarzelle und schiebe das Thermometer durch die vorgesehene Bohrung, bis es auf der Zelle aufsitzt! Verbinde das Beleuchtungsmodul mit dem Stromversorgungsgerät (12V)!

### Durchführung

1. Lies die Temperatur am Thermometer ab!
2. Schalte die Spannungsquelle ein! Lies sofort Spannung und Stromstärke ab und trage die Werte in eine Tabelle beim gerade gemessenen Temperaturwert ein!
3. Miss nun Spannung und Stromstärke jeweils alle 5°C in Abhängigkeit der Temperatur und trage

### Auswertung

1. Errechne die jeweilige Leistung  $P$  aus den Messwerten. Zeichne das  $P$ - $J$ -Diagramm!
2. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Temperatur und Leistung?

Zusatz:

3. Vergleiche mit der Temperaturkennlinie einer Halbleiterdiode! Wie erklärst du dir den Unterschied? (Hinweis: Gehe auf Leitfähigkeit von Halbleitern und Rekombination von Ladungsträgern in Solarzellen bei hohen und niedrigen Temperaturen ein.)

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



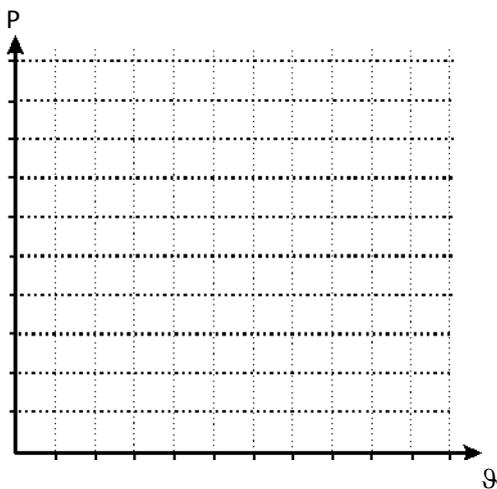
28/57

## Messwerte

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$\vartheta$ (°)					
$P$ (mW)					

$U$ (V)					
$I$ (mA)					
$\vartheta$ (°)					
$P$ (mW)					

## Diagramme



## Auswertung

Je höher die Temperatur, desto \_\_\_\_\_ ist die Leistung der Solarzelle.

Der Zusammenhang ist \_\_\_\_\_.

Erklärung:

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



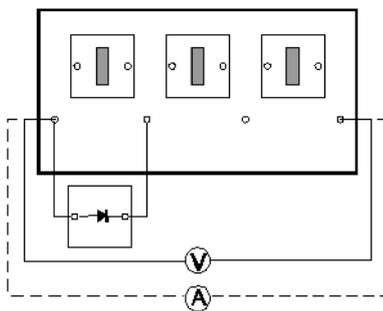
29/57

## 10.1 Abschattung von Solarzellen bei Reihenschaltung

### Aufgabe:

Wie verändern sich Gesamtspannung und Gesamtstrom von drei in Reihe geschalteten Solarzellen, wenn eine der Zellen abgedunkelt wird? Wie verändert sie sich, wenn eine Solarzelle mit parallel geschalteter Diode abgedunkelt wird?

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- Diodenmodul
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Abdeckung für eine Solarzelle

### Durchführung

1. Miss die Anfangsspannung und -stromstärke an den drei Solarzellen ohne Abdeckung!
2. Decke zunächst nur eine der beiden Solarzellen ohne parallel geschaltete Diode vollständig ab, danach nur die Solarzelle mit Diode! Miss für jeden der beiden Fälle Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke!

### Auswertung

1. Berechne, um wie viel Prozent die Leistung beim Abdecken der Solarzelle mit bzw. ohne Diode gegenüber der Anfangsleistung absinkt!

Zusatz:

2. Begründe die gemessenen Werte anhand der Funktionsweise der Halbleiterdiode! (Hinweis: Bei Abdunklung der Solarzelle steigt deren Widerstand über den der Halbleiterdiode in Durchlassrichtung.)
3. Wie kann dieser Effekt bei der Verschaltung von Solarmodulen genutzt werden?

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



30/57

## Messwerte

	Reihenschaltung von drei Solarzellen		
	(1) alle beleuchtet	(2) eine abgedunkelt	(3) eine abgedunkelt und zu dieser ist Diode parallel geschaltet
$U_L$ (V)			
$I_K$ (mA)			
$P=U \cdot I$ (mW)			
Absinken der Leistung gegenüber Messung 1		%	%

## Auswertung

Ursache des Ergebnisses von Messung 2:

---



---

Was bewirkt die Diode in Messung 3?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



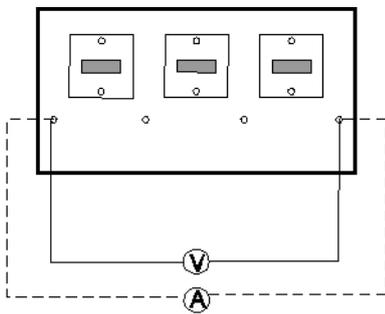
31/57

## 10.2 Abschattung von Solarzellen bei Parallelschaltung

### Aufgabe:

Wie verändern sich Gesamtspannung und Gesamtstrom von drei parallel geschalteten Solarzellen, wenn eine der Zellen abgedunkelt wird?

#### Versuchsaufbau



#### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- 1 Abdeckung für eine Solarzelle

#### Durchführung

1. Miss Anfangsspannung und -strom an den drei Solarzellen ohne Abdeckung!
2. Wiederhole die Messungen mit einer bzw. zwei abgedeckten Solarzellen!

#### Auswertung

1. Berechne, um wie viel Prozent die Leistung beim Abdecken der Solarzellen gegenüber der Anfangsleistung absinkt!
2. Vergleiche das Ergebnis mit dem Effekt bei Reihenschaltung und erkläre den Unterschied!

#### Messwerte

	Parallelschaltung von drei Solarzellen		
	(1) alle beleuchtet	(2) eine abgedunkelt	(3) zwei abgedunkelt
$U_L$ (V)			
$I_K$ (mA)			
$P=U \cdot I$ (mW)			
Absinken der Leistung gegenüber Messung 1		%	%

#### Auswertung

Vergleich mit Experiment 10.1:

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

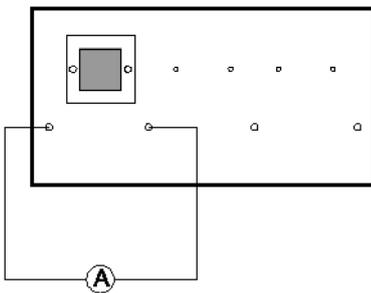


32/57

## 11. Die Solarzelle als Transmissionsmesser

**Aufgabe:** Bestimme den Transmissionsgrad verschiedener Folien mit Hilfe der Solarzelle!

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- Satz Graufolien

### Durchführung

1. Baue die Schaltung entsprechend dem Schaltplan auf!
2. Miss die Kurzschlussstromstärke der großen Solarzelle!
3. Lege nun nacheinander die verschiedenen Graufolien auf die Zelle und miss jeweils die Kurzschlussstromstärke! Erfasse alle Messwerte in einer Tabelle!

### Auswertung

1. Ermittle zu jeder Abdeckung den prozentualen Transmissionsgrad! Hinweis: die Kurzschlussstromstärke ist proportional der Beleuchtungsstärke.

Zusatz:

2. Ermittle den Transmissionsgrad weiterer Materialien, wie z. B. Fensterglas!

### Messwerte

Material 1: \_\_\_\_\_

Anzahl Folien/Gläser						
$I_K$ (mA)						
prozentualer Abfall zum vorangegangenen Wert						

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



Material 2: \_\_\_\_\_

Anzahl Folien/Gläser						
$I_k$ (mA)						
prozentualer Abfall zum vorangegangenen Wert						

## Auswertung

Material 1 hat einen Transmissionsgrad von \_\_\_\_\_%.

Material 2 hat einen Transmissionsgrad von \_\_\_\_\_%.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



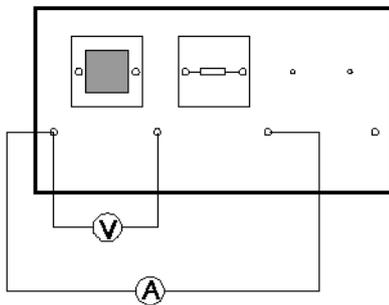
34/57

## 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?

### Versuchsaufbau



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- 1 Strommessgerät
- 1 Spannungsmessgerät
- Widerstandmodul
- diverse Farbgläser aus der Optik
- 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

Decke die Solarzelle mit den verschiedenen Farbfiltern ab und miss Spannung und Stromstärke bei jeder Farbe! 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?

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



## Messwerte

Farbfilter		rot	gelb	blau
$\lambda$		650 ... 800 nm	550 ... 700 nm	400 ... 550 nm
$E_{\text{Photonen}}$ (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:

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



36/57

Teil 1: Elektrizitätslehre

## 13 Untersuchungen am leXsolar-Stecksystem

### Aufgabe:

Ziel: Das Stecksystem kennen lernen.

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

Fülle die Tabellen aus.

### benötigte Geräte

Grundeinheit

- 2 kleine Solarzellen

- Glühlampe

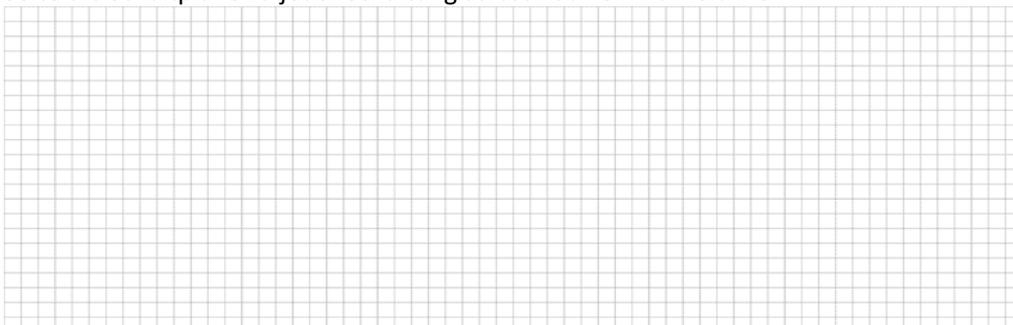
- 3 Messleitungen

### Aufgaben und Auswertung

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

Seite die Schaltpläne zu jeder Schaltung selbst noch einmal zeichnen:



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



37/57

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



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



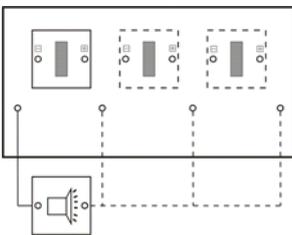
38/57

## 14.1 Vergleich von Reihen- und Parallelschaltung der Solarzellen mit der Hupe

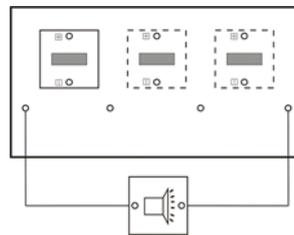
### Aufgabe:

Baue zuerst eine Reihenschaltung auf (Schaltung 1). Nutze dabei erst eine, dann zwei und schließlich drei Solarzellen. (Vergiss dabei nicht, den Leiter in der roten Buchse weiter zu stecken.)

Schaltung 1



Schaltung 2



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- Hupenmodul
- 2 Messleitungen

### Aufgaben und Auswertung

Halte Deine Beobachtungen in der Tabelle fest. Führe die Untersuchungen auch für die Parallelschaltung (Schaltung 2) durch. Achte während des Versuchs darauf, dass sich die Versuchsbedingungen (z.B. die Helligkeit) nicht ändern! Male in der Tabelle die zutreffenden Kästchen des Balkens aus. Bei einem ganz leisen Geräusch male nur „Summen“ aus und je lauter/schneller die Hupe ist, umso mehr Kästchen male aus.

	Reihenschaltung				Parallelschaltung			
Eine Solarzelle	<input type="checkbox"/>							
	kein	leises	<	lautes	kein	leises	<	lautes
	Geräusch				Geräusch			
Zwei Solarzellen	<input type="checkbox"/>							
Drei Solarzellen	<input type="checkbox"/>							

Was passiert bei der Parallelschaltung und was bei der Reihenschaltung?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



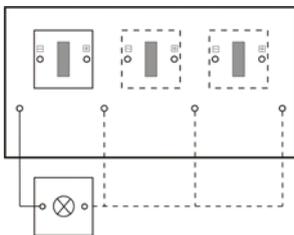
39/57

## 14.2 Vergleich von Reihen- und Parallelschaltung der Solarzellen mit der Glühlampe

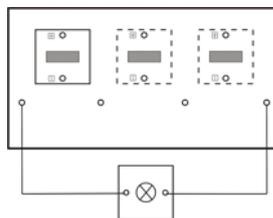
### Aufgabe:

Baue zuerst eine Reihenschaltung auf (Schaltung 1). Nutze dabei erst eine, dann zwei und schließlich drei Solarzellen. (Vergiss dabei nicht, den Leiter in der roten Buchse weiter zu stecken.)

Schaltung 1:



Schaltung 2:



### benötigte Geräte

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

### Aufgaben und Auswertung

Halte deine Beobachtungen in der Tabelle fest, male dazu die zutreffenden Kästchen des Balkens aus. Wenn die Glühlampe nur etwas orange glimmt, male nur „glimmt orange“ aus und je heller die leXsolar-Glühlampe ist, umso mehr Kästchen male aus.

Führe die Untersuchungen auch für die Parallelschaltung (Schaltung 2) durch.

	Reihenschaltung					Parallelschaltung				
	leuchtet nicht	glimmt orange	<	leuchtet hell		leuchtet nicht	glimmt orange	<	leuchtet hell	
Eine Solarzelle										
Zwei Solarzellen										
Drei Solarzellen										

Was passiert bei der Parallelschaltung und was bei der Reihenschaltung?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



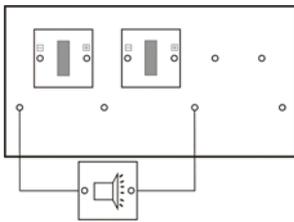
40/57

## 14.3 Abschattung von Solarzellen in Reihenschaltung

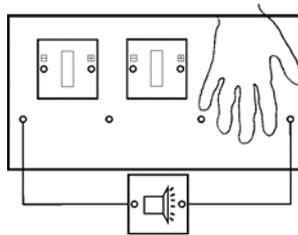
### Aufgabe:

Vergleiche die Lautstärke der Hupe in Schaltung 1 und Schaltung 2. Verdecke in Schaltung 2 eine der drei Solarzellen vollständig mit deiner Hand, so dass kein Licht mehr auf die Solarzelle fällt

Schaltung 1:



Schaltung 2:



### benötigte Geräte

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

### Aufgaben und Auswertung

Schaltung 1				Schaltung 2			
kein	leises	<	lautes	kein	leises	<	lautes
Geräusch				Geräusch			

War die Hupe in beiden Schaltungen gleich laut? Falls nein, in welcher Schaltung war sie lauter?

---

Wie erklärst du dir das Ergebnis?

---



---

Was kann im Herbst passieren, wenn bei einer großen Solaranlage Laubblätter auf einzelne Solarzellen fallen?

---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



41/57

## 15.1 Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen

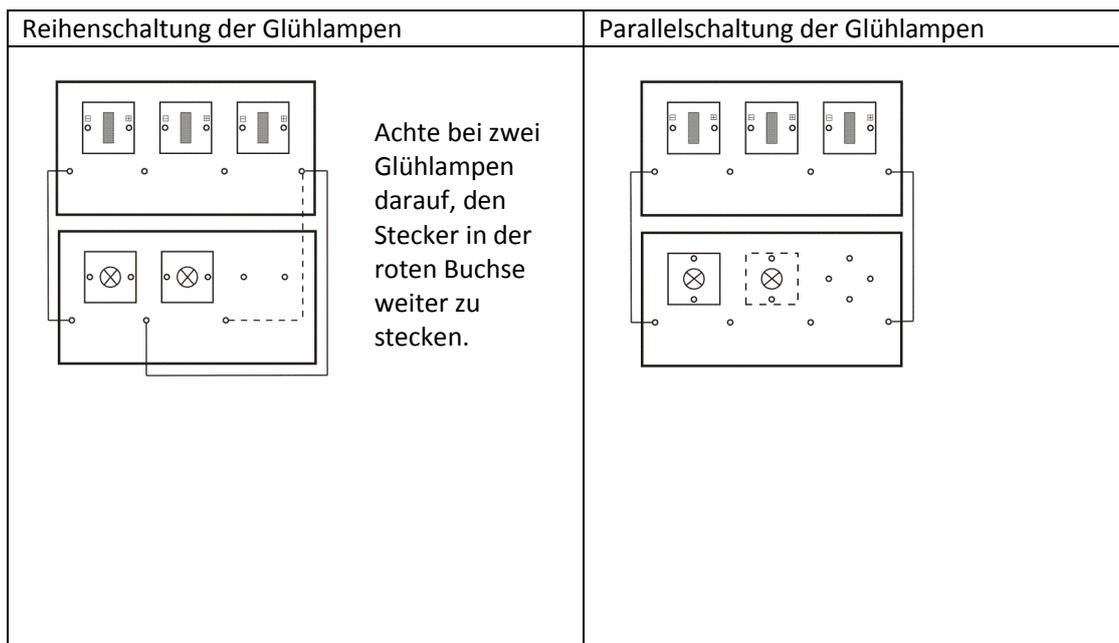
### Aufgabe:

Baue die Schaltungen wie angegeben erst mit einer und dann mit zwei Glühlampen auf und fülle mit deinen Ergebnissen die Auswertungstabelle aus.

#### benötigte Geräte

- 2 leXsolar-Grundeinheiten
- 3 kleine Solarzellen
- 2 Glühlampen
- 2 Messleitungen

#### Schaltpläne



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



42/57

## Aufgaben und Auswertung

Halte die Grundeinheit zunächst so ins Licht, dass die Hupe in Schaltung 1 laut und deutlich hupt. Halte Deine Beobachtungen in der Tabelle fest. Achte bei beiden Versuchen auf identische Lichtbedingungen!

	Reihenschaltung der Glühlampen					Parallelschaltung der Glühlampen				
Eine Glühlampe										
	leuchtet	glimmt	<	leuchtet	leuchtet	glimmt	<	leuchtet		
	nicht	orange		hell	nicht	orange		hell		
Zwei Glühlampen										

Vergleiche die Reihen- und Parallelschaltung zweier Glühlampen miteinander! Begründe Deine Feststellung/Beobachtung indem du den Schaltplan beider Schaltungen zeichnest!

---



---



---



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

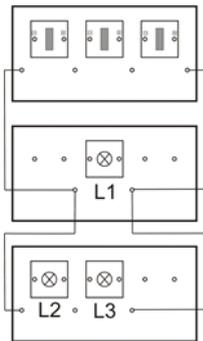


43/57

## 15.2 Direkter Vergleich der Reihen- und Parallelschaltung von Glühlampen

### Aufgabe:

Mit folgender Schaltung kannst du Reihen- und Parallelschaltung auch direkt vergleichen. Baue die Schaltung wie gezeichnet auf.



### benötigte Geräte

- 3 kleine Solarzellen
- 3 Grundeinheiten
- 3 Glühlampen
- 4 Messleitungen

### Auswertung

Wo ist in deiner Schaltung die Reihenschaltung der Lampen? Kreise sie rot ein.  
Kreise die Parallelschaltung der Lampen blau ein.

Zeichne die Helligkeiten der Lampen ein:

L1					
	leuchtet nicht	glimmt orange	<	leuchtet hell	
L2					
L3					

Was stellst du fest?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

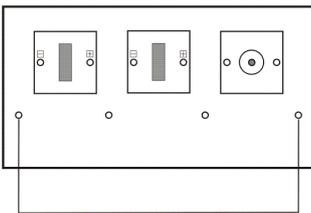


44/57

## 16 Drehrichtung und Geschwindigkeit des Motors

### Aufgabe:

Baue eine Reihenschaltung aus den zwei Solarzellen und dem Motor auf. Stecke eine Farbscheibe mit den blauen Clips auf das Rad und dieses Rad auf den Motor



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Motor
- 1 Farbscheibe
- 1 Messleitung

### Aufgaben

In welche Richtung dreht sich die Scheibe?

- im Uhrzeigersinn       entgegen dem Uhrzeigersinn

Pole nun den Motor um, indem du das Motormodul abziehst, eine halbe Drehung um sich selbst drehst und wieder aufsteckst. In welche Richtung dreht sich die Scheibe jetzt?

- im Uhrzeigersinn       entgegen dem Uhrzeigersinn

Wovon hängt die Drehrichtung des Motors ab?

---

Was beobachtest du, wenn der Motor sich zu drehen beginnt?

---



---



---

Was passiert, wenn du die Messleitung herausziehst, während der Motor sich noch dreht?

---



---



---

Der Motor braucht meist eine Weile, bis er beginnt sich schnell zu drehen. Manchmal dreht er sich nur, wenn du ihn ein bisschen andrehst. Im folgenden Experiment wird dieser Effekt genauer untersucht.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



45/57

## 17 Anlaufstrom und Betriebsstrom des Motors

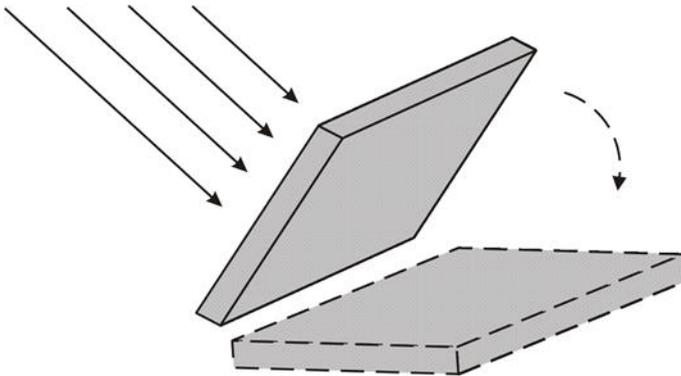
### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Motor
- 1 Farbscheibe
- 1 Messleitung

### Durchführung

Nutze den Aufbau aus Experiment 4!

Warte bis der Motor sich schnell dreht. Nimm nun die Grundeinheit und kippe sie sehr langsam von der Lichtquelle weg, wie in der Skizze angedeutet.



Kippe sie so lange, bis der Motor aufhört sich zu drehen.

Kippe die Grundeinheit nun langsam zurück ins Licht, bis der Motor wieder beginnt sich zu drehen.

Was fällt dir dabei auf?

---

---

---

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



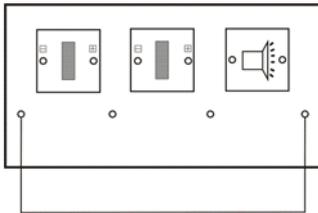
46/57

Teil 2: Optik

## 18.1 Helligkeitsunterschiede 1

### Aufgabe:

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.



### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Hupenmodul
- 1 Messleitung

### Aufgaben

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?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



47/57

## 18.2 Helligkeitsunterschiede 2

### benötigte Geräte

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

### Aufgabe und Durchführung

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?

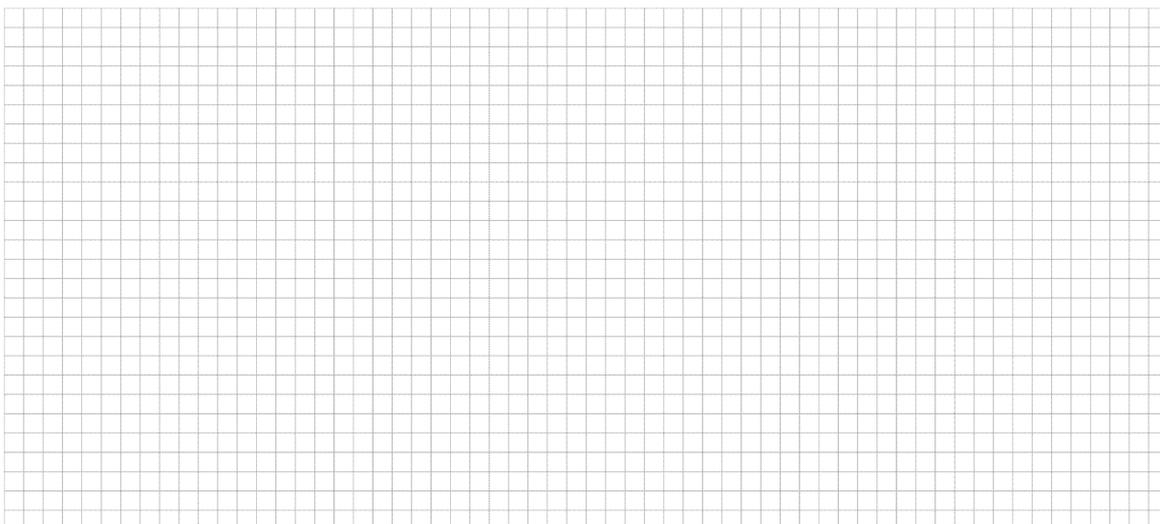
---

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!



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



48/57

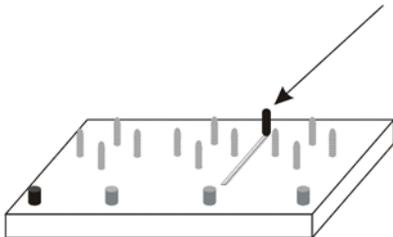
## 18.3 Verkippen der Solarzelle

### benötigte Geräte

- leXsolar-Grundeinheit
- 1 große Solarzelle
- Motor mit beliebiger Drehscheibe
- 1 Messleitung

### Durchführung

Bei diesem Versuch kommt der Schattenstab der Grundeinheit zum Einsatz. Dieser befindet sich oben rechts auf der Grundeinheit (siehe Skizze). Mit ihm kann die Neigung der Grundeinheit zur Lichtquelle gemessen werden. Dazu muss die Grundeinheit zunächst so gedreht werden, dass der Schatten, den der Schattenstab wirft, auf die Winkelskala fällt. Den aktuellen Neigungswinkel kann man dann am Ende des Schattens ablesen. Mache dich zunächst mit der Funktion des Schattenstabs vertraut!



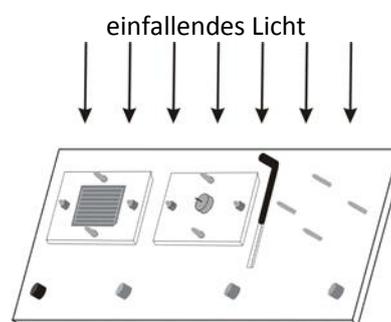
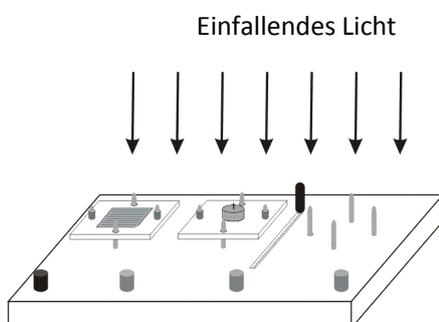
### Durchführung

Baue aus Solarzelle und Motor eine Reihenschaltung auf.

Halte nun die Grundeinheit mit der Vorderseite zur Lichtquelle. Dabei soll der Schattenstab keinen Schatten werfen - das Licht also senkrecht auf die Solarzelle fallen. (linke Skizze)

Kippe nun die Grundeinheit, sodass sie nicht mehr direkt in Richtung der Lichtquelle zeigt. Dabei wird vom Schattenstab ein Schatten geworfen. (rechte Skizze)

(Hinweis: Für mehr Übersichtlichkeit ist das nötige Verbindungskabel zum Schließen des Stromkreises sowie die Drehscheibe auf dem Motor in den Skizzen nicht mitgezeichnet!)



Was passiert, wenn du die Solarzelle immer weiter verkippst? Formuliere eine Abhängigkeit zwischen Einfallswinkel des Lichts und Drehgeschwindigkeit des Motors.

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



49/57

## 19.1 Diffuse Strahlung

### Aufgabe:

#### Direkte und diffuse Strahlung

Es ist auch dann hell im Klassenzimmer, wenn die Sonne nicht direkt hinein scheint. Das liegt daran, dass es zwei verschiedene Strahlungsarten gibt. Einerseits die Strahlung, welche direkt von der Sonne ausgesandt wird, die direkte Strahlung und andererseits die indirekte Strahlung. Die indirekte Strahlung entsteht, wenn das Sonnenlicht in die Atmosphäre eintritt und gestreut wird. Diese gestreute Strahlung sorgt dafür, dass tagsüber der gesamte Himmel hell ist und nicht nur die Richtung, in der die Sonne steht. Diese indirekte Strahlung wird als diffuse Strahlung bezeichnet.

#### benötigte Geräte

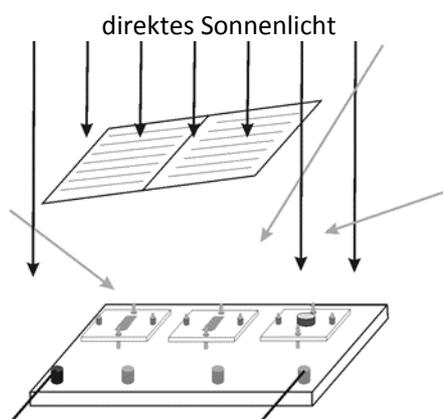
- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Hupenmodul
- Zeitung
- 1 Messleitung

**Dieses Experiment funktioniert nur im Freien bei Sonnenschein oder direkt am Fenster bei Sonnenschein!**

#### Durchführung

Baue eine Reihenschaltung mit der Hupe auf. Um nun die diffuse Strahlung zu „messen“, musst du die direkte Strahlung ausblenden. Lege dazu die Grundeinheit auf den Boden und zwar nicht in die Nähe einer Hauswand oder eines Baumes. Am besten legst du sie also mitten auf den Schulhof.

Stelle dich nun neben die Grundeinheit und halte die Zeitung so in Kopfhöhe, dass der Schatten auf die Solarzellen fällt. Achte darauf, dass wirklich nur die direkte Strahlung abgeschirmt wird. Deine Mitschüler sollten also etwas Abstand vom Experimentieraufbau halten.



#### Auswertung

Was geschieht mit der Lautstärke, wenn die Zeitung ihren Schatten auf die Solarzellen wirft?

Wie erklärst du dieses Verhalten?

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



50/57

## 19.2 Direkte Strahlung

### benötigte Geräte

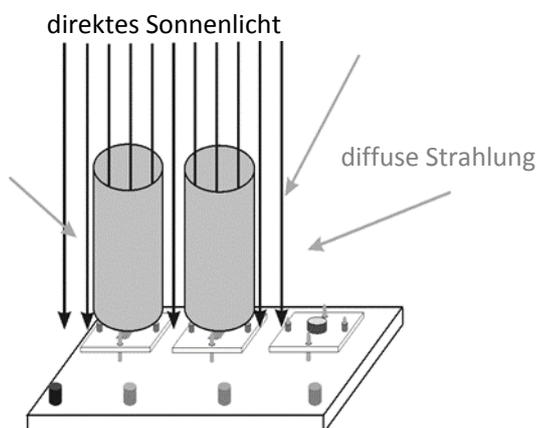
- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Hupenmodul
- 1 Messleitung
- Zeitung
- Klebeband

### Durchführung

Baue zuerst eine Reihenschaltung aus den zwei Solarzellen und der Hupe auf.

Um nun die direkte Strahlung zu „messen“, musst du die diffuse Strahlung ausblenden.

Nimm dazu zwei Zeitungsblätter und rolle sie so zusammen, dass zwei Röhren entstehen. Die Durchmesser dieser Röhren müssen so groß sein, dass jeweils eine Solarzelle abgeschirmt werden kann. Haltbarer werden deine Röhren durch das Klebeband. Ein Experimentierpartner hält nun die Röhren so, dass das Sonnenlicht längs hindurch treten kann. Der andere von euch hält die Grundeinheit möglichst dicht darunter. Dabei sollte kein Schatten auf die Solarzellen fallen.



Was geschieht mit der Lautstärke der Hupe, wenn lediglich das direkte Sonnenlicht durch die Röhren auf die Solarzellen fällt?

---

Wie erklärst du dieses Verhalten?

---



---



---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



51/57

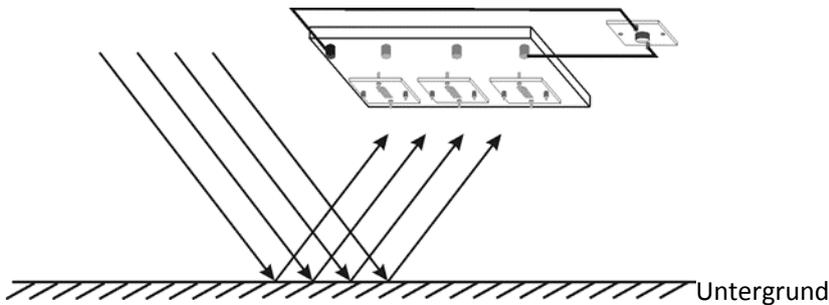
## 19.3 Albedostrahlung

### benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3 kleine Solarzellen
- Hupenmodul
- 2 Messleitungen

### Durchführung

Baue mit den drei Solarzellen und dem Hupenmodul eine Reihenschaltung auf. Halte die Grundeinheit senkrecht nach unten über den Boden. Auch auf diese Weise fällt noch Licht auf die Solarzellen, nämlich die Einstrahlung von unten.



Die Einstrahlung von unten ist jene Strahlung, die vom Boden reflektiert wird. Dabei reflektiert jeder Untergrund unterschiedlich stark. Man bezeichnet diese Eigenschaft als die Albedo. Die Lautstärke deiner Hupe hängt also von der Albedo des Untergrundes ab. Eine Albedo ist hoch, wenn der Boden viel Licht reflektiert, und niedrig, wenn er wenig Licht reflektiert. Nutze folgende Tabelle, um die Albedo verschiedener Untergründe zu bestimmen.

### Auswertung

Untergrund	Lautstärke												
Asphalt	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>kein</td> <td>leises</td> <td>&lt;</td> <td>lautes</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Geräusch</td> </tr> </table>					kein	leises	<	lautes	Geräusch			
kein	leises	<	lautes										
Geräusch													
Betonboden	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> </table>												
Rasen	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> </table>												
.....	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> </table>												
.....	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> </table>												

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



52/57

## 20. Grundaufbau: Rotationsscheiben

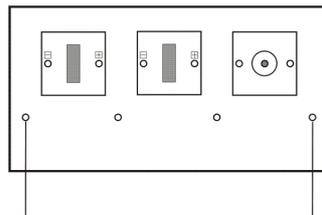
Bei den folgenden Experimenten (20.1 bis 20.4) ist immer ein Grundaufbau notwendig: Eine Reihenschaltung aus zwei kleinen Solarzellen und dem Motor.

### benötigte Geräte

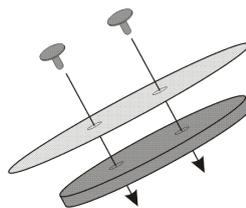
- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Motormodul
- Rotationsscheibe mit Clips
- 1 Messleitung
- Farbscheiben

### Durchführung

Baue eine Reihenschaltung mit den zwei Solarzellen und dem Motor auf.



Auf den Motor wird nun die Rotationsscheibe gesteckt. Bei den folgenden Experimenten wird dann jeweils nur eine andere Pappscheibe auf die Rotationsscheibe aufgesteckt. Gehalten wird die Pappscheibe durch zwei farbige Kunststoffclips.



Wenn nötig, kannst du zum Lösen der Clips von der Rotationsscheibe einen Stecker zu Hilfe nehmen. Drücke den Stecker dazu vorsichtig von unten gegen den Clip.

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt

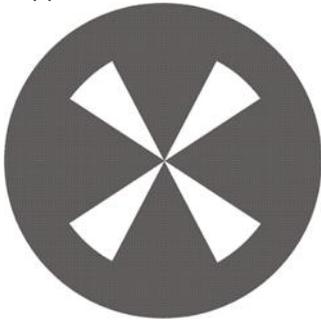


53/57

## 20.1 Farbeigenschaften

### benötigte Geräte

Pappscheibe:



### Durchführung

Lasse die Scheibe drehen. Halte deine Hand so darüber, dass eine Hälfte der Scheibe im Schatten liegt. Deine Ergebnisse helfen dir, Farbsysteme besser zu verstehen.

### Auswertung

Farbton: Welche Farbe hat die Scheibe? \_\_\_\_\_

Helligkeit: Auf der abgeschatteten Seite wirkt die Farbe

- heller als auf der beleuchteten Seite
- genauso wie auf der beleuchteten Seite
- dunkler als auf der beleuchteten Seite

Sättigung: In der Mitte der Scheibe ist der Farbeindruck

- blasser als am Rand
- genauso wie am Rand
- kräftiger als am Rand

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



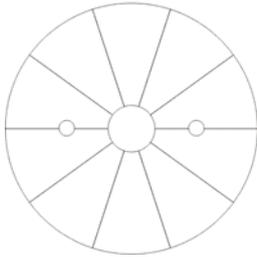
54/57

## 20.2 Farbmischung

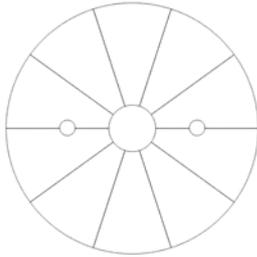
### Versuchsaufbau

Pappscheiben:

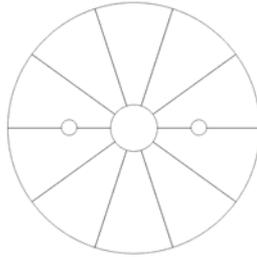
grün-rot



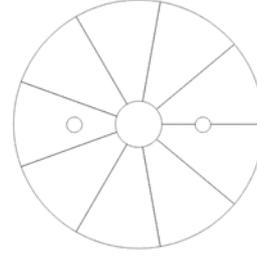
rot-blau



grün-blau



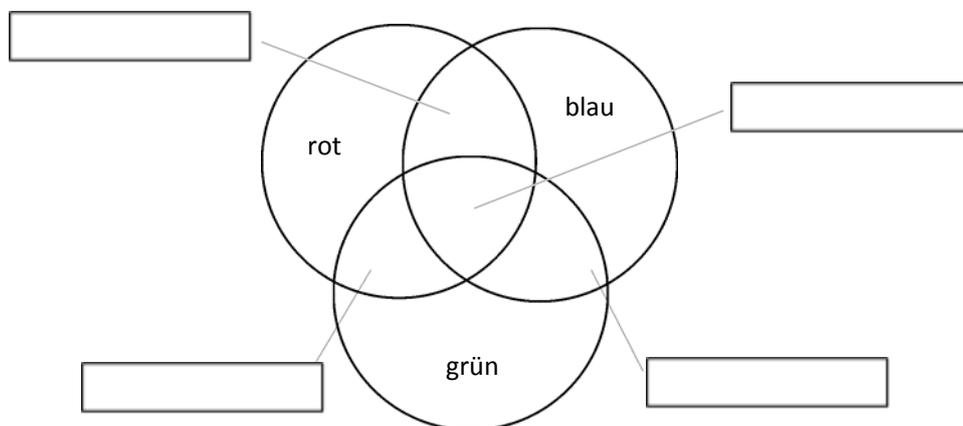
Grün-rot-blau



### Durchführung

Die Kreisstücke der verschiedenen Scheiben haben unterschiedliche Farben, wenn die Scheibe still steht. Lasse die Farbscheiben schnell drehen, damit sich die Farben vermischen.

Male nun in der Zeichnung unten die einzelnen Bereiche aus. Fange mit den reinen Farben rot, grün und blau an. Male danach mit Hilfe deiner Beobachtungen an den Farbscheiben die vier Mischbereiche aus. Beschrifte die markierten Bereiche!



# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



55/57

## 20.3 Farbtäuschung mit der Benham-Scheibe

### Aufgabe:

Manchmal lässt sich das Auge hinters Licht führen. Schau dir an, was dann passiert. Befolge die untenstehenden Aufträge!

### benötigte Geräte

Pappscheiben:



### Durchführung

Lasse die Scheibe nun nicht allzu schnell drehen. Was beobachtest du auf der Scheibe?

---

Pole den Motor um (indem du ihn anders herum aufsteckst). Was siehst du jetzt?

---

Welche Farbabfolge beobachtest du von innen nach außen, wenn sich die Scheibe gegen den Uhrzeigersinn dreht?

---

Welche Farbabfolge beobachtest du von innen nach außen, wenn sich die Scheibe mit dem Uhrzeigersinn dreht?

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



56/57

## 20.4 Reliefscheibe

### Aufgabe:

Was siehst du, wenn sich die Scheibe langsam dreht? Falls du nichts siehst, weil sich die Scheibe zu schnell dreht, verschatte die Solarzellen ein wenig!  
Notiere deine Beobachtungen.

### benötigte Geräte

Pappscheiben:



---

---

---

---

---

---

---

---

# Experimente: Solar Ready to go

Arbeitsblatt



57/57

## 21 Fliehkraft

### benötigte Geräte

- Bindfaden (ca.15 cm)
- 1 Holzkugel
- 1 Zahnstocher
- Schere
- Grundeinheit
- 2 kleine Solarzellen
- Motor
- Rotationsscheibe
- 1 Messleitung

### Durchführung

1. Entferne mit der Schere die beiden Spitzen des Zahnstochers. Lasse dir dabei von einem Erwachsenen helfen.
2. Bringe nun an einem Ende des Zahnstochers eine Kerbe an und binde dort den Bindfaden fest.
3. An das andere Ende des Bindfadens bindest du die Holzkugel.
4. Stecke den Zahnstocher in das Loch in der Mitte der Drehscheibe.
5. Baue eine Reihenschaltung mit den zwei Solarzellen und dem Motor auf. Stecke nun die Drehscheibe auf den Motor und schließe den Stromkreis mit einer Leitung.

### Auswertung

Der von dir beobachtete Effekt nennt sich Fliehkraft und du kennst ihn sicher schon vom Kettenkarussell.

Was passiert, wenn du während sich die Scheibe noch dreht, den Stromkreis öffnest?

---

Was passiert mit der Holzkugel, wenn du die Rotationsscheibe während der Drehung mit der Hand stoppst?

---