

Kennlinie und MPP einer Solarzelle

Sicherheit – bitte vor dem Versuch lesen

- Der Versuch arbeitet nur mit der kleinen Spannung einer Solarzelle. **Niemals an Steckdosen, an Netzleitungen, an Photovoltaik-Modulen auf dem Dach oder an einem Balkonkraftwerk messen** – dort liegen lebensgefährliche Spannungen an.
- **Halogenstrahler und Glühlampen werden sehr heiß.** Nicht berühren, auch nicht kurz nach dem Ausschalten; mindestens 30 cm Abstand zu Papier, Stoff und Kunststoff; Lampe standsicher aufstellen; nicht direkt in die Lampe schauen.
- Die Lampe nur in ihrer unbeschädigten Fassung mit Originalkabel betreiben – nichts daran umbauen oder abisolieren.
- Solarzellen sind dünn und können brechen: an den Rändern anfassen, gebrochene Zellen nicht weiter benutzen.
- Am Multimeter zuerst den Messbereich wählen, dann anschließen. Für Strommessungen nur die Buchse nutzen, die die Anleitung des Geräts nennt. Keine Batterien oder Akkus kurzschließen.
- Den Versuch nur unter Aufsicht einer Lehrkraft oder einer erwachsenen Person durchführen.

Schaltung: Solarzelle, Amperemeter und Lastwiderstand in Reihe; das Voltmeter direkt an die Anschlüsse der Zelle.

Punkt maximaler Leistung (MPP): der Punkt der Kennlinie, an dem $P = U \cdot I$ am größten ist. Dort liegen U_{MPP} und I_{MPP} .

Füllfaktor: $FF = P_{MPP} / (U_L \cdot I_K)$. Er sagt, wie „eckig“ die Kennlinie ist; gute Siliziumzellen erreichen etwa 0,75 bis 0,85.

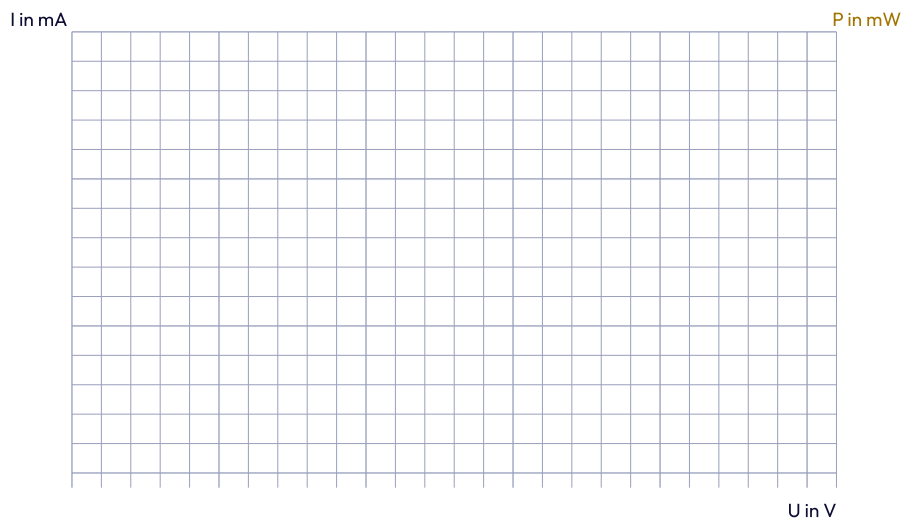
Optimaler Lastwiderstand: $R_{opt} = U_{MPP} / I_{MPP}$.

Aufgabe 1: Die Kennlinie aufnehmen

Baue die Schaltung auf. Stelle den Lastwiderstand nacheinander auf verschiedene Werte und notiere Spannung und Stromstärke. Beginne mit dem Kurzschluss ($R = 0$) und ende mit dem Leerlauf (Kabel gelöst). Lampe und Zelle während der Messung nicht bewegen. Rund um den MPP dichter messen.

R in Ω	U in V	I in mA	P in mW
0 (Kurzschluss)			
offen (Leerlauf)			

Aufgabe 2: Auswerten



- Berechne für jede Zeile die Leistung $P = U \cdot I$.
- Zeichne die I-U-Kennlinie und in dasselbe Diagramm die P-U-Kurve (zweite Achse).
- Lies U_L , I_K und den MPP ab. Berechne Füllfaktor und R_{opt} .

Aufgabe 3: Eine Beispielmessung auswerten

Die Werte unten wurden mit dem Modell des Simulators für eine Zelle von $4 \times 6 \text{ cm}$ bei 500 W/m^2 und 25 °C berechnet und auf Messgeräte-Auflösung gerundet – es sind also **keine echten Messwerte**. Werte sie aus wie in Aufgabe 2.

R in Ω	U in V	I in mA	P in mW
0 (Kurzschluss)	0,000	454	
0,5	0,226	453	
1,0	0,450	450	
1,2	0,519	432	
1,3	0,538	414	
1,4	0,551	393	
1,6	0,566	354	
2,0	0,582	291	
3,0	0,598	199	
5,0	0,608	122	
10,0	0,614	61	
offen (Leerlauf)	0,620	0	

a. Bestimme den MPP, den Füllfaktor und R_{opt} .

b. Bei welchem der gemessenen Widerstände gibt die Zelle die größte Leistung ab?

Aufgabe 4: Mit dem Simulator weiterforschen

Öffne den Kennlinien-Simulator (solarstromerzeugung.de/lernen/physik/kennlinien-simulator/). Trage deine Messwerte aus Aufgabe 1 in das Feld „Eigene Messwerte“ ein und vergleiche.

- Verringere die Einstrahlung von 1000 auf 500 und 200 W/m². Wie ändern sich I_K , U_L und P_{MPP} ?
- Erhöhe die Temperatur von 25 auf 65 °C. Um wie viel Prozent je Kelvin sinkt P_{MPP} ?
- Vergrößere den Serienwiderstand. Was passiert mit dem Füllfaktor?
- Ein Wechselrichter an einer Solaranlage stellt laufend den Arbeitspunkt ein. Erkläre mit a) und b), warum er das muss (MPP-Tracking).

Aufgabe 5: Fehler betrachten

Nenne zwei Fehlerquellen deiner Messung und schätze ab, in welche Richtung sie die Ergebnisse verschieben.
