

PW6

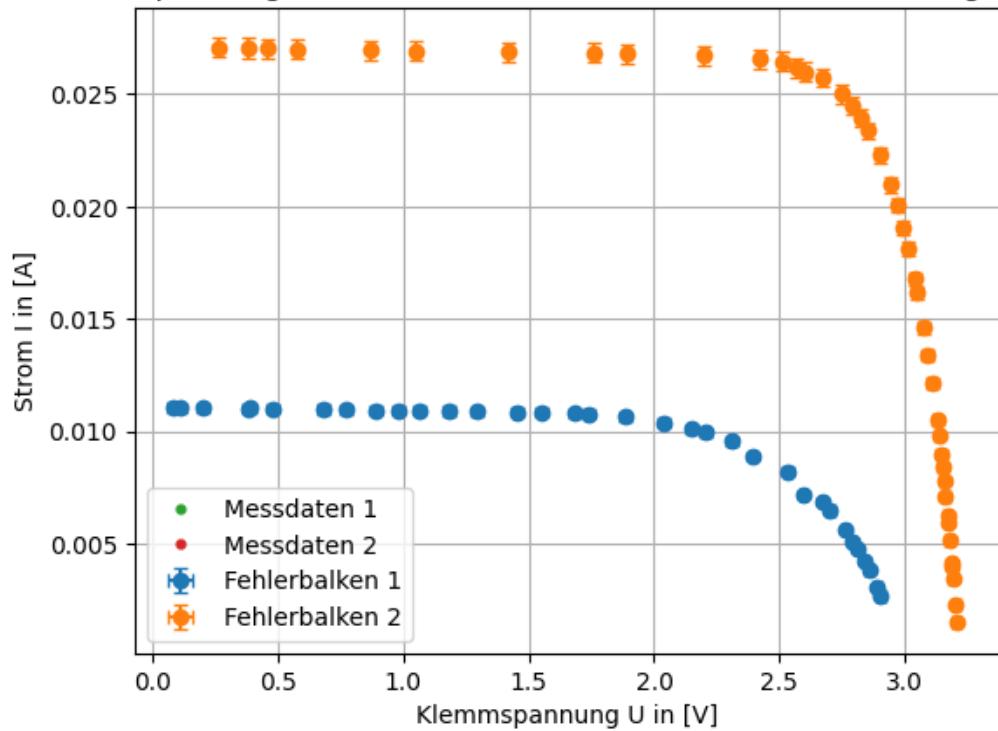
November 11, 2025

1 PW 6 - Strom und Spannungsquellen

1. Grundlagen Experiment Solarzellen als Gleichstromquelle

Die Solarzelle fungiert in einem Stromkreis als Gleichstromquelle. Dabei hängt sie wie zu erwarten von verschiedenen elektrotechnischen Eigenschaften des Aufbaus ab, welche im Folgenden näher analysiert werden sollen. Durch die auf die Solarzelle einfallende Intensität eines Lichtstrahls kommt es zu einem zur Intensität proportionalen Strom $I;L$, welcher unabhängig vom angeschlossenen Verbraucher ist. Die Klemmspannung $U;ext$ ergibt sich aus $U;ext=R;L * I;ext$ Wobei $R;L$ der Lastwiderstand ist und $I;ext = I;L - I;D$ die Differenz des insgesamt erzeugten Stroms und dem innerhalb der Zelle fließenden Strom beschreibt, also beschreibt $I;ext$ den im äußeren Stromkreis vorhandenen Strom. Durch experimentelle Messungen kommt man zu Relationen der eingangs erwähnter elektrotechnischer Eigenschaften: Trägt man die gemessene Stromstärke $I;ext$ in Abhängigkeit von $U;ext$ in einem Diagramm auf, sieht man, dass für kleine Klemmspannungen der fließende Strom annähernd konstant ist, bis er an einem gewissen Punkt rapide gegen 0 geht. Die erhaltene Abbildung wird als Strom-Spannungskennlinie bezeichnet. In diesem Experiment wird das für zwei verschiedene Lichtintensitäten durchgeführt. Aus dem Diagramm lassen sich auch durch Extrapolation zu den Koordinatenachsen der Kurzschlussstrom $I;KS$ für eine gegen Null gehende Klemmspannung $U;ext$ und die Leerlaufspannung $U;LL$ für sehr große Widerstände, und damit $I;ext = 0$, ermitteln. Aus den beiden ermittelten Größen $I;ext$ und $U;ext$ lassen sich nun auch die Leistung $P;ext = U;ext * I;ext$ und der Lastwiderstand $R;L = U;ext / I;ext$ bestimmen. Trägt man diese wieder in einem Diagramm auf lässt sich die maximal mögliche Leistung beider Lichtintensitäten in Abhängigkeit von dem Lastwiderstand ermitteln. Der Kürvenfüllfaktor CFF beschreibt, wie abrupt, also wie „rechteckig“, der Verlauf der Strom-Spannungskennlinie aussieht und wird mittels $CFF = P;max / (I;KS * U;LL)$ bestimmt.

Strom- Spannungskennlinie einer Solarzelle bei zwei Beleuchtungsstärken



$$I_{KS_1} = (0,011 \pm 0,001) \text{ A}$$

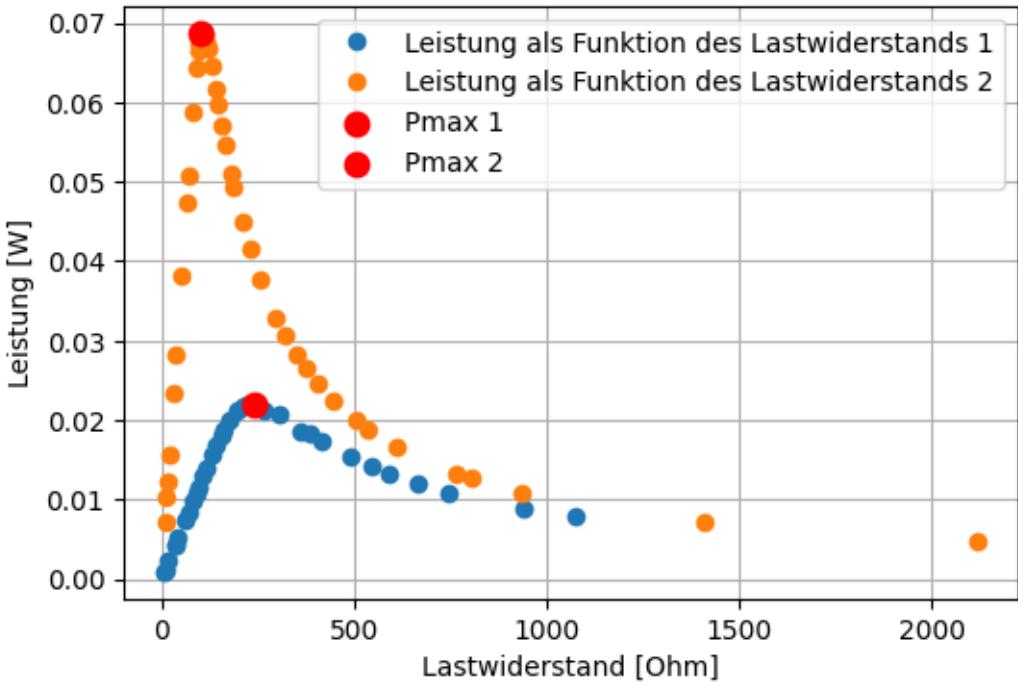
$$I_{KS_2} = (0,027 \pm 0,001) \text{ A}$$

$$U_{LL_1} = (3,05 \pm 0,1) \text{ V}$$

$$U_{LL_2} = (3,3 \pm 0,1) \text{ V}$$

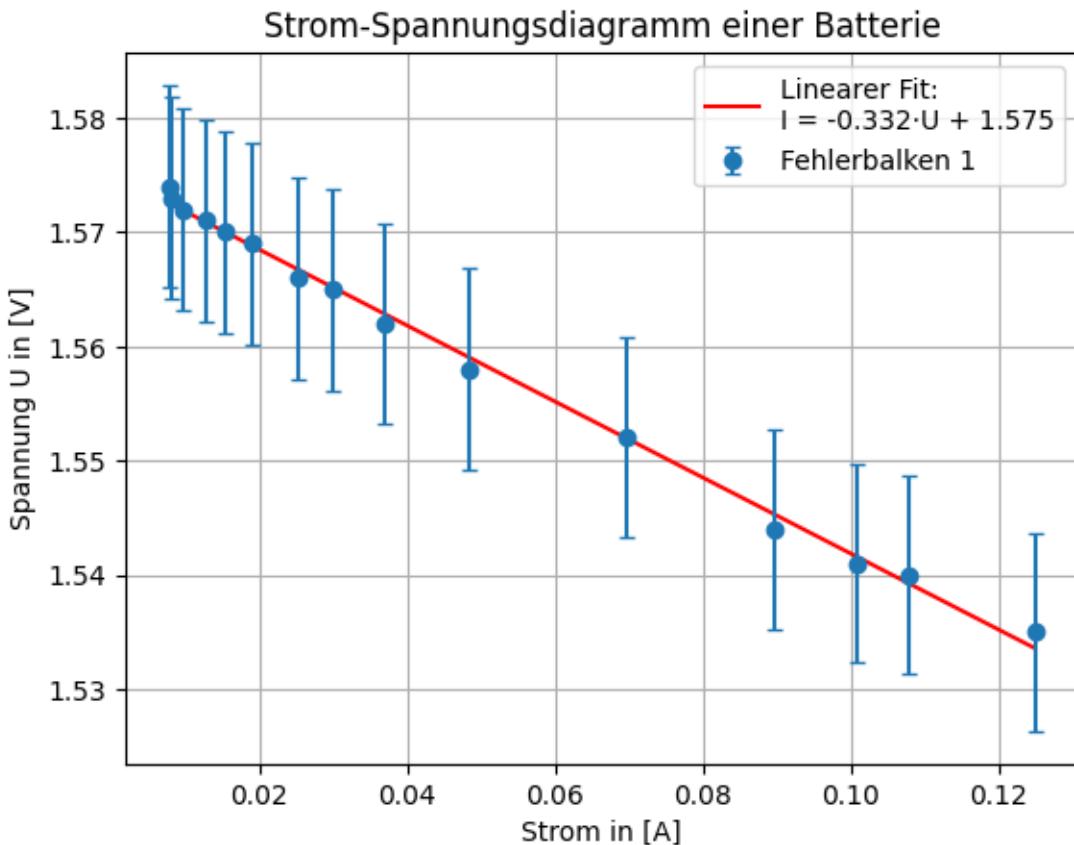
Der Kurvenfüllfaktor der ersten Belichtungsstärke beträgt 0.66 ± 0.06 .

Der Kurvenfüllfaktor der zweiten Beleuchtungsstärke beträgt 0.77 ± 0.04 .



2. Grundlagen Experiment Reale Spannungsquelle

Nun wird eine sogenannte „Reale“ Spannungsquelle betrachtet, welche an Spannung mit zunehmender Stromstärke abnimmt. Um diese Erscheinung zu beschreiben, geht man von einem Innenwiderstand R_i aus, der in Serie zu einer idealen Spannungsquelle liegt, die ihre Spannung, unabhängig von der Stromstärke, nicht ändert. Fließt nun Strom, fällt am Innenwiderstand R_i eine Spannung ab, die die außen anliegende Klemmspannung verkleinert. Die Spannung einer idealen Batterie soll als U_0 und Quellenspannung bezeichnet werden, die im äußeren messbare Spannung U_{KL} heißt Klemmspannung. Nach dem Ohm'schen Gesetz ergibt sich ein Stromfluss von $I = U_0 / (R_i + R_L)$ wobei R_L den Lastwiderstand beschreibt. Für die Klemmspannung gilt nun folgende Relation: $U_{KL} = U_0 - I * R_i$. Durch Messung von U_{KL} und I lässt sich erneut eine Strom-Spannungskennlinie in einem Diagramm darstellen. Dieser Verlauf ist nun annähernd linear und mittels eines linearen Fits ist die Steigung der Gerade R_i und der intercept mit der y-Achse U_0 herauszufinden.



$$\text{Innenwiderstand} = 0.3324 \pm 0.0574 \text{ Ohm}$$

$$\text{Quellenspannung } U_0 = 1.5751 \pm 0.0036 \text{ V}$$

3. Diskussion

Im ersten Experiment gibt es in der Strom-Spannungskennlinie bei der Messung mit mehr Abstand zur Lichtquelle einen leichten Ausreißer, der vermutlich daher kommt, dass er später hinzugefügt wurde und dabei der originale Aufbau nicht exakt reproduziert werden konnte. Der CFF erscheint realistisch, da er bei sehr guten Solarzellen zwischen 0,8 und 0,9 liegt. Der Schnittpunkt des Fits mit der y-Achse entspricht etwa dem angfangs gemessenen Wert der Quellspannung von etwa 1,577 Volt.