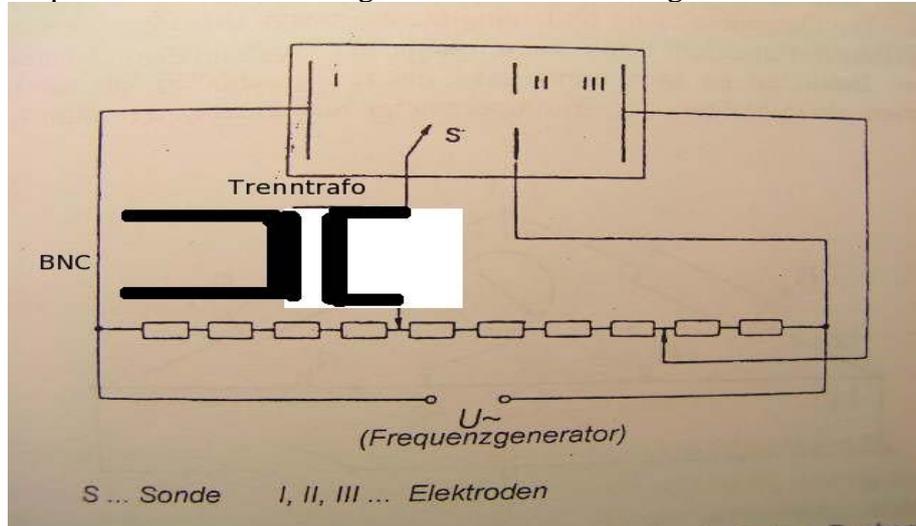


Elektrolytischer Trog

Theorie

Er dient zur experimentellen Ermittlung von Potentialverteilungen.



Durchführung

Die Flüssigkeit im Trog soll ein Dielektrikum sein. (kein Elektrolyt)

Als Spannungsquelle dient ein Signalgenerator im hörbaren Frequenzbereich (11 kHz, Amplitude bei 2V eingestellt) in Kombination mit einem Spannungsteiler. Durch den gewählten Anschluss der Elektroden an den Spannungsteiler werden die Randwerte des Potentials eingestellt. U = Potentialdifferenz. Eine Außenelektrode liegt an einem Mittleren Punkt des Spannungsteilers.

Über ein Oszilloskop kann die Äquipotentiallinie visuell ermittelt werden.

Der Triggerausgang des Oszilloskopes ist mit dem des Signalgenerators zu verbinden.

Ein Tastkopf wird über einen Trenntrafo der Reihe nach an die noch freien Buchsen angeschlossen. Pro Buchse ergibt sich eine Äquipotentiallinie. Das Oszilloskop entspricht einem Nullinstrument. An jenen Stellen des Troges, an denen mit der Abtastsonde S ein Minimum bzw., verschwinden der Amplitude festgestellt wird, liegt das gleiche Potential wie an dem jeweiligen Anschlusspunkt.

Messwerte

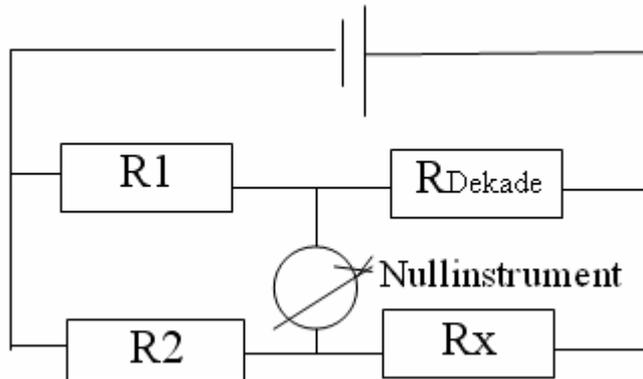
Siehe Beilage

Auswertung + Interpretation

Dielektrika dienen z.B. zur Vergrößerung der Kapazität eines Kondensators, dabei wird das Dielektrikum zwischen die Platten des Kondensators geschoben; die Spannung sowie die elektrische Feldstärke gehen dabei zurück. Dielektrika sind also Nichtleiter oder schlechte Leiter, doch ihre Dipolmomente richten sich im elektrischen Feld aus. Bei einem idealen Nichtleiter würde kein messbarer Strom fließen, während es bei einem idealen Leiter bei diesem Versuch zu einem Kurzschluss kommen würde. Destilliertes Wasser ist ein Nichtleiter mit einem hohen Dipolmoment und eignet sich somit bestens für diesen Versuch.

Wheatstone-Brücke

Theorie



Durchführung

Auf einem Steckbrett wird die Brückenschaltung zusammengestellt.

$R_1 = 1515 \text{ Ohm}$ und $R_2 = 1012 \text{ Ohm}$ sind bekannt. In dem einen Zweig der Brückenschaltung wird eine Widerstandsdekade im anderen der unbekannte ohmsche Widerstand eingefügt. Als Nullabgleich dient ein digitales Multimeter.

Der Abgleich der Brücke erfolgt über die Widerstandsdekade.

Es wird der elektrische Gleichstromwiderstand von 3 beliebigen Widerständen bestimmt.

Mit 2 Widerständen wird eine Serienschaltung aufgebaut und dann vermessen.

Dann mit 2 anderen eine Parallelschaltung aufgebaut und vermessen.

Eine beliebige Serien und Parallelschaltung mit allen 3 Bauteilen.

Messwerte

$$R_1 = 1515 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 1012 \text{ } \Omega$$

Typ des R_x	Wert der Widerstandsdekade [Ω]	R_x [Ω]
F	492	329
C	231	154
M	10370	6927
F+C (seriell)	727	486
F+C (parallel)	160	107
((M+C (parallel)) + F (seriell))	719	480

Auswertung + Interpretation

Bei unseren Bezeichnungen konnte man den jeweils gesuchten Widerstand R_x mittels folgender Formel errechnen, wenn kein Strom über die Brücke fließt:

$$R_x = R_1/R_2 * R_{\text{Widerstandsdekade}}$$

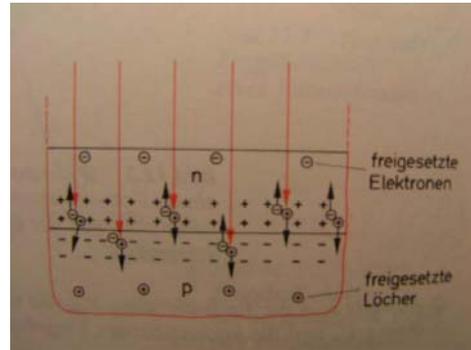
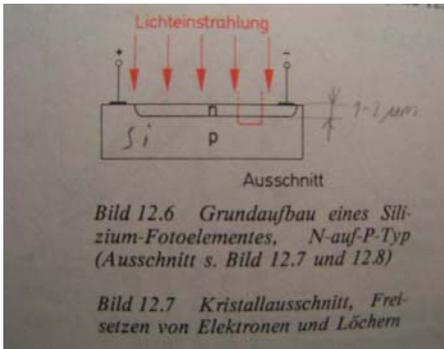
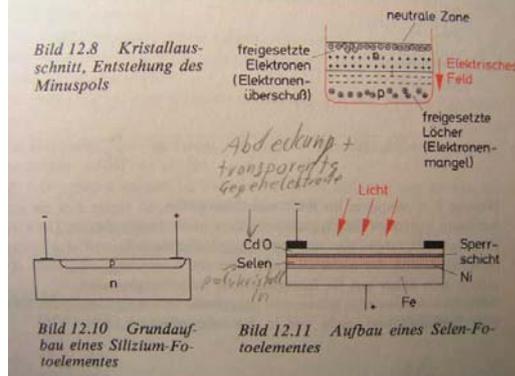
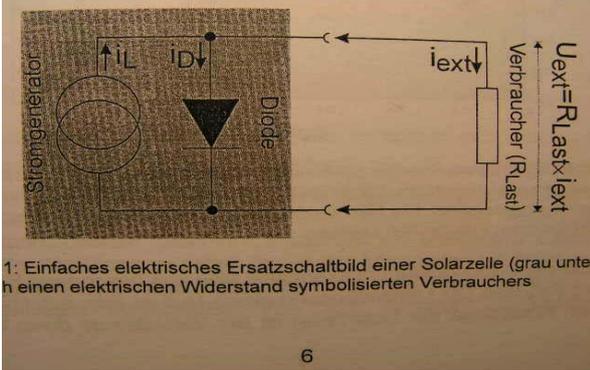
Auf dieser Art und Weise konnte man sehr schön die Widerstände berechnen. Die von uns erhaltenen Werte der Einzelwiderstände F, C und M stimmen bis auf wenige Ohm mit unseren Kontrollmessungen mittels des Ohmmeters überein: F hat einen Widerstand von 326Ω laut Ohmmeter und 329Ω laut Wheatstone-Brücke, bei C $153,5 \Omega$ (Ohmmeter) bzw. 154Ω (Wheatstone) und bei M 6870Ω (Ohmmeter) bzw. 6927Ω (Wheatstone). Anschließend wurde der Widerstand einer Serienschaltung aus F und C gemessen und wir erhielten einen Widerstandswert von 486Ω , welcher gut mit dem rechnerischen Wert 483Ω aus der Summe der beiden Widerstände übereinstimmt. Weiters wurde auch der Widerstand einer Parallelschaltung von C und F gemessen und es ergab sich ein Wert von 107Ω . Auch dieser Wert korrespondiert schön mit dem rechnerischen Wert von 105Ω , welchen man aus dem Reziprokwert der Summe der Reziprokwerte der einzelnen Widerstände F und C errechnen kann. Zu guter Letzt wurde auch noch der Gesamtwiderstand einer Anordnung aus allen 3 zuvor bestimmten Widerständen gemessen. Hierzu wurde M und C parallel geschaltet und dann anschließend noch der Widerstand F an diese Schaltung in Serie angehängt. Hier maßen wir einen Widerstand von 480Ω . Mittels der Formel für diese Schaltung:

$$R_{\text{ges}} = (1/(1/R_M + 1/R_C)) + R_F$$

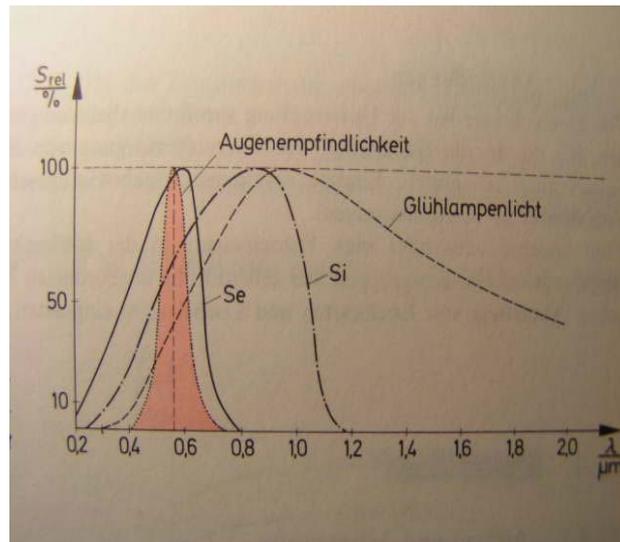
errechneten wir einen Gesamtwiderstand für diese Schaltung von 480Ω und dieser stimmt perfekt mit unserem Messwert überein. Die Übereinstimmung mit den mittels den auf andere Weise gemessenen Werten und auch die Tatsache, dass die errechneten Werte für Schaltungen aus Widerständen ziemlich genau mit den mittels der Wheatstone-Brücke gemessenen Werten übereinstimmen, ist ein Zeichen dafür, dass die Messung mittels der Wheatstone-Brücke ein recht exaktes Messverfahren ist. Für alle gemessenen Widerstände ergibt sich der Fehler mittels des Potenzgesetzes aus den relativen Fehlern der einzelnen Widerstände, welche alle bei 1% lagen. Somit erhält man für die gemessenen R_x einen relativen Fehler von 1,7%.

Kennlinie einer Solarzelle

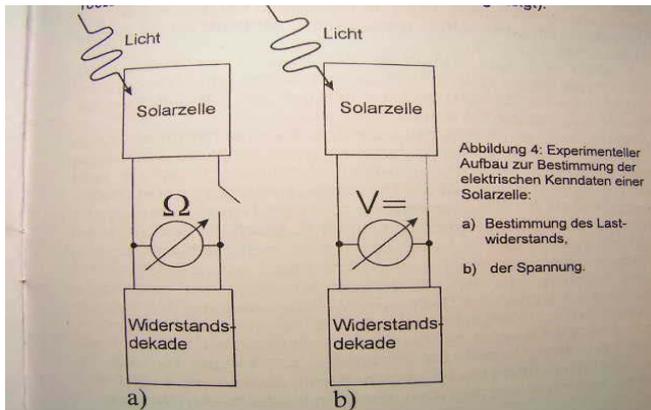
Theorie



Spektrale Empfindlichkeitsverteilung



Durchführung



Die Solarzelle wird an einen Verbraucher angeschlossen der ein 10 Gang Potentiometer mit einem in Serie geschalteten 0,56 Ohm Widerstand gebildet wird.

Das Potentiometer ist stufenlos zwischen 0 und 50 Ohm einstellbar. Die Bauelemente werden auf einem Steckbrett verdrahtet.

Folgende Experimente sind für niedere und hohe Licht Intensitäten durchzuführen:

- 1) Für verschiedene Lastwiderstände die Spannungen an der Solarzelle zu messen, den Strom zu ermitteln und graphisch darzustellen. Kurzschlussstrom und Leerlaufspannung sind durch graphische Extrapolation bei R_{last} ist 0 Ohm und unendlich zu bestimmen.
- 2) Die Leistung als Funktion des R_{last} graphisch darzustellen und den P_{max} mit den zugehörigen R_{last} zu ermitteln.
- 3) Den Kurvenfüllfaktor CFF bestimmen.
- 4) Wegen der starken Temperaturabhängigkeit wird für beide Messungen eine Wartezeit von 15 Minuten veranschlagt.

Messwerte

$$R_{\text{Strommessung}} = 0,56 \, \Omega$$

Geringe Intensität

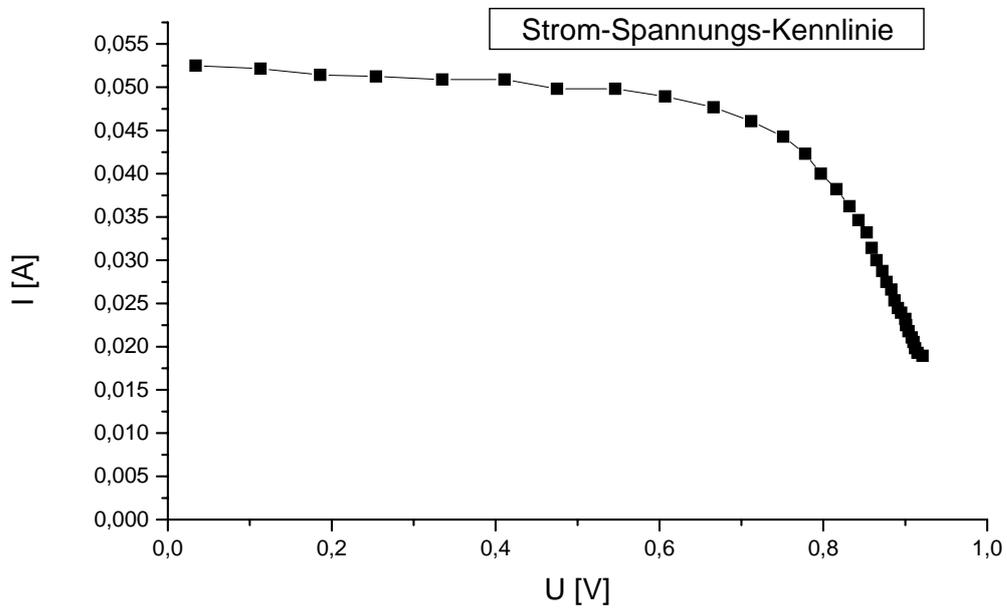
Potentiometerstellung	R_L [W]	U_{wid} [mV]	U [V]	I [A]	P [W]
0	50	10,6	0,921	0,0189	0,0170
3	48,5	10,8	0,915	0,0193	0,0173
6	47	11,1	0,912	0,0198	0,0177
9	45,5	11,5	0,91	0,0205	0,0182
12	44	11,8	0,908	0,0211	0,0187
15	42,5	12,2	0,904	0,0218	0,0192
18	41	12,6	0,901	0,0225	0,0198
21	39,5	13	0,9	0,0232	0,0205
24	38	13,4	0,895	0,0239	0,0211
27	36,5	13,7	0,891	0,0245	0,0218
30	35	14,2	0,887	0,0254	0,0225
33	33,5	14,9	0,883	0,0266	0,0233
36	32	15,4	0,877	0,0275	0,0240
39	30,5	16,1	0,872	0,0288	0,0249
42	29	16,8	0,865	0,0300	0,0258
45	27,5	17,6	0,859	0,0314	0,0268
48	26	18,6	0,853	0,0332	0,0280
51	24,5	19,4	0,843	0,0346	0,0290
54	23	20,3	0,832	0,0363	0,0301
57	21,5	21,4	0,816	0,0382	0,0310
60	20	22,4	0,797	0,0400	0,0318
63	18,5	23,7	0,778	0,0423	0,0327
66	17	24,8	0,751	0,0443	0,0332
69	15,5	25,8	0,712	0,0461	0,0327
72	14	26,7	0,666	0,0477	0,0317
75	12,5	27,4	0,607	0,0489	0,0295
78	11	27,9	0,546	0,0498	0,0271
81	9,5	27,9	0,475	0,0498	0,0238
84	8	28,5	0,411	0,0509	0,0211
87	6,5	28,5	0,335	0,0509	0,0173
90	5	28,7	0,254	0,0513	0,0129
93	3,5	28,8	0,186	0,0514	0,0099
96	2	29,2	0,113	0,0521	0,0064
99	0,5	29,4	0,034	0,0525	0,0023

Hohe Intensität

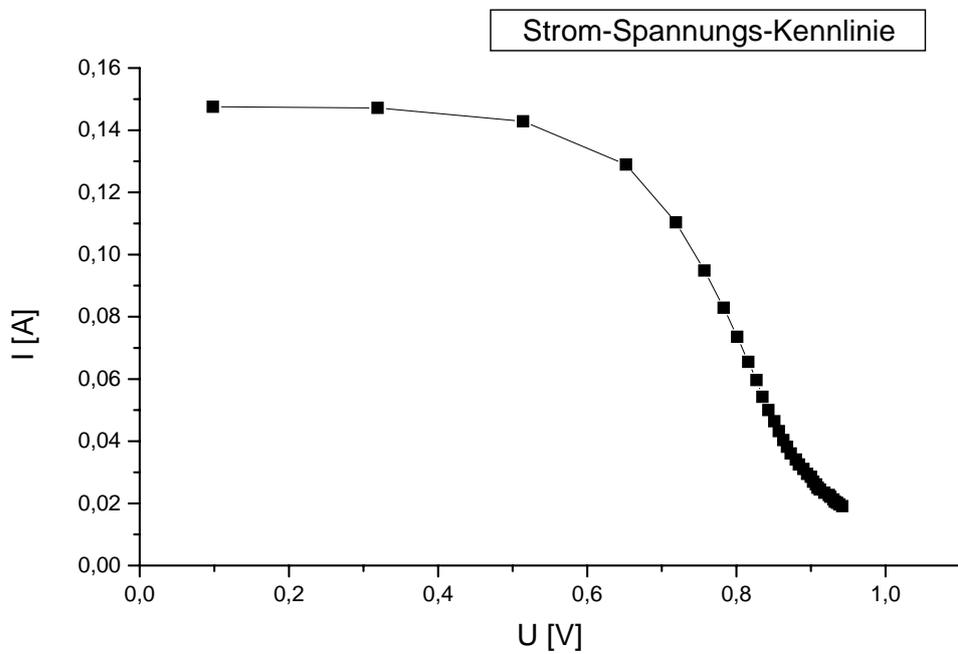
Potentiometerstellung	R _L [W]	U _{wid} [mV]	U [V]	I [A]	P [W]
0	50	10,7	0,942	0,0191	0,0177
3	48,5	11	0,938	0,0196	0,0181
6	47	11,3	0,935	0,0202	0,0186
9	45,5	11,5	0,932	0,0205	0,0191
12	44	11,9	0,93	0,0213	0,0197
15	42,5	12,4	0,926	0,0221	0,0202
18	41	12,7	0,924	0,0227	0,0208
21	39,5	13,1	0,918	0,0234	0,0213
24	38	13,7	0,912	0,0245	0,0219
27	36,5	14	0,909	0,0250	0,0226
30	35	14,6	0,907	0,0261	0,0235
33	33,5	15,1	0,903	0,0270	0,0243
36	32	16	0,9	0,0286	0,0253
39	30,5	16,5	0,895	0,0295	0,0263
42	29	17,4	0,89	0,0311	0,0273
45	27,5	18,2	0,884	0,0325	0,0284
48	26	19,1	0,88	0,0341	0,0298
51	24,5	20,2	0,873	0,0361	0,0311
54	23	21,4	0,868	0,0382	0,0328
57	21,5	22,6	0,863	0,0404	0,0346
60	20	24,2	0,857	0,0432	0,0367
63	18,5	26	0,851	0,0464	0,0391
66	17	28	0,843	0,0500	0,0418
69	15,5	30,4	0,835	0,0543	0,0450
72	14	33,4	0,827	0,0596	0,0489
75	12,5	36,7	0,816	0,0655	0,0533
78	11	41,2	0,801	0,0736	0,0583
81	9,5	46,4	0,783	0,0829	0,0645
84	8	53,1	0,757	0,0948	0,0716
87	6,5	61,8	0,719	0,1104	0,0795
90	5	72,2	0,652	0,1289	0,0850
93	3,5	80	0,514	0,1429	0,0755
96	2	82,4	0,319	0,1471	0,0509
99	0,5	82,6	0,098	0,1475	0,0192

Auswertung

Aus den Diagrammen der Strom-Spannungs-Kennlinie kann man durch Extrapolation bis zum Schnittpunkt mit der jeweiligen Achse den Kurzschlussstrom, bzw. die Leerlaufspannung ermitteln.

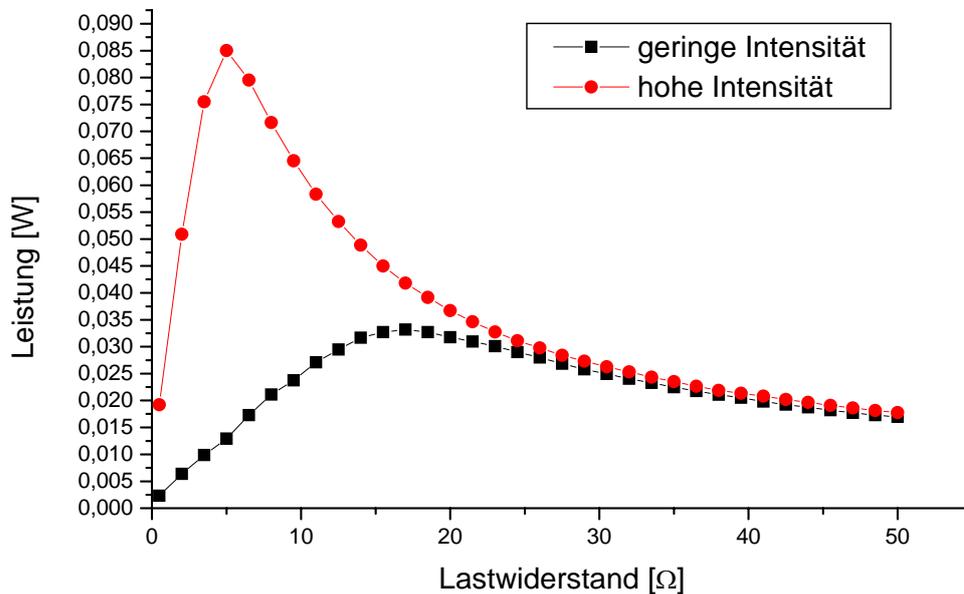


bei geringer Intensität



bei hoher Intensität

Es folgen daraus bei geringer Intensität ein Kurzschlussstrom von ca. **53mA** und eine Leerlaufspannung von ca. **0,98V** und bei hoher Intensität ein Kurzschlussstrom von ca. 0,15A und eine Leerlaufspannung von etwa **1V**.



Leistungs-Lastwiderstandskurve

Der Maximalwert der Leistung bei geringer Intensität erreicht **33,2mW** (also bei einem Lastwiderstand von **17Ω** zu finden) und der bei hoher Intensität bei **85mW** (also bei einem Lastwiderstand von **5Ω** zu finden). Mittels der Formel

$$CFF = P_{\max} / (I_{KS} * U_{LL})$$

kann man den Kurvenfüllfaktor der Solarzelle errechnen und man erhält bei geringer Intensität dafür einen Wert **~64%** von und bei hoher Intensität **~57%**.

Interpretation

Die Diagramme zeigten das erwartete Erscheinungsbild bis auf einen vermutlich durch zusätzliche Widerstandswerte innerhalb der Schaltung verursachte Abflachung bei der Strom-Spannungs-Kennlinie bei hoher Intensität. Die errechneten Kurvenfüllfaktoren sind etwas geringer als erhofft. Vermutlich ist die Qualität der Solarzelle keineswegs mit den Spitzmodellen mit einem CFF von 85% vergleichbar. Wie erwartet ist der CFF bei höherer Intensität auf Grund der Erwärmung der Zelle etwas geringer als der bei geringer Intensität.