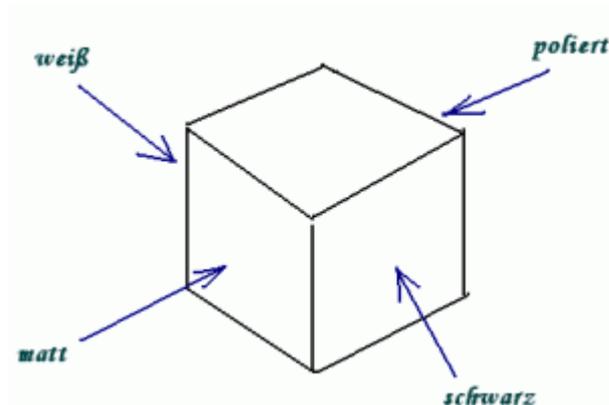


# Versuchs-Protokoll

## STRAHLUNGSINTENSITÄT BEI NIEDRIGEN TEMPERATUREN

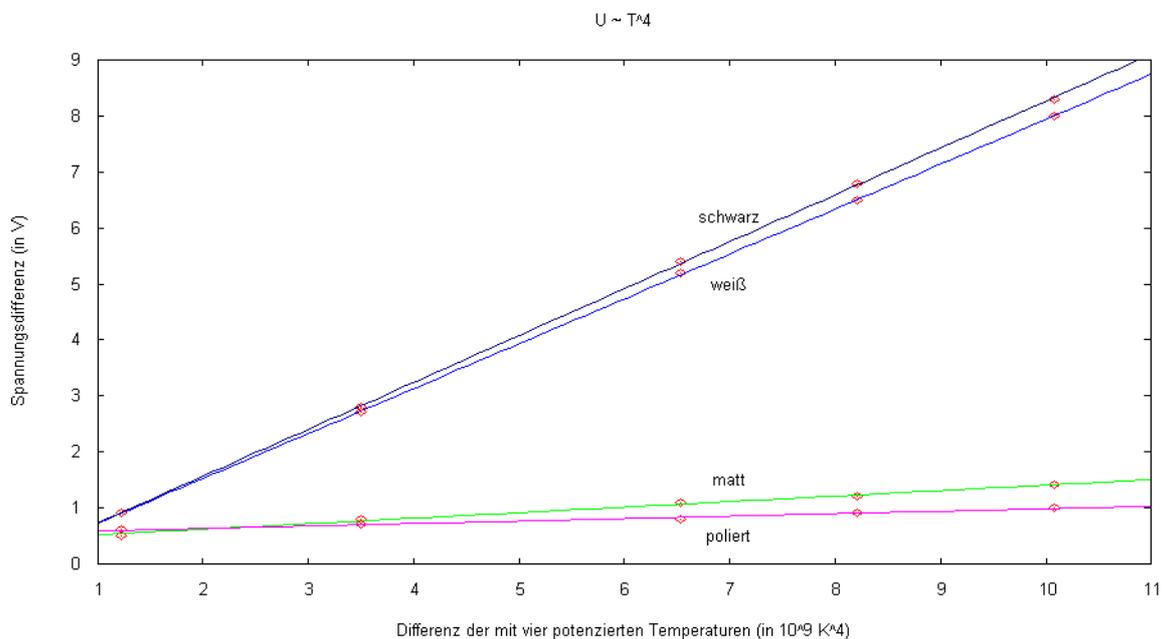
In diesem Versuch haben wir mit dem **Leslie-Würfel** gearbeitet, der vier unterschiedliche Seitenflächen besitzt: *matt*, *weiß*, *poliert* und *schwarz*. Nach Messen der Raumtemperatur  $T_0$  zu **19,8 °C** und der Ausgangsspannung  $U_0$  am Sensor zu **0 mV**, haben wir für fünf Temperaturen folgende Spannungsmessungen an den vier Seitenflächen gemacht:



$\vartheta$	31,3	49,7	70,2	80,1	90,3
$U_{\text{matt}}$	0,5	0,8	1,1	1,2	1,4
$U_{\text{weiß}}$	0,9	2,7	5,2	6,5	8,0
$U_{\text{poliert}}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$U_{\text{schwarz}}$	0,9	2,8	5,4	6,8	8,3

Temperaturen in °C, Spannungen in mV

Die Tabelle liefert uns folgendes Diagramm  $U - U_0 = f(T^4 - T_0^4)$ , wobei  $T = \vartheta + 273,15 \text{ K}$ :



Die Graphik bestätigt sehr genau den Zusammenhang zwischen *abgegebener Leistung* ( $P = U \cdot I$ ) und Temperatur hoch 4.  $\Rightarrow U \sim T^4 \Rightarrow P \sim T^4$

Diese graphische Auswertung haben wir mit dem Programm *gnuplot* gemacht. Die Prozedur *fit* liefert uns auch gleich die Steigungen der Geraden, d.h. im Endeffekt den Emissionsgrad:

- Für *matt* erhalten wir  $m = 0.099 \pm 0.006$ .
- Für *weiß* erhalten wir  $m = 0.803 \pm 0.004$ .
- Für *poliert* erhalten wir  $m = 0.044 \pm 0.003$ .
- Für *schwarz* erhalten wir  $m = 0.839 \pm 0.006$ .

Setzen wir nun den Emissionsgrad von *schwarz* auf  $e = 1$ , dann ergibt sich aus den oben genannten Werten für alle vier Seitenflächen:

	matt	weiß	poliert	schwarz
Emissionsgrad e	$0,118 \pm 0,008$	$0,957 \pm 0,012$	$0,052 \pm 0,004$	1

Die Fehler des Emissionsgrads haben wir wie folgt abgeschätzt: Bezeichnet  $m_{s+}$  die Steigung für schwarz plus Fehler und  $m_{s-}$  die Steigung für schwarz minus Fehler (sowie analog für die restlichen Flächen  $m_+$  bzw.  $m_-$ ), dann ist e der Mittelwert der beiden Terme  $m_+/m_{s+}$  und  $m_-/m_{s-}$  und sein Fehler die halbe Differenz dieser Terme.

## STRAHLUNGSINTENSITÄT BEI HOHEN TEMPERATUREN

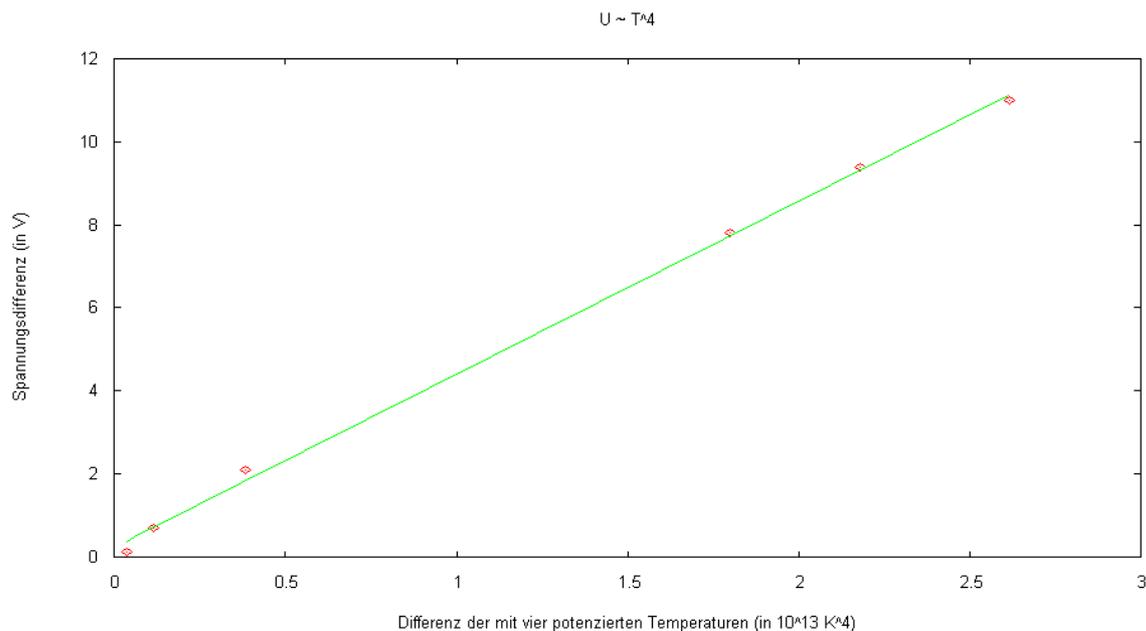
Bei diesem Versuch haben wir eine Lampe verwendet, die wir in einem festen Abstand vom Sensor positioniert haben. Ihre Temperatur können wir über die ihren elektrischen Widerstand ( $R = U / I$ ) mit der Formel

$$T = \frac{R - R_0}{\alpha \cdot R_0} + T_0$$

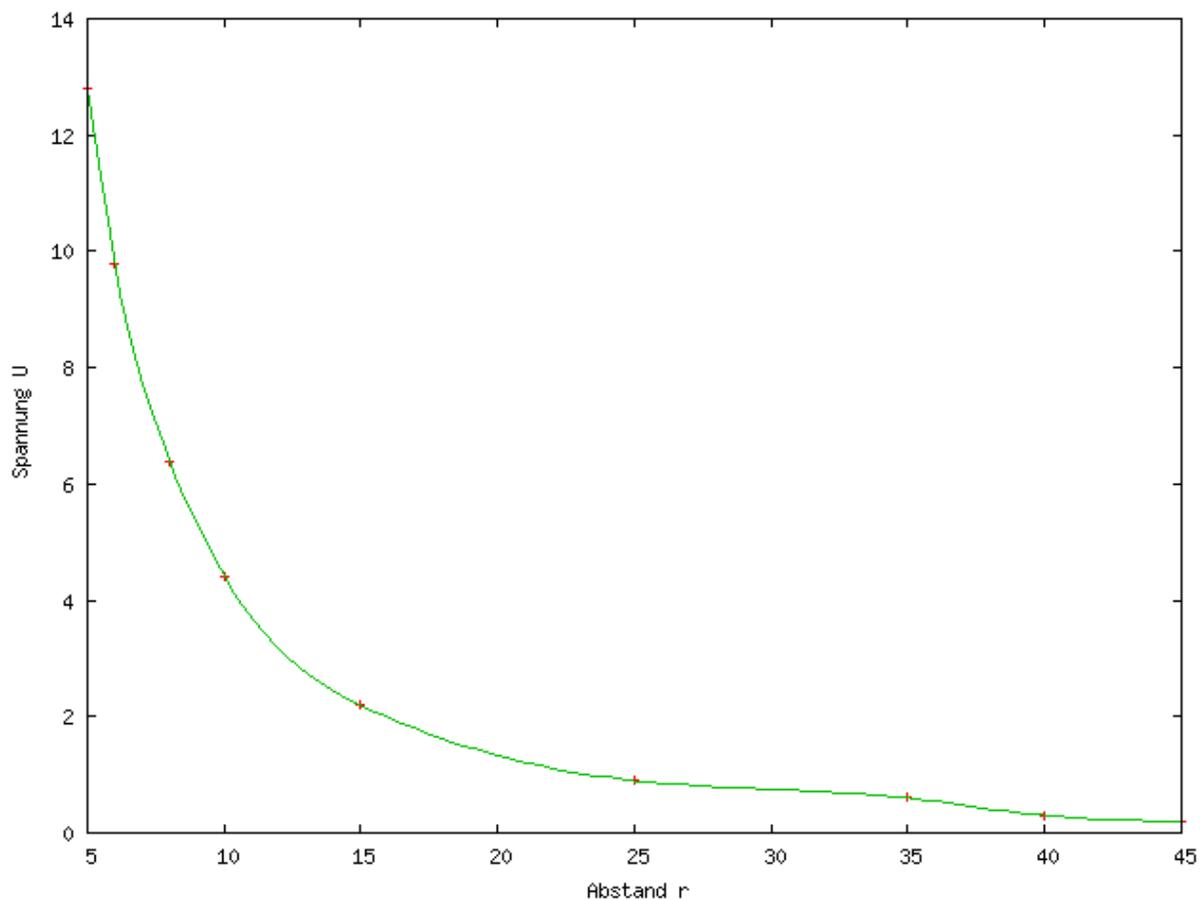
berechnen. Dabei waren  $\alpha = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$  bzw.  $R_0 = 0,4 \text{ } \Omega$  am Arbeitsplatz gegeben;  $T_0$  und  $U_0$  haben wir noch einmal gemessen. Dabei hat sich nur  $T_0$  zu  $23,3 \text{ } ^\circ\text{C}$  geändert. Gemessen haben wir für 6 Spannungen an der Lampe ihre Stromstärke sowie die Spannung am Sensor, was in der folgenden Tabelle zusammen gefasst ist:

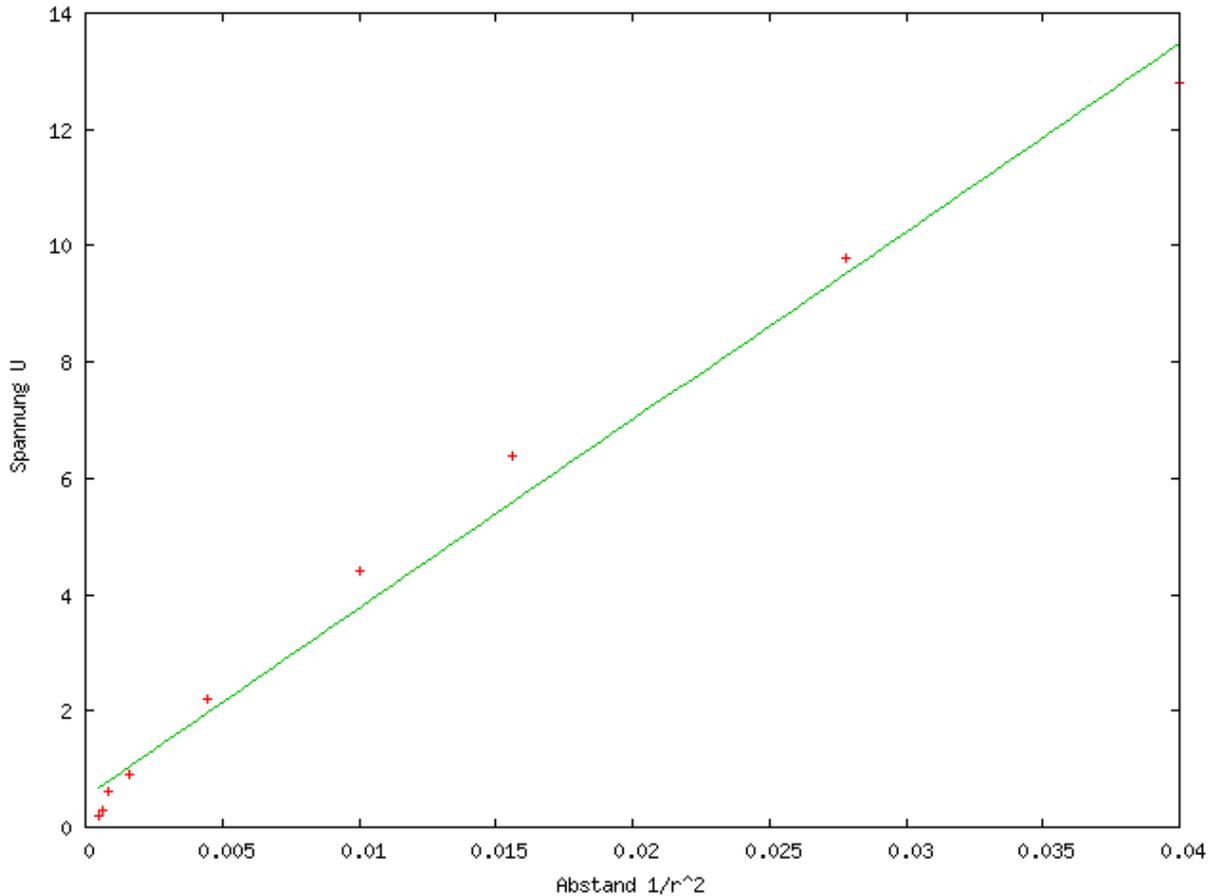
$U_{\text{Lampe}}$ (V)	2	3	5	10	11	12
$I_{\text{Lampe}}$ (A)	1,15	1,35	1,74	2,46	2,59	2,71
$U_{\text{Sensor}}$ (mV)	0,1	0,7	2,1	7,8	9,4	11
$R$ ( $\Omega$ )	1,74	2,22	2,87	4,07	4,25	4,43
$R - R_0$ ( $\Omega$ )	1,34	1,82	2,47	3,67	3,85	4,03
$T$ ( $^\circ\text{C}$ )	495	761	1122	1789	1889	1989

Wiederum stellen wir nun die Sensorspannung  $U - U_0$  in Abhängigkeit von  $T^4 - T_0^4$  unter Zuhilfenahme von *gnuplot*. Auch sieht man, dass der Zusammenhang ziemlich genau bestätigt wird. Zur Information: Die Ausgleichsgerade hat diesmal eine Steigung von etwa  $4,18 \pm 0,08$ . Hier der Graph (nächste Seite):



### Die Strahlungsintensität hängt von der Entfernung ab





Ergebnis: Es scheint  $U \sim \frac{1}{r^2}$  zu sein.

## Spielerei

$U = 11 \text{ V}$

$I = 2.6 \text{ A}$

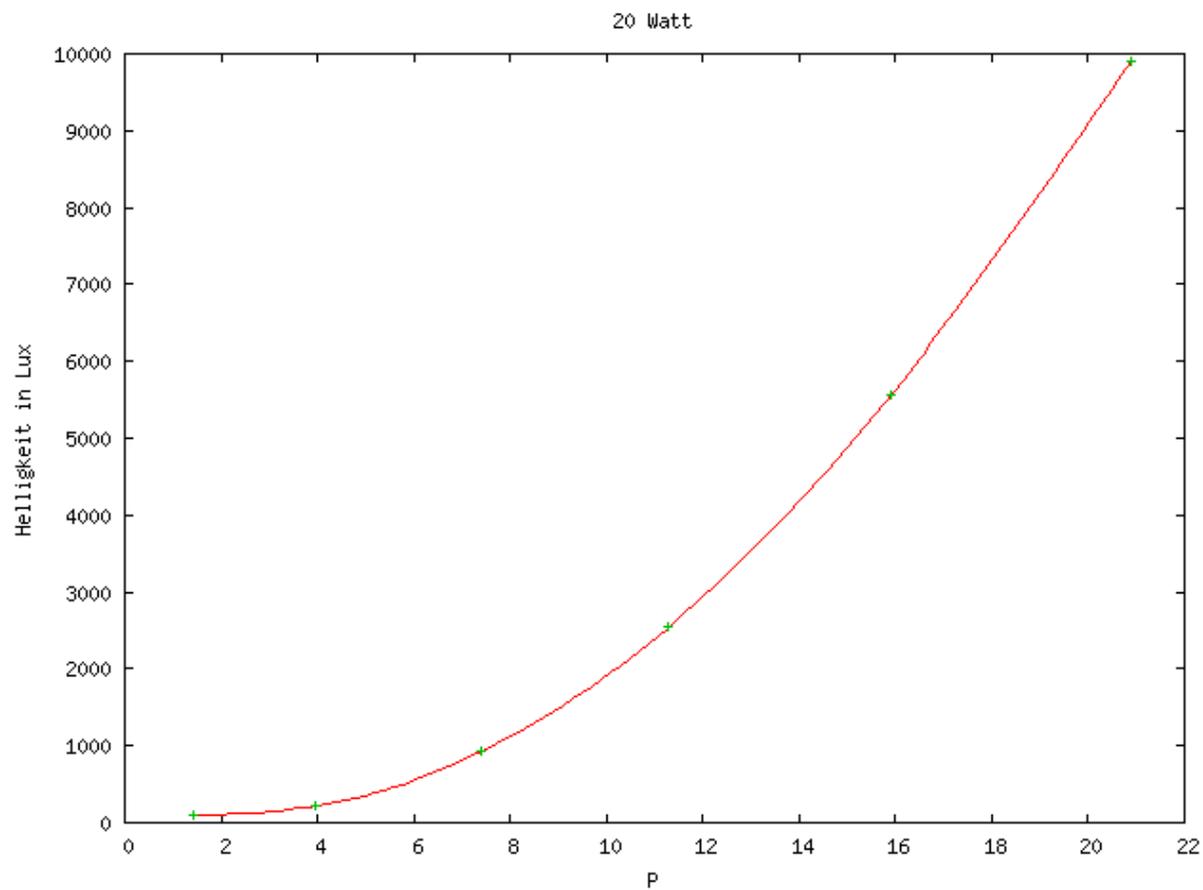
$r = 20 \text{ cm}$

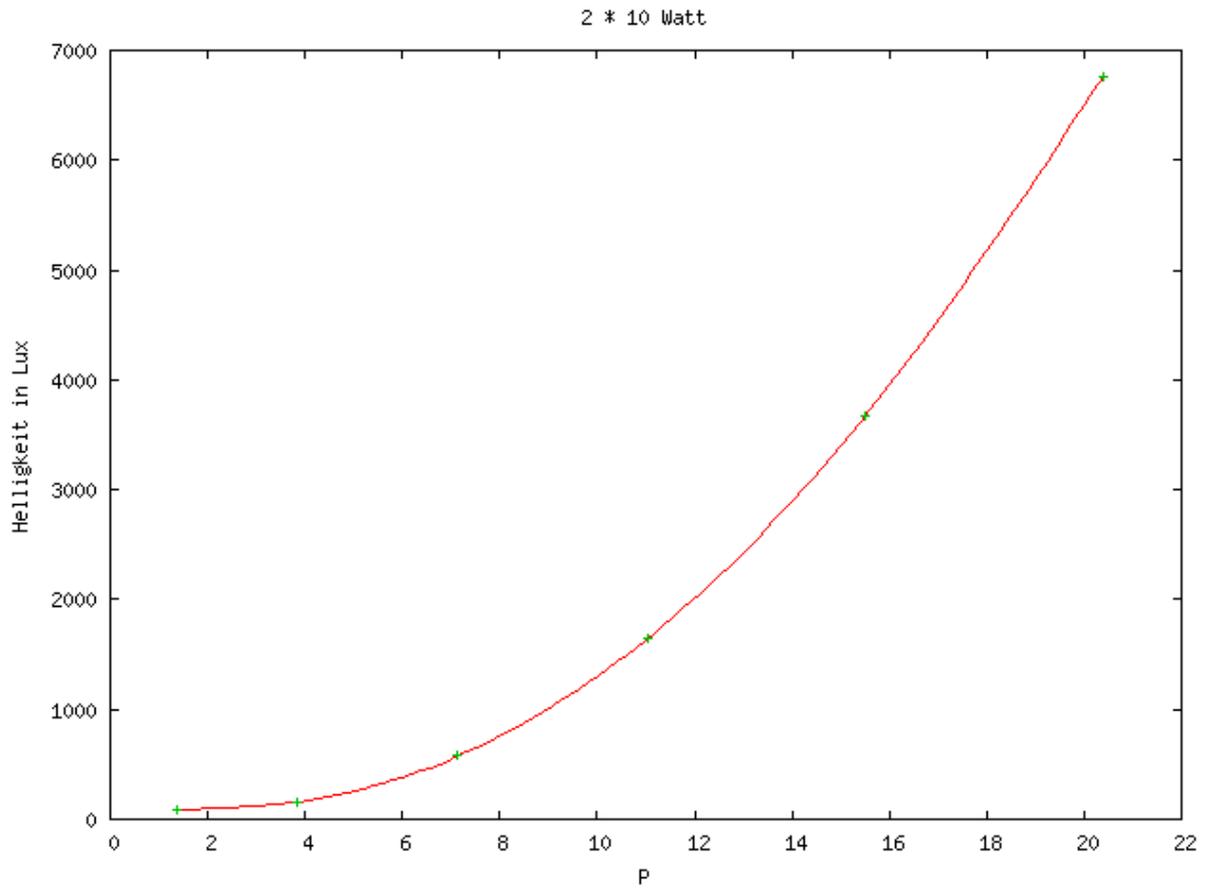
Material	Spannung
keins	1.4
Papier	0.2
Wärmefolie Goldseite	0.2
Wärmefolie Silberseite	0.1
Hand	0.6
Glas	0.6
Cola-Flasche, leer	0.1
Cola-Flasche, voll	0.2
Plastik	0
Metall	0.1

0,9%, bzw. 1,8% der Strahlung dringen durch die Wärmefolie.

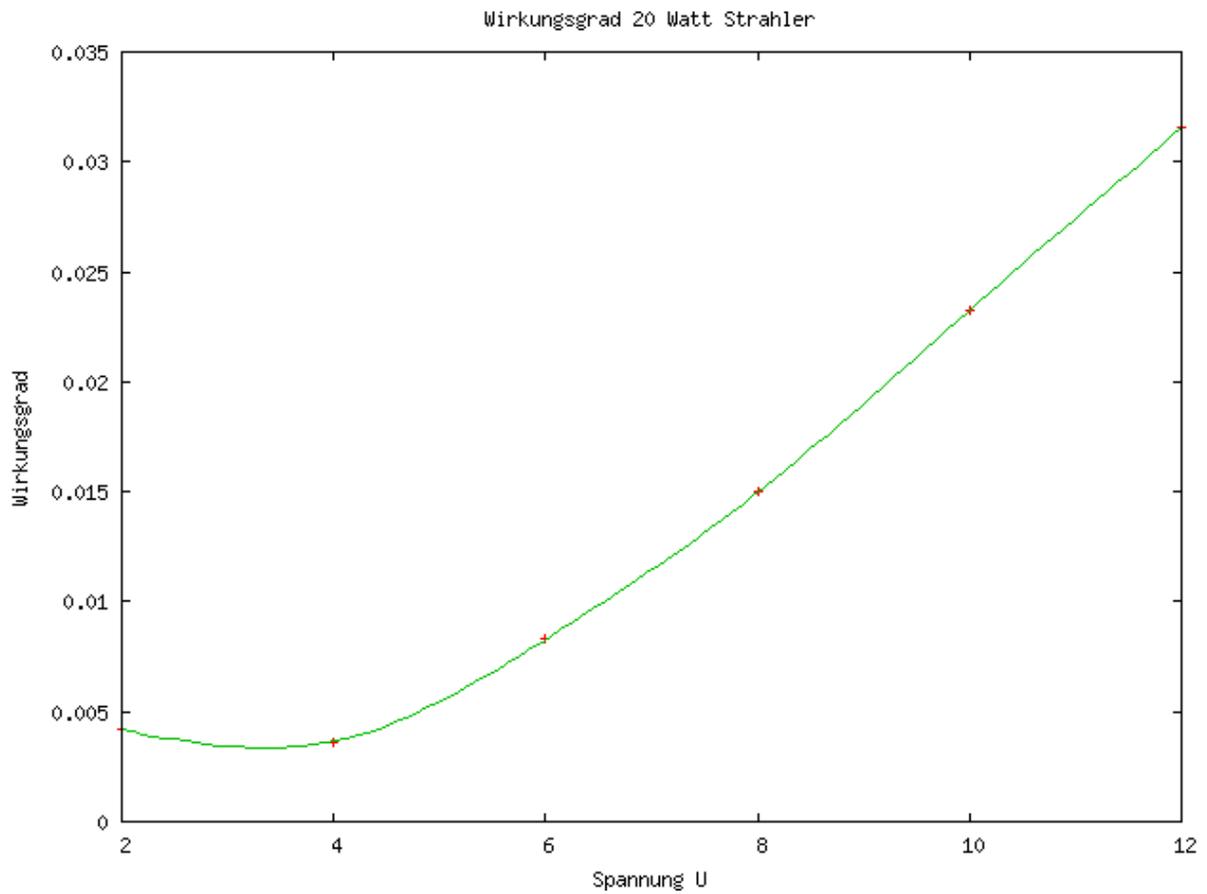
## Der Wirkungsgrad von Lampen

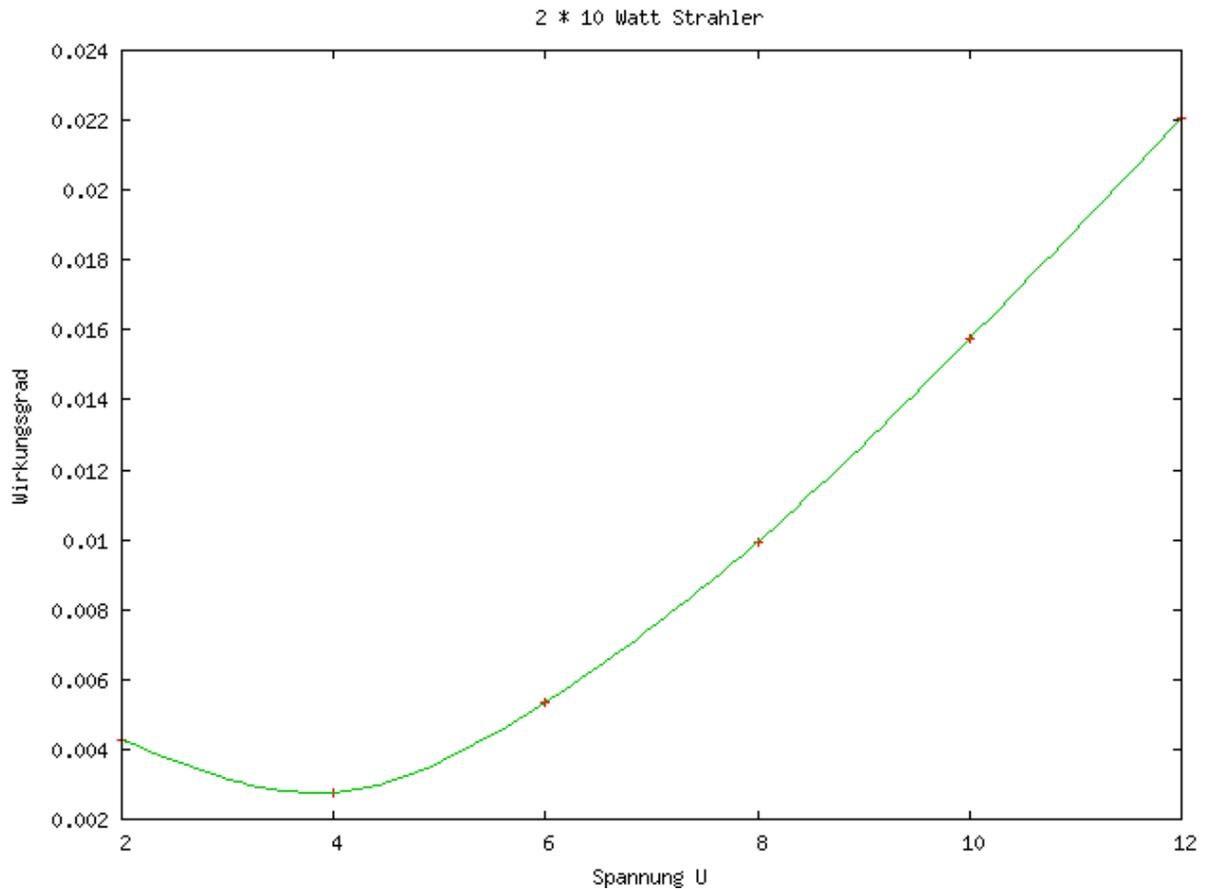
Zuerst die Helligkeit in Abhängigkeit von der Leistung:





Nun zu den Wirkungsgraden, jeweils in Abhängigkeit von der Leistung:





Die 20 Watt Lampe erzeugt ca. 3% Licht und 97 % Temperaturstrahlung. Die 2\*10 Watt Lampen erzeugen ca. 2% Licht und 98% Temperaturstrahlung.

Je höher die Temperatur eines Strahlers ist, desto stärker wird sein Intensitätsmaximum in Richtung des sichtbaren Lichts verschoben (Wiensches Verschiebungsgesetz).

Da die Temperatur natürlich mit der dem Strahler zugeführten Leistung zunimmt, strahlt der 20 Watt Strahler zwar insgesamt genau so viel Leistung ab wie zwei 10 Watt Strahler, sein Licht liegt jedoch mehr im sichtbaren Bereich, deshalb ist der errechnete Wirkungsgrad höher.