

# Auswertung P2-43 – Wärmestrahlung

Michael Prim & Tobias Volkenandt

3. Juli 2006

## Aufgabe 1 – Gültigkeit des Stefan-Boltzmann Gesetzes

Wie in der Vorbereitung beschrieben, untersuchten wir die Gültigkeit des Stefan-Boltzmann Gesetzes, dass die Abhängigkeit der Leistung von Fläche und Temperatur beschreibt.

Hierzu konnten wir einen zur Leistung proportionalen Spannungswert  $U_{MT}$  an der Mollschen Thermosäule messen. Weiterhin konnten wir die Temperatur des schwarzen Strahlers nicht direkt messen, sondern nur indirekt über ein Thermoelement, welches uns die Messung eines Spannungswertes  $U_{TH}$ , proportional zur Temperatur, ermöglichte. Anhand einer internationalen Tabelle für Thermoelemente konnten wir für jeden Spannungswert die zugehörige Temperatur ermitteln.

Zuvor bestimmten wir jedoch noch die Zimmertemperatur  $T_0 = 303^\circ K$  und vergewisserten uns von deren Konstanz im Laufe des Versuches, indem wir gelegentlich einen Blick auf das Zimmerthermometer warfen.

$U_{TH}$ [ $\mu V$ ]	T [ $^\circ K$ ]	$U_{MT}$ [ $\mu V$ ]	$U_{TH}$ [ $\mu V$ ]	T [ $^\circ K$ ]	$U_{MT}$ [ $\mu V$ ]
280	320	78	1400	469	435
325	327	83	1500	481	480
350	331	89	1630	496	540
380	335	95	1700	504	580
400	338	101	1800	515	630
425	342	106	1900	526	690
450	346	112	2000	538	740
480	350	117	2100	549	790
505	353	122	2200	560	840
545	359	130	2300	571	900
580	364	139	2500	593	1010
630	371	152	2700	614	1130
680	378	167	2900	635	1250
730	384	183	3100	656	1370
770	390	195	3300	679	1530
825	397	210	3500	698	1650
870	403	226	3700	719	1820
925	410	243	3900	740	2000
975	416	257	4100	760	2170
1025	423	276	4300	780	2380
1080	429	295	4500	800	2600
1150	438	320	4700	820	2850
1200	445	340	5000	850	3250
1280	454	370			

Tabelle 1: Messwerte für Überprüfung des Stefan-Boltzmann Gesetzes

Nachdem wir die Temperatur noch, wie in der Vorbereitung beschrieben, um die Zimmertemperatur korrigiert haben, ergab sich folgende Darstellung zwischen Spannung  $U_{MT}$  und Temperatur hoch 4:

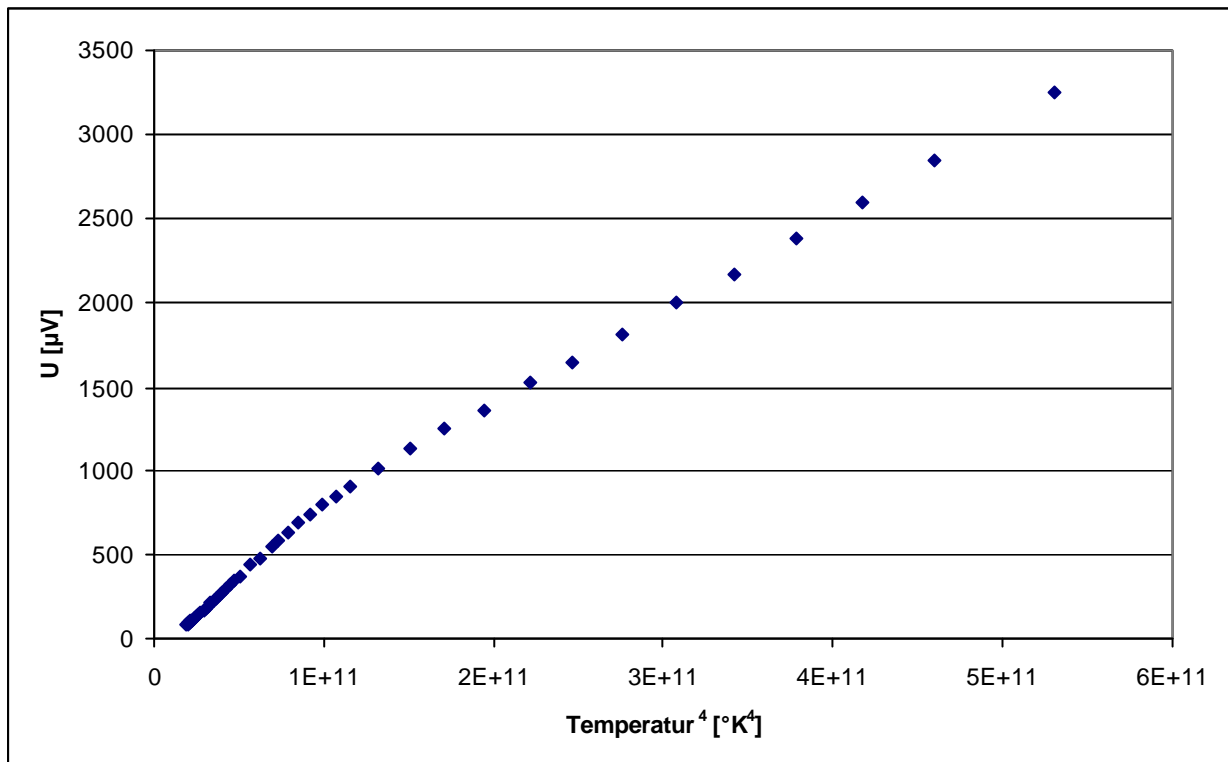


Diagramm 1: Spannungswerte über der Temperatur

Wie deutlich zu sehen ist, folgt das Schaubild einem linearen Zusammenhang, wie wir dies erwartet hatten.

Außerdem lässt sich das Stefan-Boltzmann-Gesetz in seiner Form ohne den Korrekturterm der Zimmertemperatur durch Logarithmieren in die Form einer Geradengleichung bringen.

$$P = sAT^4 \quad \text{und} \quad U \propto P \quad \rightarrow \quad \ln U \propto 4 \cdot \ln T$$

Trägt man nun diese Werte auf ergibt sich das Schaubild wie in Diagramm 2. Bildet man nun eine Ausgleichsgerade, so sollte deren Steigung ca. den Wert 4 haben.

Wie deutlich zu sehen ist, folgt auch hier das Schaubild wieder dem erwarteten linearen Zusammenhang und die Steigung liegt sehr nahe am erwarteten Theoriewert.

Die leichte Abweichung vom Wert 4, könnte unter anderem daher rühren, dass die Zimmertemperatur bei der logarithmischen Betrachtung nicht berücksichtigt wurde, da es mathematisch nicht möglich ist das Stefan-Boltzmann-Gesetz mit Zimmertemperaturkorrekturterm in die Form einer Geradengleichung zu bringen.

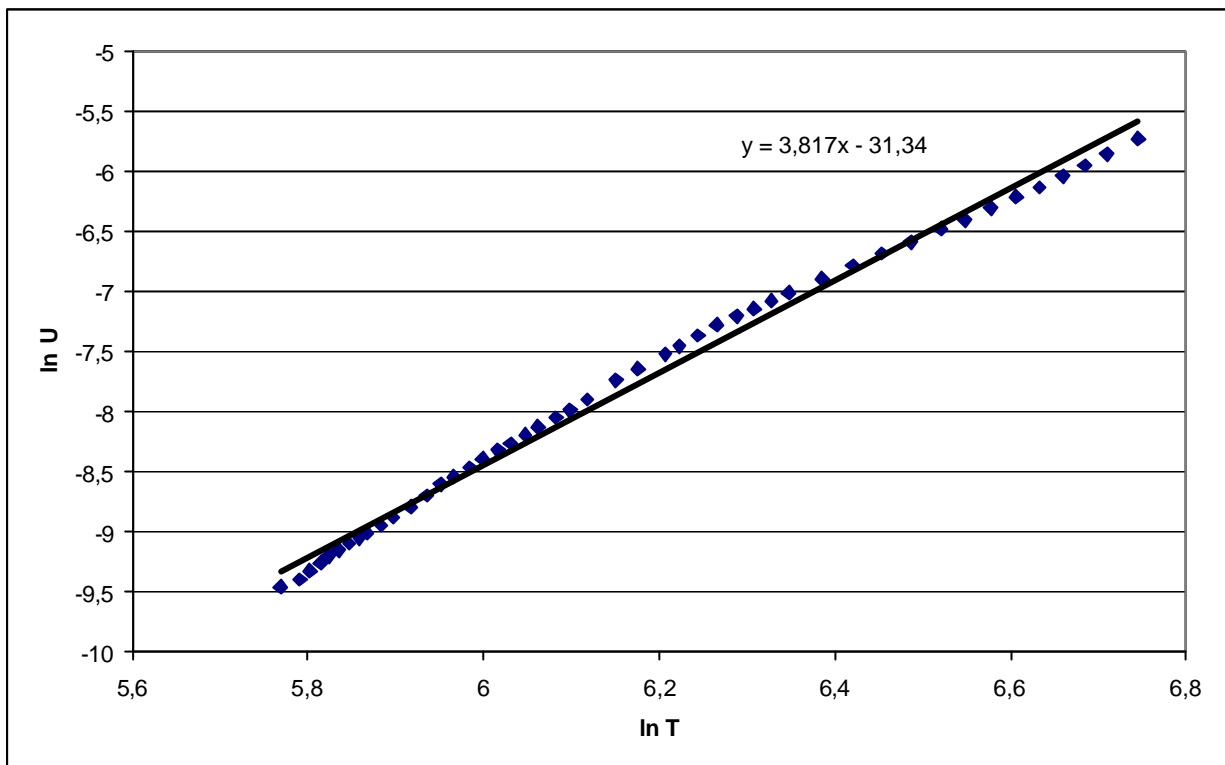


Diagramm 2: Logarithmus der Spannung über dem Logarithmus der Temperatur und zugehörige Ausgleichsgerade mit Steigung

## Aufgabe 2 – Emissionsvermögen verschiedener Flächen

Bei ansonsten gleicher Anordnung, ersetzen wir den schwarzen Strahler aus Aufgabe 1 durch eine drehbare und beheizbare Scheibe deren Vorderseite, jeweils zu einem Viertel, mit 4 verschiedenen Stoffen beschichtet war. Diese Stoffe waren Titanoxid, Russ, raues sowie blankes Kupfer.

Inzwischen betrug die Raumtemperatur nur noch  $T_0 = 302^\circ K$ .

T [°K]	Kupfer blank $U_{KB}$ [ $\mu V$ ]	Kupfer rau $U_{KR}$ [ $\mu V$ ]	Titanoxid $U_T$ [ $\mu V$ ]	Russ $U_R$ [ $\mu V$ ]
302	5	4	4	4
311	11,5	14	21	20
322	19	28	43	41
332	31	43	70	68
343	39	61	99	93
353	51	75	126	121
364	62	100	160	151
373	76	118	192	178

Tabelle 2: Messwerte zum Vergleich der Emissionswerte

Trägt man nun wieder die Spannungswerte über der Temperatur hoch 4 auf, korrigiert um die Raumtemperatur, so erkennt man deutlich die linearen Verläufe in Diagramm 3.

Es lässt sich deutlich erkennen, dass Titanoxid das beste Emissionsvermögen hat und daher am ehesten einem schwarzen Strahler gleich kommt. Dicht gefolgt vom mit Russ beschichteten Sektor. Man erkennt weiter, dass Raues Kupfer noch etwas besser emittiert als blankes Kupfer.

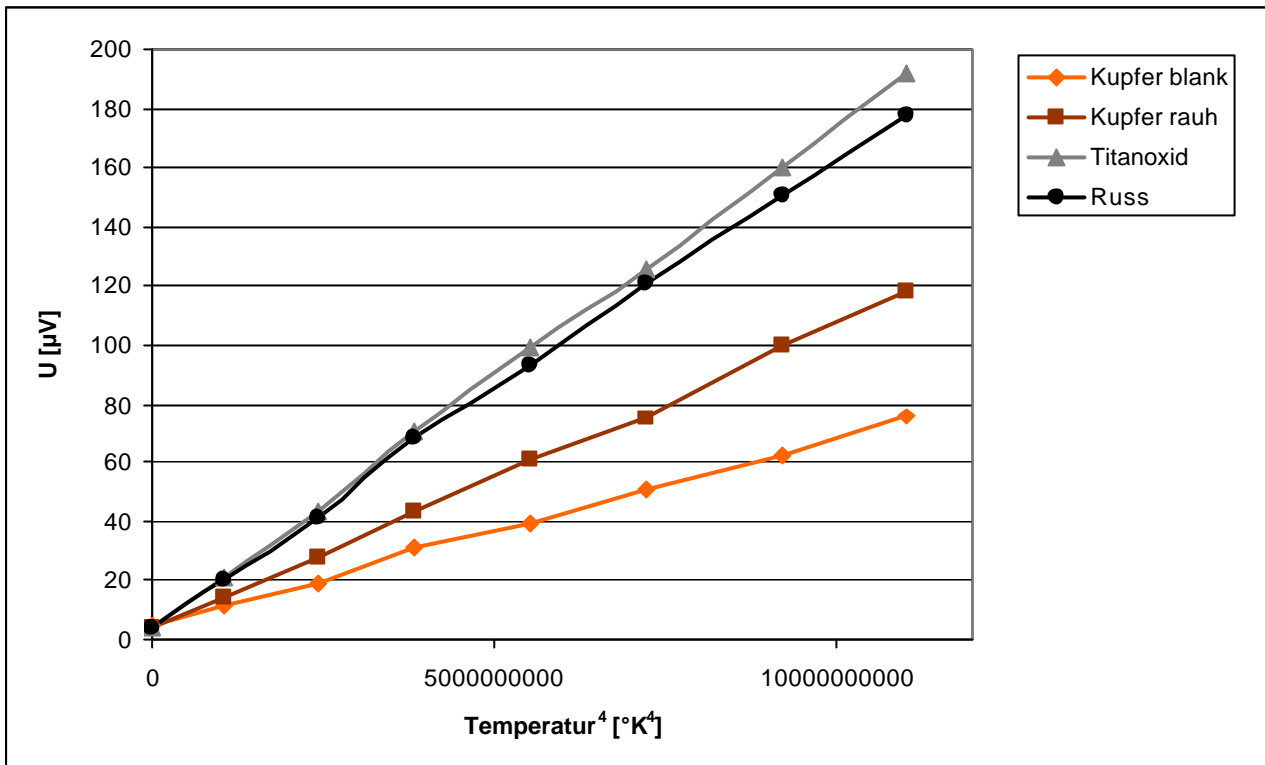


Diagramm 3: Spannungswerte über der Temperatur

### Aufgabe 3 – Die wahre Temperatur einer Glühlampe

In dieser Aufgabe wollten wir die wahre Temperatur  $T_w$  einer Glühlampe mit Hilfe eines Pyrometers bestimmen. Dazu gingen wir wie in der Aufgabenstellung und Vorbereitung beschrieben vor.

Es zeigte sich hierbei, dass das größte Problem das Einstellen der Helligkeit darstellte, welche doch sehr subjektiv wahrgenommen wird. Daher beschränkten wir uns auch auf wenige Messwerte, bei denen wir ohnehin schon Probleme hatten einen großen Helligkeitsunterschied zwischen ihnen wahrzunehmen.

Die Messung nach oben zu erweitern war nicht möglich, da die Glühlampe keine höheren Lampenströme  $I_L$  vertragen hätte.

Nach der Messung des Pyrometerstroms  $I_p$  konnten wir anhand der beiliegenden Eichkurve die wahre Temperatur ermitteln.

$I_L$ [A]	3	4	5
$I_p$ [A]	2	2,2	2,3
$T_s$ [°K]	1400	1550	1600
$T_w - T_s$ [°K]	78	96	103
$T_w$ [°K]	1478	1646	1703

Tabelle 3: Messwerte zur wahren Temperatur

In Diagramm 4 ist die wahre Temperatur über dem Lampenstrom grafisch dargestellt.

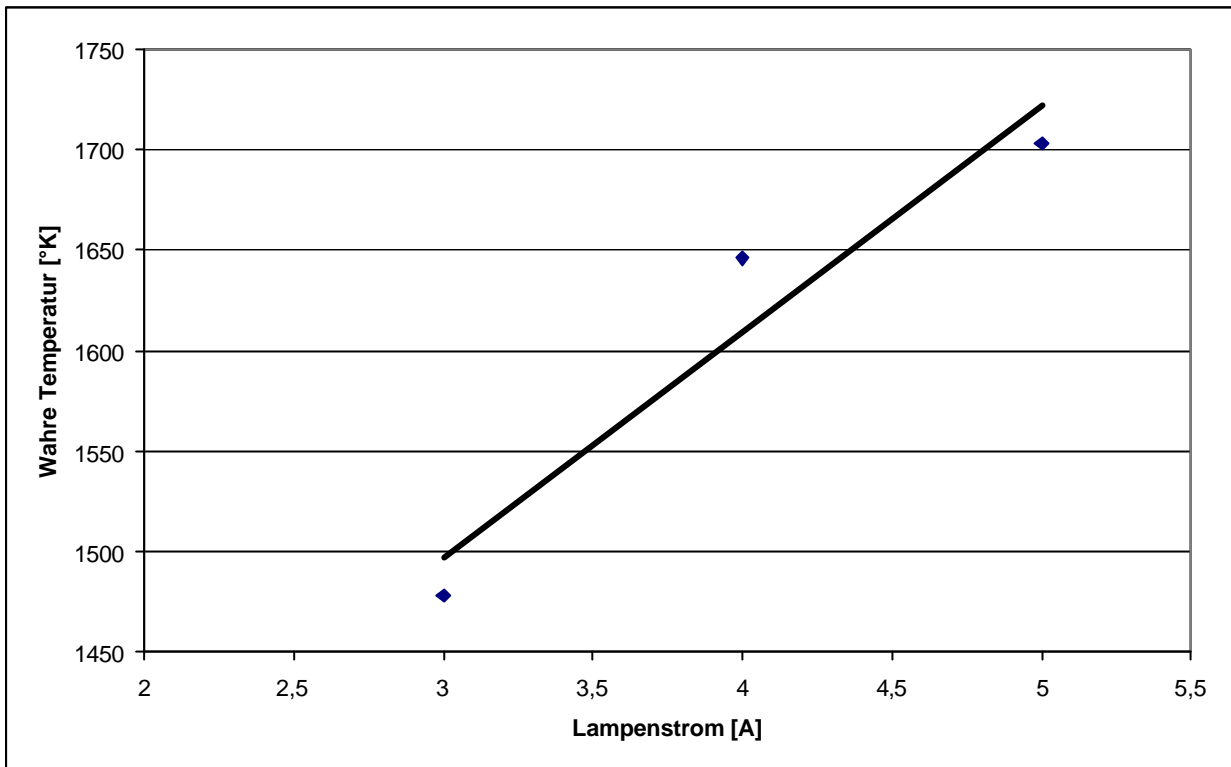


Diagramm 4: Wahre Temperatur über dem Lampenstrom

Insgesamt ordnen wir dieser Teilaufgabe eher qualitativen Charakter zu, was jedoch möglicherweise auch am nicht unbedingt stark ausgeprägten Helligkeitsunterschiedsempfinden der Experimentatoren gelegen haben mag.