

Stromkreise & Glühlämpchen

Physik Kurzbericht

Physik Bericht mit Bezug auf das Praktikum vom 24. März 2022

Zürich, 7. April 2022

GLÜHLÄMPCHEN

Im Gegensatz zu einem idealen ohmschen Widerstand sind bei einem Glühlämpchen Strom und Spannung nicht zu einander proportional. Der Zusammenhang zwischen den beiden Grössen wird hier in der Regel graphisch in Form einer Kennlinie (Charakteristik) festgehalten.

ZIEL	Sie machen sich mit dem Aufbau einer einfachen Schaltung und dem Messen von Spannung und Strom vertraut.
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none">▶ Netzgerät (variable Gleichspannung)▶ Glühlämpchen und Fassungen▶ Kabel▶ Multimeter zur Strom- und Spannungsmessung
VORGEHEN	<p>A Bauen Sie einen einfachen Stromkreis mit der Spannungsquelle (variable Gleichspannung), einem Glühlämpchen auf. Schliessen Sie anschliessend je ein Multimeter für die Spannungs- und Strommessung an.</p> <p>Lassen Sie den Stromkreis vor dem Einschalten der Spannung vom Lehrer überprüfen!</p> <p>B Messen Sie für mindestens zehn verschiedene Spannungswerte den Strom durch das Lämpchen. Halten Sie auch die Genauigkeit der Messwerte im Protokoll fest.</p> <p>C Messen Sie analog zu B zwei weitere Lämpchen aus.</p> <p>D Bauen Sie einen Stromkreis mit zwei gleichen Lämpchen in Serie auf. Messen die Gesamtspannung, die Teilspannungen über den Lämpchen und den Gesamtstrom.</p> <p>E Schliessen Sie die beiden Lämpchen jetzt parallel zu einander an die Spannungsquelle an und messen Sie die Spannung, den Gesamtstrom und die Teilströme durch die Lämpchen.</p> <p>F Zeichnen Sie ein Schaltschema für jede der vier Schaltungsmöglichkeiten mit drei gleichen Lämpchen. Diskutieren Sie für jede Schaltung, wie die Reihenfolge der Helligkeiten herauskommen sollte. Halten Sie Ihre Vermutungen im Protokoll fest.</p> <p>G Bauen Sie die beiden nichttrivialen Schaltungen von F der Reihe nach auf. Überprüfen Sie Ihre Vermutungen und messen Sie jeweils den Gesamtstrom, die Gesamtspannung und die Teilspannungen</p>
AUFGABEN	<ol style="list-style-type: none">1. Stellen Sie die Strom-Spannungs- sowie die Widerstands-Strom-Kennlinien der Glühlämpchen aus Messungen B/C in einem Diagramm graphisch dar (wo sinnvoll mit Fehlerbalken).2. Passen Sie je eine Gerade in die Widerstands-Strom-Diagramme ein. Bestimmen Sie Steigung und Achsenabschnitt der Geraden (mit korrekten Einheiten). Wie lassen sich die Unterschiede zwischen den Lämpchen erklären?3. Leiten Sie einen formalen Ausdruck für die Stromstärke als Funktion der Spannung her und schreiben Sie diesen mit physikalisch sinnvollen Bezeichnungen. Zeichnen Sie die Kurven mit Hilfe der bei Aufgabe 2 bestimmten Parameter ins Strom-Spannungs-Diagramm ein.4. Lesen Sie aus der ersten Kennlinie von Aufgabe 1 ab, wie gross der Strom durch die in Serie geschalteten Lämpchen sein sollte. Vergleichen Sie das Resultat mit dem Messwert.5. Bestimmen Sie analog den zu erwartenden Strom durch die parallel geschalteten Lämpchen und vergleichen Sie diesen wieder mit der Messung.6. Berechnen Sie die Gesamtstromstärke und die Teilspannungen für die beiden Anordnungen von Messung G aus der Gesamtspannung und prüfen Sie die Übereinstimmung der Ergebnisse mit Ihren Messwerten.
BEDINGUNGEN	Falls Sie einen Kurzbericht schreiben, bearbeiten Sie mindestens Aufgaben 1 bis 3. Für einen vollständigen Bericht bearbeiten Sie alle Aufgaben.

Abgabetermin des Berichts ist **Donnerstag, 7. April 2022**.

1 Experiment

Am 24. März beschäftigten wir uns im Rahmen des Physikpraktikums mit Stromkreisen und Glühlämpchen. Ziel des Experiments war es, die Spannungen und Stromstärken der verschiedenen Lämpchen zu messen. Die Spannungs- und Stromquelle war ein Netzteil. Die gewünschte Spannung konnte eingestellt werden. Ein Multimeter maß die Spannung an einem bestimmten Punkt des Stromkreises. Das andere maß die Stromstärke an einem bestimmten Punkt.

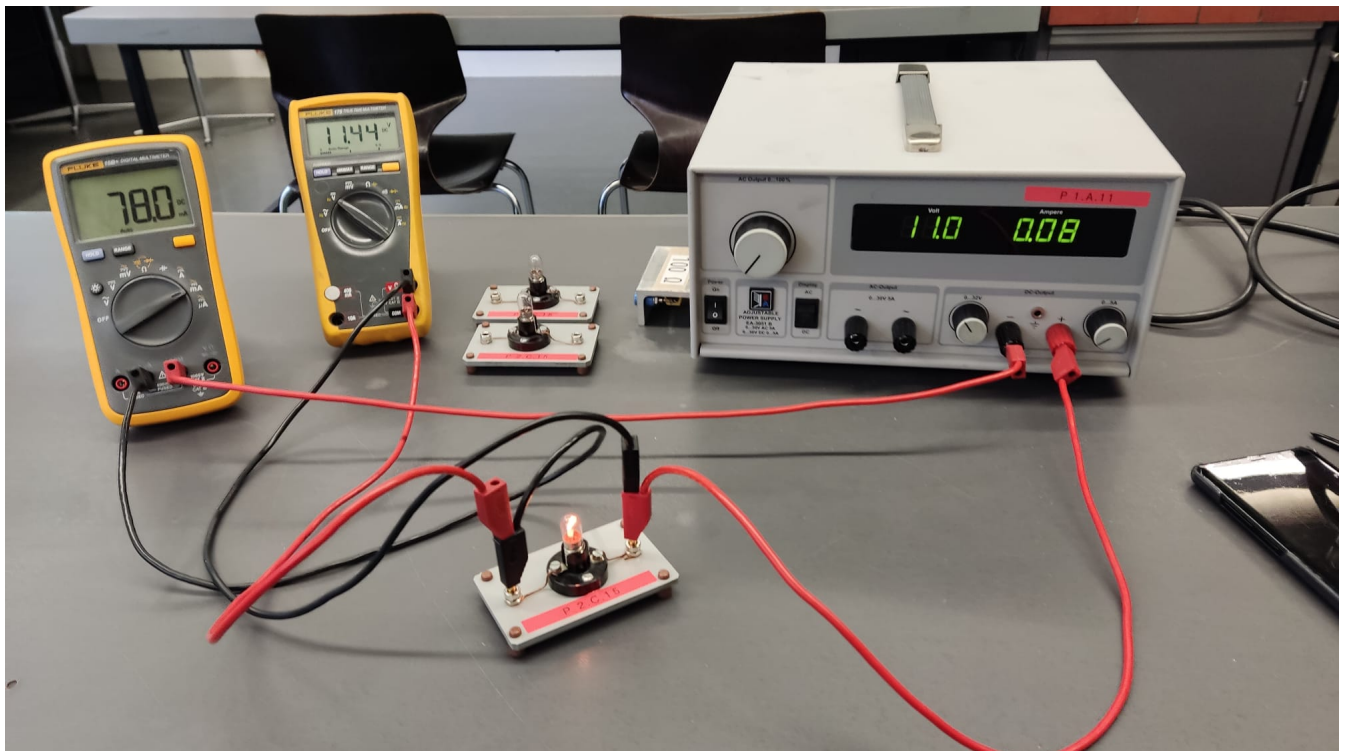


Figure 1: Einfacher Stromkreis

2 Fehlerrechnung

Der Fehler wurde für die Stromstärke und den Widerstand berechnet. Der Fehler ist die Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert. Der durchschnittliche Fehler wurde berechnet, indem die Summe aller Fehler durch die Anzahl der Fehler dividiert wurde:

Fehler der Messung der Stromstärken:

$I_{max}[mA]$	$I_{min}[mA]$	Fehler $[mA]$
39.5	39.1	0.4
48.5	40.3	0.2
64.6	64	0.6
73.6	73.3	0.3
82.2	81.7	0.5
93.6	93.4	0.2
101	100.1	0.9
107.9	107.1	0.8
120.7	119.6	1.1
123.9	122.8	1.1

Der Fehler der Stromstärkemessung entspricht also:

$$F_I = 0.64 \text{ mA}$$

Fehler der Messung der Widerständen:

$R_{max}[\Omega]$	$R_{min}[\Omega]$	Fehler $[\Omega]$
93.35	92.4	0.95
105.36	105.8	0.44
130.17	128.95	1.22
141.47	140.9	0.57
153	152.07	0.93
166.38	166.02	0.36
176.02	174.45	1.57
184.31	182.95	1.36
198.99	197.18	1.81
202.36	200.56	1.8

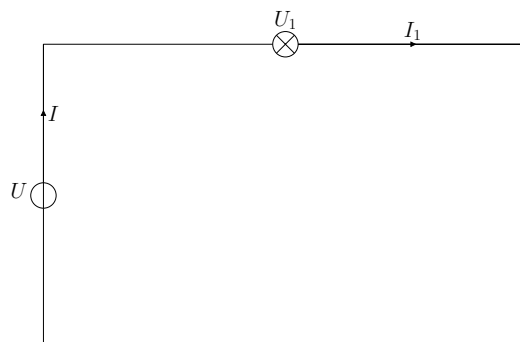
Der Fehler der Widerständemessung entspricht also:

$$F_R = 1.101 \Omega$$

3 Messungen

3.1 Messung A

Ein einfacher Stromkreis wurde gebaut. Dieser wird für die Messungen A, B und C benutzt:



3.2 Messung B

Bei Messung B wurden für zehn verschiedenen Spannungswerte den Strom durch das Lämpchen gemessen:

Spannung U[V]	Stromstärke I[mA]
3.65	39.50
5.11	48.30
8.33	64.60
10.37	73.60
12.50	82.20
15.54	93.60
17.62	100.70
19.74	107.70
23.80	120.00
24.85	123.00

3.3 Messung C

In dieser Messung wurde das gleiche Verfahren wie bei Messung B bei zwei weiteren Lämpchen angewendet.

Messung für Lämpchen 2:

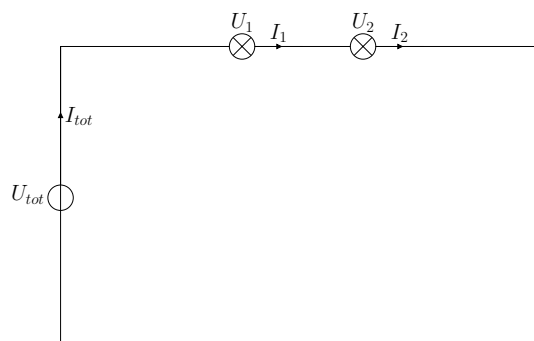
Spannung U[V]	Stromstärke I[mA]
3.65	39.10
5.11	48.40
8.33	64.00
10.37	73.30
12.50	81.80
15.54	93.60
17.62	101.00
19.74	107.90
23.80	120.70
24.85	123.90

Messung für Lämpchen 3:

Spannung U[V]	Stromstärke I[mA]
3.65	39.30
5.11	48.50
8.33	64.10
10.37	73.30
12.50	81.70
15.54	93.40
17.62	100.10
19.74	107.10
23.80	119.60
24.85	122.80

3.4 Messung D

Folgender Stromkreis wurde aufgebaut:

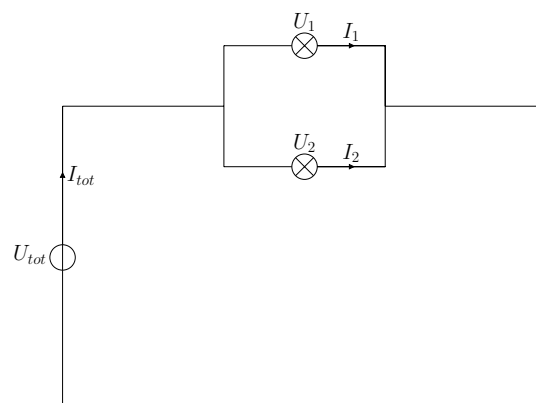


Folgende Werte ergaben sich:

- $U_{tot} = 20.81V$
- $U_1 = 10.37mA$
- $U_2 = 10.45V$
- $I_1 = 73.57mA$
- $I_2 = 73.6mA$
- $I_{tot} = 73.6mA$

3.5 Messung E

Folgender Stromkreis wurde aufgebaut:



Die Gesamtspannung U_{tot} und der Gesamtstrom I_{tot} sind bekannt:

$$U_{tot} = 20.59V$$

$$I_{tot} = 220.6mA$$

Man weiss schon, dass:

$$U_1 = U_2 = U_{tot}$$

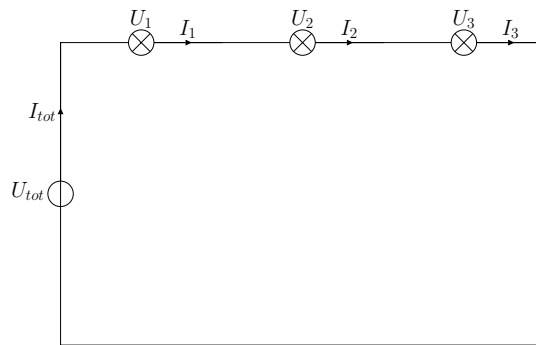
Das Multimeter zur Strommessung mass folgende Werte für I_1 und I_2 :

$$I_1 = 111.3mA$$

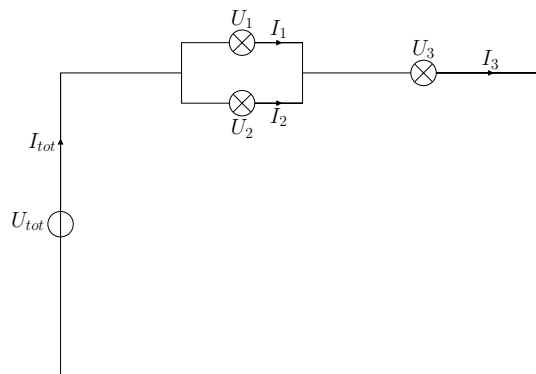
$$I_2 = 110.5mA$$

3.6 Messung F

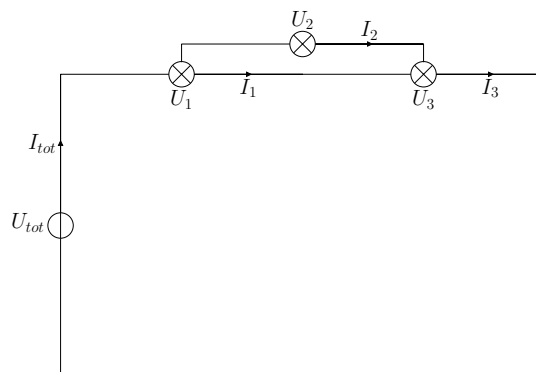
1)



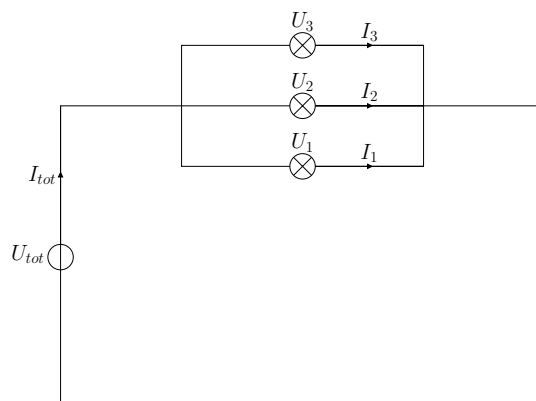
2)



3)



4)



Unsere Vermutungen (Helligkeit):

1. 1, 1, 1
2. 0, 0, 1
3. $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$
4. 1, 1, 1

3.7 Messung G

Folgende Helligkeiten ergaben sich nach dem Bau der Schaltungen von **Messung F**:

1. $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$
2. 0, 0, 1
3. $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$
4. 1, 1, 1

Folgende Messwerte wurden gemessen:

Schaltschema	U_1	U_2	U_3	I_{tot}	U_{tot}
1	4.196 V	4.100 V	4.250 V	42.500 mA	12.530 V
2	0 V	0 V	12.480 V	81.200 mA	12.480 V
3	6,235 V	12.400 V	6.169 V	155.2 mA	12.400 V
4	12.430 V	12.430 V	12.430 V	378.96 mA	12.430 V

4 Aufgaben

Alle dargestellten Regressionsgeraden wurden mit Excel berechnet. Sie entsprechen:

1. Regressionsgerade der U-I-Kennlinie:

$$f(x) = 0.2553x - 7.6082$$

2. Regressionsgerade der W-I-Kennlinie:

$$f(x) = 1.2886x + 44.849$$

3. Regressionsgerade des Glühlämpchens 1:

$$f(x) = 1.2991x + 43.639$$

4. Regressionsgerade des Glühlämpchens 2:

$$f(x) = 1.2576x + 47.096$$

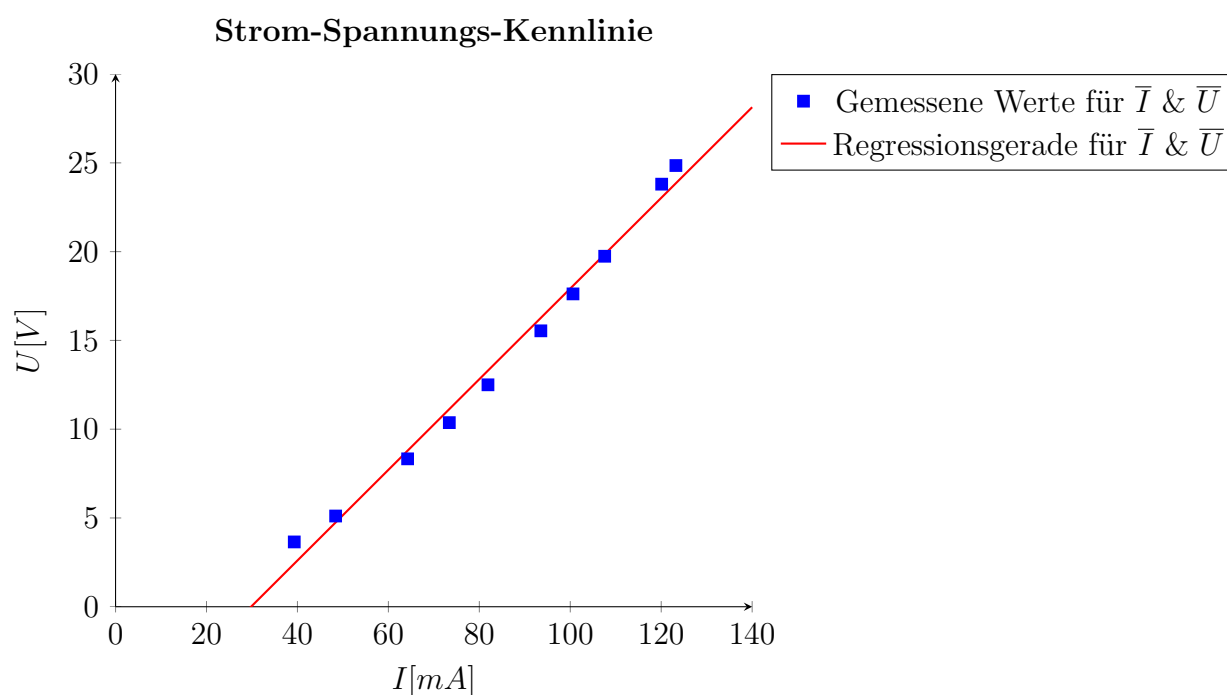
5. Regressionsgerade des Glühlämpchens 3:

$$f(x) = 1.3093x + 43.797$$

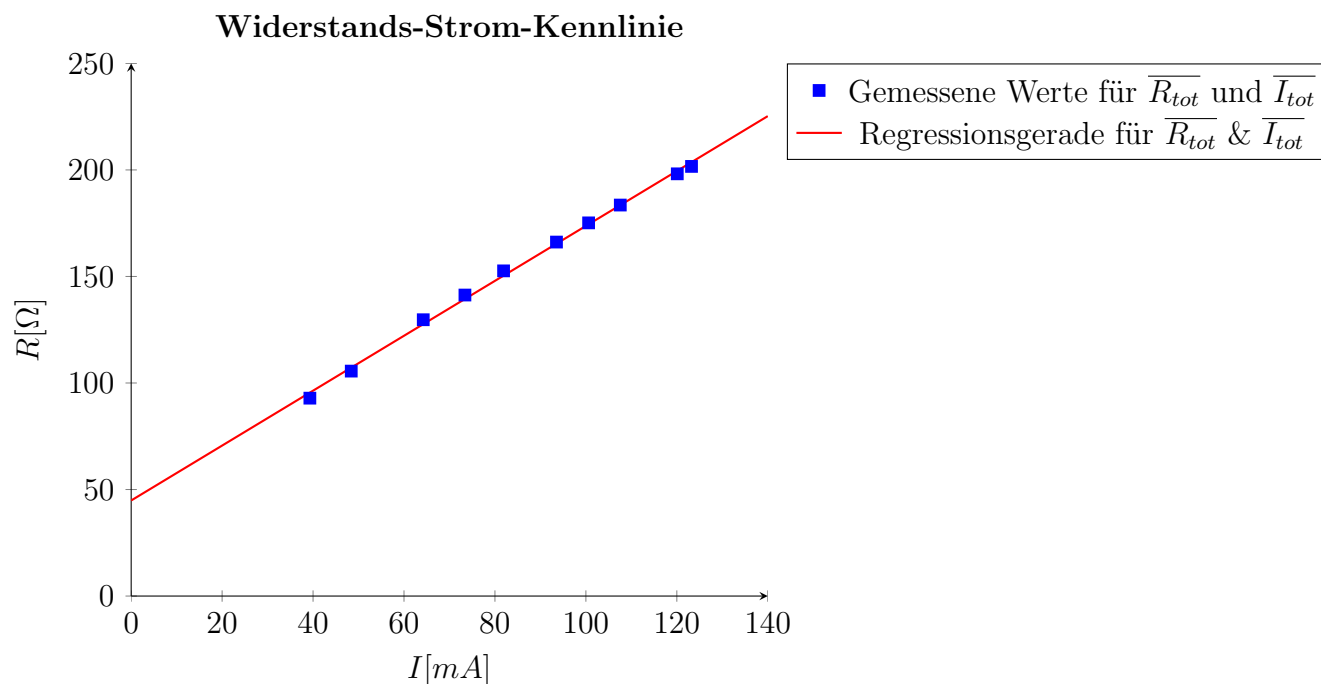
4.1 Aufgabe 1

Kennlinien der Glühlämpchen:

Für die Strom-Spannungs-Kennlinie wurden das Mittelwert der Spannung für jede Messung von jedem Glühlämpchen, sowie das Mittelwert der Stromstärken für jede Messung von jedem Glühlämpchen berechnet.

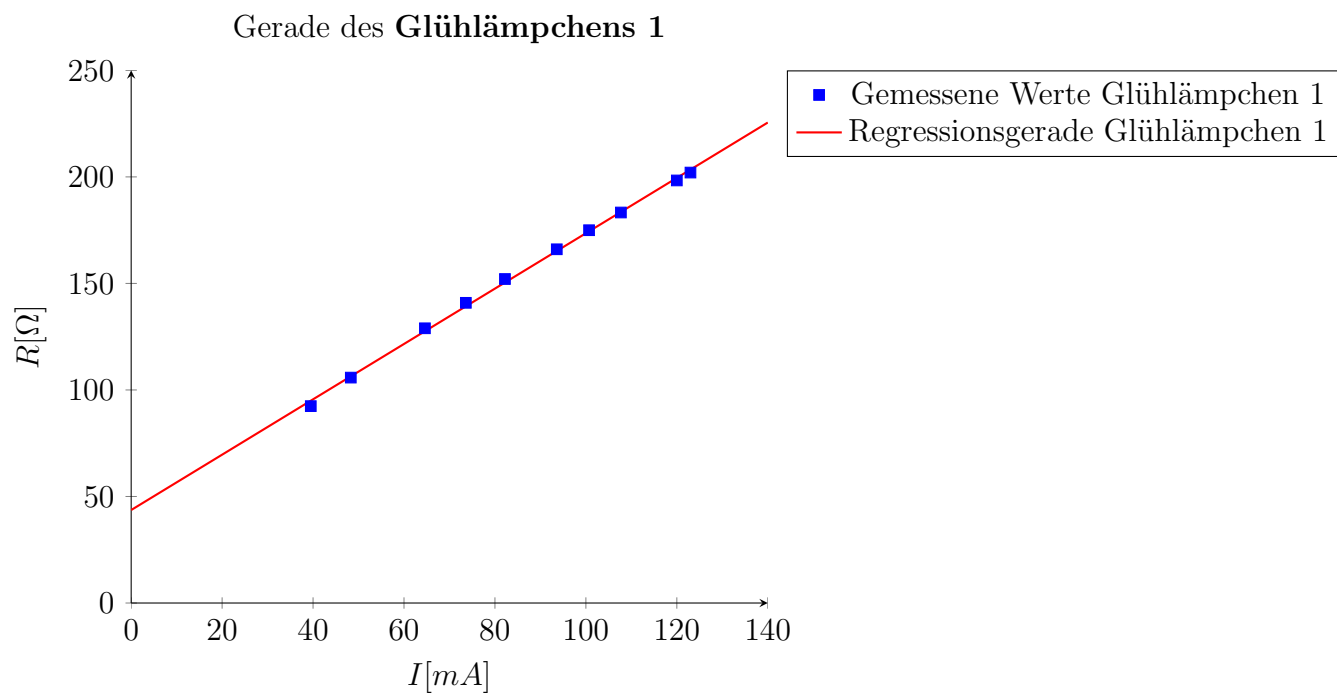


Für die Widerstands-Strom-Kennlinie wurden das Mittelwert der Stromstärken für jede Messung von jedem Glühlämpchen und das Mittelwert der Widerständen für jede Messung von jedem Glühlämpchen berechnet.



4.2 Aufgabe 2

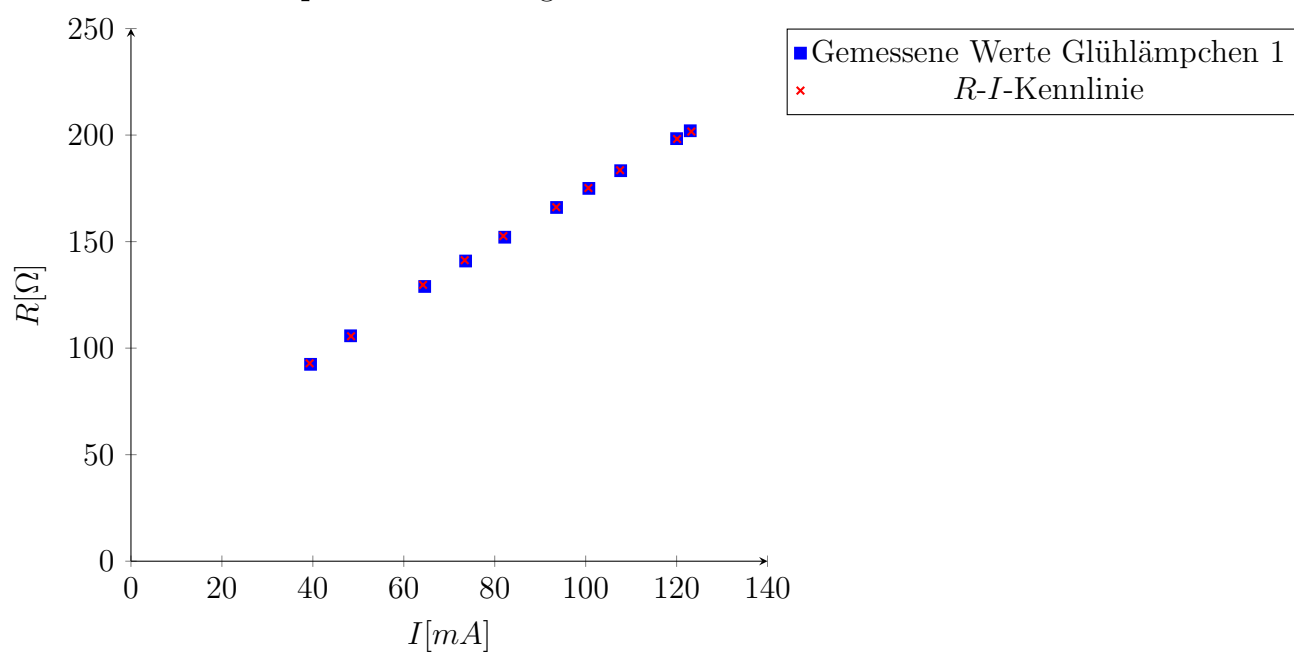
Für die Geraden der Glühlämpchen wurden die Messwerten als Koordinatenpunkte in einer Grafik eingefügt. Somit ergaben sich folgende Grafiken:

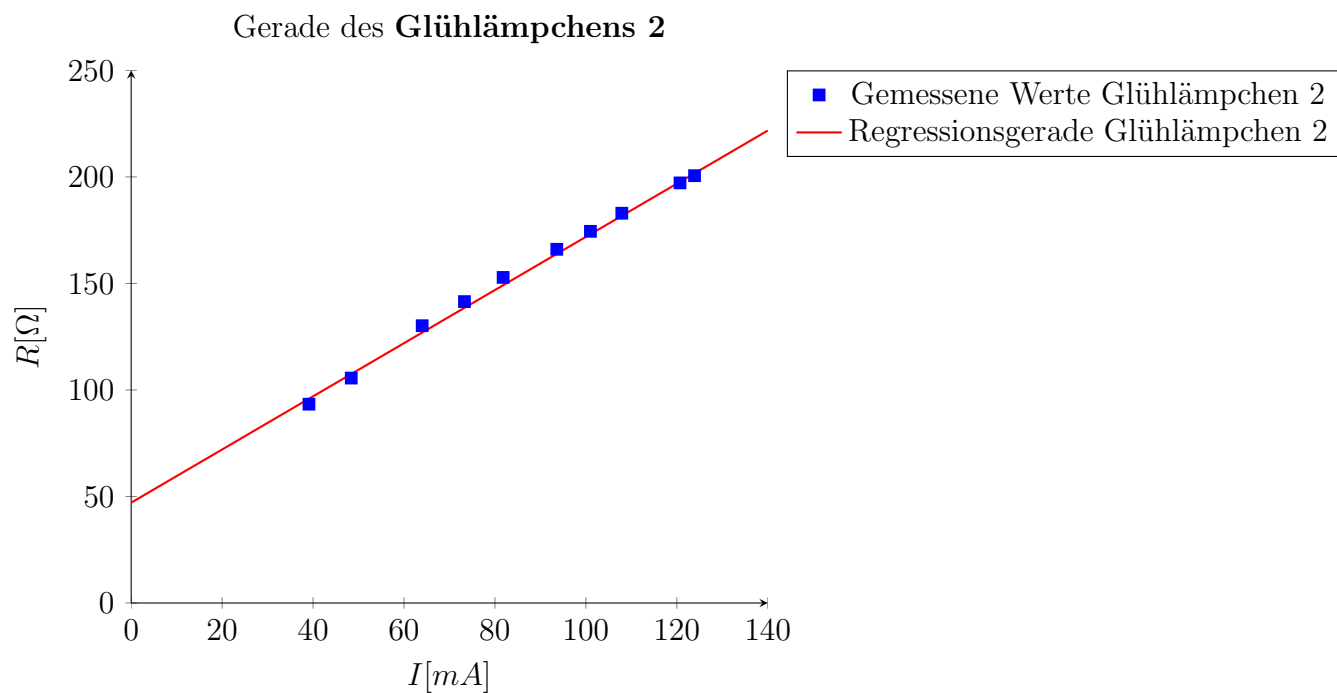


Der Achsenabschnitt wurde durch die lineare Regressionsfunktion berechnet. Laut den Rechnungen von Excel ist der Achsenabschnitt a_1 :

$$a_1 = 43.639$$

Gerade des **Glühlämpchens 1** im Vergleich zur **R-I-Kennlinie**

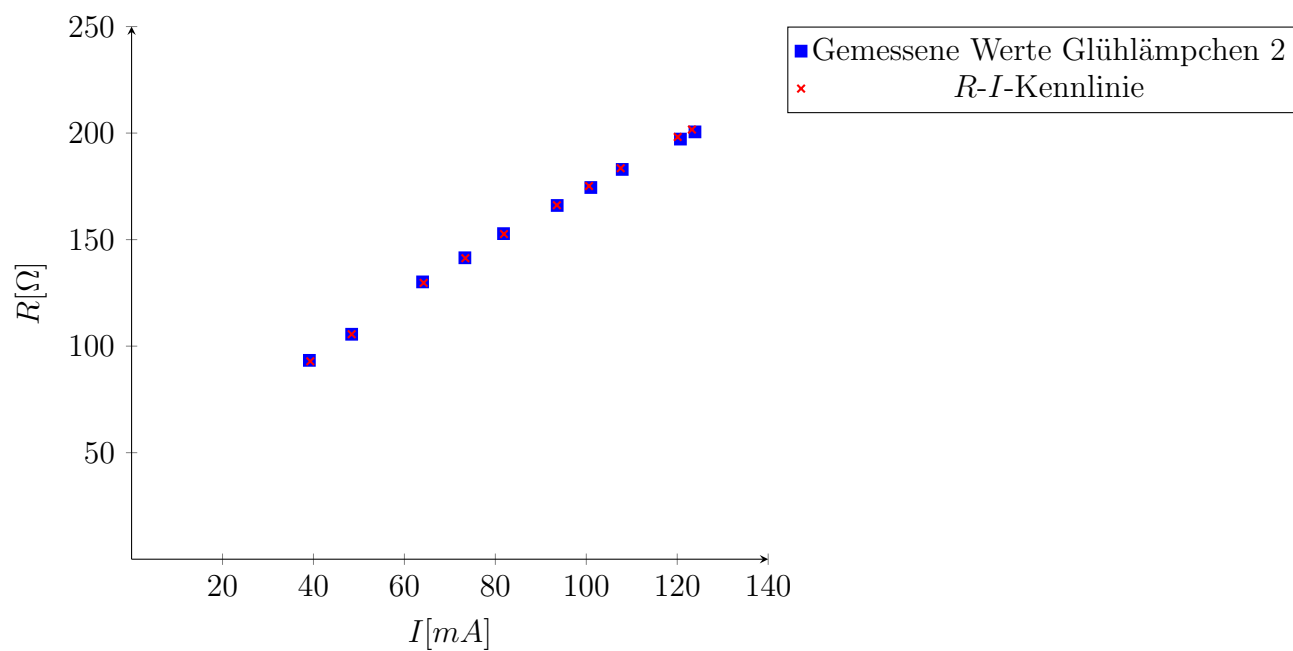


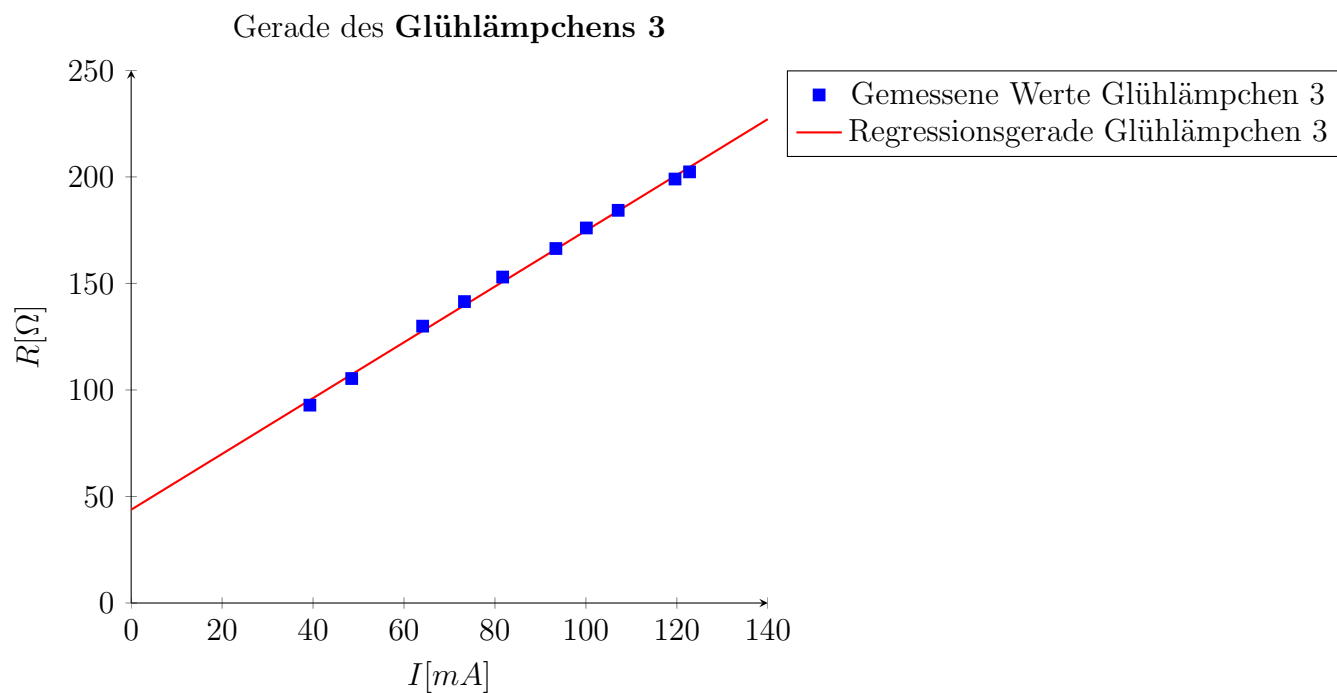


Der Achsenabschnitt wurde durch die lineare Regressionsfunktion berechnet. Laut den Rechnungen von Excel ist der Achsenabschnitt a_2 :

$$a_2 = 47.096$$

Gerade des Glühlämpchens 2 im Vergleich mit der R-I-Kennlinie

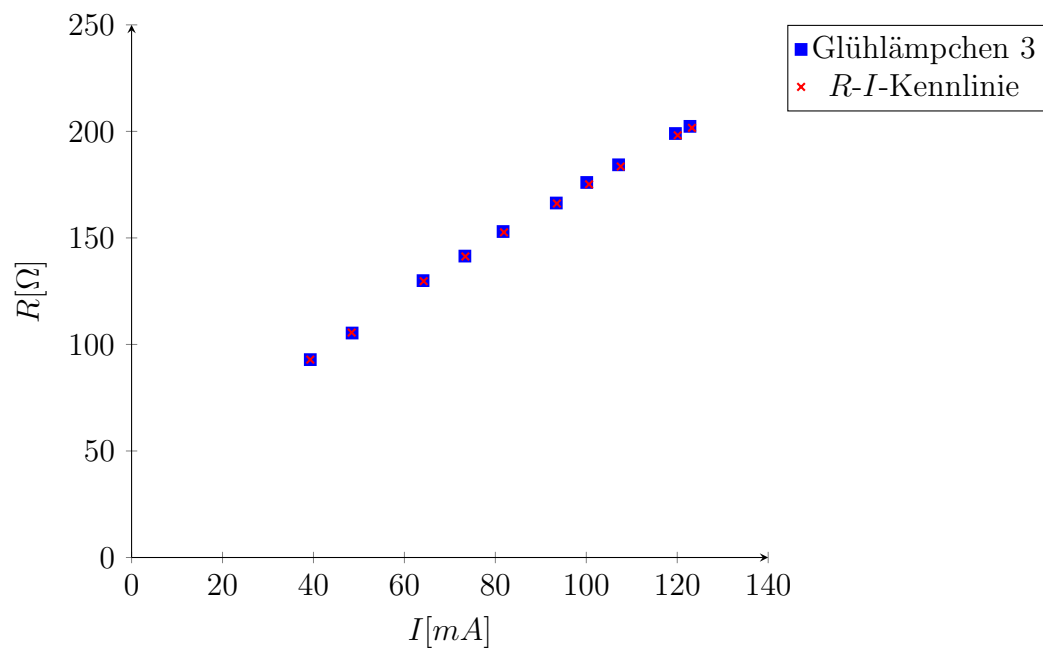




Der Achsenabschnitt wurde durch die lineare Regressionsfunktion berechnet. Laut den Rechnungen von Excel ist der Achsenabschnitt a_3 :

$$a_3 = 43.797$$

Gerade des Glühlämpchens 3 im Vergleich mit der R-I-Kennlinie



4.3 Aufgabe 3

Die Spannung bezeichnet die Arbeit pro Ladung:

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1)$$

Die Stromstärke bezeichnet die Anzahl Ladungen pro Zeit:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2)$$

Die Leistung bezeichnet die Arbeit pro Zeit:

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

Der Widerstand bezeichnet die Ladung geteilt durch die Stromstärke:

$$R = \frac{U}{I} \quad (4)$$

In einem Stromstärke-Widerstands-Diagramm kann der Widerstand folgenderweise definiert werden:

$$R = k \cdot I + R_0$$

Ersetzt man jetzt in diesem Ausdruck R mit $\frac{U}{I}$ ergibt sich:

$$\frac{U}{I} = k \cdot I + R_0$$

$$\boxed{I = \frac{U - R_0}{k}}$$