

Messübungen

Grundsaltungen

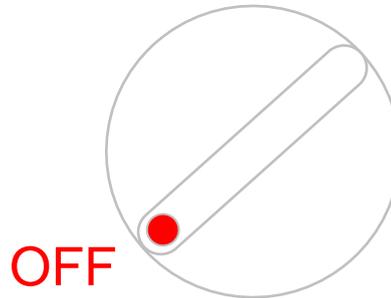
Aufgaben

von

Harald Gorbach

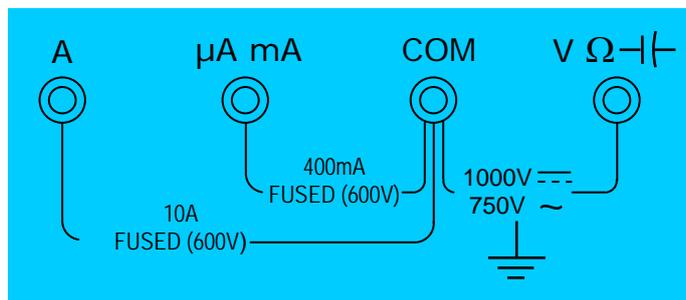
MÜ1.1**Handhabung der Messgeräte**

Messgeräte nach Gebrauch immer ausschalten!

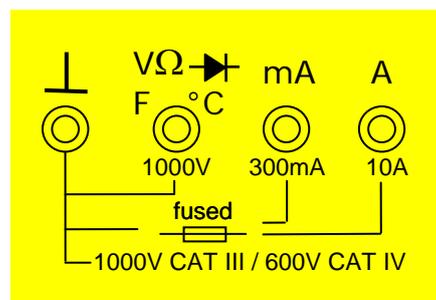


Wie muss ich anschließen?

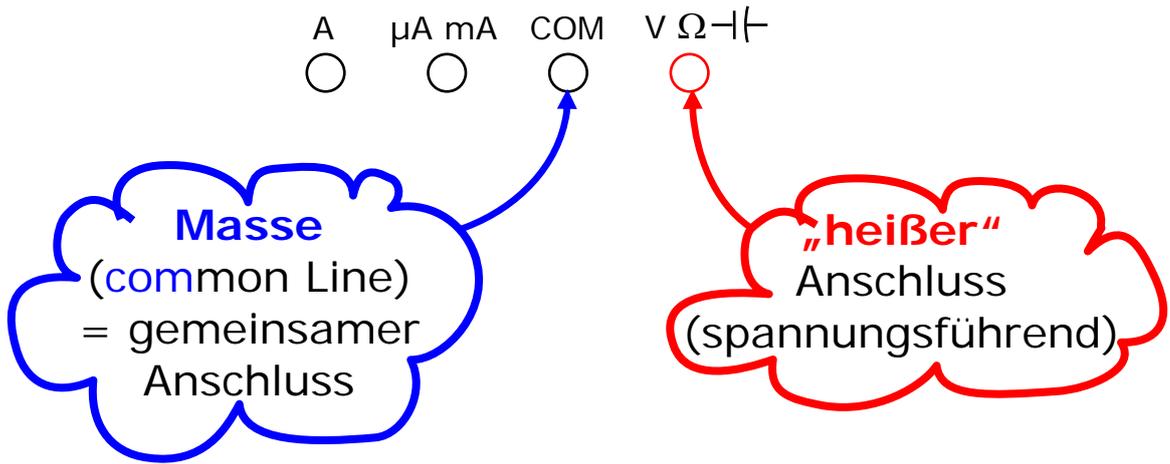
i. *Digitales Multimeter (DMM912) von Tektronix*



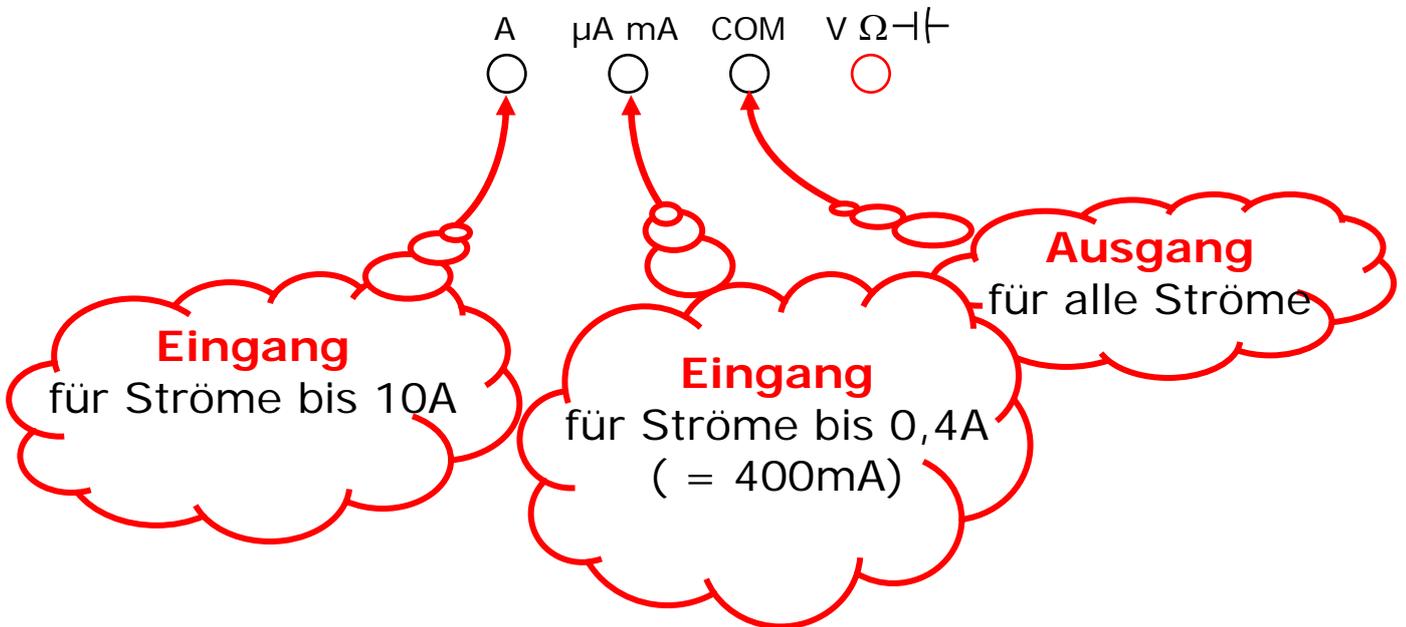
ii. *Digitales Multimeter Fluke87*



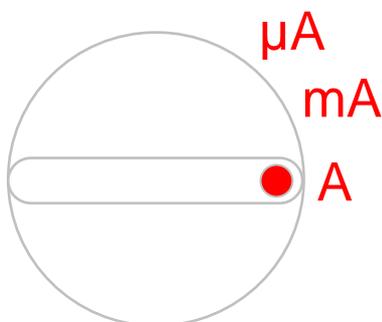
a) Spannungsmessung (Volt-Meter)



b) Strommessung (Ampere-Meter)



Mit welcher Stromstärke rechnen wir?



1. 0,000.00x A (max. 0,4A)
2. 0,00x A (max. 0,4A)
3. x,00A (max. 10A)

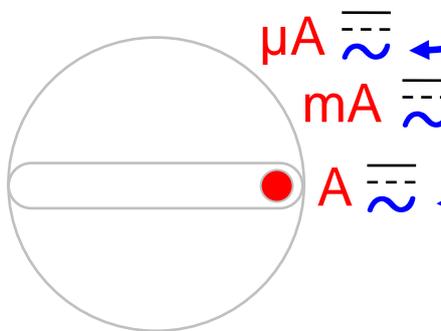
- 👉 **FUSED** (Sicherung defekt)
- 👉 **OL** (overload = Messbereich überschritten)



Welche Stromart wird verwendet?

AC...Wechselstrom \sim
DC...Gleichstrom \equiv
AC+DC...Mischstrom \equiv , \sim

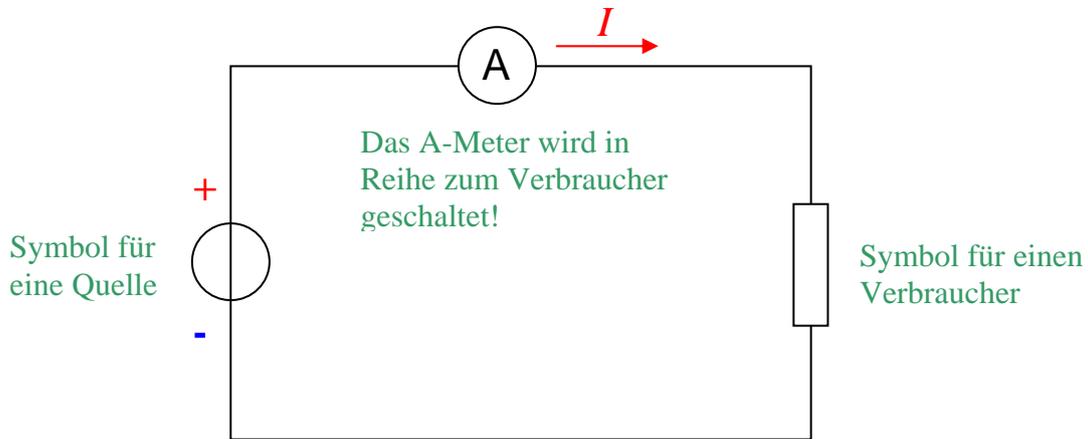
Umschalten von DC auf AC
bei **Strommessung** mit der **blauen** Taste



MÜ1.2**Messen von Strom und Spannung**

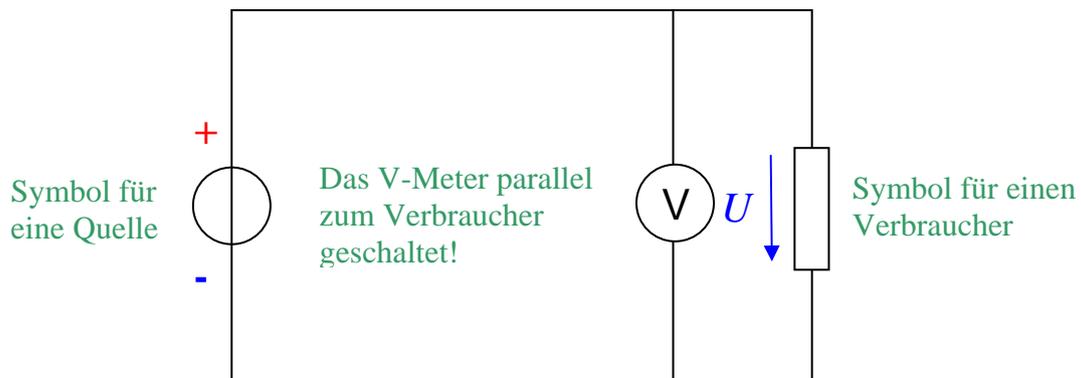
Die Stromstärke wird mit einem Amperemeter gemessen.

Das A-Meter wird immer in den Stromkreis „eingeschleift“.

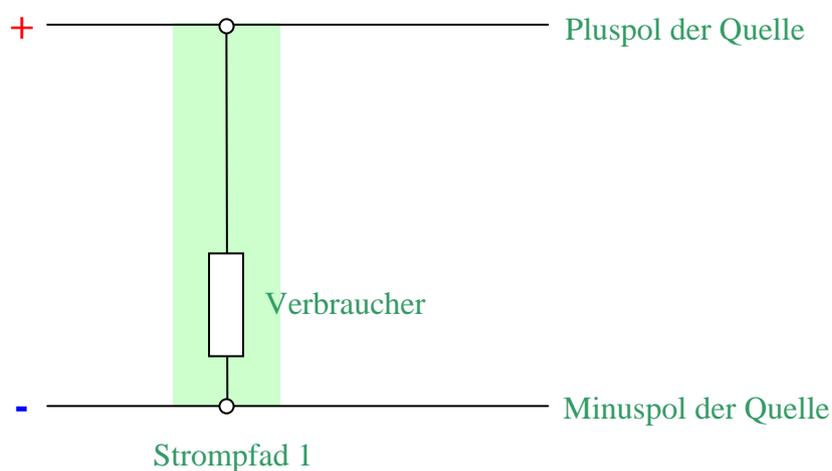


Die Spannung wird mit einem Voltmeter gemessen.

Das V-Meter wird immer zwischen zwei Punkten mit unterschiedlichem Potenzial angeschlossen.

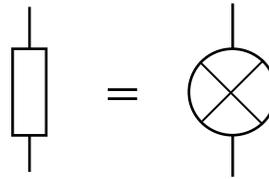


Darstellung des Stromkreises als Stromfad:

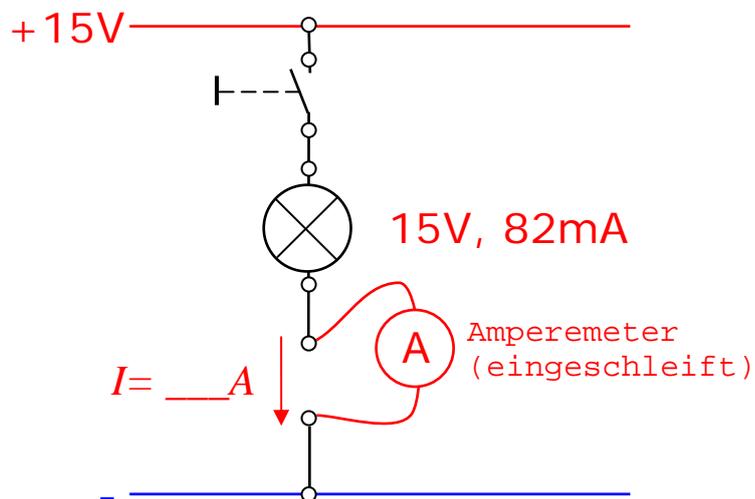
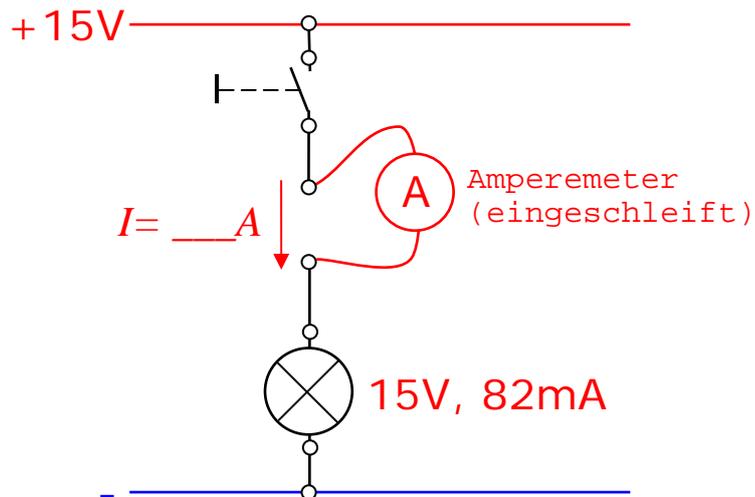


Aufgabe 1: Bestimme den Strom vor und nach der Lampe.

1. Der Verbraucher ist eine Glühlampe.

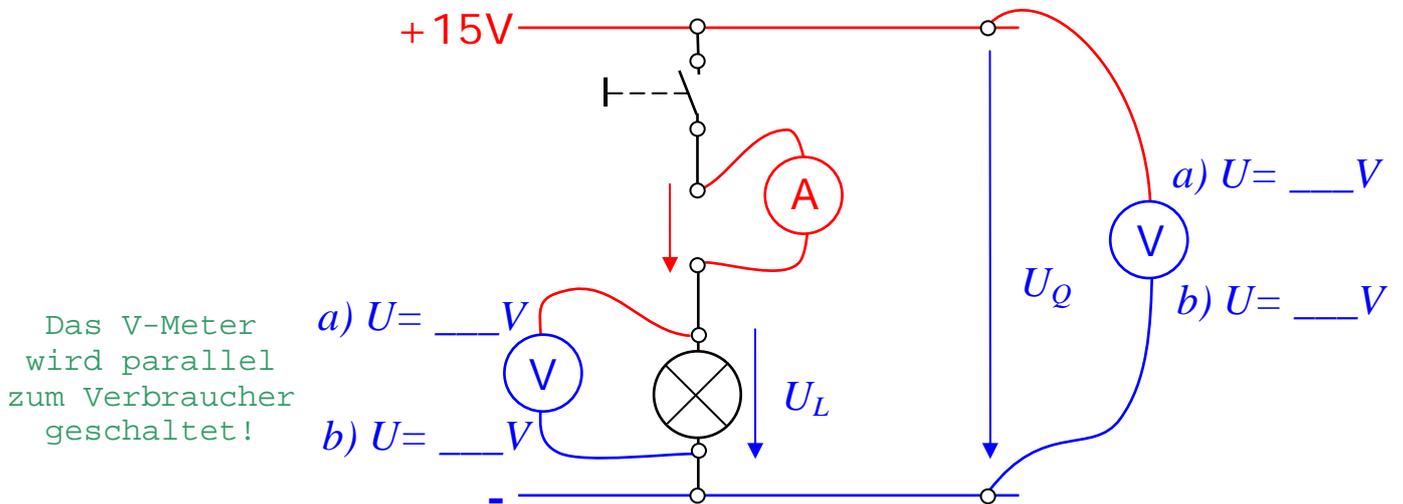


2. Der Stromkreis wird über einen Schalter ein- und ausgeschaltet.



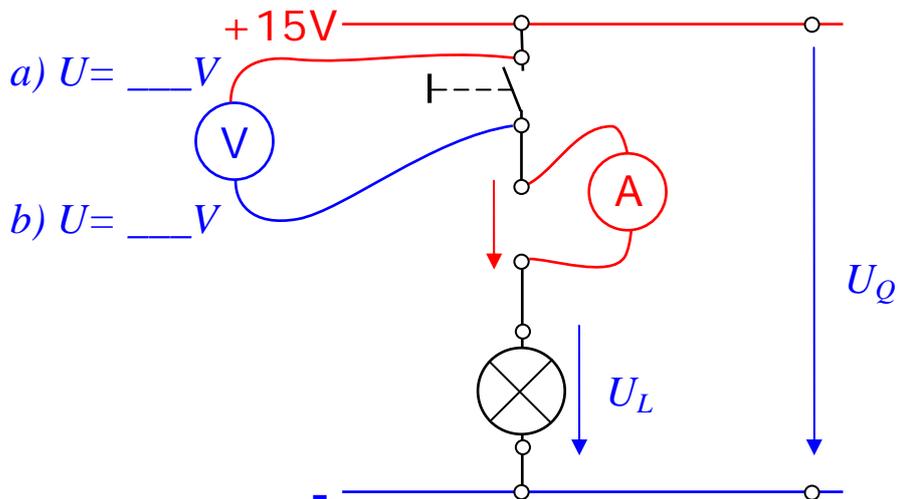
Aufgabe 2: Bestimme die Spannung am Verbraucher und an der Quelle:

- bei offenem Schalter
- bei geschlossenem Schalter



Aufgabe 3: Bestimme die Spannung am Schalter:

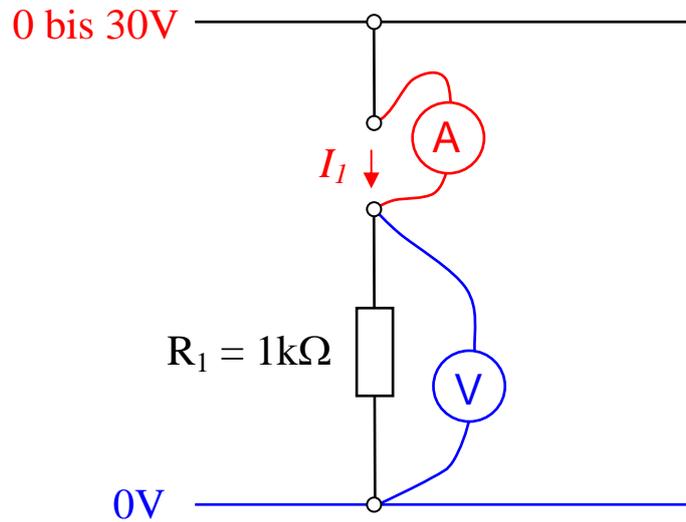
- bei offenem Schalter
- bei geschlossenem Schalter



MÜ1.3**Messungen zum Ohmschen Gesetz**

Frage 1: Wie hängt der Strom von der Spannung ab?

Messung

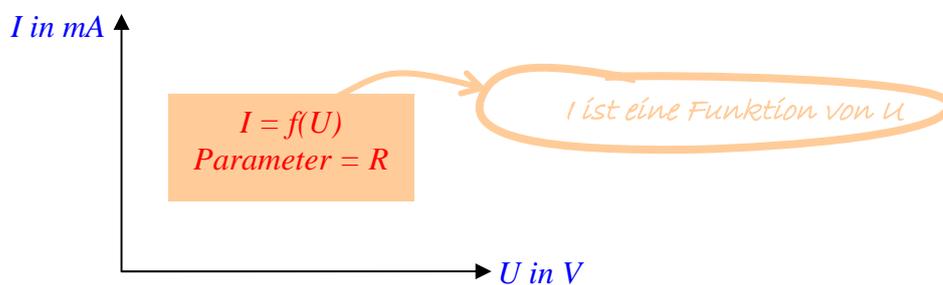


Messtabelle

<i>U in V</i>	0	5	10	15	20	25	30
<i>I in mA</i>							

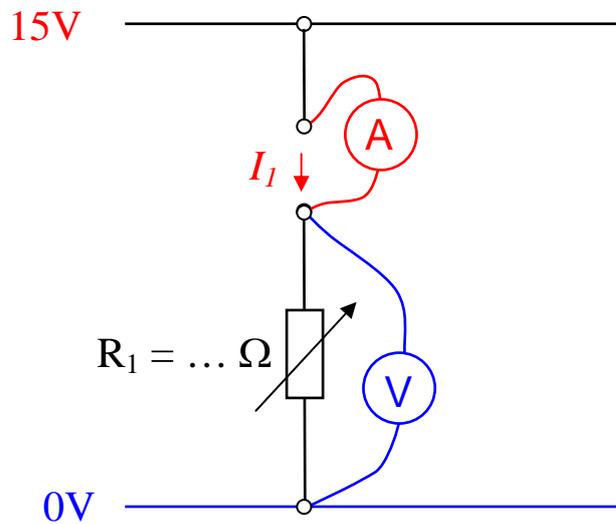
Auswertung

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu dieser Messung.



Frage 2: Wie hängt der Strom vom Verbraucher ab?

Messung

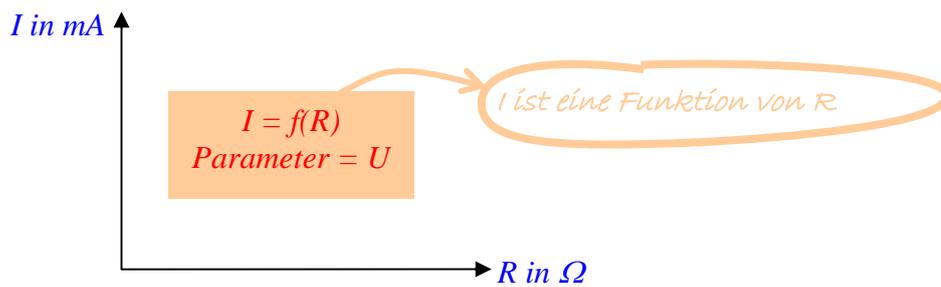


Messtabelle

R in Ω	1000	680	470	330	220	150	100
I in mA							

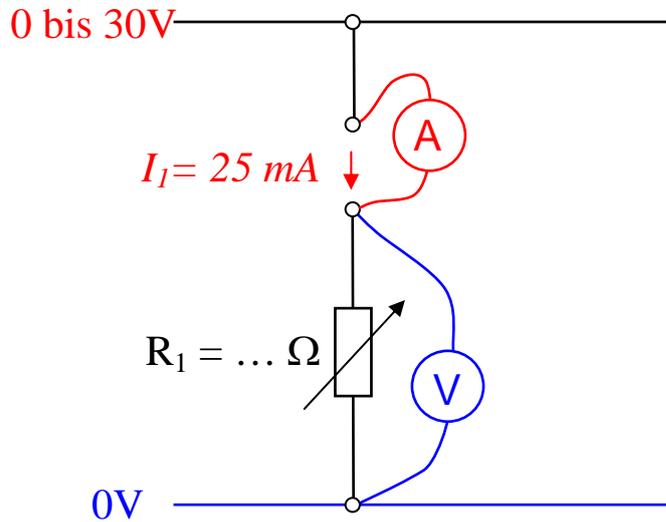
Auswertung

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu dieser Messung.



Frage 3: Wie hängt die Spannung vom Verbraucher ab?

Messung

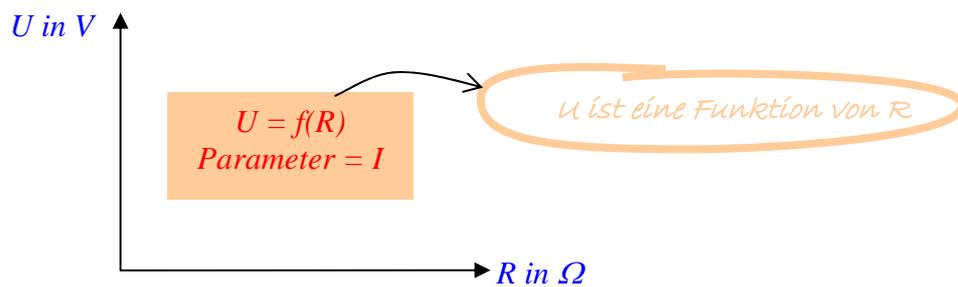


Messtabelle

<i>R in Ω</i>	1000	680	470	330	220	150	100
<i>U in V</i>							

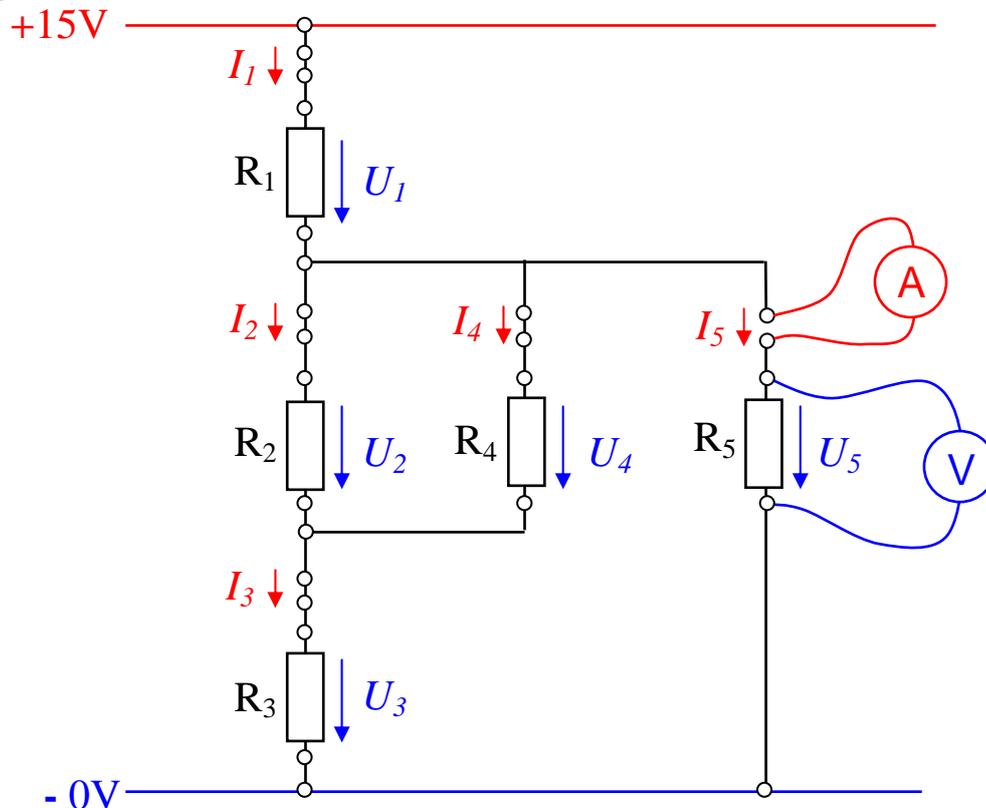
Auswertung

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu dieser Messung.



MÜ1.4**Messen in gemischten Schaltungen**

Messung



Messtabelle

	Ströme über die R	Spannungen an den R
$R_1 = 220\Omega$	$I_1 = \dots \text{ A}$	$U_1 = \dots \text{ V}$
$R_2 = 330\Omega$	$I_2 = \dots \text{ A}$	$U_2 = \dots \text{ V}$
$R_3 = 100\Omega$	$I_3 = \dots \text{ A}$	$U_3 = \dots \text{ V}$
$R_4 = 100\Omega$	$I_4 = \dots \text{ A}$	$U_4 = \dots \text{ V}$
$R_5 = 1\text{k}\Omega$	$I_5 = \dots \text{ A}$	$U_5 = \dots \text{ V}$

Auswertung

Kotrollrechnung:

- a) Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes rechnen wir alle Widerstandswerte nach.

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} \text{ usw.}$$

b) Durch die Berechnung der Ersatzwiderstände können die Teilströme und Spannungsabfälle nachgerechnet werden.

$$R_{2,4} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} =$$

$$R_{2,3,4} = R_{2,4} + R_3 =$$

$$R_{2,3,4,5} = \frac{R_{2,3,4} \cdot R_5}{R_{2,3,4} + R_5} =$$

$$R_{1,2,3,4,5} = R_{2,3,4,5} + R_1 =$$

$$I_1 = \frac{U_{ges}}{R_{1,2,3,4,5}} =$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 =$$

$$U_5 = U_{ges} - U_1 =$$

$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} =$$

$$I_3 = I_1 - I_5 =$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 =$$

$$U_2 = U_5 - U_3 =$$

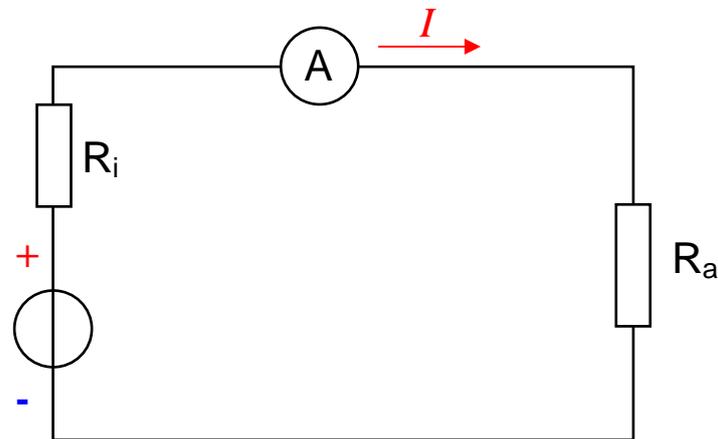
$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} =$$

$$U_2 = U_4$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} =$$

MÜ1.5**Spannungen im Stromkreis**

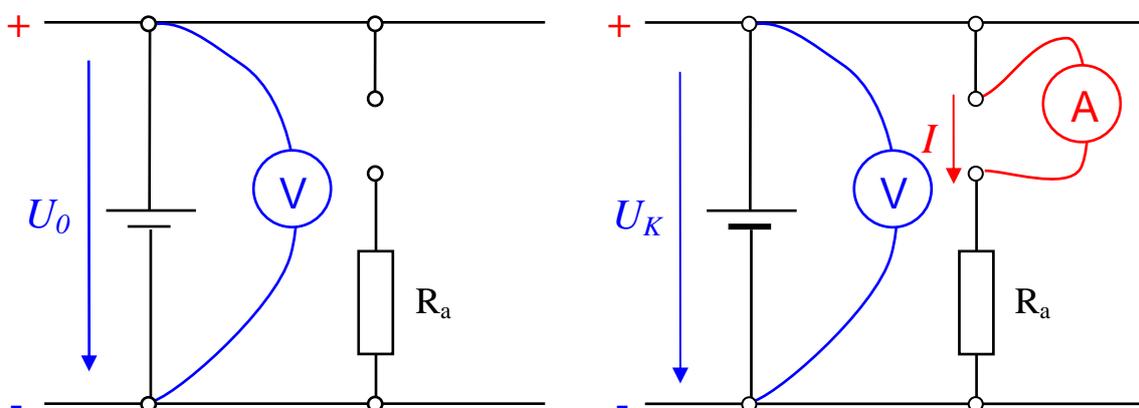
Alle im Stromkreis liegenden Leiter besitzen im Normalfall einen elektrischen Widerstand. So auch die Quelle, durch die der Strom auch fließt. So fällt an jedem Widerstand eine Spannung ab. Im inneren der Quelle ist das der **Innere Spannungsabfall**.

**1. Messung an einer Batterie**

Zuerst wird die Batterie- oder Leerlaufspannung ohne Strom gemessen. In diesem Fall gibt es keine Verluste bzw. Spannungsabfälle. Danach soll der innere Spannungsabfall bei verschiedenen Lastströmen bestimmt werden.

Der **Innere Spannungsabfall** ist die Differenz der Leerlaufspannung zur Klemmenspannung bei Belastung.

$$U_i = U_0 - U_K$$



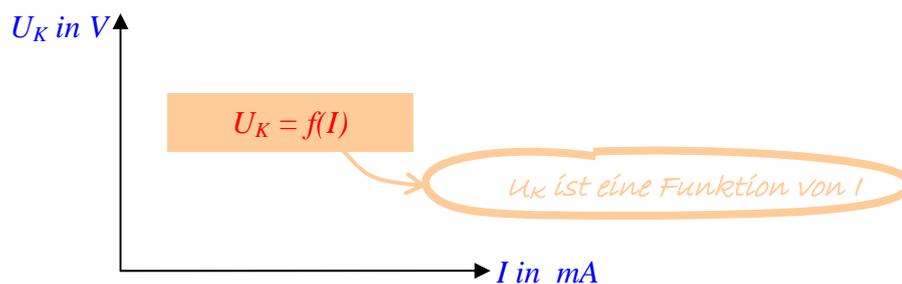
Messtabelle

$$U_0 = \dots V$$

R_a in Ω	1000	470	220	100	47	22	10
I in mA							
U_K in V							

Auswertung

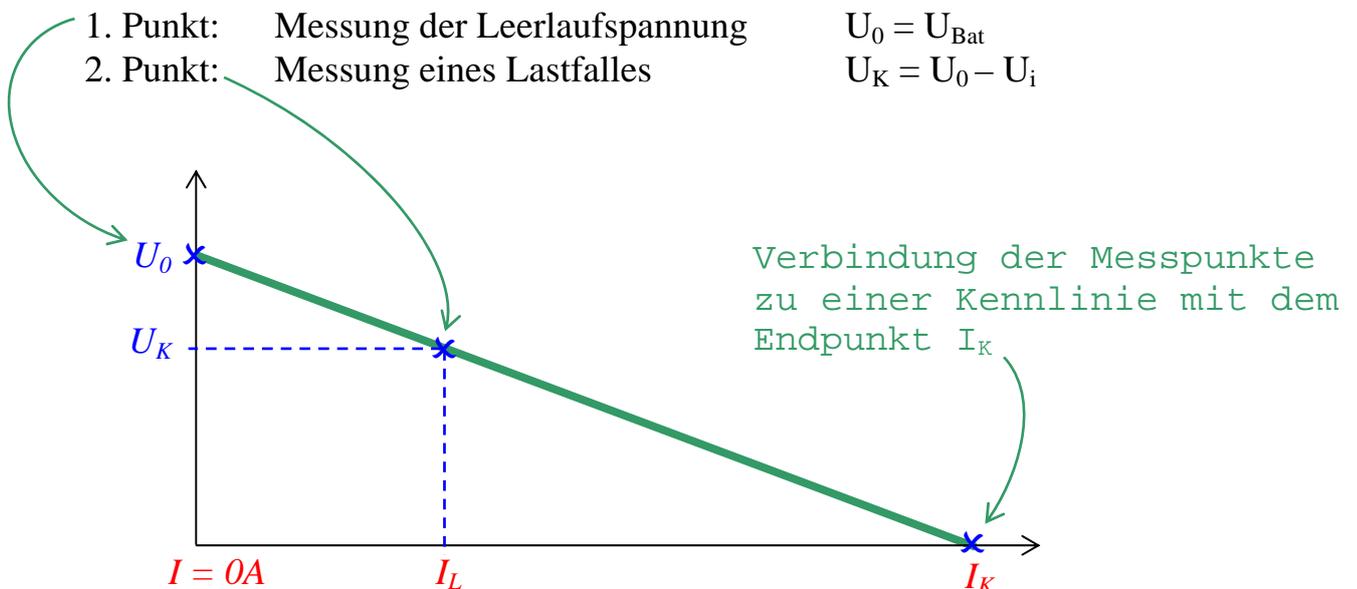
Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu dieser Messung.



Das Diagramm stellt die Belastungskennlinie (äußere Kennlinie) einer Quelle dar. (*Lösung: Sie ist eine Gerade!*)

Bestimmung des Kurzschlussstromes I_K und des Innenwiderstandes R_i

Durch die Messung von zwei Punkten kann eine Gerade also die Belastungskennlinie vollständig konstruiert werden.



Durch den zeichnerisch gefundenen Kurzschlussstrom kann mit dem Ohmschen Gesetz der Innenwiderstand der Quelle berechnet werden:

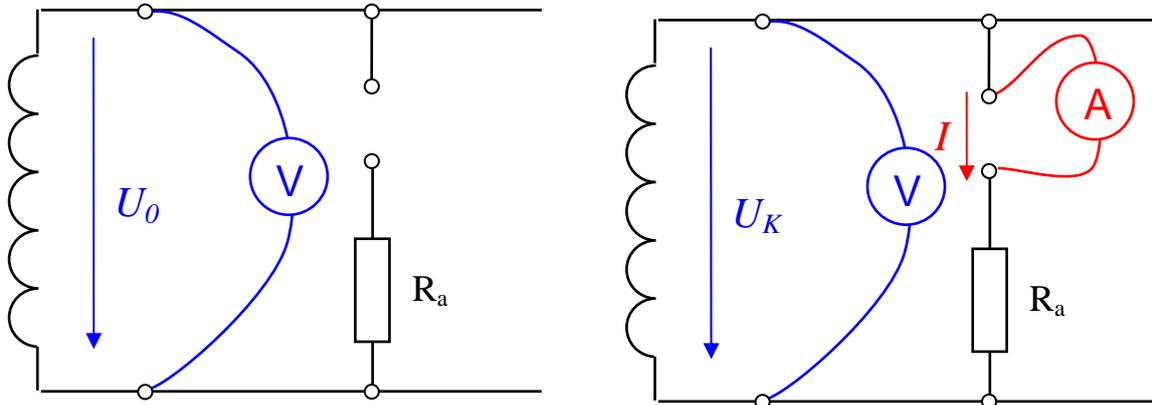
$$R_i = \frac{U_0}{I_K}$$

2. Messung an einem Transformator

Ein Trafo kann ebenfalls als Quelle angesehen werden. Allerdings sind die Messgrößen jetzt **Wechselspannung und Wechselstrom!**

Messung:

Die Messung erfolgt an der Sekundärspule aber ansonsten wie bei der Batterie:



Messtabelle:

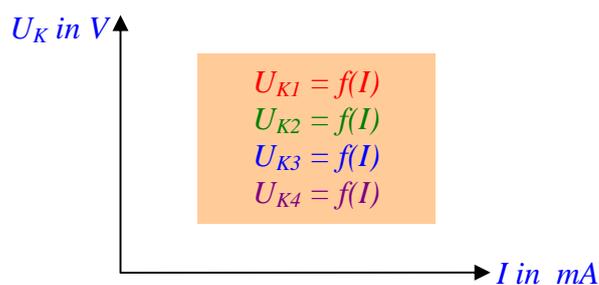
Es wird ein Transformator mit vier Ausgangsspannungen verwendet. Seine Daten sind auf dem Typenschild als Nenndaten abzulesen:

Nenndaten

	U_N in V	I_N in A	U_0 in V	U_K in V	I in A
1	10	1,5			
2	18	1,0			
3	18	0,5			
4	7	0,1			

Auswertung

a) Erstelle ein Diagramm (vier Kennlinien oder eine Kennlinienschar) zu dieser Messung.



c) Finde zeichnerisch die vier Kurzschlussströme der einzelnen Transformatorspulen und berechne deren Innenwiderstand.

MÜ1.6

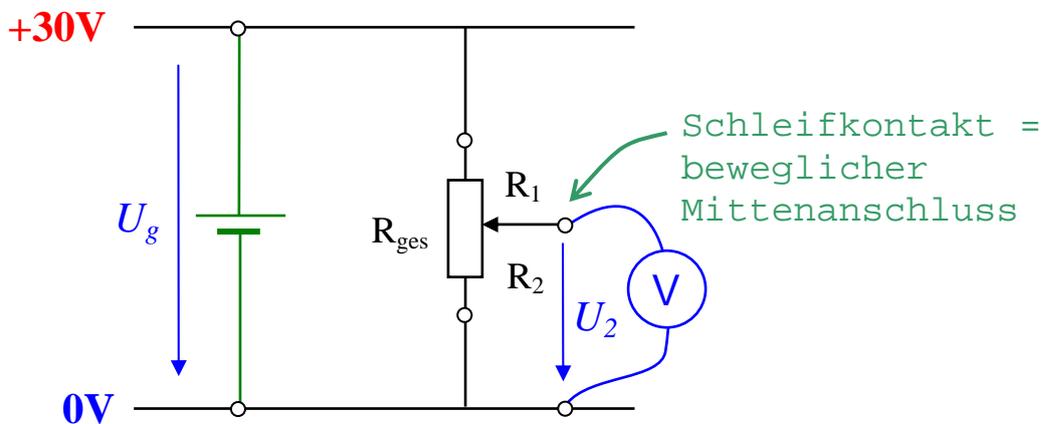
Spannungsteiler mit einem Potentiometer

1. Messung an einem unbelasteten Potentiometer

Bei einem Potentiometer wird der R_{ges} je nach der Stellung des Schleifkontaktes in zwei Teilwiderstände geteilt. An diesen Teilwiderständen entstehen zwei entsprechend große Teilspannungen.

Wir bezeichnen diese Schaltung als **Spannungsteiler**.

Messschaltung



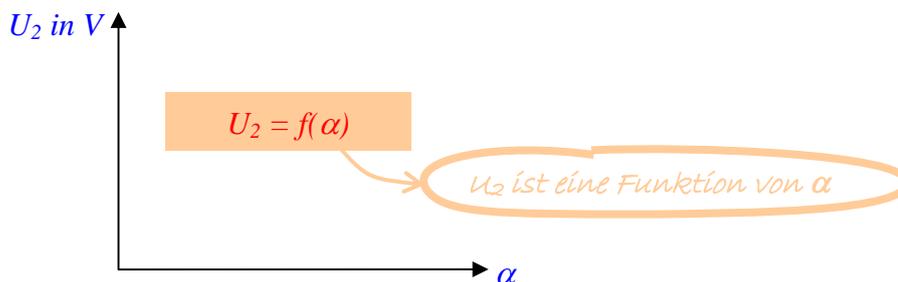
Messtabelle

$U_g = \dots V$; $R_g = 10 k\Omega$

α	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_2 in V										
U_1 in V										

Auswertung

Erstelle zunächst ein Diagramm (eine Kennlinie) zu dieser Messung.



Kontrolle durch Anwendung der Theorie:

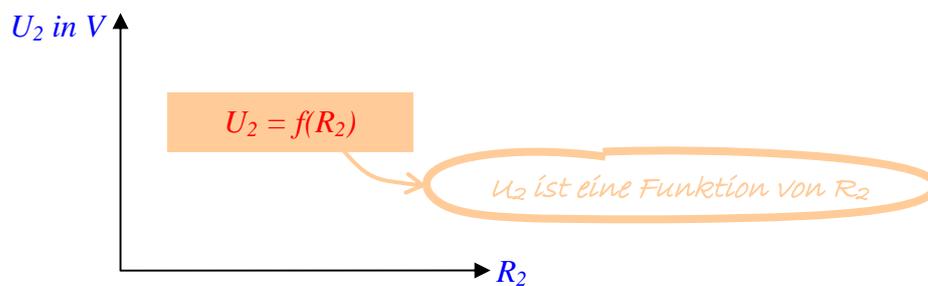
Das Potentiometer ist eine Reihenschaltung zweier Teilwiderstände, die ihre Größe abhängig von der Schleifkontaktstellung ändern. Aus der Maschenregel ergibt sich für die Teilspannung U_2 :

$$U_2 = U_g - U_1$$

Spannungsteilerregel: Das Verhältnis der Widerstände entspricht dem Verhältnis der Spannungen.

$$\frac{R_g}{R_2} = \frac{U_g}{U_2} \quad ; \quad R_g = R_1 + R_2$$

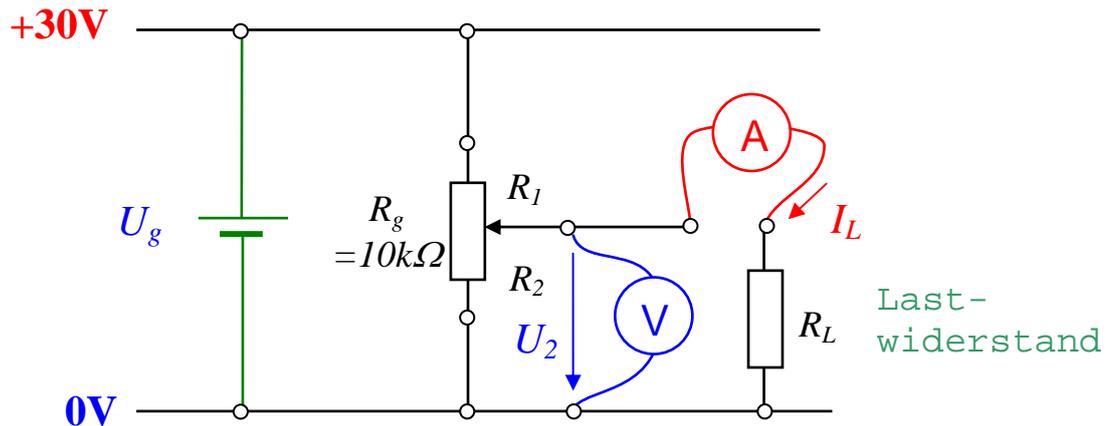
Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu der Rechnung und vergleiche die Ergebnisse.



MÜ1.7**Belasteter Spannungsteiler mit einem Potentiometer**

Bei Belastung wirkt ein Potentiometer wie eine Quelle. Wenn der Belastungsstrom größer wird, sinkt die eingestellte Spannung umso mehr.

Der Innenwiderstand lässt sich aus den Teilwiderständen R_1 und R_2 berechnen.

Messung**Vorgangsweise:**

- Zuerst wird die Leerlaufspannung auf 15V eingestellt (A-Meter nicht gesteckt)
- Dann werden drei Lastwiderstände nacheinander gesteckt und der entsprechende Laststrom sowie die jeweilige Klemmenspannung gemessen.
- Jetzt wird die Schaltung mit jedem der drei Lastwiderstände aufgebaut und die entsprechenden Teilspannungen in Abhängigkeit des Stellwinkels gemessen.

Messtabelle

Messung b)

$U_{20} = 15 \text{ V}$

<i>Last</i>	<i>I_L in mA</i>	<i>U_K in V</i>
$R_{L1} = 2,2 \text{ k}\Omega$		
$R_{L1} = 4,7 \text{ k}\Omega$		
$R_{L1} = 10 \text{ k}\Omega$		

Messung c)

$$R_{L1} = 2,2 \text{ k}\Omega$$

α	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_{2L} in V										
I_L in A										

$$R_{L2} = 4,7 \text{ k}\Omega$$

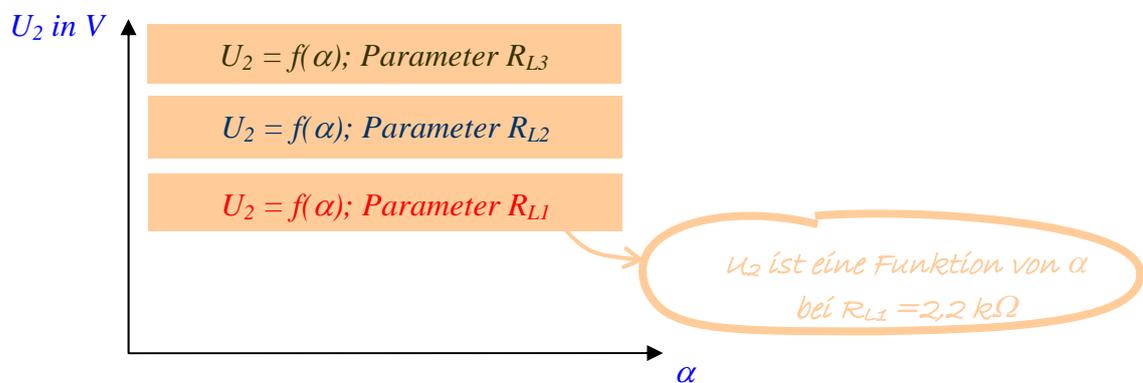
α	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_{2L} in V										
I_L in A										

$$R_{L3} = 10 \text{ k}\Omega$$

α	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_{2L} in V										
I_L in A										

Auswertung

Erstelle ein Diagramm (drei Kennlinien) zu der Messung mit variabler Schleifkontaktstellung. Jede Kennlinie ist für gültig für einen Lastwiderstand R_L (Parameter = R_L)



Für den Innenwiderstand einer Quelle gilt:

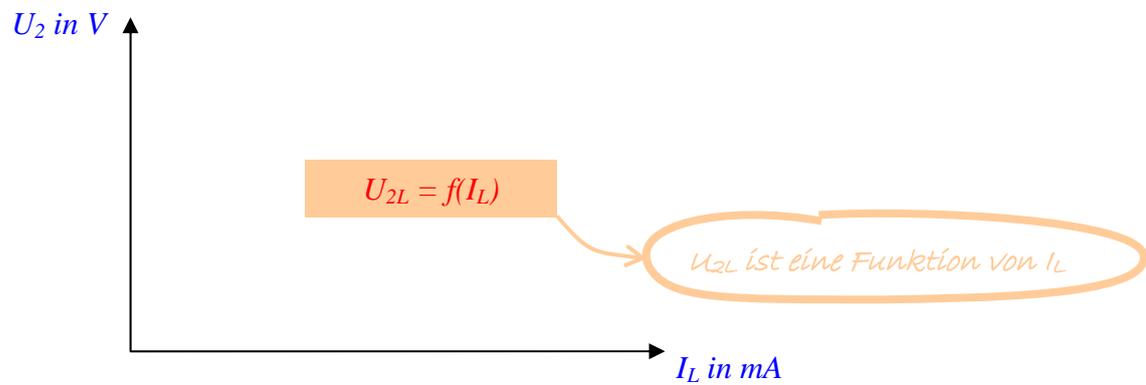
$$R_i = \frac{U_0 - U_K}{I_L}$$

Für den Ersatz-Innenwiderstand des Spannungsteilers als Quelle gilt:

$$R_i = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_g}$$

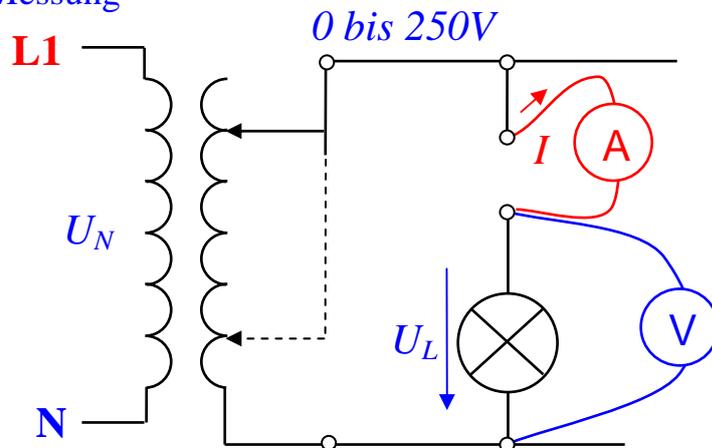
Wir wollen die Theorie überprüfen!

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu der Quellenmessung am Potenziometer.



MÜ1.8**NTC – PTC Widerstände mit Lampen**

Messung



- a) Kohlefadenlampe (NTC)
b) Metallfadenlampe (PTC)

Zuerst wird der Kaltwiderstand von R_L bestimmt, indem mit einer sehr kleinen Spannung (es fließt praktisch nur ein winziger Strom, der den Glühdraht nicht erwärmt) gemessen wird.

Dann wird die Spannung (der Strom) und damit die Temperatur schrittweise erhöht.

Messtabelle

2.1 für Metallfadenlampe

U_K in V	1	5	20	35	50	75	100	125	150	175	200	225
I in mA												
R_W in Ω												

2.2 für Kohlefadenlampe

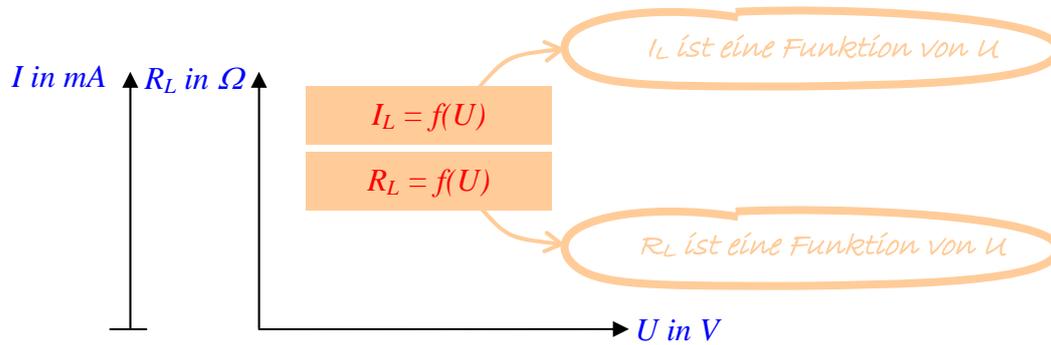
U_K in V	1	5	20	35	50	75	100	125	150	175	200	225
I in mA												
R_W in Ω												

Für die jeweilige Messung ergibt sich der Warmwiderstand mit:

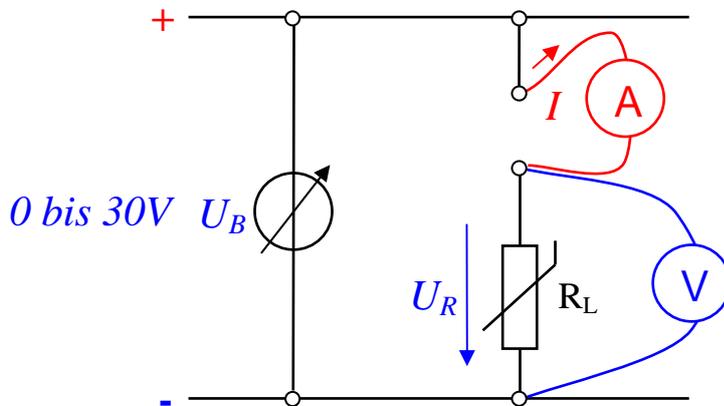
$$R_W = \frac{U_K}{I}$$

Auswertung

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu diesen Messungen.



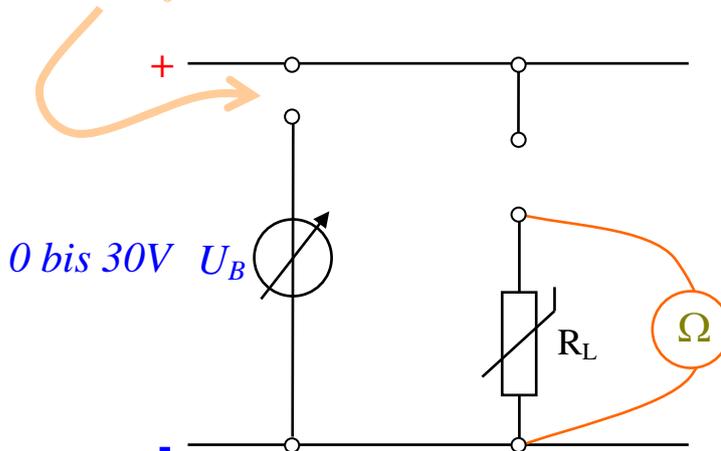
In diesem Diagramm ist die Spannungsachse als Ersatz für die Temperatur zu sehen. Die Widerstände hängen direkt von der Temperatur und indirekt vom fließenden Strom ab. (*Der Strom erzeugt die Wärme!*)

MÜ1.9**NTC – PTC Widerstände****Messung**

- a) NTC mit $R_{25} = 6 \text{ k}\Omega$
 b) PTC mit $R_{25} = 80 \text{ }\Omega$

Zuerst wird der **Kaltwiderstand** von R_L mit einem Ohmmeter bestimmt.
Dazu muss die Spannungsquelle ausgeschaltet bleiben!

Also Brücke entfernen!



Der **Kaltwiderstand** kann auch durch die Messung einer sehr kleinen Spannung bestimmt werden. Der Strom ist so klein, dass keine Erwärmung des Widerstandes stattfindet.

Dann wird durch die Stromwärme (= Eigenerwärmung) der Widerstand auf eine bestimmte Temperatur gebracht, indem die Spannung und damit der Strom langsam erhöht wird.

(Geduld! Wir müssen das Erreichen der Temperatur abwarten!)

Messtabelle

2.1 für PTC- Widerstand

 $R_K = \dots \Omega$

U_K in V	0	1	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28
I in mA												
R_W in Ω												

2.2 für NTC- Widerstand

 $R_K = \dots \Omega$

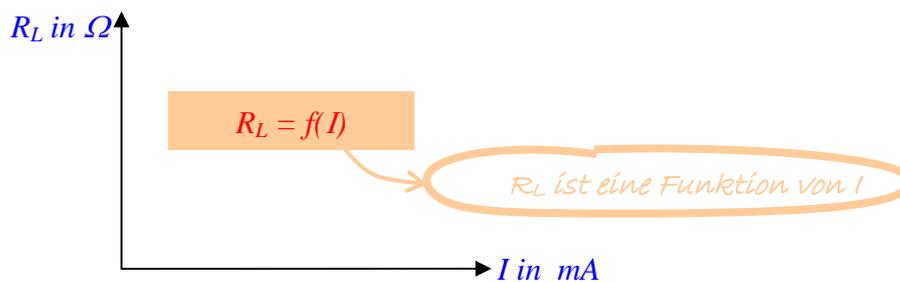
U_K in V	0	5	15	20	25	28
I in mA						
R_W in Ω						

Für die jeweilige Messung ergibt sich der Warmwiderstand mit:

$$R_W = \frac{U_K}{I}$$

Auswertung

Erstelle ein Diagramm (eine Kennlinie) zu diesen Messungen.

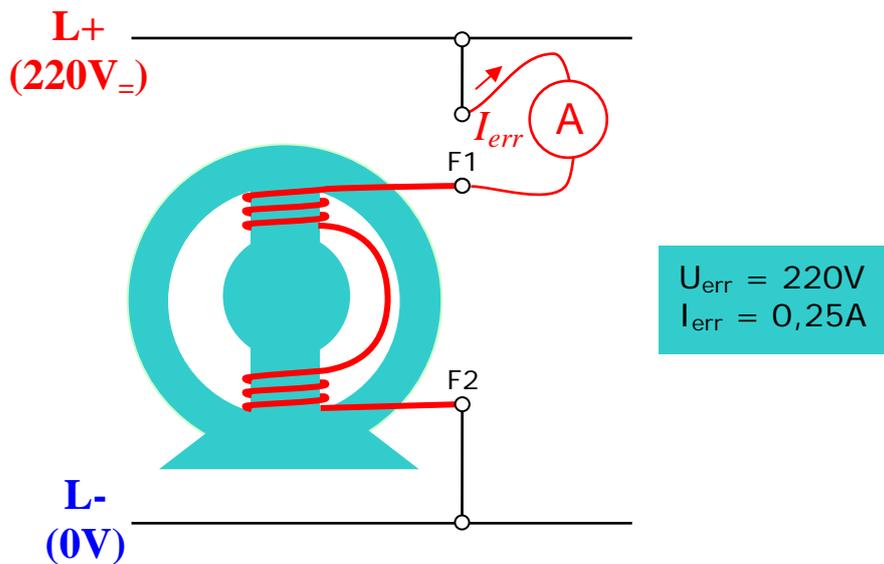


In diesem Diagramm ist die Stromachse als Ersatz für die Temperatur zu sehen. Die Widerstände hängen direkt von der Temperatur und indirekt vom fließenden Strom ab. (*Der Strom erzeugt die Wärme!*)

MÜ1.10**Temperaturbestimmung an Wicklungen**

Aus der Widerstandszunahme ΔR kann die Temperaturzunahme $\Delta \vartheta$ und damit auch die momentane Temperatur ϑ einer Wicklung berechnet werden.

Die Messung von **Strom und Spannung in bestimmten Zeitabständen** führt zum rechnerischen Ergebnis der Temperatur. Diese Methode bezeichnen wir als **indirekte Temperaturmessung**.

Messung an einer Erregerwicklung

Messtabelle:

2.1 Erwärmung

$R_K = \dots \Omega$

t in min	U in V	I in A	R_W in Ω	ΔR in Ω	$\Delta \vartheta$ in K	ϑ in $^{\circ}C$
0			$= R_K$			
3						
6						
9						
12						
15						
18						
21						
24						
.....						
60						

2.2 Abkühlung

$$R_K = \dots \Omega$$

t in min	U in V	I in A	R_W in Ω	ΔR in Ω	$\Delta \vartheta$ in K	ϑ in $^{\circ}\text{C}$
0			-			
3						
6						
9						
12						
15						
18						
21						
24						
27						
30						

Auswertung

Jede Messung ergibt einen aktuellen Warmwiderstand. Durch folgende Berechnung kann die aktuelle Wicklungstemperatur (Zeile für Zeile) bestimmt werden:

$$\Delta R = R_W - R_K$$

$$\Delta R = R_K \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta \quad \Rightarrow \quad \Delta \vartheta = \frac{\Delta R}{\alpha \cdot R_K}$$

$$\vartheta = 20^{\circ}\text{C} + \Delta \vartheta$$

Erstelle folgendes Diagramm (zwei Kennlinien) zu dieser Messung.

