

**Fakultät für Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München**  
**Grundpraktikum in Experimentalphysik - Kurs P2**  
**Blockpraktikum vom 10. Aug. bis 07. Sept. 2020**

Versuch:	ESk		Gruppe:	F2-2					
Vorname:	YUDONG		Name:	SUN					
Mit Abgabe der Auswertung wird bestätigt, dass diese eigenständig erstellt wurde!									
Punkte der Vorbereitung: 2,0    1,6    1,2    0,8    0,4    0,0									
1. Abgabe      2. Abgabe									
Alle Teilversuche vollständig ausgewertet?						Ja	Nein	Ja	Nein
Wurden immer korrekte Formeln angegeben und eigene Werte eingesetzt?						Ja	Nein	Ja	Nein
Wurde immer eine Fehlerrechnung durchgeführt?						Ja	Nein	Ja	Nein
Wurde immer eine aussagekräftige Diskussion geführt?						Ja	Nein	Ja	Nein
Sind Endergebnisse immer angegeben und korrekt gerundet?						Ja	Nein	Ja	Nein
Wurden alle Diagramme mit geeignetem Maßstab und Titel eingeklebt?						Ja	Nein	Ja	Nein
Enthalten die Diagramme alle Messwerte, Beschriftungen u. Konstruktionen?						Ja	Nein	Ja	Nein
Auswertung erhalten am:									
Auswertung zurückgegeben am:									
Nacharbeit notwendig bis:						nicht möglich			
Wird eine der obigen Fragen bei der ersten Abgabe mit Nein beantwortet ist eine Nacharbeit erforderlich!									
Punkte:			Datum, Abtestat:						

Bitte bewahren Sie Ihre Hefte nach dem Praktikum unbedingt auf.

**28**  
32 Blatt

**BRUNNEN** 

**Schulheft A4**  
Zellstoff chlorfrei gebleicht  
80 g/m<sup>2</sup>

**28**  
32 Blatt

## ESK Stichpunkte

- Begriffe:

→ elektrische Stromstärke  $I$ ,  $[I] = \text{Ampere}$   
 Maß für den Ladungstransf.,  $I = \frac{dq}{dt}$ .

→ elektrische Feldstärke  $E = \frac{F}{q}$ ,  $[E] = \frac{N}{C}$

Quotient aus der Kraft  $F$ , die auf eine Ladung  $Q$  in dem Feld, das von einer anderen Ladung ausübt, wirkt, und der Ladung  $Q$

→ elektrisches Potential zwischen zwei Punkten ist die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Punkten. Einheit =  $[V]$

→ Spannung  $U$ ,  $[U] = V$

Spannung  $U$  ist der Quotient aus der Arbeit, die geleistet werden muss, um eine Ladung  $Q$  von einem Punkt zu einem anderen Punkt zu bewegen, auf der Ladung  $Q$ . (~~Arbeit pro Ladung~~)

- elektrischer Widerstand / Ohmsches Gesetz / Spezifischer Widerstand:

In sogenannten ohmischen Leitern erfahren Ladungen eine Reibung, die mit der Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$  zusammenhängt.  
 Daraus folgt das Ohmsche Gesetz mit Widerstand  $R$ :

$$I = \frac{U}{R} \Leftrightarrow U = RI$$

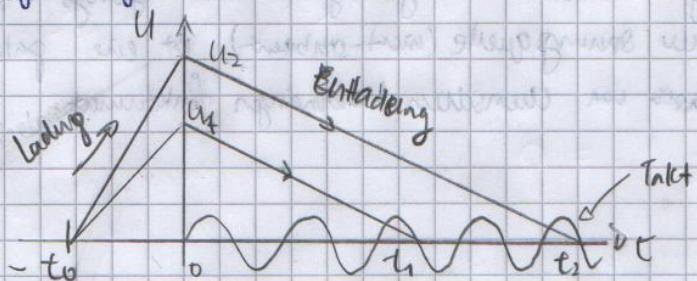
In einem Draht ist der Widerstand  $R$  proportional zur Länge  $L$  und Querschnittsfläche  $A$  eines Leiters. Es gilt:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{mit } \rho = \text{spezifischer Widerstand.}$$

(Materialabhängig)

- Elektronische Spannungsmessung nach Brücke-Verfahren:

Analog - Digital - Wandler



Kondensator in Zeit  $t_0$  geladen. Es folgt eine langsame Entladung, bei der durch elektronische Regelung bewirkt wird, dass die Spannung linear stets mit gleicher Steigung bis auf Null absinkt.  $t$  proportional zu  $U$ .  
 Bestimmung durch Anzahl Taktzyklen gezählt.

Begriffe:

→ Spannabfall

Von Spannabfall spricht man ~~bei~~, wenn durch ein Lederstromkreis mit Widerstand  $R$  ein Strom fließt. Aus dem Ohmschen Gesetz folgt dann, dass auch eine Spannung vorhanden ist  $\Rightarrow$  "abfällt"

→ Potentialmeter

Ein Potentialmeter besteht aus einem Widerstand, an dem eine Spannung  $U_0$  angelegt wird. Man kann dann über einen Gleichkontakt einen Teil der Spannung  $U$  abgreifen und es gilt:

$$U = \frac{R}{R_0} U_0 \quad U = \frac{R}{R_0} U_0$$

Dieses ~~Prinzip~~ beruht auf dem Prinzip jedes Spannstellers. Wenn der selbe Strom durch eine Kette von Widerständen fließt, misst man zwischen den einzelnen Widerständen unterschiedliche Spannabfälle, die Proportional zum Widerstand ist:

$$U_i = \frac{R_i}{\Sigma R_i} U_0$$

• Multimeter und Strom, Spann, Widerstand-Messung:

Ein Multimeter ist ein Messgerät zur Messung von Strom, Spannung und Widerstand. Auf dem Multimeter ist ein Radl, mit welchem man deren Verschiebung unterschiedlichen Messgrößen einstellen kann. Dabei sind die benötigte Brücke am Nutzen sehr wichtig.

• Stabilisierte Spannungsquelle / galvanische Zelle.

Für ~~stabile~~ stabilisierte Spannungsquelle ist dadurch ausgeschaut, dass sie eine relativ kontinuierliche Spannung liefert, auch wenn Strom abgegriffen wird. Diese Eigenschaft würde bei Stromflüssen die Spannung durch den Ladungsausgleich mehr verringen werden. Ein Beispiel einer Spannungsquelle (nicht-stabilisiert) ist eine galvanische Zelle, die auf Basis von chemischen Verbindungen funktioniert.

- Quellenspannung, Innenwiderstand, Klemmenspannung.

Als Klemmenspannung bezeichnet man den Teil der Spannung einer Spannungsquelle (Quellenspannung), den man von den Klemmen der Spannungsquelle abnehmen kann. Sie ist etwas geringer, was an dem Innenwiderstand des Leiters liegt. Wenn ~~die~~ Ladungsträger schon in einem Leiter bewegen, wird auf ~~die~~ Rückweg um dieser entgegenkommen, muss der Teil Quellenspannung aufgewandt werden, der sich als Differenz zwischen Quellen - um Klemmenspannung ergibt.

- Kompensationsanordnung / Messprinzip

Mit einem Potentiometer kann man eine Spannung  $U < U_0$  abgrößen. Hat man nun eine unbekannte Spannung  $U$  gegeben ( $U < U_0$ ), so kann man ~~dann~~ mit der Kompensationsanordnung nach Du Bois-Reymond die Spannung  $U$  an  $\tilde{U}$  angleichen. Hierzu integriert man zum Potentiometer ein Nullinstrument (siehe Abb. 7), welches dann ausschlägt, wenn  $U \neq \tilde{U}$  ist. Durch Verschieben des Potentiometerssteuerung kann man den Punkt herausfinden, ~~an~~ an dem das Nullinstrument nicht mehr ausschlägt und über das Verhältnis ( $\frac{R}{R_0}$ ) dann durch Gleichung  $U = \frac{R}{R_0} U_0$  auf  $U$  kommen.

- Spanngesetz

Wenn man eine bekannte Spannung haben, dann kann man ein Spanngesetz benutzen. Das ist ein Bauteil mit einer Spannung  $U_N$ , die sehr genau bekannt ist. Durch das oben beschriebene Kompensationsetappen kann mit einer Spanngesetzmethode herausstellen:

$$U_0 = \frac{R_0}{R_{\text{neu}}} U_N.$$

- Kirchhoff 1. Satz (Knotenregel)

$$\sum I_{\text{hin}} = \sum I_{\text{rau}} \Leftrightarrow \sum I_{\text{hin}} + \sum I_{\text{rau}} = 0.$$

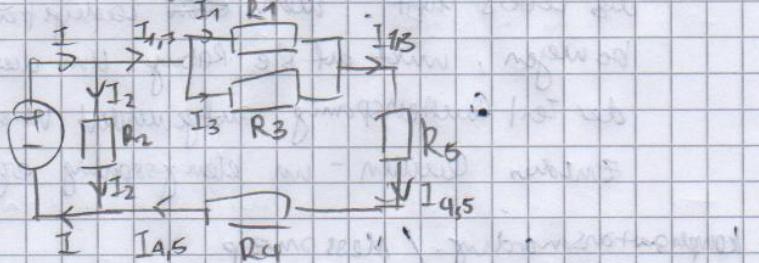
- Kirchhoff 2. Satz (Maschenregel)

$$\sum_{\text{Masche}} U = 0 \quad \text{wobei eine Masche ein geschlossener Kreis von Widerständen ist.}$$

(Folgerung aus Flussgesetz)

- Experimentelle Überprüfung der Kirchhoff'schen Sätze.

In Teilzusamm 4 werden die Ströme und Spannungen in einer Schaltung gemessen und ~~mit~~ die Sätze in allen Knoten bzw. Maschen geprüft.



$$I = I_{1,3} + I_2, \quad I = I_2 + I_{4,5}, \quad I_1 + I_3 = I_{1,3}$$

~~$$U = U_1 + U_2 + U_3$$~~

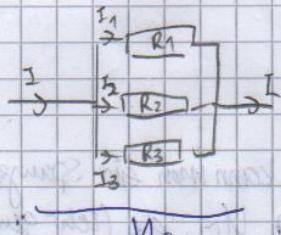
$$U - U_4 - U_5 - U_{1,3} = 0$$

$$U_2 - U_4 - U_5 - U_{1,3} = 0$$

$$U_3 - U_1 = 0$$

$$U - U_2 = 0$$

- Anwendung der kirchhoff'schen Sätze:

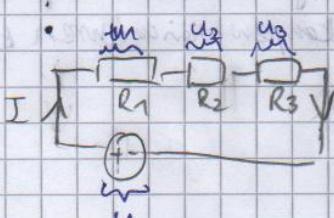


$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (\text{Knotenregel})$$

~~$$U_1 = U_2 = U_3 = U_0$$~~

$$U_1 = U_2 = U_3 = U_0 \quad (\text{Maschenregel})$$

$$\text{Ansatz: } \frac{1}{R_{\text{eff}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



$$U - U_1 - U_2 - U_3 = 0 \quad (\text{Maschenregel})$$

$$\text{Mit } U = RI \text{ folgt:}$$

~~$$R_{\text{eff}} I = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$~~

$$R_{\text{eff}} I = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

$$\Rightarrow R_{\text{eff}} = R_1 + R_2 + R_3$$

# Versuch: E8k - Elektrische Stromkreise

Name : Yudong Sun

Datum : 13. Aut. 2020.

## Teilversuch 1: Belastungsabhängigkeit zweier Spannungsquellen

Versuchsziel :

- ~~Messung der~~ Die Belastungsabhängigkeit von Spannungsquellen bestimmen. (Galvanische Zelle und Netzgerät)
- Innenwiderstand bestimmen.

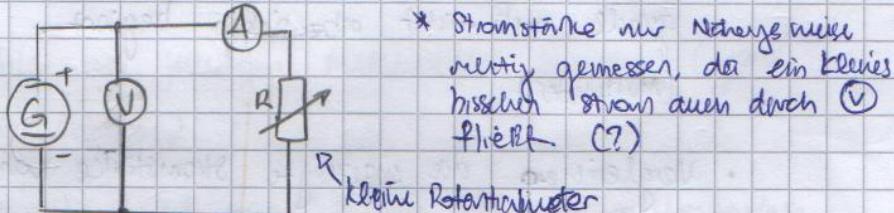
Messmethode :

Messung der Ausgangsspannung von Spannungsquellen in Abhängigkeit von der Belastung und ziehen, der sich daraus ergebenen Belastungskennlinien.

### Versuchsdurchführung

#### ① Belastung einer galvanischen Zelle.

- Schaltung wie folgt aufbauen. auf Steckplatte.



- Stelle Messinstrumente auf den Bereich mit der größten Anzahl von Dezimalen in der Anzeige ein.

- Leerlaufspannung messen
- Den Strom in zehn aquidistanten Schritten vom Kleinsten bis zum größten Wert ~~bei~~ hoch regeln.

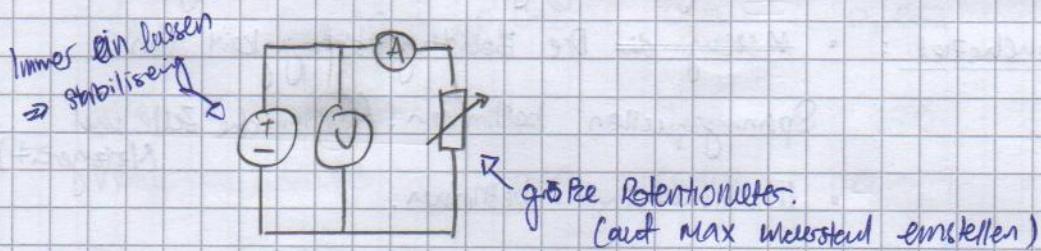
• Jeweils Strom und Spannung messen.

(R schrittweise vom Max zu Min ?)

- ~~bei~~ Leerlaufspannung noch ein mal messen

## ② Belastung eines Netzgeräts

- Netzgerät im Bereich [0V bis 10V] schalten auf 0V stellen.
- Schaltung wie folgt aufbauen.



- Spannung auf Netzgerät auf etwa 10V einstellen
- Spannung und Strom ~~direkt~~ messen. Stromstärke zusätzlich mittels mit Hilfe einer Stromzange messen.
- Potentiometerwiderstand schrittweise erniedrigen. Spannung und Stromstärke (auf Multimeter) messen.  
~~Stromzange~~
- Den Wert der Stromstärke notieren, bei dem die Spannung gerade noch nicht abgesunken beginnt. (Multimeter)
- Vergleichen die angezeigte Stromstärke von Stromzange und Multimeter.

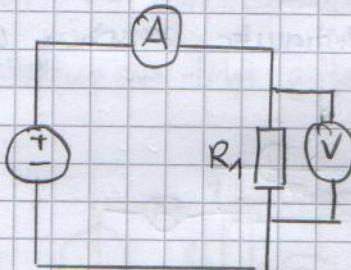
## Teilversuch 2: Bestätigung des Ohmschen Gesetzes

Versuchsziel: Ohmische Gesetz durch Schaltung bestätigen

Messmethode: Spannung mit bestimmte Widerstand ~~fest~~ variieren und die Stromstärke messen.

### Versuchsdurchführung:

- Schaltung wie folgt aufbauen:



- Spannung in 10 äquidistanten Schritten von 0V bis etwas Unterhalb 20V variieren. Jeweils Strom und Spannung messen.
- Fehler bei jeweiligen Messbereichs achten. (siehe Dokumentation)
- Widerstand Wert von  $R_1$  mit Hilfe der ausliegenden Farbringtafel ablesen. Vergleiche dieser Wert mit einer ~~direkten~~ direkte Messung mit einem Multimeter.

### Teilversuch 3: Spannungsabfall am Potentiometer

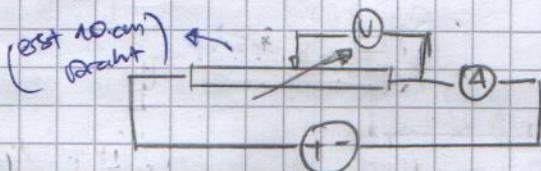
Versuchsziel: Messung der an einem stromdurchflossenen Draht bzw. einem Wundelpotentiometer abfallenden Spannung als Funktion der Drahtlänge.

Messmethode: Spannung am verschieden ~~fest~~ Längen messen.  
Skalenkurv.

#### Versuchsdurchführung:

##### (a) Spannungsabfall am stromdurchflossenen Draht.

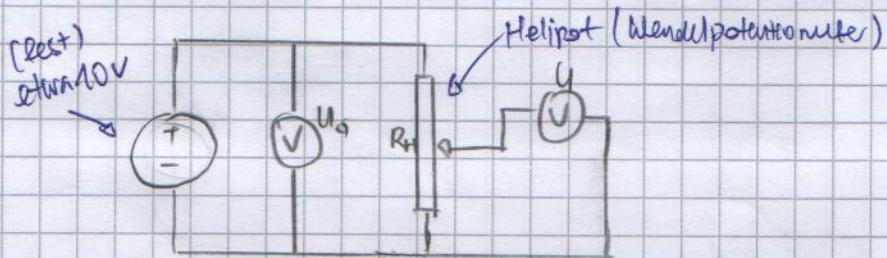
- Schleifendraht - Potentiometer benutzen und gesamte Länge benutzen:



- Lasse einen Strom von etwa 0,5 A durchfließen.
- Feststellen, dass der Draht sich durch den Stromfluss erwärmt. (Berühren)
- X (• Spannungsabfall im Intervall 2 cm messen )  
(10 cm insgesamt)
- Wiederholen Messung mit 5 verschiedenen Längen von Drähten.

##### (b) Spannungsteilung am Potentiometer.

- Schaltung wie folgt aufbauen:



- Skalenkurv am Helpot von Null in 10 äquidistanten Schritten bis zum Maximalwert (jeauis 100 Stk)  
Abfallende Spannung messen.

Am Ende:  $U_0 = U$ . (Überprüfen)

3 verschiedene Punkten  
jeauis 10 cm  
Länge.

## Teilversuch 4: Spannungsmessung durch Kompensation

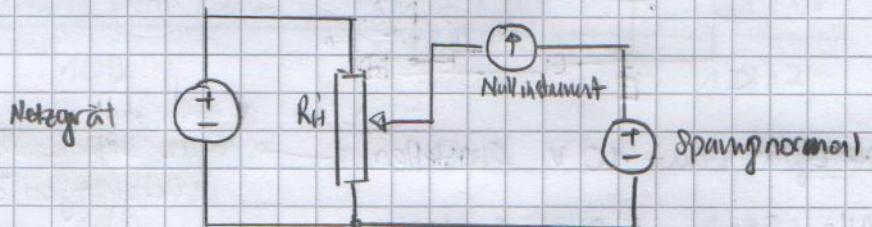
Versuchsziel: Kompensationsanordnung mit elektronischen Spannungsnormen kalibrieren. Leerlauftspannung einer galvanischen Zelle bestimmen.

Messmethode: Kompensations schaltung variieren, bis Nullinstrument null ist, indem man ein Heipot bewegt. Dann den GV vermerken

### Versuchsdurchführung:

(a) Kalibrieren der Kompensationsanordnung:

- Schaltung wie folgt aufbauen.



- Offsetstellung des Nullinstrumentes (Taste drücken, falls ein deutlicher Anschlag zeigt, korrigieren lassen)
- Netzgerät auf 2V einstellen. ~~Festhalten~~ (festhalten)
- Position auf Heipot ändern, bis Nullinstrument Null zeigt.
- Resultierende Heipotstellung notieren (inkl. Einstellfehler des Heipots - abschätzen)
- Unsicherheiten führt zu Nullinstrument, Spannungsnorm notieren.

(b) Klemmenspannung einer galvanischen Zelle:

- ~~Spannungsnorm~~ durch die galvanische Zelle ersetzen.

- Position auf Heipot ändern, bis Nullinstrument Null zeigt.
- Resultierende Heipotstellung (inkl. Unsicherheiten) notieren.

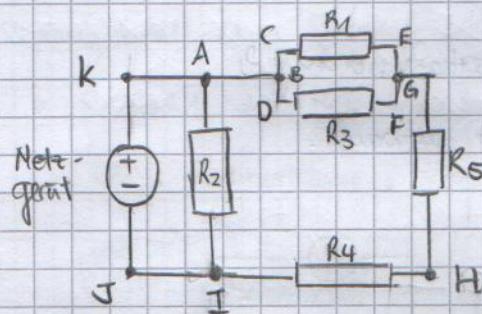
## Teilversuch 5: Bestätigung der Kirchhoff'schen Sätze

Versuchsziel: Kirchhoff'schen Sätze bestätigen

Messmethode: Ströme und Spannungen in einem Widerstandsnetzwerk messen.

Versuchsdurchführung:

- Schaltung wie folgt aufbauen:



\* vor jedem Widerstand einen zusätzlichen Verbindungsstecker einstecken.

- Netzgerät auf 10 V einstellen  $\rightarrow$  muss man Kalibrierung berücksichtigen?
- Alle Spannungen und Ströme messen
- Im Protokoll:
  - Vorzeichen
  - Richtung im Skizze
  - Ablesungen

## Messungen im Labor

### Teilversuch ①:

(a) Leerlauftspannung = ~~1,365~~ ~~± 0,5%~~ V  
 $(\Delta U \pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$

Min ~~Ausschlag~~ Strom = Potentialabnehmer bei 100 = 10,6 mA

Max Strom = Potentialabnehmer bei 0. = 38,8 mA

Multimeter am Position 200 mA

$\Rightarrow (\Delta I = \pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$

↓

Schritt = 2,82 mA.

Potential Motor Position	I / mA	U / V
100	10,6	1,332
70	13,4	1,322
48	16,2	1,317
34	19,1	1,312
26	21,9	1,308
19	24,8	1,303
14	27,5	1,300
9	30,6	1,294
6	33,1	1,290
3	35,9	1,286
0	<del>38,6</del> <del>38,7</del>	1,282

Note: schwer zu steuern  $\Rightarrow$  nicht ganz äquidistant.

Leerlauftspannung (darauf) = ~~1,354~~ V

(b) Potentialmeter Max unverstnd.

Spannung  $U = 10,00 \text{ V}$  ( $\Delta U = \pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$ )

Strom  $I = 98,3 \text{ mA}$  ( $\Delta I = \pm 0,8\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$ )

Strom  $I$  (Stromzage) =  $0,097 \text{ A}$   $\uparrow$  ganz ähnlich

und erst auf 0 gesetzt (mit Zero Taste)

~~Potentialmeter Position~~ ~~I/mA~~ ~~U/V~~

~~100~~ ~~104,2~~

<del>Potentialmeter Position</del>	$I/\text{mA}$ (Stromzage)	$I/\text{mA}$ (Multimeter)	$U/\text{V}$ (Multimeter)
100	0,113	104,2	9,99
100	0,122	113,4	9,99
100	0,123	114,6	9,99
100	0,123		

280	9,97
381	9,96
506	9,95
619	9,94
646	9,93
796	9,92
898	9,91
957	9,90
1106	9,88
1334	9,32
1427	7,68

Auch am  $\rightarrow$   
Netzgerät

Sprung bei  $I = 1334 \text{ mA}$

## Teilversuch ②

~~Strom I / mA~~      ~~Spannung U / mV~~

Spannung U / V	Strom I / mA
2,07	0,6
4,08	1,2
6,01	1,8
8,02	2,4
10,06	3,0
<del>11,00</del>	
12,15	3,6
14,14	4,3
16,09	4,8
18,02	5,4
19,99	6,0

$$\Delta U = \pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$$

$$\Delta I = \pm 0,8\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$$

$$\text{Widerstand aus } \cancel{\text{Farben}} = \frac{110 \cdot 10^3 \Omega}{330 \cdot 10^1 \Omega} \approx 330 \Omega \quad \pm 1\%$$

$$\text{Widerstand aus Multimeter} = 3,29 \text{ k}\Omega$$

$$\cancel{\Delta R} = (\pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ D.git})$$

Die Widerstände stimmen mit einander überein

## Fehlersuch 8

$$\Delta U = (\pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$$

(a) Mit 1A wird der Draht herz.

$$I = 0,503 \text{ A} \quad (\Delta I = \pm 0,8\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$$

10 cm Messung ( $\pm 4 \text{ mm}$ )

Messung 1	$U/V = 0,615 \text{ V}$	(zws. 20cm - 30cm)
Messung 2	$U/V = 0,607 \text{ V}$	(zws. 40cm - 50cm)
Messung 3	$U/V = 0,613 \text{ V}$	(zws. 60cm - 70cm)

Verschiedene Länge:

$$(\underline{20 \text{ cm} \pm 4 \text{ mm}}) \quad \Delta U = (\pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$$

Länge	Spannung:
$(20,0 \pm 0,4) \text{ cm}$	1,167 V
$(40,0 \pm 0,4) \text{ cm}$	2,37 V
$(60,0 \pm 0,4) \text{ cm}$	3,63 V
$(80,0 \pm 0,4) \text{ cm}$	4,86 V
$(90,0 \pm 0,4) \text{ cm}$	5,00 V

(b) Fehler beim Spannungs-Messung  $\Delta U = (\pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit})$

Wenn  $x = 1000 \text{ Scht}$ ,  $U = U_0 = 10,03 \quad \checkmark \text{ passt}$

Schritt x / Scht	(Widerstand) $U_0 / V$	(Fehler) $U / V$
1000	10,03	10,03
900	10,03	9,02
800	10,03	8,01
700	10,03	7,02
600	10,02	6,01
500	10,02	5,01
400	10,02	4,01
300	10,02	3,01

$$(\Delta x = \pm 0,5 \text{ Scht})$$

Schritt x / Scht	U <sub>0</sub> / V	U / V
200	10,02	2,01
100	10,02	1,01
0	10,02	0,01

### Teilversuch 4

(a) Heilpot Wert = 537 Scht

Heilpot Max = 1000 Scht

$\Delta$  Heilpot Messung = 0,5 Scht

LMU München  
Physikalische Praktika

ESK

Versuch: 13.8.20

Datum:

Betreuer:

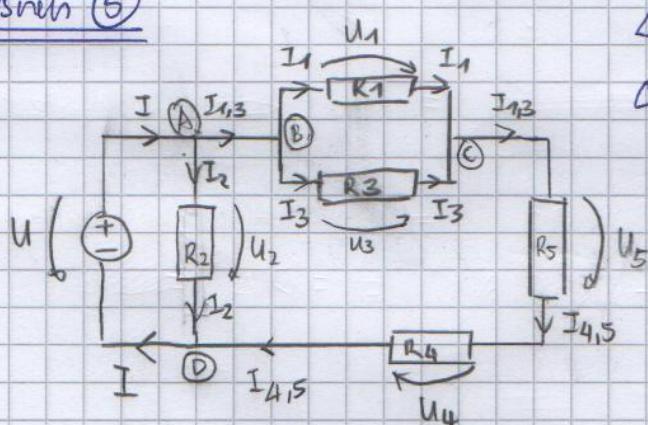
Johannes Sachse

Ableseungsfehler bei Nullinstrument = 0,025 mA.

Spannungsnormale ~~Fehler~~ =  $(1,0000 \pm 0,0001)$  V

(b) Heilpot Position = 728 Scht.  $\pm$  0,5 Scht

### Teilversuch 5



$\Delta U = \pm 0,5\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$

$\Delta I = \pm 0,8\% \text{ Messwert} + 1 \text{ Digit}$

Vorzeichen durch Striche gegeben. Die Befräge:

~~U = 10,04 V~~ I = 2,7 mA

~~U<sub>1</sub> = 1,974 V~~ I<sub>1</sub> = 0,6 mA

~~U<sub>2</sub> = 10,04 V~~ I<sub>2</sub> = 1,4 mA

~~U<sub>3</sub> = 1,974 V~~ I<sub>3</sub> = 0,7 mA

~~U<sub>4</sub> = 2,91 V~~ I<sub>4,5</sub> = 1,3 mA

~~U<sub>5</sub> = 5,16 V~~ I<sub>1,3</sub> = 1,3 mA