

BLOCKPRAKTIKUM PHYSIK

OHM'SCHES GESETZ UND WHEATSTONE'SCHE MESSBRÜCKE

22.02.2018

Betreuer: Isabell Alsheimer

Gruppe: 1

Michelle Schweizer, Stefanie Kunkel

1. Zielsetzung der Versuche

Ziel des Versuches ist experimentell das Ohm'sche Gesetz zu bestätigen, sowie den Aufbau und die Verwendung einer Wheatstone'schen Messbrücke zu demonstrieren.

2. Auswertung

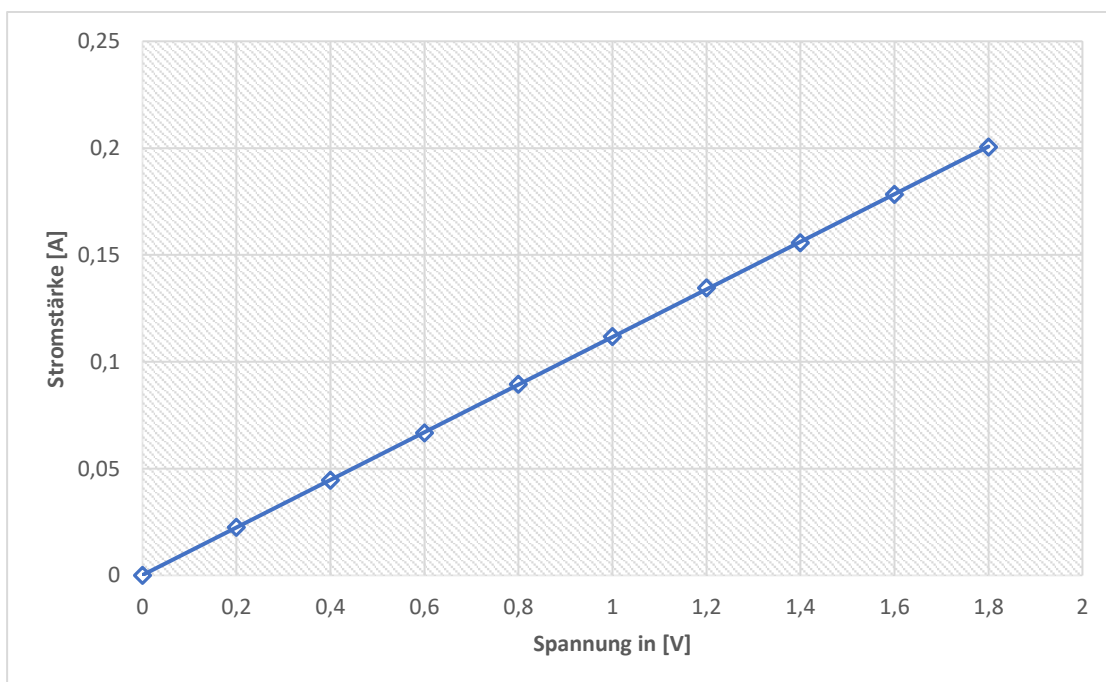
1. Strom Spannungs Kennlinie

1.1 Die Stromfehlerschaltung

1.1.1 Messergebnisse

U [V]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
I [mA]	0	22,48	44,6	66,8	89,6	111,9	134,6	155,7	178,4	200,5

1.1.2 U-I-Diagramm



1.1.3 Ausgleichsgerade

a) Steigung der Ausgleichsgeraden

$$m = 0,11156456$$

b) Widerstand des Messdrahts

Damit ergibt sich für R aus folgender Formel:

$$R = \frac{1}{m}$$

(Da $R = \frac{U}{I}$ und $m = \frac{I}{U}$)

$$R = 8,9634 \Omega$$

1.1.4 Unsicherheit der Steigung

Aus Excel ergibt sich

$$\Delta m = 0,00011$$

1.1.5 Unsicherheit des Widerstands

$$\Delta R = \frac{\Delta m}{m^2} * 2$$

Daraus ergibt sich für

$$\Delta R = 0,018\Omega$$

1.1.6 Widerstand R mit Messunsicherheit

$$R = 8,963\Omega \pm 0,018\Omega$$

1.2 Berechnung des Messdrahtdurchmessers aus spez. Widerstand und Länge l1.2.1 Berechnung von d_{theo}

Gegeben ist folgende Formel

$$R = \rho * \frac{l}{A} = \rho * \frac{l}{\pi * r^2}$$

Daraus folgt

$$r = \sqrt{\frac{\rho * l}{R * \pi}}$$

Daraus ergibt sich:

$$d_{\text{theo}} = 4,51 * 10^{-4} \text{m}$$

1.2.2 Fazit

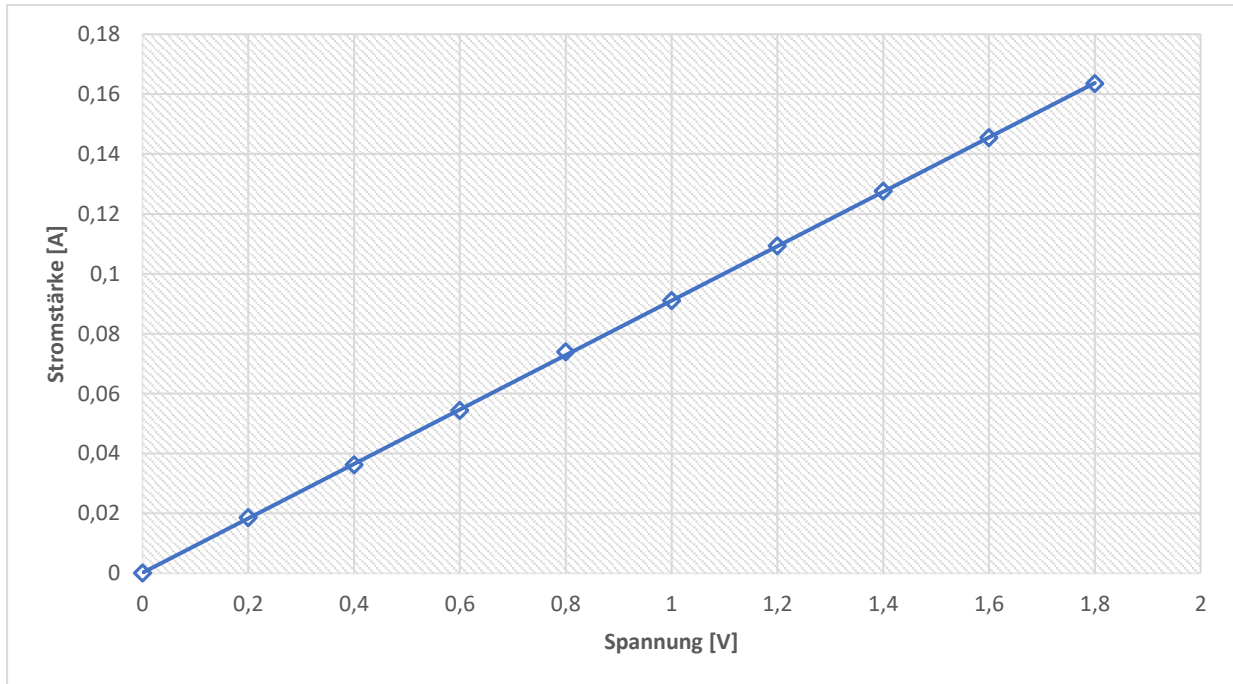
Unser gemessener Wert lag bei

$$d_{\text{mess}} = 5 * 10^{-4} \text{m}$$

Der Wert berechnet mithilfe des Widerstandes ist genauer. Beide Werte (d_{mess} und d_{theo}) liegen aber sehr nahe beieinander. Das heißt, es wurde sehr genau gemessen. Die Abweichungen lassen sich durch Fehler bei der Messung der Drahtdicke erklären.

1.3 Die Spannungsfehlerschaltung1.3.1 Messergebnisse

U [V]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
I [mA]	0	18,53	36,13	54,3	73,9	91	109,3	127,5	145,4	163,4

1.3.2 U-I-Diagramm1.3.3 Ausgleichsgerade

c) Steigung der Ausgleichsgeraden

Aus excel:

$m = 0,0909893$

d) Widerstand des Messdrahts

Damit ergibt sich für R aus folgender Formel:

$$R = \frac{1}{m}$$

(Da $R = \frac{U}{I}$ und $m = \frac{I}{U}$)

$R = 10,99 \, \Omega$

1.3.4 Unsicherheit der Steigung

Aus Excel ergibt sich

$$\Delta m = 0,00013$$

1.3.5 Unsicherheit des Widerstands

$$\Delta R = \frac{\Delta m}{m^2} * 2$$

Daraus ergibt sich für

$$\Delta R = 0,03140\Omega$$

1.3.6 Widerstand R mit Messunsicherheit

$$R = 10,99\Omega \pm 0,04\Omega$$

1.4 Vergleich der beiden Ergebnisse für den Widerstand

Wir haben folgende Werte errechnet

$$R_{\text{Stromf.s.}} = 8,963\Omega \pm 0,018\Omega$$

$$R_{\text{Spannungsf.s.}} = 10,99\Omega \pm 0,04\Omega$$

Die Ergebnisse für den Widerstand unterscheiden sich deutlich. Das lässt sich keinesfalls durch die Messunsicherheit erklären. Wir wissen aber, dass sich für kleine Widerstände die Stromfehlerschaltung besser eignet.

1.5 Fehler der Spannungsfehlerschaltung

Bei der Spannungsfehlerschaltung rechnet man mit $U_{\text{ges}} = U_R + U_{AM}$

(U_R =Spannung die am Widerstand abfällt, U_{AM} =Spannung die am Amperemeter abfällt)

Der systematische Fehler lässt sich eliminieren, wenn man von U_{ges} , U_{AM} abzieht.

1.5.1 Berechnung von R

$$U_R = U_{\text{ges}} - U_{AM}$$

Mit folgenden Formeln

$$U_{AM} = R_{AM} * I_{\text{ges}}$$

$$R = \frac{U_R}{I_{\text{ges}}}$$

Ergibt sich

$$R = \frac{U_{\text{ges}}}{I_{\text{ges}}} - R_{AM} = \frac{1}{m} - R_{AM}$$

Dafür ergibt sich

$$R_{\text{Spann.f.s.verbessert}} = 8,99\Omega$$

1.5.2 Fazit

$R_{\text{Spann.f.s.verbessert}} = 8,99 \Omega$

$R_{\text{Stromf.s.}} = 8,963 \Omega \pm 0,018 \Omega$

Nun liegen beide Werte sehr nah beieinander. Mit der Unsicherheit des Widerstandswerts aus der Stromfehlerschaltung kommt man auf etwa $R = 8,98 \Omega$.

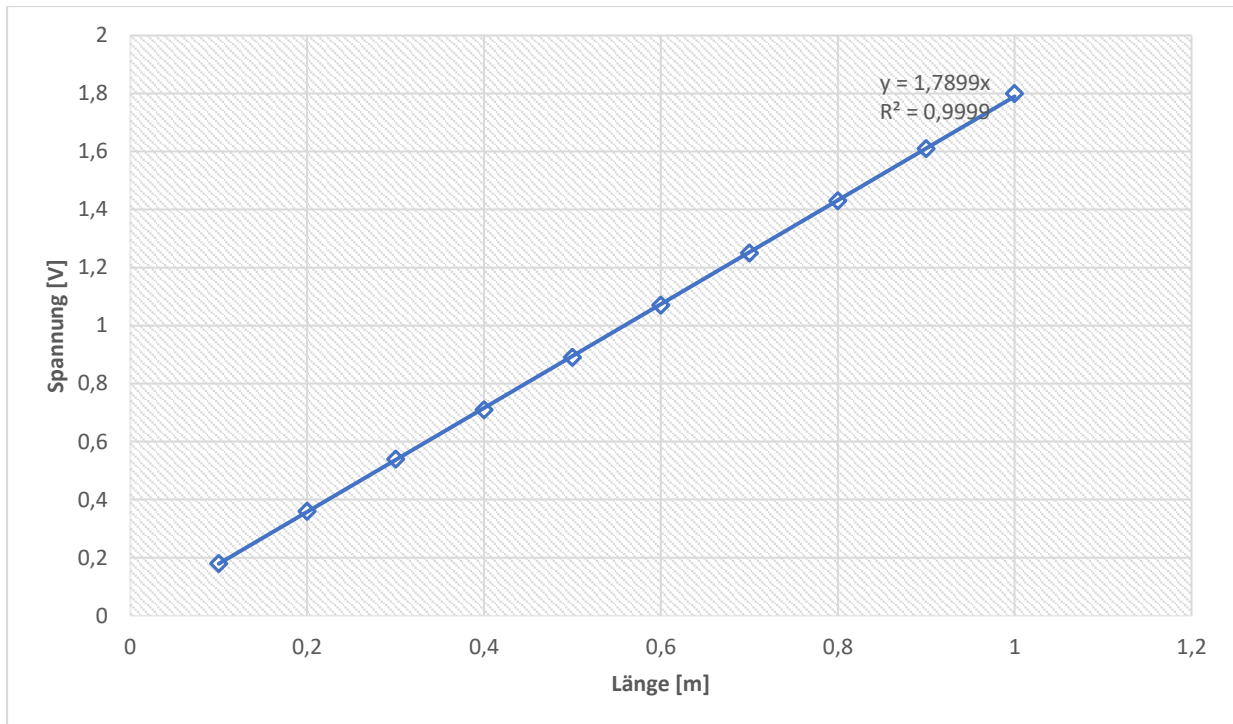
Die weiteren Abweichungen sind durch Messfehler zu erklären

2. Potenziometer

2.1 Messergebnisse

I [mA]	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
U [V]	0,18	0,36	0,54	0,71	0,89	1,07	1,25	1,43	1,61	1,8

2.2 I-U-Diagramm



2.3 Die Ausgleichsgerade

Steigung der Ausgleichsgerade aus Excel

$m = 1,7899$

2.4 Korrelationskoeffizient

Aus Excel ergibt sich

$r_{U1} = \sqrt{0,9999} = 0,99995$

3. Die Wheatstone-Brücke

3.1.1 Messergebnisse von R_x

$R_N [\Omega]$	30	40	50	60	70	80	90	100
$L_1 [\text{cm}]$	69,55	62,95	56,5	53	48,95	45,8	41,9	39,45
$L_2 [\text{cm}]$	30,45	37,05	43,5	47	51,05	54,2	58,1	60,55
R_x	68,5221675	67,9622132	64,9425287	67,6595745	67,1204701	67,601476	64,9053356	65,1527663

a) Berechnung von R_x

$$R_x = \frac{l_1}{l_2} * R_N$$

b) Berechnung vom Mittelwert von $\bar{R}_x$

$$\bar{R}_x = \frac{\sum R_{xi}}{n}$$

$$\bar{R}_x = 66,7333165\Omega$$

c) Messunsicherheit von R_x

Es gibt folgende Formel

$$\Delta y = \sqrt{\frac{\sum (R_{xi} - \bar{R}_x)^2}{n - 1}}$$

Es ergibt sich ein

$$\Delta y = 1,48892538\Omega$$

Mit

$$\Delta u_{R_x} = \frac{\Delta y}{\sqrt{n}} * 2$$

Ergibt sich

$$\Delta u_{R_x} = 1,053\Omega$$

d) Ergebnis

$$R_x = (66,7 \pm 1,1)\Omega$$

$$R_x = 66,7\Omega \pm 1,6\%$$

3.1.2 Messergebnisse von R_x

$R_N [\Omega]$	30	40	50	60	70	80	90	100
$L_1 [\text{cm}]$	70,4	64,15	58,4	53,9	49,8	46,3	43,3	40,7
$L_2 [\text{cm}]$	29,6	35,85	41,6	46,1	50,2	53,7	56,7	59,3
$R_y [\Omega]$	71,3513514	71,57601116	70,1923077	70,1518438	69,4422311	68,9757914	68,7301587	68,6340641

a) Berechnung von R_y

$$R_y = \frac{l_1}{l_2} * R_N$$

b) Berechnung vom Mittelwert von $\bar{R}_y$

$$\bar{R}_y = \frac{\sum R_{xi}}{n}$$

$$\bar{R}_y = 69,8817199\Omega$$

c) Messunsicherheit von R_y

Es gibt folgende Formel

$$\Delta y = \sqrt{\frac{\sum (Ry_i - \bar{R}_y)^2}{n - 1}}$$

Es ergibt sich ein

$$\Delta y = 1,13995402\Omega$$

Mit

$$\Delta u_{R_y} = \frac{\Delta y}{\sqrt{n}} * 2$$

Ergibt sich

$$\Delta u_{R_y} = 0,81\Omega$$

a) Ergebnis

$$R_y = (69,9 \pm 0,9)\Omega$$

$$R_y = 69,9\Omega \pm 1,3\%$$

3.2 Berechnung von R_{ges} aus R_x und R_y für Parallelschaltung

3.2.1 Berechnung von $\bar{R}_{ges}$

Gegeben ist diese Formel:

$$\bar{R}_{ges} = \frac{\bar{R}_x * \bar{R}_y}{\bar{R}_x + \bar{R}_y}$$

$$\bar{R}_{ges} = 34,1356\Omega$$

3.2.2 Berechnung der Unsicherheit $\Delta u_{\bar{R}_{ges}}$

$$\Delta u_{\bar{R}_{ges}} = \sqrt{\left(\frac{\bar{R}_y^2}{(\bar{R}_x + \bar{R}_y)^2} * \Delta u_{\bar{R}_x}\right)^2 + \left(\frac{\bar{R}_x^2}{(\bar{R}_x + \bar{R}_y)^2} * \Delta u_{\bar{R}_y}\right)^2}$$

Es ergibt sich

$$\Delta u_{\bar{R}_{ges}} = 0,4\Omega$$

3.2.3 Berechnung von $\bar{R}_{ges}$ mit Unsicherheiten

$$R_{ges} = (34,1 \pm 0,4)\Omega$$

$$R_{ges} = 34,1\Omega \pm 1,2\%$$

3.3 Berechnung von R_{ges} aus Messergebnissen für Parallelschaltung

3.3.1 Messergebnisse von $R_x || R_y$

$R_N [\Omega]$	30	40	50	60	70	80	90	100
$L_1 [\text{cm}]$	52,5	46,6	40,8	36,4	32,5	29,3	27,1	25,5
$L_2 [\text{cm}]$	47,5	53,4	59,2	63,6	67,5	70,7	72,9	74,5
$R_x R_y [\Omega]$	33,1578947	34,90636704	34,4594595	34,3396226	33,7037037	33,1541726	33,4567901	34,2281879

3.3.2 Berechnung von R_{ges}

a) Berechnung von $R_x || R_y$

$$R_x || R_y = \frac{l_1}{l_2} * R_N$$

b) Berechnung vom Mittelwert von $\overline{R_x || R_y}$

$$\overline{R_x || R_y} = \frac{\Sigma R_x || R_{y_i}}{n}$$

$$\overline{R_x || R_y} = 33,925748\Omega$$

c) Messunsicherheit von $R_x || R_y$

Es gibt folgende Formel

$$\Delta y = \sqrt{\frac{\Sigma (R_x || R_{y_i} - \overline{R_x || R_y})^2}{n - 1}}$$

Es ergibt sich ein

$$\Delta y = 0,43\Omega$$

Mit

$$\Delta u_{R_x || R_y} = \frac{\Delta y}{\sqrt{n}} * 2$$

Ergibt sich

$$\Delta u_{R_x || R_y} = 0,31\Omega$$

d) Ergebnis

$$R_{ges} = 33,9\Omega \pm 0,4\Omega$$

$$R_{ges} = 33,9\Omega \pm 1,2\%$$

3.4 Vergleich der Widerstandsmessungen für Parallelschaltung

Wir haben aus 3.2.3

$$R_{ges} = 34,1\Omega \pm 0,4\Omega$$

Und aus 3.3.2

$$R_{ges} = 33,9\Omega \pm 0,4\Omega$$

Mit den Unsicherheiten überschneiden sich die beiden Werte der Widerstandsberechnungen. Damit kann man sagen, dass sich die Ergebnisse im Versuch bestätigt haben

3.5 Berechnung von R_{ges} aus R_x und R_y für Reihenschaltung

3.5.1 Berechnung von $\bar{R}_{ges}$

Gegeben ist diese Formel:

$$\begin{aligned}\bar{R}_{ges} &= \bar{R}_x + \bar{R}_y \\ \bar{R}_{ges} &= 136,615\Omega\end{aligned}$$

3.5.2 Berechnung der Unsicherheit $\Delta u_{\bar{R}_{ges}}$

$$\Delta u_{\bar{R}_{ges}} = \sqrt{\Delta u_{R_x}^2 + \Delta u_{R_y}^2}$$

Es ergibt sich

$$\Delta u_{\bar{R}_{ges}} = 1,33\Omega$$

3.5.3 Berechnung von $\bar{R}_{ges}$ mit Unsicherheiten

$$R_{ges} = (136,6 \pm 1,4)\Omega$$

$$R_{ges} = 136,6\Omega \pm 1\%$$

3.6 Berechnung von R_{ges} aus Messergebnissen für Reihenschaltung3.6.1 Messergebnisse von R_x und R_y Reihe

$R_N [\Omega]$	30	40	50	60	70	80	90	100
$L_1 [cm]$	81,9	78	73,8	69,65	65,9	63,15	60,6	58,15
$L_2 [cm]$	18,1	22	26,2	30,35	34,1	36,85	39,4	41,85
$R_x + R_y [\Omega]$	135,745856	141,8181818	140,839695	137,693575	135,278592	137,096336	138,426396	138,948626

3.6.2 Berechnung von R_{ges} a) Berechnung von $R_x + R_y$ -Reihe

$$R_x + R_y = \frac{l_1}{l_2} * R_N$$

b) Berechnung vom Mittelwert von $\overline{R_x + R_y}$

$$\overline{R_x + R_y} = \frac{\Sigma R_x + R_{y_i}}{n}$$

$$\overline{R_x + R_y} = 138,23\Omega$$

c) Messunsicherheit von $R_x + R_y$

Es gibt folgende Formel

$$\Delta y = \sqrt{\frac{\Sigma (R_x + R_{y_i} - \overline{R_x + R_y})^2}{n - 1}}$$

Es ergibt sich ein

$$\Delta y = 5,25\Omega$$

Mit

$$\Delta u_{\overline{R_x + R_y}} = \frac{\Delta y}{\sqrt{n}} * 2$$

Ergibt sich

$$\Delta u_{\overline{R_x + R_y}} = 3,71\Omega$$

d) Ergebnis

$$R_{ges} = (138,2 \pm 3,8)\Omega$$

$$R_{ges} = 138,2\Omega \pm 2,7\%$$

3.7 Vergleich der Widerstandsmessungen der Reihenschaltung

Aus 3.5.3 haben wir

$$R_{ges} = (136,6 \pm 1,4)\Omega$$

Aus 3.6.2 haben wir

$$R_{ges} = (138,2 \pm 3,8)\Omega$$

Die Werte unterscheiden sich geringfügig, haben aber einen gemeinsamen Bereich, Die Größe der Messunsicherheiten könnte z.B. durch Ablese- oder Messfehler entstanden sein.

MICHELE SCHWEIZER
STEFANIE KUNKEL

22.2.18

D. Kunkel

05
Drahtdurchmesser mit Messschieber gemessen: ~~4002~~ 0,15 mm

1. Strom-Spannungs Kennlinie

Für Stromfehlerschaltung

U in V	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
I in A	0	22,118	44,6	66,8	89,6	111,9	134,6	155,7	178,4	200,5			

Für Spannungsfehlerschaltung

U in V	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
I in A	0	48,53	36,43	54,3	73,1	94,0	109,3	127,5	145,4	163,4			

2. Potentiometer

 $U_{\text{ges}} = 1,8 \text{ V}$

I_1 in m	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
U in V	0,178	0,36	0,54	0,71	0,89	1,07	1,25	1,43	1,61	1,8

3. Wheatstone Brücke

 $U_{\text{ges}} = 1,6 \text{ V}$ $R_x: R_{\text{ges}}$ $R_y: R_{24}$

R_x	30	40	50	60	70	80	90	100
R_N in Ω	62,55	62,85	56,5	53	48,95	45,8	41,9	39,45
I_1 in cm	30,45	31,05	43,5	47	51,05	53,4,2	58,1	60,455

R_y	30	40	50	60	70	80	90	100
R_N in Ω	70,4	64,15	58,14	53,9	49,8	46,3	43,3	40,7
I_1 in cm	29,6	35,85	41,6	46,14	50,2	53,7	56,7	59,3

$R_x R_y$	30	40	50	60	70	80	90	100
R_N in Ω	52,5	46,6	40,8	36,4	32,5	29,3	27,1	25,5
I_1 in cm	47,5	53,4	59,2	63,6	67,5	70,7	72,9	74,5

R_x und R_y in Reihe	30	40	50	60	70	80	90	100
R_N in Ω	81,9	78	73,8	69,65	65,79	63,15	60,6	58,15
I_1 in cm	18,41	22	26,2	30,35	34,41	36,85	39,4	41,85