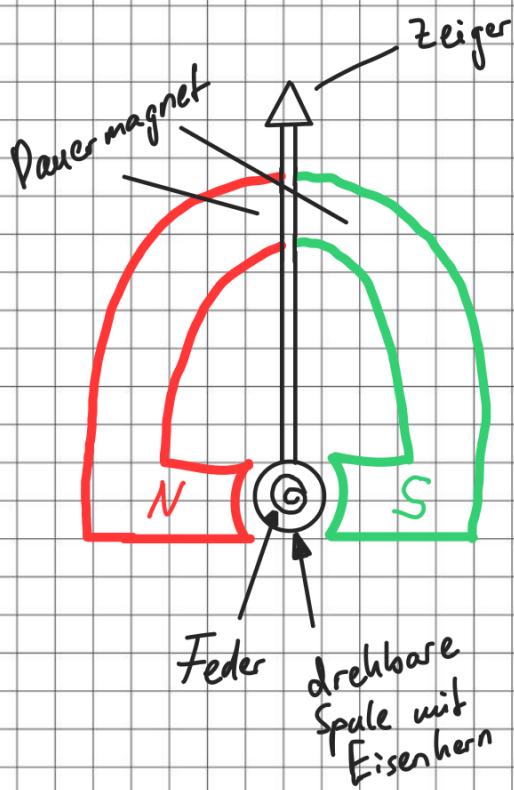


### 3. Versuchsvorbereitung

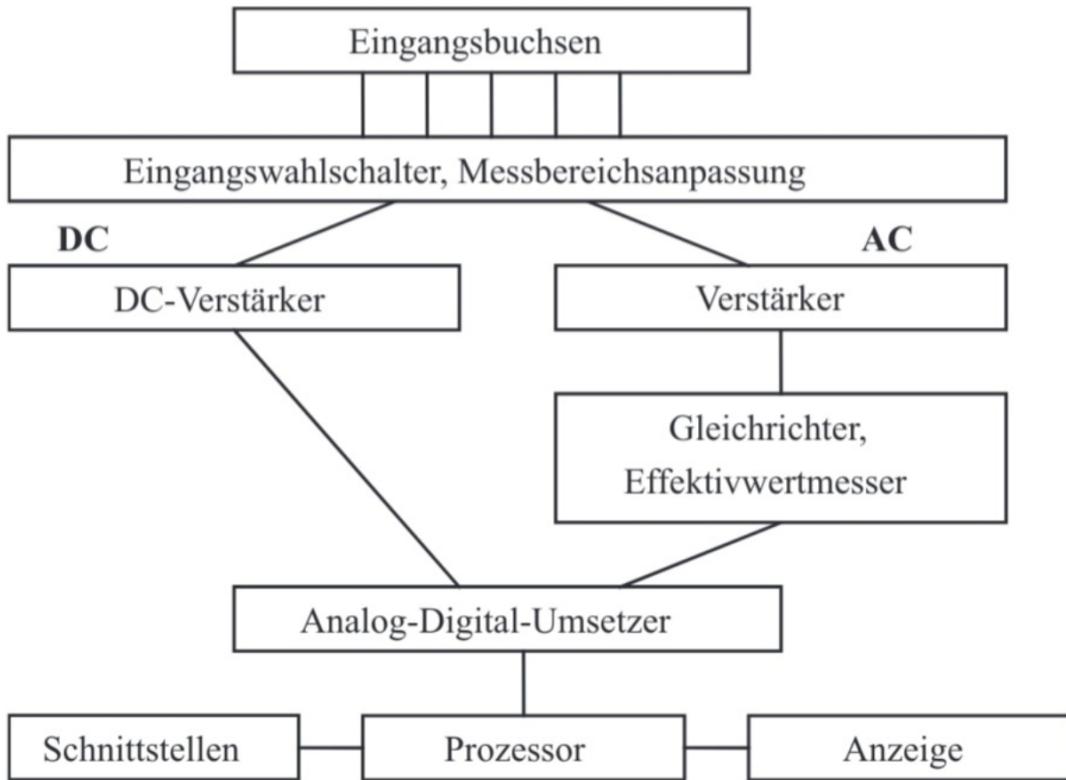
Duong Vo Tan

#### 3.1 Drehspulinstrument



- Der zu messende Strom wird durch die Spule geleitet
- Um die Spule (mit Eisenkern) entsteht ein Magnetisches Feld  
→ es entsteht eine Wechselwirkung zwischen den magnetischen Kräften der beiden Magneten (Spule mit Eisenkern und Dauermagnet)
- die Spule bewegt sich da sie ein drehbares / bewegliches Bauteil ist
- der Winkel um die sich die Spule dreht (welche durch den Zeiger deutlich wird) drückt hierbei die Stromstärke aus da eine direkte Proportionalität zwischen der Stromstärke und der Kraft welche zwischen den beiden Magneten wirkt bestehlt
- Die Feder verhindert hierbei dass sich die Spule nur zu einem gewissen Grad dreht (ohne Feder würde sich Spule bei beliebiger Stromstärke weiter drehen)
- zudemrichtet die Feder den Zeiger nach der Messung in eine Ursprungposition

# Digital - Handmultimeter



Wirkungsweise :

- die zu messenden Größen werden an der Eingangsbuchse angelegt
- der Eingangswahlschalter und die Messbereichsanpassung leiten das Signal durch den richtigen Signalpfad (meist manuell gewählt)
- das Signal wird vom Verstärker bzw. Gleichrichter für die Weiterverarbeitung umgewandelt
- der Analog - Digital - Umsetzer wandelt das Signal in digitale (binäre) Daten um womit der Prozessor arbeiten kann
- die Messwerte werden auf einem Display angezeigt

## 3.2 Aufschriftsymbole von Messinstrumenten

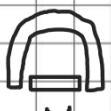
### Messwerk



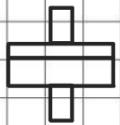
Drehspul messwerk  
mit Dauermagnet



Dreh-eisenmesswerk



Drehspulmesswerk  
mit Gleichrichter



Elektrodynamisches  
Messwerk

### Messgenauigkeit

- eingeteilt in Klassen welche Fehler-toleranzen als Prozent ausdrücken

#### Klasse

#### Anzeigefehler

0,1

$\pm 0,1\%$

0,2

$\pm 0,2\%$

0,5

$\pm 0,5\%$

1

$\pm 1\%$

2,5

$\pm 2,5\%$

5

$\pm 5\%$

### Stromart



Gleichstrom



Wechselstrom



Gleich und Wechselstrom



Drehstrom

### Betriebslage



senkrecht



waagerecht



schräg



schräg mit Winkel

### Prüfspannung

- gibt an mit welcher maximalen Spannung die Isolation des Instruments geprüft wurde



keine Isolationsprüfung



Prüfspannung: 500 V

### Beispiele für Sterne mit Zahl:



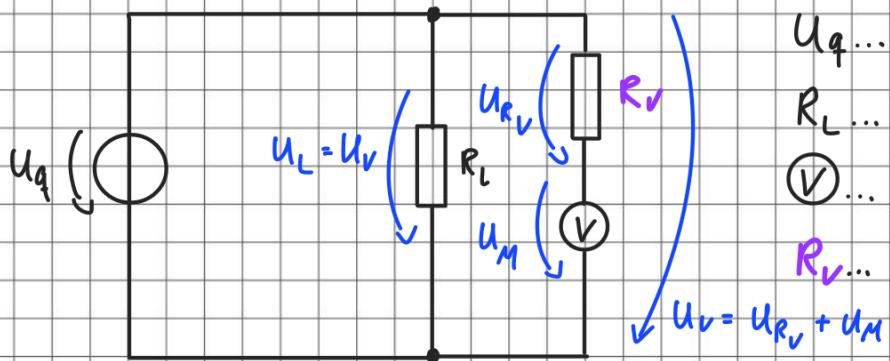
Prüfspannung: 3000 V



Prüfspannung: 5000 V

### 3.3 Erweiterung Messbereiche

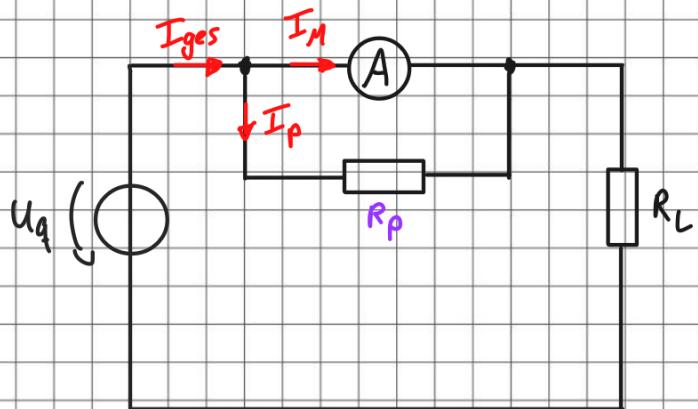
#### Spannungsmesser



$U_q$  ... Spannungsquelle  
 $R_L$  ... (zu messender) Lastwiderstand  
 $V$  ... Spannungsmesser  
 $R_V$  ... Vorwiderstand  
 $U_V = U_{R_V} + U_M$

- für eine Messbereicherweiterung eines Spannungsmessers ( $V$ ) wird ein Vorwiderstand  $R_V$  in Reihe mit dem Spannungsmesser geschaltet
- dadurch fällt ein Teil der Gesamtspannung  $U_V$  am Vorwiderstand ab welcher selber bestimmt werden kann durch die Wahl eines angemessenen Vorwiderstandes  $R_V$
- es kann somit eine Spannung abgelesen werden welche im Messbereich des Spannungsmessers liegt
- es gilt je größer der Vorwiderstand  $R_V$  desto mehr kann der Messbereich erweitert werden

## Strommesser



$U_q$  ... Spannungsquelle

$R_L$  ... (zu messender) Lastwiderstand

$A$  ... Strommesser

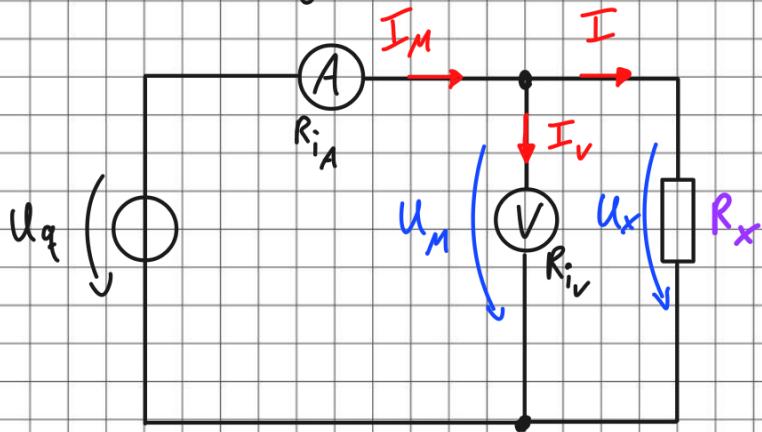
$R_p$  ... parallel geschalteter Widerstand

$I_{ges}$  ... Gesamtstrom aus  $I_{ges} = I_A + I_p$

- für eine Messbereichserweiterung eines Strommessers wird ein Widerstand  $R_p$  parallel zum Strommesser geschalten
- dadurch zweigt sich der Gesamtstrom  $I_{ges}$  ab in  $I_A$  und  $I_p$ 
  - durch den Strommesser fließt nun ein geringerer Strom welcher durch richtiger Auswahl des Widerstandes  $R_p$  im Messbereich liegen sollte
- es gilt je kleiner der Widerstand  $R_p$  desto weiter kann der Messbereich des Strommessers erweitert werden

### 3.4 Zweckmäßigkeit bei Strom- und Spannungsmessungen

#### Spannungsrichtige Messung



$U_q$  ... Spannungsquelle

$R_x$  ... (zu messender) Lastwiderstand

$V$  ... Spannungsmesser

$A$  ... Strommesser

$R_{iv}$  ... Innenwiderstand Spannungsmesser

$R_{iA}$  ... Innenwiderstand Strommesser

#### zweckmäßig - $R_x$ niederohmig

- bei einer Spannungsrichtigen Messung ist es ideal wenn:

$$R_{iv} \gg R_x$$

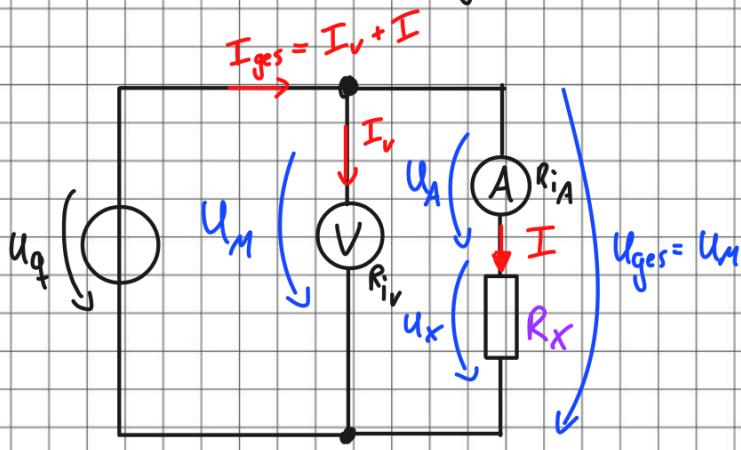
da dann nur ein sehr geringer Strom ( $I_v$ ) über den Spannungsmesser  $V$  fließt und ein möglichst hoher Strom ( $I$ ) über  $R_x$

#### Ermittlung von $R_x$

- Strom  $I_M$  wird um  $\Delta I = \frac{U_M}{R_{iv}}$  zu hoch gemessen

$$\rightarrow R_x = \frac{U_x}{I_M - \frac{U_M}{R_{iv}}}$$

## Stromrichtige Messung



$U_q$  ... Spannungsquelle

$R_x$  ... (zu messender) Lastwiderstand

$V$  ... Spannungsmesser

$A$  ... Strommesser

$R_{iv}$  ... Innenwiderstand Spannungsmesser

$R_{iA}$  ... Innenwiderstand Strommesser

zweckmäßig -  $R_x$  hochohmig

- bei einer Stromrichtigen Messung ist es ideal wenn:

$$R_{iA} \ll R_x$$

- wenn der Innenspannungswiderstand des Strommessers  $R_{iA}$  zu hoch ist :

→ Gesamtwiderstand im Schaltkreis erhöht sich → geringerer Gesamtstrom ( $I_{ges}$ )

→ Widerstand im Zweig der Reihenschaltung erhöht sich

↳ geringerer gemessener Strom ( $I$ )

Ermittlung von  $R_x$

- Spannung  $U_M$  wird um  $\Delta U = I \cdot R_{iA}$  zu hoch gemessen

$$\rightarrow R_x = \frac{U_M - I \cdot R_{iA}}{I}$$

### 3.5 Leistungsbedarf bei einer Messbereichserweiterung

Vorwiderstand  $R_V$  bestimmen

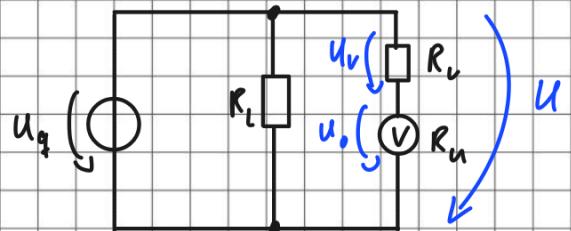
$$\frac{U_0}{U} = \frac{R_u}{R_u + R_v} \quad | \cdot (R_u + R_v)$$

$$R_u = \frac{U_0}{U} \cdot (R_u + R_v) \quad | : \frac{U_0}{U}$$

$$R_u + R_v = \frac{R_u \cdot U}{U_0} \quad | - R_u$$

$$R_v = R_u \cdot \frac{U}{U_0} - R_u$$

$$R_v = R_u \left( \frac{U}{U_0} - 1 \right) \longrightarrow$$



$$R_v = R_u (p - 1)$$

Parallelwiderstand  $R_p$  bestimmen:

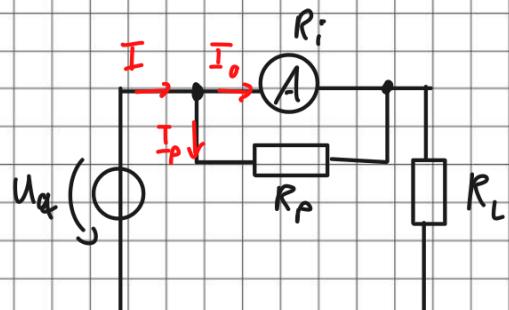
$$\frac{I}{I_0} = \frac{R_p + R_i}{R_p} \quad | \cdot R_p$$

$$\frac{I \cdot R_p}{I_0} = R_p + R_i \quad | - R_p$$

$$R_i = R_p \cdot \frac{I}{I_0} - R_p$$

$$R_i = R_p \cdot \left( \frac{I}{I_0} - 1 \right) \quad | : \left( \frac{I}{I_0} - 1 \right)$$

$$R_p = \frac{R_i}{\left( \frac{I}{I_0} - 1 \right)}$$



3.6 Unter Absprache mit Betreuer ausgelassen.

### 3.7 Berechnung am Spannungsteiler

$$R_{12} = R_1 + R_2$$

$$\frac{U_2 + U_3}{U_Q} = \frac{R_L \parallel R_{12}}{(R_L \parallel R_{12}) + R_3}$$

$$= \frac{\frac{R_L \cdot R_{12}}{R_L + R_{12}}}{\frac{R_L \cdot R_{12}}{R_L + R_{12}} + R_3} \quad | \cdot R_L + R_{12}$$

$$= \frac{R_L \cdot R_{12}}{R_L \cdot R_{12} + R_3 \cdot (R_L + R_{12})}$$

$$= \frac{R_L \cdot R_{12}}{R_L \cdot R_{12} + R_3 R_L + R_3 R_{12}} \quad | : R_L \\ | : R_L$$

$$= \frac{R_{12}}{R_{12} + R_3 + \frac{R_3 R_{12}}{R_L}}$$

$R_L \rightarrow \infty$ :

$$\frac{R_{12}}{R_{12} + R_3 + \frac{R_3 R_{12}}{\infty}} \Rightarrow \text{Faktor } \frac{R_3 R_{12}}{\infty} \text{ wird so klein dass er praktisch null wird und somit vernachlässigt werden kann.}$$

$R_L = 0$ :

$$\frac{R_L \cdot R_{12}}{R_L \cdot R_{12} + R_3 R_L + R_3 R_{12}} \Rightarrow \text{Wenn bei } R_L \cdot R_{12} \text{ das } R_L = 0 \text{ wird ist somit der gesamte Term Null.}$$

## Berechnung $U_L$ :

$$R_{L_1} = 15 \text{ k}\Omega ; R_{L_2} = 3,3 \text{ k}\Omega ; R_{L_3} = 1 \text{ k}\Omega ; R_L = \infty$$

$$R_1 = 220 \Omega ; R_2 = 470 \Omega ; R_3 = 680 \Omega ; U_q = 20 \text{ V}$$

$$U_L = \frac{R_{12}}{R_{12} + R_3 + \frac{R_3 \cdot R_{12}}{R_L}} \cdot U_q$$

$$R_{12} = 220 \Omega + 470 \Omega$$

$$R_{12} = 690 \Omega$$

für  $R_{L_1}$ :

$$U_L = \frac{690 \Omega}{690 \Omega + 680 \Omega + \frac{680 \Omega \cdot 690 \Omega}{15000 \Omega}} \cdot 20 \text{ V} = \underline{\underline{9,85 \text{ V}}}$$

für  $R_{L_2}$ :

$$U_L = \frac{690 \Omega}{690 \Omega + 680 \Omega + \frac{680 \Omega \cdot 690 \Omega}{3300 \Omega}} \cdot 20 \text{ V} = \underline{\underline{9,125 \text{ V}}}$$

für  $R_{L_3}$ :

$$U_L = \frac{690 \Omega}{690 \Omega + 680 \Omega + \frac{680 \Omega \cdot 690 \Omega}{1000 \Omega}} \cdot 20 \text{ V} = \underline{\underline{7,5 \text{ V}}}$$

für  $R_L$ :

$$U_L = \frac{690 \Omega}{690 \Omega + 680 \Omega + \frac{680 \Omega \cdot 690 \Omega}{\infty \Omega}} \cdot 20 \text{ V} = \underline{\underline{10,073 \text{ V}}}$$

### 3.8 Berechnung am Stromteiler

$$R_1 = 220 \Omega ; R_2 = 470 \Omega ; R_3 = 680 \Omega$$

$$U_q = 20 V$$

$$R_{\text{ges}} = R_1 + (R_2 \parallel R_3) = R_1 + \left( \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \right) = 220 \Omega + \frac{470 \Omega \cdot 680 \Omega}{470 \Omega + 680 \Omega}$$

$$R_{\text{ges}} = \underline{\underline{497,913 \Omega}}$$

$$I = \frac{U_q}{R_{\text{ges}}} = \frac{20 V}{497,913 \Omega} = \underline{\underline{0,04 A}}$$

$$\frac{I_A}{I} = \frac{R_3}{R_3 + R_2}$$

$$I_A = \frac{R_3}{R_3 + R_2} \cdot I = \frac{680 \Omega}{680 \Omega + 470 \Omega} \cdot 0,04 A$$

$$I_A = \underline{\underline{0,024 A}}$$

$$I_B = I - I_A = 0,04 A - 0,024 A = \underline{\underline{0,016 A}}$$