

## 1. Erläuterungen zum Versuch

In dieser Übung sollen **Messungen an Widerständen einer "Widerstandsfamilie"** durchgeführt und grafisch in der Form  $I = f(U)$  dargestellt werden.

Eine Widerstandsfamilie ist dadurch gekennzeichnet, daß alle Widerstände die gleiche Bauform, aber (gemäß der jeweiligen Normreihe) unterschiedliche Widerstandswerte haben. Diese erscheinen als Graph in der Form

$$I = f(U), \quad \{ \text{in der Mathematik: } y = f(x) \}$$

d.h. die *unabhängige Variable* ist die Spannung  $U$ , die *abhängige Variable* ist  $I$ ; mit anderen Worten:  $U$  wird im Graph auf der x-Achse,  $I$  auf der y-Achse dargestellt.

Nun ergibt sich gemäß dem Ohmschen Gesetz  $I = U/R$  bzw. nach Umstellung in analytischer Schreibweise:

**Fazit:** Die **Graphen der Widerstände sind Geraden**, deren **Steigung m** dem **Kehrwert** des jeweiligen **Widerstandes entspricht**.

$$I = \frac{1}{R} \cdot U$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$y = m \cdot x$$

Durch die **gleiche Bauform** ist aber auch die Wärmeabgabe bei jedem Widerstand gleich, weil die Oberfläche gleich groß ist – und damit auch die **maximale Verlustleistung  $P_{\max}$  der Widerstände**.

Bei den hier im Labor verwendeten Widerständen beträgt diese  $P_{\max} = 2 \text{ W}$ .

( $P_{\max}$  wird häufig auch mit  $P_{\text{tot}}$  bezeichnet.)

Gemäß der Leistungsformel  $P = U \cdot I$  ergibt sich mit  $I = \frac{U}{R}$  bzw. mit  $U = I \cdot R$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{bzw.} \quad P = I^2 \cdot R$$

Daraus wiederum ergibt sich nun für jeden Widerstand bei gegebener Leistung eine höchstzulässige Spannung  $U_{\max}$ , welche nicht überschritten werden darf, soll der Widerstand nicht durch zu große Wärme beschädigt werden.  $U_{\max}$  läßt sich mit folgender Formel berechnen:

$$P_{\max} = \frac{U_{\max}^2}{R} \quad \Rightarrow \quad U_{\max}^2 = P_{\max} \cdot R \quad \Rightarrow \quad U_{\max} = \sqrt{P_{\max} \cdot R}$$

Für die Berechnung des maximal zulässigen Strom  $I_{\max}$  ergibt sich folgende Formel:

$$P_{\max} = I_{\max}^2 \cdot R \quad \Rightarrow \quad I_{\max}^2 = \frac{P_{\max}}{R} \quad \Rightarrow \quad I_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max}}{R}}$$

Will man diesen Sachverhalt graphisch in Form einer Kennlinie  $I = f(U)$  darstellen, so ergibt sich gemäß der Leistungsbeziehung  $P = U \cdot I$  nach Umstellung  $I = \frac{P}{U}$ . Im Vergleich mit der analytischen Darstellungsform der Mathematik folgt daraus die Analogie:

**Fazit:** Der Graph der Beziehung  $y \sim \frac{1}{x}$  ist eine **Hyperbel**.

Entsprechend bezeichnet man die Kennlinie der Beziehung  $I \sim \frac{1}{U}$  als sog.

**"Leistungs – Hyperbel"**.

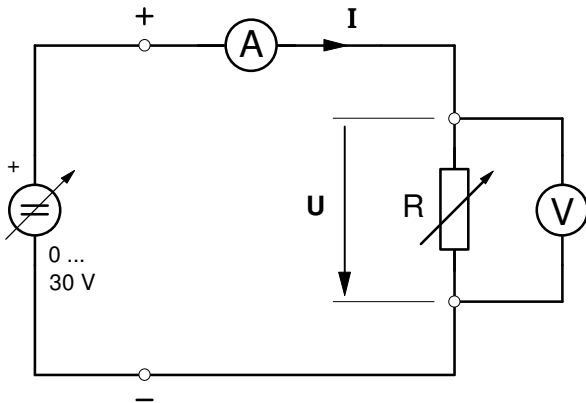
$$I = P \cdot \frac{1}{U}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$y = k \cdot \frac{1}{x}$$

**2. Meßschaltung**

Die Meßschaltung ist einfach und stellt keine große Herausforderung dar:



- Es ist aber zu beachten, daß nun bei Einstellung der Spannung am Widerstand die maximal zulässige Spannung auf gar keinen Fall überschritten werden darf!!

- Diese kann meßtechnisch durch Strom- oder Spannungsmessung nicht ermittelt werden und muß daher vor der Messung **berechnet** werden. (Nur die Zerstörung des Widerstandes könnte beobachtet werden, was wir aber tunlichst vermeiden wollen.)

**3. Aufgaben**

**a) Berechnung der maximal zulässigen Spannung**

Berechnen Sie nun zuerst die jeweiligen **Werte der maximalen Spannung  $U_{max}$**  für die maximal zulässige Verlustleistung  $P_{max} = 2 \text{ W}$  für folgende Widerstandswerte:

$P_{max}$ [W]	2	2	2	2	2	2	2
R [Ω]	22	47	68	100	150	220	330
$U_{max}$ [V]							

**b) Meßaufgabe und Meßergebnisse**

Nun sollen zur Ermittlung der **Kennlinien der Festwiderstände** im I–U–Diagramm (die sog. **Widerstandsgeraden**) für jeden Widerstand jeweils Wertepaare für **U** und **I** meßtechnisch bestimmt werden.

Runden Sie dazu zunächst die unter **a)** berechneten Spannungswerte auf glatte Werte ohne Kommastelle ab und tragen Sie diese Spannungswerte in die folgende Tabelle ein.

Schließen Sie anschließend diese Spannungen an den jeweiligen Festwiderstand an und messen Sie den sich jeweils ergebenden Stromwert und tragen Sie diesen ebenfalls in die Tabelle ein.

Durch **Messung** ermittelte Wertepaare zur Ermittlung der Kennlinien der Festwiderstände:

R [Ω]	22	47	68	100	150	220	330
U [V]							
I [mA]							

**c) Auswertung der Ergebnisse**

Zeichnen Sie mit den unter **b)** ermittelten Wertepaaren in das I–U–Diagramm auf der nächsten Seite für **jeden Festwiderstand** die **Kennlinie  $I = f(U)$** .

## d) Graphische Darstellung der Belastungsgrenze der Widerstände im I - U - Diagramm

Bestimmung der Wertepaare zur Darstellung der Belastungsgrenze im I - U - Diagramm. Dazu werden nun die Werte aus der Tabelle von Aufgabe a) verwendet und der höchstzulässige Strom  $I_{\max}$  zusätzlich **berechnet**:

$P_{\max}$ [W]	2	2	2	2	2	2	2
R [ $\Omega$ ]	22	47	68	100	150	220	330
$U_{\max}$ [V]							
$I_{\max}$ [mA]							

Übertragen Sie die Wertepaare  $U_{\max}$  und  $I_{\max}$  ebenfalls in das folgende I - U - Diagramm verbinden Sie diese Punkte zur **Verlustleistungshyperbel**.

