



Spannungsteiler Ersatzspannungsquelle Leistungsanpassung

Lernziel:

Ziel dieses Praktikumsversuches ist es, theoretische Zusammenhänge, die in der Vorlesung „Grundlagen der Elektrotechnik“ vermittelt werden, experimentell zu überprüfen und hierdurch das Wissen und Verständnis zu festigen.

Es werden sowohl der unbelastete als auch der belastete Spannungsteiler untersucht und Rechenwerte mit Messwerten verglichen. Weiterhin wird auf die Ersatzspannungsquelle eingegangen – mit Bestimmung des Innenwiderstandes und der Leerlaufspannung – sowie auf die Leistungsanpassung.



1. Allgemeine Informationen

1.1.1 Maximale Verlustleistung von Widerständen

Die maximale Verlustleistung P_{max} (manchmal auch P_{tot}) gibt die maximal zulässige Leistung an, die in einem Bauteil umgesetzt werden darf.



Bei Überschreitung von P_{max} wird das Bauteil thermisch zerstört.

In diesem Praktikum werden Widerstände mit $P_{max}=0,25\text{W}$ verwendet.

Hieraus ergeben sich die Maximalwerte des Stromes durch das Bauteil und der Spannung, die an dem Bauteil anliegen darf.

$$P_{max} = \frac{U_{max}^2}{R} = I_{max}^2 \cdot R$$

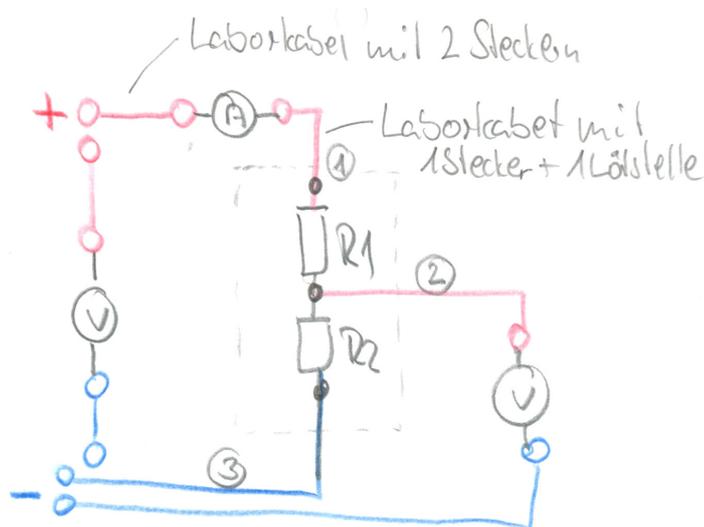
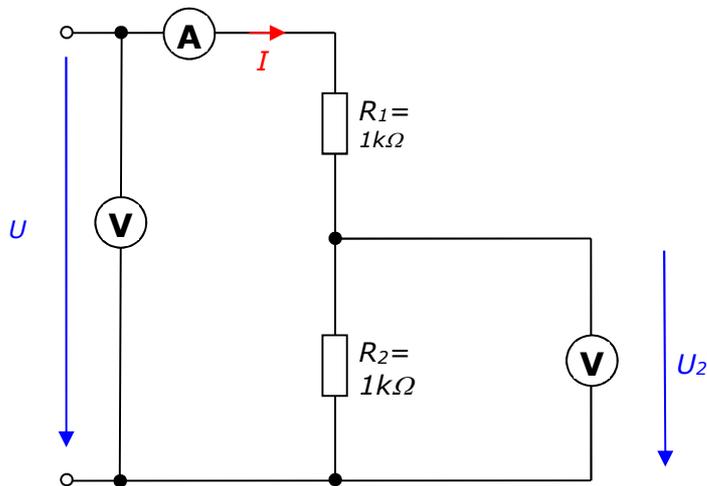
z.B. $R = 100 \Omega$ $P_{max} = 0,25 \text{ W}$ \Rightarrow

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} = 50 \text{ mA} \quad \text{bzw.} \quad U_{max} = \sqrt{P_{max} \cdot R} = 5 \text{ V}$$

2. Spannungsteiler

2.1 Unbelasteter Spannungsteiler

Man baue die nachfolgend skizzierte Schaltung auf:



Verdrahtungsvorschlag

2.1.1 Vorbereitung

- 2.1.1.1 Man berechne aus $P_{\max}=0,25\text{W}$ die Werte für I_{\max} sowie U_{\max} an den Eingangsklemmen und beachte, dass diese im weiteren Verlauf des Praktikums nicht überschritten werden (Angegebene Leistung für P_{\max} gilt für 1 Bauteil).

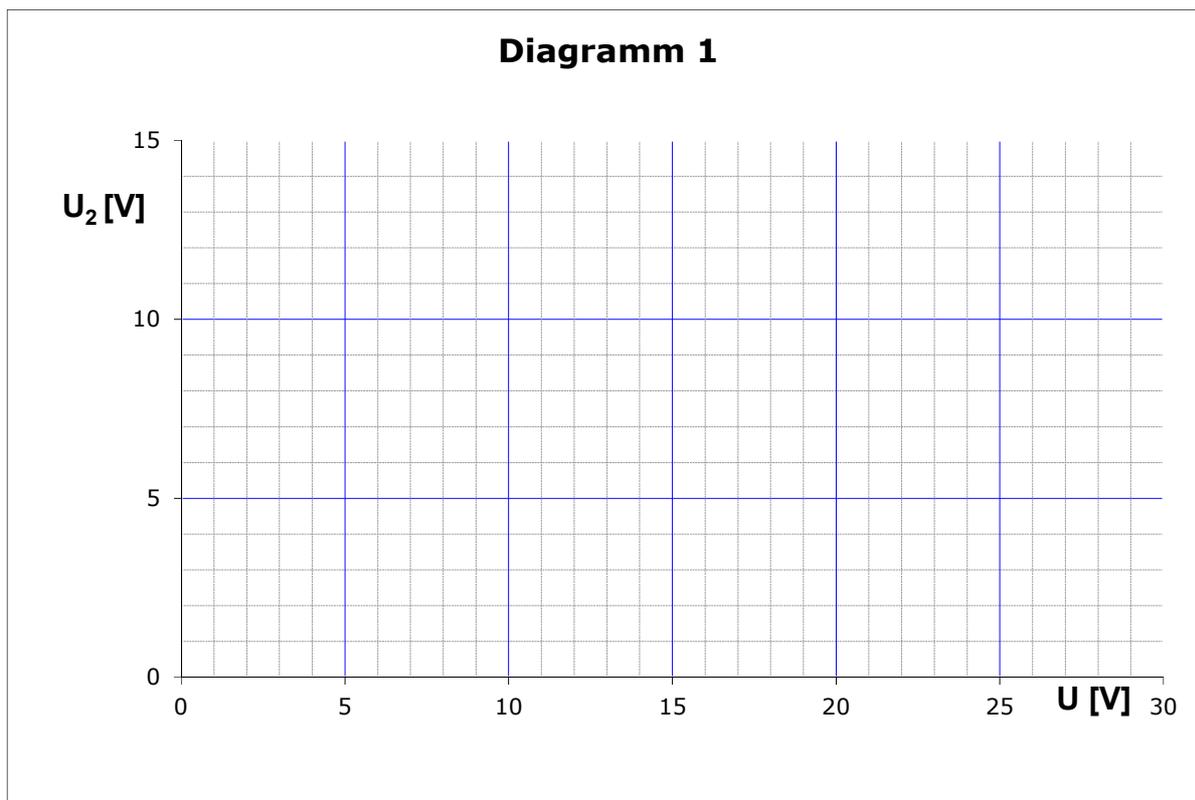
2.1.2 Versuchsdurchführung

2.1.2.1 Die Versorgungsspannung U ist in 10 Schritten bis U_{\max} zu erhöhen. Die Werte für U und U_2 sind in Tabelle 2.1.3 einzutragen.

2.1.2.2 Zeichnen Sie die Kennlinie $U_2 = f(U)$ in Diagramm 1 ein.

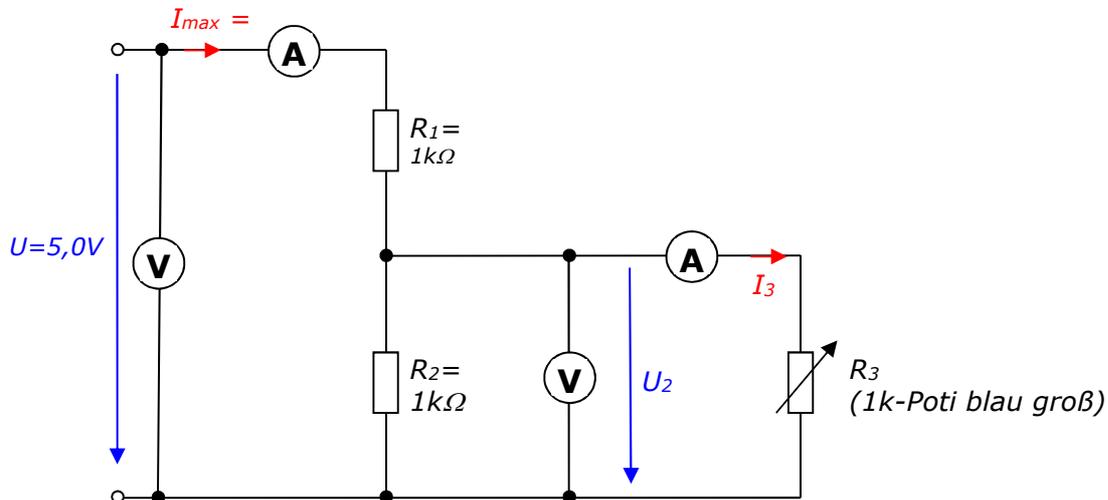
Tabelle 2.1.3

U [V]										
U_2 [V]										

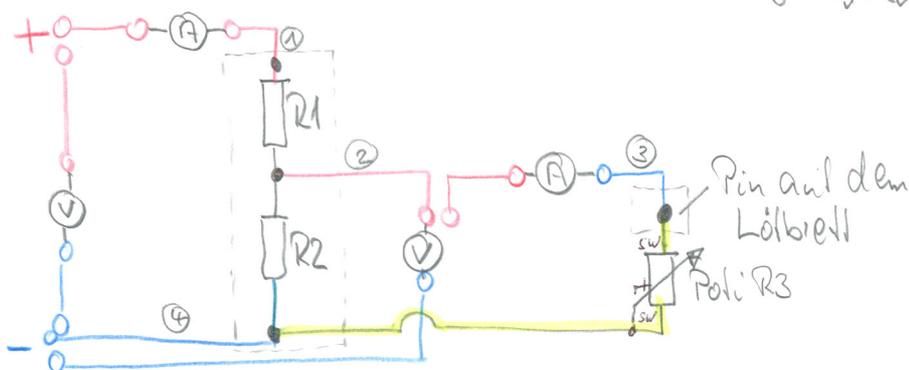
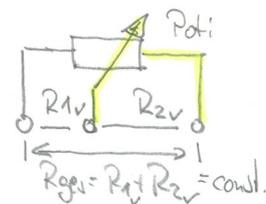


2.2 Belasteter Spannungsteiler

Man baue die nachfolgend skizzierte Schaltung auf:



Erweiterung belasteter Spannungsteiler:



Verdrahtungsvorschlag

2.2.1 Vorbereitung

2.2.1.1 Man berechne für die Widerstandswerte von R_3 (siehe Tabelle 2.2.3) die zugehörigen Spannungswerte für U_2 .

Hierzu ist die Gleichung für $U_2 = f(R_3)$ herzuleiten. Die errechneten Spannungswerte sind in Tabelle 2.2.3 einzutragen.

2.2.1.2 Mit den errechneten Werten ist die Kennlinie $U_{2, \text{errechnet}} = f(R_3)$ in Diagramm 2 einzutragen.

2.2.2 Versuchsdurchführung

- 2.2.2.1 Das Potentiometer R_3 ist jeweils so einzustellen, dass sich die Spannungen für U_2 gemäß Tabelle 2.2.3 ergeben. Zu jedem dieser Spannungswerte ist der Strom I_3 aufzunehmen und der Widerstandswert von R_3 zu errechnen. Diese Daten sind in Tabelle 2.2.4 einzutragen.
- 2.2.2.2 Mit den Werten von Tabelle 2.2.4 ist die Kennlinie $U_{2,\text{Versuch}} = f(R_3)$ ebenfalls in Diagramm 2 einzuzeichnen.

Tabelle 2.2.3 (Vorbereitung)

$R_3 [\Omega]$	10	50	100	150	200	250	300	350
$U_2 [V]$								

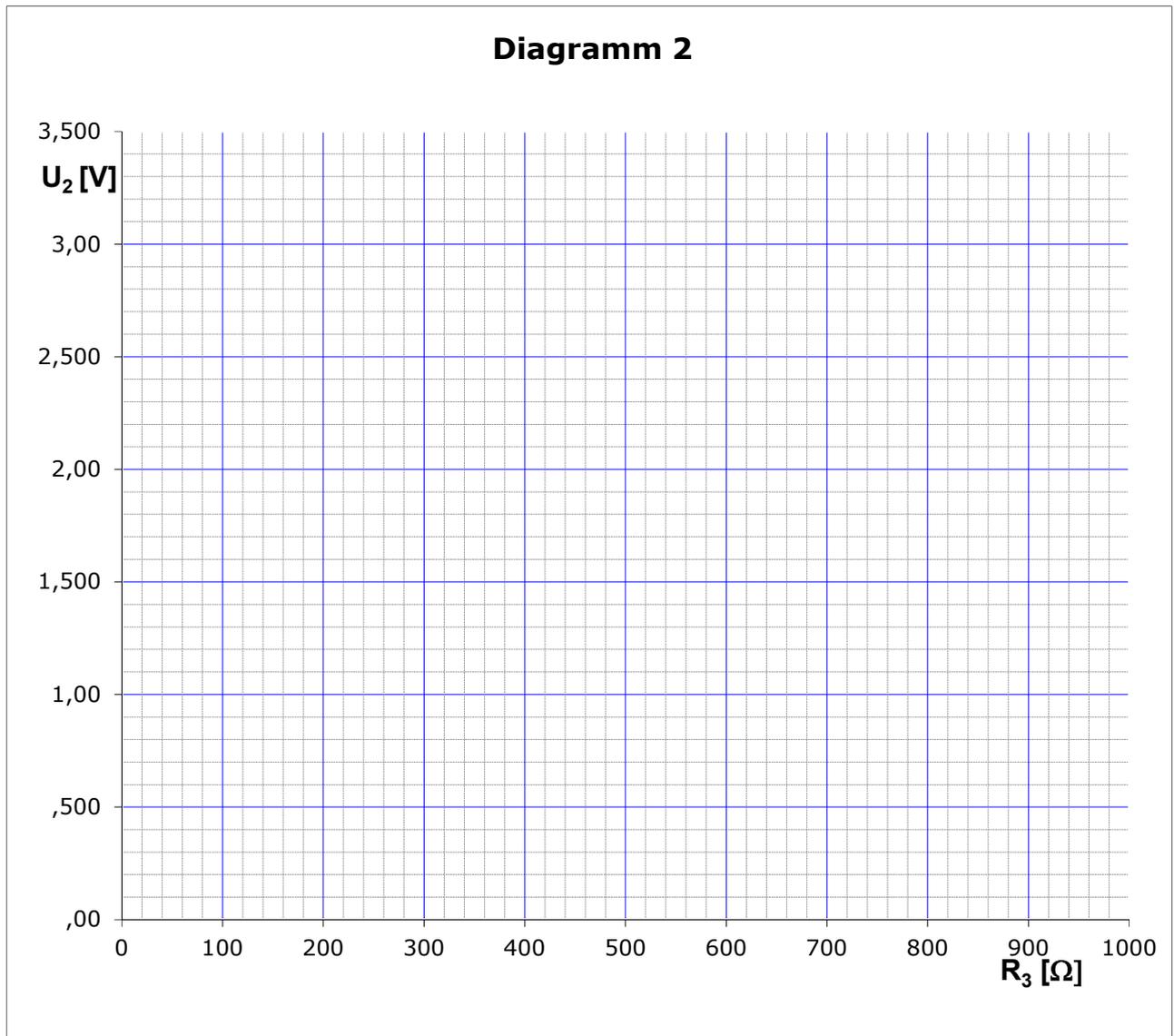
$R_3 [\Omega]$	400	500	600	800	1000			
$U_2 [V]$								

Tabelle 2.2.4 (Versuch)

$U_2 [V]$								
$I_3 [mA]$								
$R [\Omega]$ errechnet								

$U_2 [V]$								
$I_3 [mA]$								
$R [\Omega]$ errechnet								

Vorbereitung und Versuch

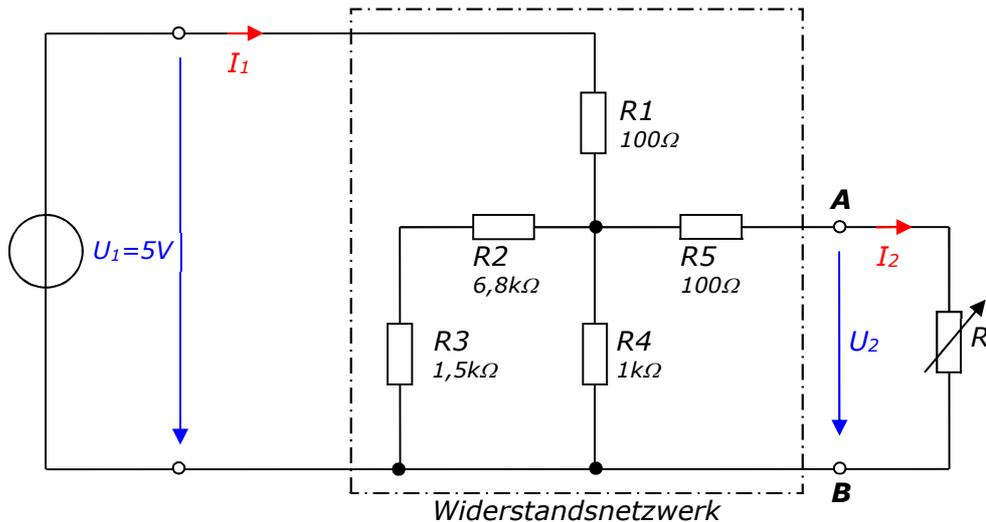


3. Elektrisches Netzwerk

3.1 Wirkungsgradbestimmung und Ersatznetzwerk

Schaltung 1:

Man baue die nachfolgend skizzierte Schaltung 1 auf:



3.1.1 Versuchsdurchführung

3.1.1.1 Man messe die Spannung U_2 sowie die Ströme I_1 und I_2 für verschiedene Widerstände R_L und trage diese in Tabelle 3a ein.

3.1.1.2 Aus den gemessenen Daten ist die durch die Spannungsquelle zugeführte Leistung P_{zu} und die an den Widerstand R_L abgegebene Leistung P_{ab} zu bestimmen. Weiterhin berechne man den Wirkungsgrad η und die Verlustleistung P_V in Abhängigkeit von I_2 und trage alle Rechenwerte in Tabelle 3.1.2 ein.

$$\text{Wirkungsgrad } \eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_{zu} - P_V}{P_{zu}} = 1 - \frac{P_V}{P_{zu}}$$

$$\text{Verlustleistung } P_V = P_{zu} \cdot (1 - \eta) = P_{ab} \left(\frac{1 - \eta}{\eta} \right)$$

3.1.1.3 Zeichnen Sie die Kurven von $U_2(I_2)$, $P_V(I_2)$ und $\eta(I_2)$ in die Diagramme 3a-3c ein.

Tabelle 3.1.2 (Schaltung 1)

$R_L [\Omega]$ errechnet	I_1 [mA]	U_2 [V]	I_2 [mA]	P_{zu} [mW]	P_{ab} [mW]	P_v [mW]	η [%]
10 ^{*)}							
100							
200							
300							
400							
500							
600							
700							
800							
900							
1000							

^{*)} falls nicht erreichbar, kleinsten einstellbaren Wert für R_L verwenden

Versuch Schaltung 1 und Schaltung 2:

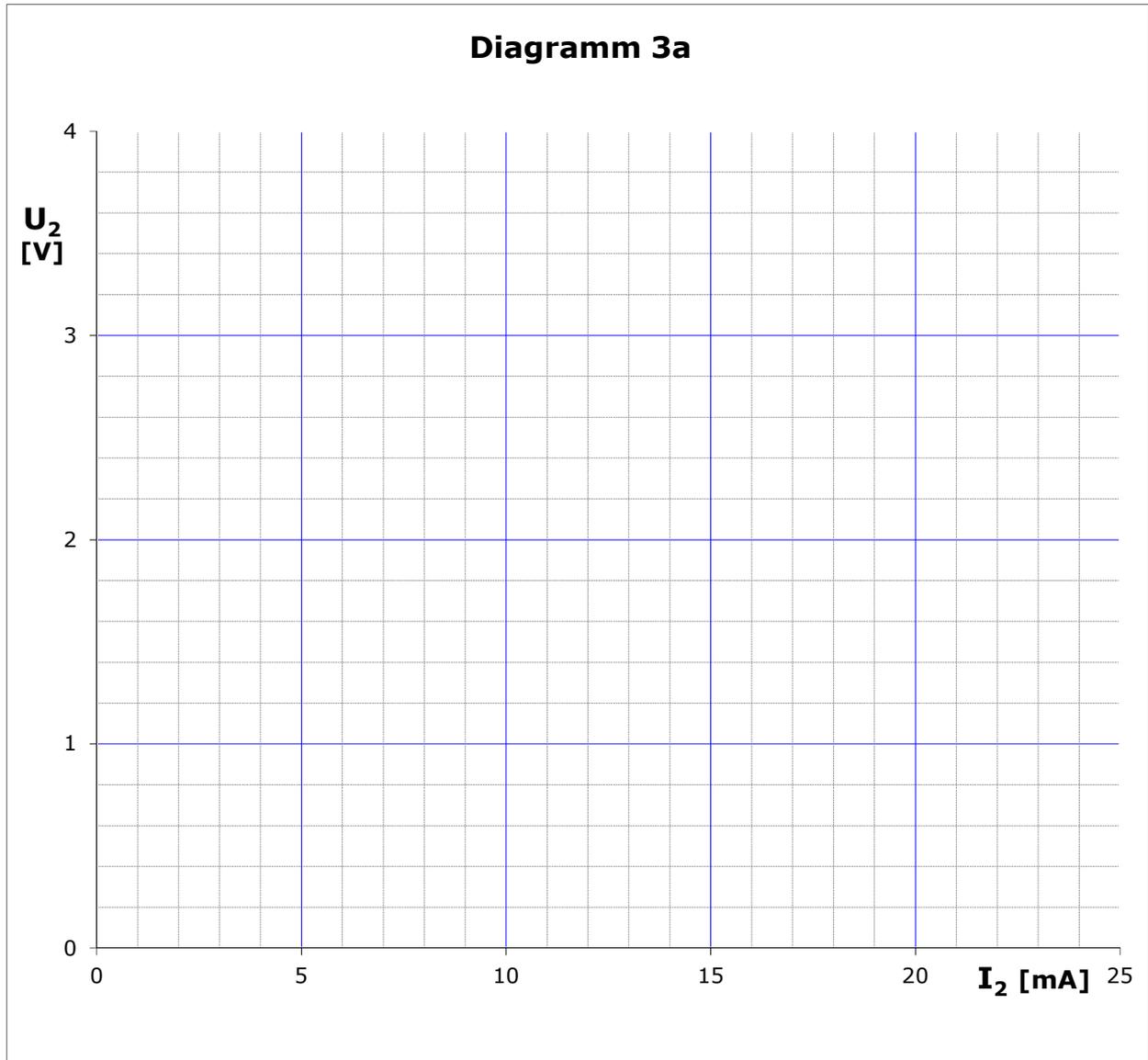


Diagramm 3b

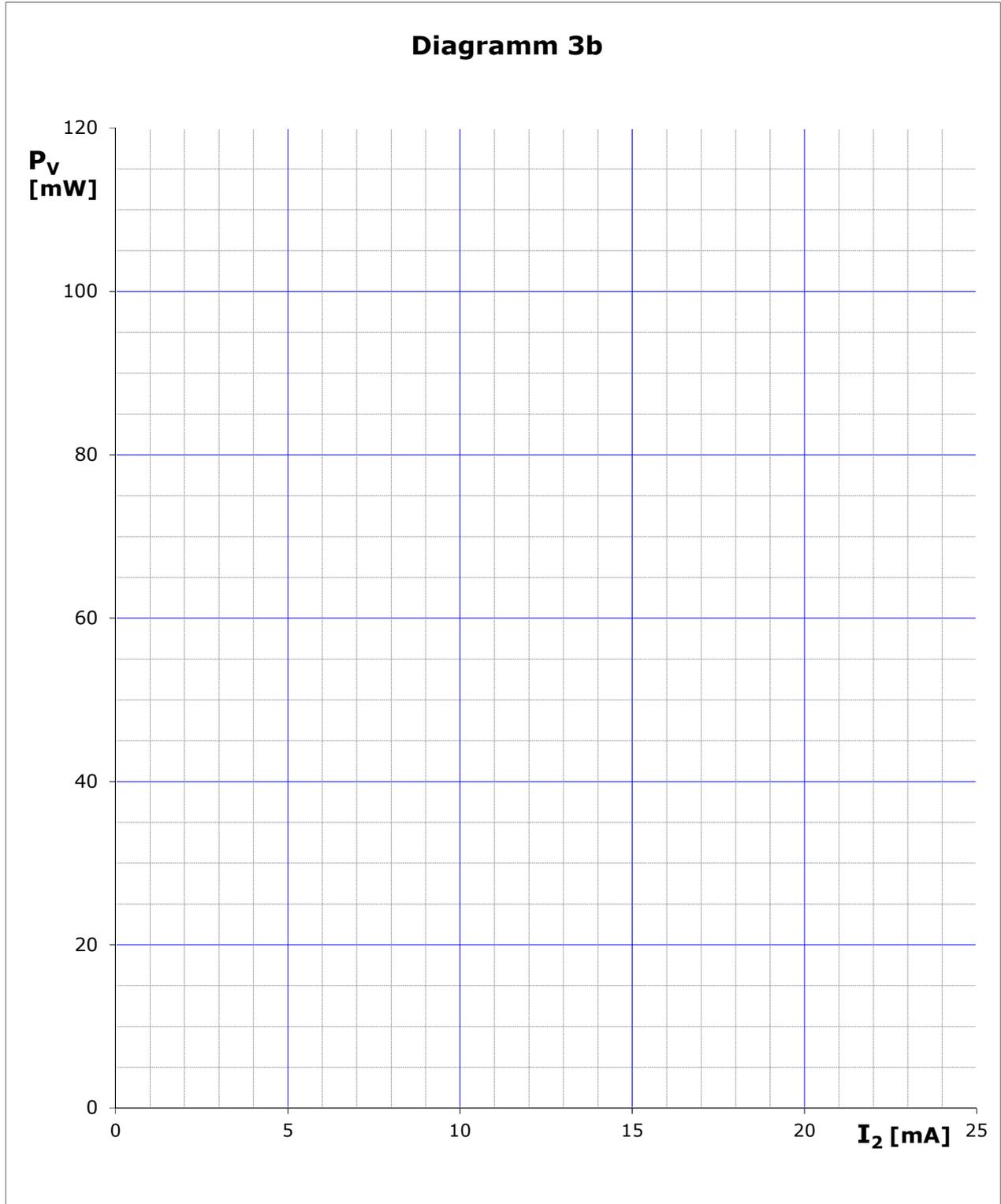
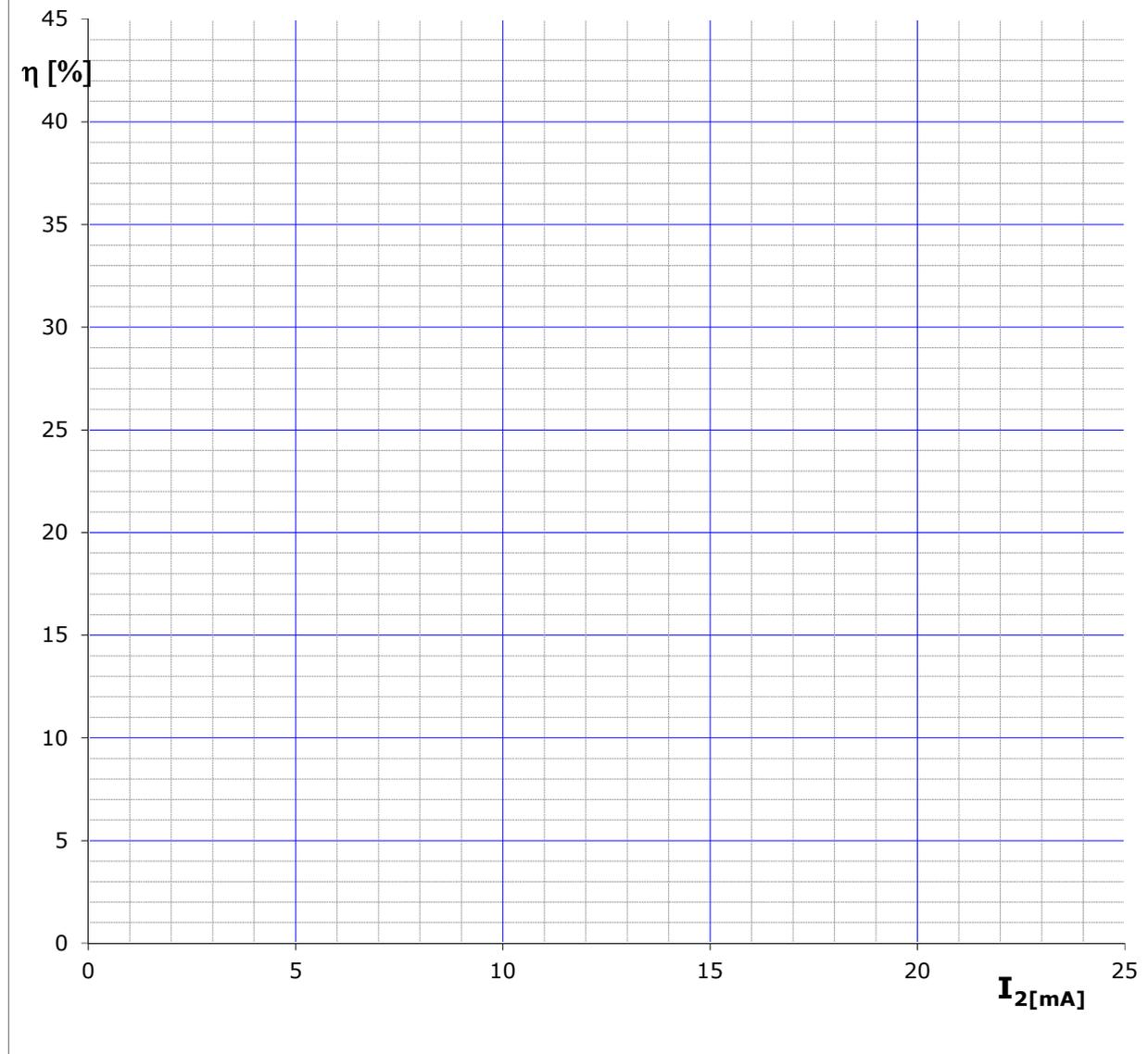
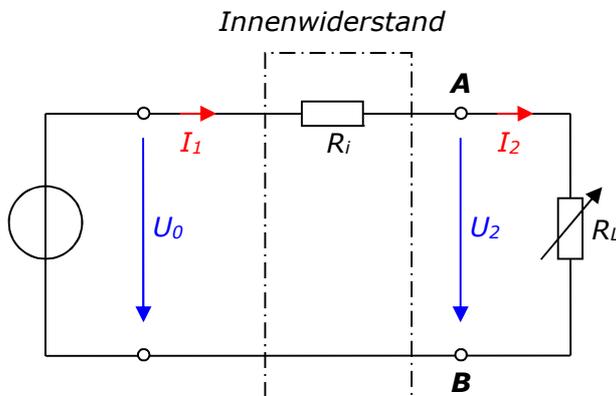


Diagramm 3c



Schaltung 2:



Rechenwerte:

$$R_i =$$

$$U_0 =$$

Messwerte:

$$R_i =$$

$$U_0 =$$

3.1.2 Vorbereitung

- 3.1.2.1 Man berechne den Innenwiderstand R_i und die Leerlaufspannung U_0 so, dass sich bezüglich der Klemmen AB das gleiche elektrische Verhalten ergibt, wie bei dem Widerstandsnetzwerk der Schaltung 1. Zur Überprüfung sind beide Werte auch noch messtechnisch zu ermitteln.

3.1.3 Versuchsdurchführung

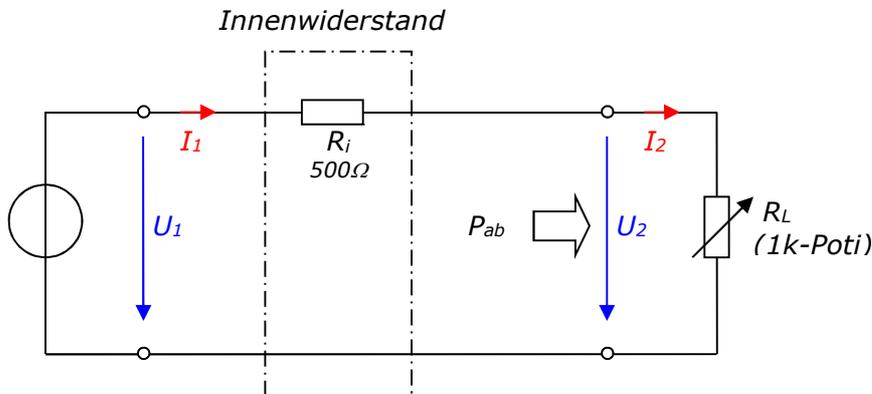
- 3.1.3.1 Man ersetze das Widerstandsnetzwerk durch den errechneten Widerstand R_i (Potentiometer verwenden!) und stelle die Spannungsquelle auf die Leerlaufspannung U_0 ein.
- 3.1.3.2 Man messe die Spannung U_2 sowie den Strom I_2 für die gleichen Lastwiderstände R_L wie bei Schaltung 1 und trage diese Werte in Tabelle 3.1.3 ein.
- 3.1.3.3 Zeichnen Sie die Kennlinie $U_2=f(I_2)$ ebenfalls in Diagramm 3a ein.

Tabelle 3.1.3 (Schaltung 2)

$R_L [\Omega]$ errechnet	U_2 [V]	I_2 [mA]

3.2 Leistungsanpassung

Man baue die nachfolgend skizzierte Schaltung auf ($U_1 = 5V$):



3.2.1 Vorbereitung

Die Leistung $P = f(R_L)$ lässt sich wie folgt bestimmen:

$$P_{ab} = I_2^2 \cdot R_L$$

$$\Rightarrow P_{ab} = \left(\frac{U_1}{R_i + R_L} \right)^2 \cdot R_L$$

$$I_2 = \frac{U_1}{R_i + R_L}$$

3.2.1.1 Für die in Tabelle 3.2.1 angegebenen Lastwiderstände R_L sind die Klemmenspannung U_2 sowie die abgegebene Leistung P_{ab} zu berechnen.

3.2.1.2 Man trage die Leistungskennlinie $P_{ab} = f(R_L)$ in Diagramm 4 ein.

3.2.2 Versuchsdurchführung

3.2.2.1 Das Potentiometer R_L ist so einzustellen, dass sich Spannungswerte für U_2 gemäß Tabelle 4a ergeben. Zu jeder Spannung ist der Strom I_2 aufzunehmen und der Widerstand R_L zu errechnen. Diese Daten sind in Tabelle 3.2.2 einzutragen.

3.2.2.2 Zeichnen Sie nun die auf diese Weise gewonnenen Werte für $P_{ab}(R_L)$ ebenfalls in das Diagramm 4 ein und vergleichen Sie.

3.2.2.3 Bei welchem Widerstand R_L ergibt sich ein Maximum der abgegebenen Leistung P_{ab} ?

Tabelle 3.2.1 (Vorbereitung)

$R_L [\Omega]$	0	50	100	150	200	250	300	350
$U_2 [V]$ errechnet								
$P_{ab} [mW]$ errechnet								
$R_L [\Omega]$	400	450	500	550	600	700	850	1000
$U_2 [V]$ errechnet								
$P_{ab} [mW]$ errechnet								

Tabelle 3.2.2 (Versuch)

$U_2 [mV]$								
$I_2 [mA]$								
$R_L [\Omega]$ errechnet								
$P_L [mW]$ errechnet								
$U_2 [mV]$								
$I_2 [mA]$								
$R_L [\Omega]$ errechnet								
$P_L [mW]$ errechnet								

Diagramm 4

