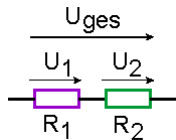


## Nichtlineare Widerstände

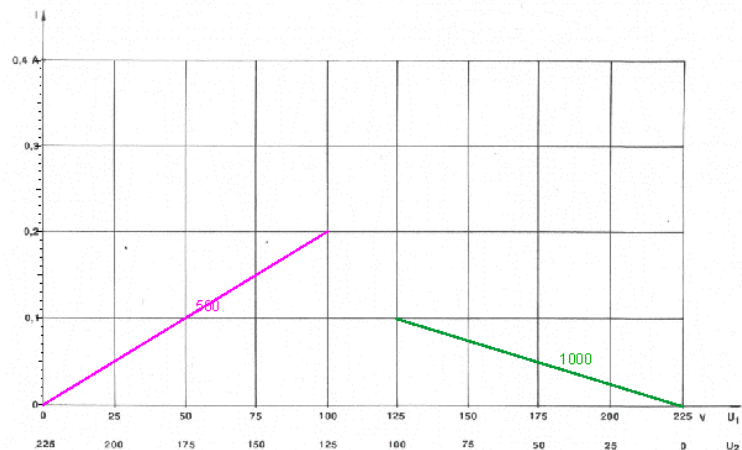
Zwei Glühlampen, 60W 230V und 100W 230V werden in Serie an 225V geschaltet.

Gesucht: Welche Spannungen stellen sich an den beiden Glühlampen ein? Graphische Lösung.  
Mit welcher (verminderter) Leistung leuchten die beiden?

Zunächst eine Wiederholung der Serienschaltung mit ohmschen Widerständen  $R_1$  und  $R_2$ .



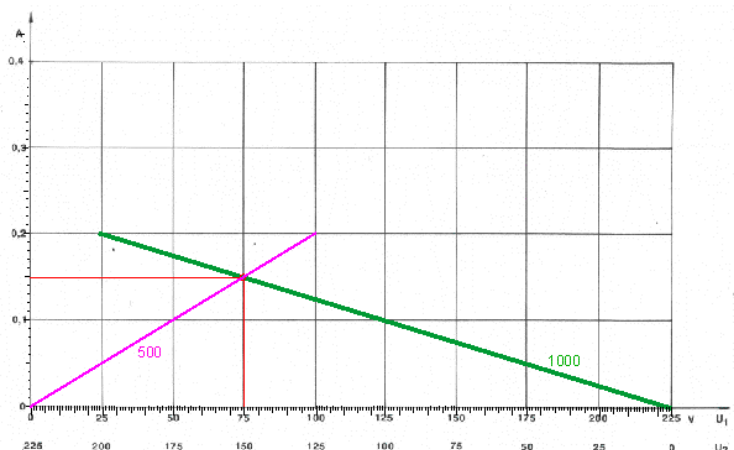
Durch beide Widerstände fließt der gleiche Strom. Die Kennlinien der Widerstände  $R_1 = 500\Omega$  und  $R_2 = 1000\Omega$  werden in das Diagramm eingezeichnet. Dazu wird eine Spannung, hier 100V angenommen und der Strom errechnet.



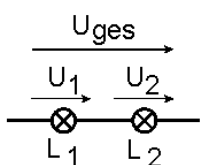
$I_1 = 100V / 500\Omega = 0,2A$ , die violette Kennlinie wird eingezeichnet. Die Spannung  $U_2$  von  $R_2$  wird vom rechten Ende des Diagramms nach links gemessen.  $I_2 = 100V / 1000\Omega = 0,1A$ , die grüne Kennlinie wird eingezeichnet.

Wo sich nun beide Kennlinien schneiden sind die Spannungswerte und der Stromwert abzulesen,  $U_1 = 75V$ ,  $U_2 = 150V$   $I_1 = I_2 = 0,15A$ .

Probe, die Summe der Spannungen muss die Gesamtspannung ergeben.  $U_{ges} = U_1 + U_2 = 75V + 150V = 225V$ , das Ergebnis ist korrekt.



Nun zur eigentlichen Aufgabe, zwei Glühlampen, 60W 230V und 100W 230V in Serie:



Bei Widerständen mit nicht linearen Kennlinien, wie bei denen von Glühlampen (Kaltleiter) sind die  $U - I$  Kennlinien keine Geraden, die einfach zum Schnitt gebracht werden können, da sich bei zunehmenden Strom- und Spannungswerten der Glühdraht erwärmt und sich damit der Widerstand deutlich ändert.

Es gilt aber auch bei dieser Aufgabe, dass die Summe der Spannungen die Gesamtspannung ergibt und dass der Strom durch beide Glühlampen gleich groß ist.

Als erstes muss die U – I – Kennlinie beider Glühlampen aufgenommen werden. Dies ist in den rechten Tabellen zu sehen.

Die Nichtlinearität ist deutlich zu erkennen, da zum Beispiel in der linken Tabelle der Strom bei 10V 0,102A beträgt und bei der 10fachen Spannung bei 100V nicht 1,02A, wie bei linearen Widerständen zu erwarten ist, sondern nur 0,28A.

220 V/100 W:		220 V/60 W:	
$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$	$\frac{U}{V}$	$\frac{I}{A}$
10	0,102	10	0,065
25	0,142	25	0,093
50	0,196	50	0,125
75	0,240	75	0,153
100	0,280	100	0,176
125	0,317	125	0,197
150	0,350	150	0,217
175	0,380	175	0,233
200	0,408	200	0,250
225	0,435	225	0,267

Die Werte aus den Tabellen werden in das Spannungs - Stromdiagramm eingetragen. Wieder wird die Spannung von L2 von rechts nach links aufgetragen.

Im Schnittpunkt beider Kennlinien sind die Werte beider Glühlampen abzulesen:

$U_1 = 65V$

$U_2 = 160V$

$I = 0,223A$

$P_1 = 14,5W$

$P_2 = 35,7W$

Somit leuchtet die an sich schwächere Glühlampe

von 60W mit mehr als der doppelten Leistung der stärkeren Glühlampe 100W, allerdings nur mit etwa 60% der vollen Leistung und die 100W Glühlampe leuchtet nur mit 14,5% der möglichen vollen Leistung.

Die Gesamtleistung der Serienschaltung beträgt 50,2W das sind 31% der möglichen vollen Gesamtleistung von 160W, wenn beide Lampen parallelgeschaltet wären.

