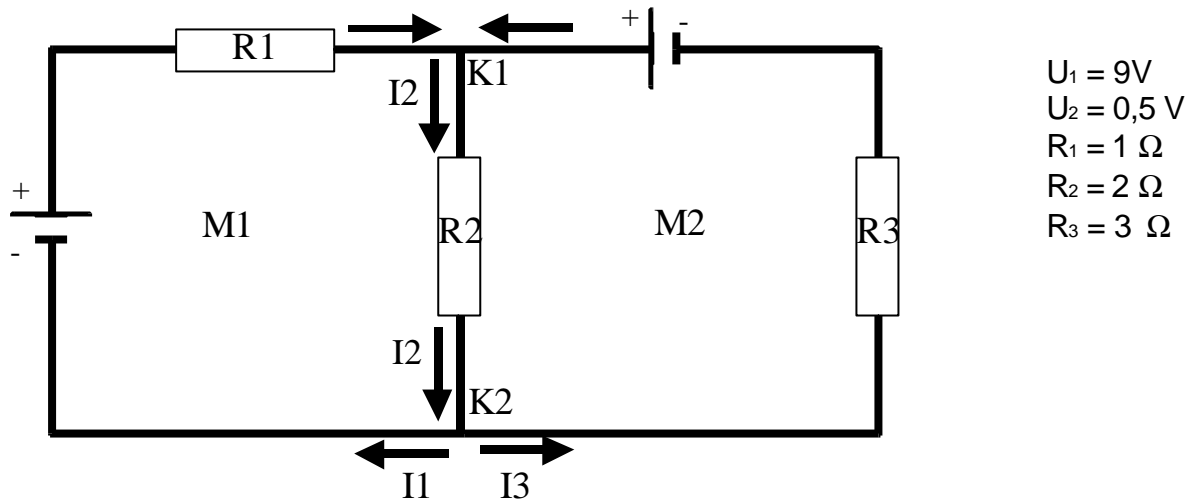


In der ersten Stunde wurde der unten dargestellte Stromkreis besprochen.



- $U_1 = 9V$
- $U_2 = 0,5 V$
- $R_1 = 1 \Omega$
- $R_2 = 2 \Omega$
- $R_3 = 3 \Omega$

Da zur Berechnung der Spannungen und Ströme innerhalb dieses Kreises nicht die bisher benutzten Gleichungen verwendet werden können, entwickelten wir einen neuen Lösungsansatz. Um die Ströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  berechnen zu können, legt man zunächst willkürlich an den Spannungsquellen die Richtung der Spannung und des Stromes fest (diese Richtung muss bei beiden Spannungsquellen gleich sein, also entweder von Plus nach Minus, wie in der Skizze, oder andersherum). Danach kann man an den beiden Knotenpunkten  $K_1$  und  $K_2$  die Kirchhoff'schen Gesetze anwenden. Dazu werden die Richtungen der Teilströme gemäß der zuvor an den Spannungsquellen festgelegten Richtung eingezeichnet. Da diese Richtung willkürlich bestimmt wurde, ist es möglich, dass die eingezeichnete Stromrichtung nicht mit der reellen übereinstimmt, dieser „Fehler“ bewirkt jedoch nur einen Vorzeichenwechsel für die zu ermittelnde Stromstärke und hat auf die Rechnung keinen weiteren Einfluss.

Wenn die Richtungen der Teilströme eingezeichnet sind, kommt zunächst an  $K_1$  die Knotenregel zur Anwendung. Ihr zufolge beträgt die Summe aller Teilströme an einem Knoten null, wobei zu- und abfließende Ströme unterschiedliche Vorzeichen haben. Die daraus abgeleitete Gleichung sieht folgendermaßen aus:  $I_1 + (-I_2) + I_3 = I_1 + I_3 - I_2 = 0$ . Dieselbe Gleichung kann auch für  $K_2$  aufgestellt werden.

Nun kann für die Maschen  $M_1$  und  $M_2$  die Maschenregel benutzt werden. Sie besagt, dass innerhalb einer geschlossenen Masche die Summe aller anliegenden Spannungen der Summe der Produkte aus den gerichteten Strömen und den dazugehörigen Widerständen entspricht; auch hier haben entgegengesetzte Spannungen verschiedene Vorzeichen. Für  $M_1$  ergibt sich  $R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 = U_1$ . Entsprechend gilt für  $M_2$   $R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 = U_2$ . Man kann an Stelle der beiden kleinen Maschen auch eine kleine und die große betrachten, dabei muss beachtet werden, dass die beiden Stromquellen entgegengesetzt sind und die Gesamtspannung deshalb nur  $U_1 - U_2$  beträgt und die Richtung von  $U_1$  besitzt. Nach Ausführung dieser Schritte hat man drei Variablen und drei Gleichungen, aus denen man ein lineares Gleichungssystem zusammenstellen kann. In der Rechnung werden die Einheiten zur Vereinfachung ausgelassen.

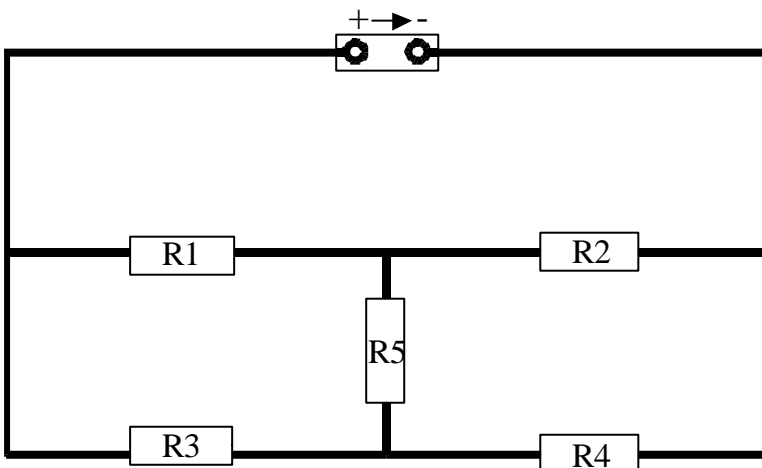
$$\begin{array}{r} I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad | \cdot 3 \\ \wedge I_1 + 2 \cdot I_2 = 9 \\ \wedge \underline{2 \cdot I_2 + 3 \cdot I_3 = 0,5} \end{array} \quad -$$

$$\begin{array}{r} 3 \cdot I_1 - 5 \cdot I_2 = -0,5 \\ \wedge \underline{I_1 + 2 \cdot I_2 = 9} \quad | \cdot 3 \\ -11 \cdot I_2 = -27,5 \end{array} \quad -$$

$$I_1 = 4; \quad I_2 = 2,5; \quad I_3 = -1,5$$

Das Gleichungssystem ist somit gelöst, das negative Vorzeichen bei  $I_3$  bedeutet, dass der Strom  $I_3$  nicht in der eingezeichneten Richtung fließt, sondern entgegengesetzt.

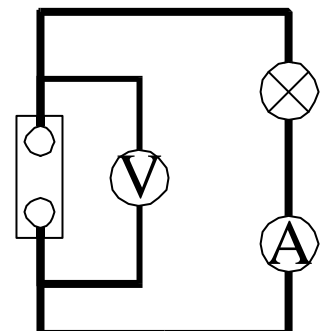
In der zweiten Stunde wurde zunächst die Hausaufgabe für diese Stunde besprochen, die in der Berechnung der Ströme in der unten dargestellten Skizze unter Herausnahme von  $R_5$  bestand, es handelte sich also um eine reine Parallelschaltung.



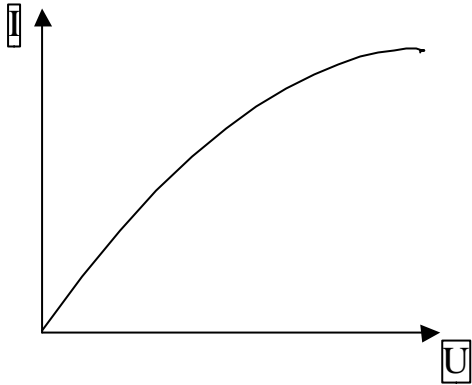
- $R_1 = 10 \Omega$
- $R_2 = 100 \Omega$
- $R_3 = 20 \Omega$
- $R_4 = 10 \Omega$
- $R_5 = 10 \Omega$
- $U = 10 \text{ V}$

Die Ergebnisse wurden verglichen und für die nächste Stunde sollte diese Berechnung unter Beachtung von  $R_5$  durchgeführt werden. Um die berechneten Ergebnisse zu überprüfen, wurde die Schaltung auf einer Stecktafel nachgebaut und durchgemessen, zuerst ohne  $R_5$ , danach mit  $R_5$ . Bei der ersten Messung betrug der Gesamtstrom  $I_6$  0,41 A, das theoretische Ergebnis war 0,42 A. Bei der zweiten Messung hatte  $I_6$  eine Stärke von 0,52 A. Demzufolge wurde durch  $R_5$  der Gesamtwiderstand der Schaltung verringert.

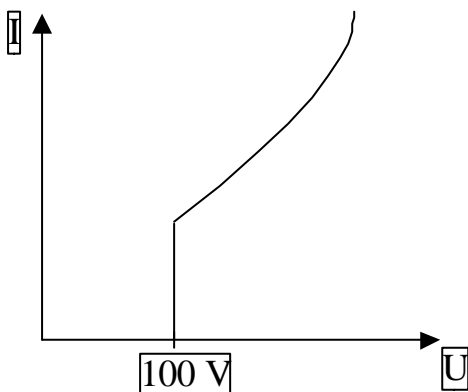
Das letzte Thema der Stunde waren Glühlampen und Glimmlampen. Der Unterschied zwischen ihnen besteht darin, dass Glühlampen in ihrem Kolben einen durchgehenden Metalldraht haben und Glimmlampen zwei Drähte, die sich nicht berühren dürfen. Um das Verhältnis von Stromstärke und Spannung bei beiden Lampenarten miteinander vergleichen zu können, wurden sie nacheinander in die folgende Schaltung eingebaut:



Die Spannung wurde von 0 V langsam bis auf etwa 220 V hochgeregelt. Bei der Glühbirne war eine anfangs große Zunahme der Stromstärke zu beobachten, dieses Wachstum wurde im höheren Spannungsbereich geringer. Die Kennlinie einer Glühbirne sieht etwa folgendermaßen aus:



Bei der Glimmlampe war bis zu einer Spannung von etwa 100 V kein Stromfluss festzustellen. Erst ab einer bestimmten Spannung in diesem Bereich begann sie zu leuchten, an dem Amperemeter war dann ein Stromfluss zu erkennen, der allerdings ungefähr hundertmal kleiner war als der bei der Glühbirne. Die Zunahme des Stromflusses stieg mit wachsender Spannung leicht an. Daraus lässt sich folgende Kennlinie ableiten:



Nachdem diese beiden Skizzen an die Tafel gezeichnet worden waren, wurde die Stunde beendet.

Sebastian Hirsch