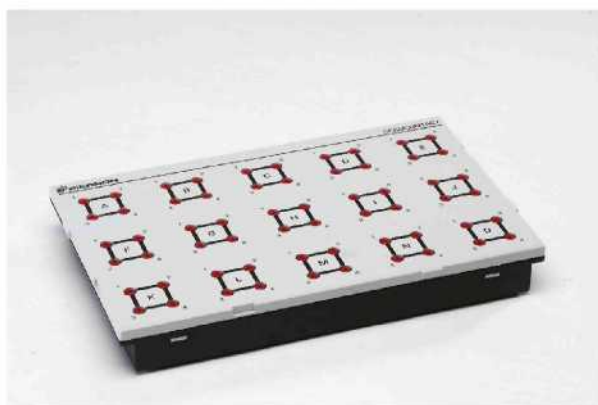


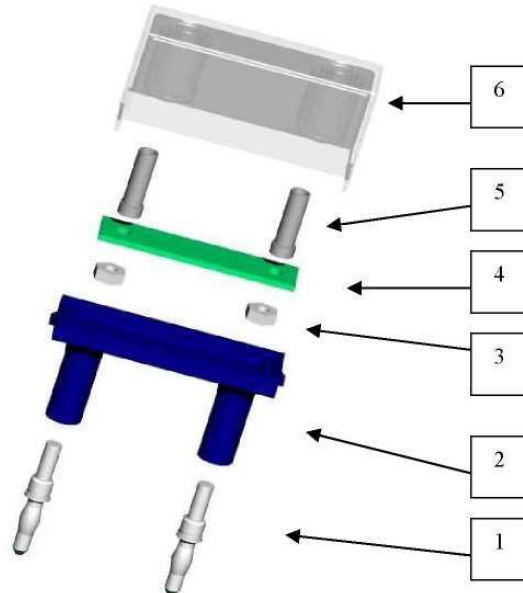
## SECUCONTACT®- Kit Sekundarstufe 1

### Produktbeschreibung und Umfang



Menge	Bezeichnung	Anmerkung
1	Grundplatte	vollständig montiert
1	Rote LED-Anzeige	unmontiert
1	Diode	unmontiert
1	Widerstand 100 Ohm	unmontiert
1	Widerstand 470 Ohm	unmontiert
1	Widerstand 1000 Ohm	unmontiert
1	Schalter	unmontiert
3	Glühlampenfassung	unmontiert
3	Glühlampen 3,5 V, 100 mA	unsortiert im Beutel
1	Batteriehalter 4,5 V	montiert

## Montage der 2-poligen Stecker



### Bauanleitung:

Stecker 1 in den Sockel 2 stecken – Die Muttern 3 auf die Stecker 1 schrauben (mit einem Schraubenschlüssel gut festziehen) – Die Leiterplatte 4 darauf befestigen (nachdem das Bauteil zuvor angelötet wurde): Bauteil darüber – Zylinderhülsen 5 aufschrauben, um die Leiterplatte 4 festzustellen – Das Ganze mit dem transparenten Gehäuse 6 bedecken – Das Gehäuse 6 auf Sockel 2 einrasten lassen.

## THEMENVORSCHLÄGE

1. Die Verwendung eines Vielfachmessgeräts
2. Aktive und passive Zweipole
3. Die Auswirkungen des elektrischen Stroms
4. Die Richtung des elektrischen Stroms
5. Die Verwendung einer LED
6. Die Stromstärke
7. Die Spannung zwischen zwei Stellen eines Stromkreises; das Gesetz der Spannungssummierung
8. Die Parallelschaltung und die Knotenregel
9. Das ohmsche Gesetz hinsichtlich eines Ohmschen Leiters
10. Reihenschaltung von Widerständen
11. Parallelschaltung von Widerständen
12. Strom-Spannungs-Merkmal einer Batterie

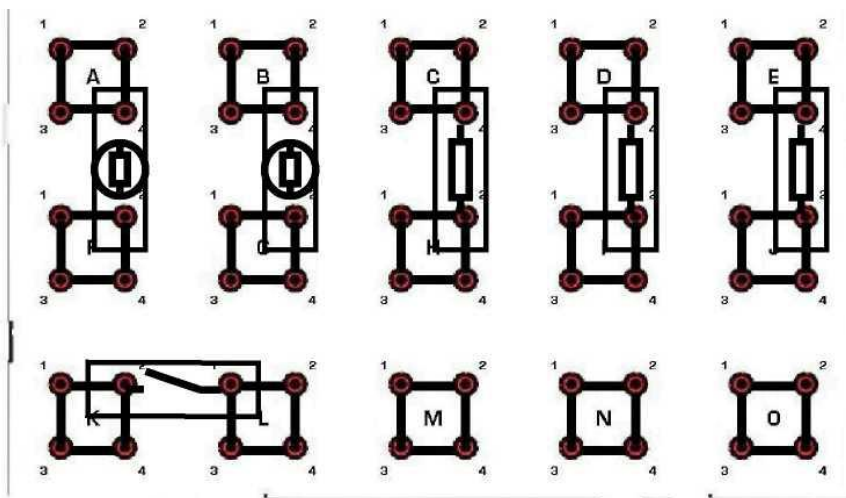
1. Die Verwendung eines Vielfachmessgeräts

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
zwei Glühlampen auf Stecksocket  
drei Widerstände auf Stecksocket  
einen Schalter auf Stecksocket  
ein Vielfachmessgerät

zwei Kabel (ein rotes und ein schwarzes)  
einen roten Permanentmarker

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die erste Glühlampe zwischen A4 und F2 in die Grundplatte, dann eine zweite zwischen B4 und G2; dann stecke ich die drei Widerstände zwischen C4 und H2, D4 und I2 und E4 und J2 ein; schließlich setze ich den Schalter zwischen K2 und L1 ein.
- Ich stecke das rote Kabel in den mit „**V Ω**“ gekennzeichneten Anschluss des Vielfachmessgeräts und das schwarze Kabel in den mit „**COM**“ gekennzeichneten Anschluss.



- Ich wähle den Kontinuitätstester (durch ein Wellensymbol und/oder Diode dargestellt) des Vielfachmessgeräts aus.
- Ich stecke die Enden der mit dem Vielfachmessgerät verbundenen Kabel in A und F. Wenn ich einen anhaltenden Pfeifton höre, ist die Glühlampe in einem guten Zustand, sonst ist sie vielleicht nicht richtig eingeschraubt. Ich schraube sie daher erneut in die Fassung. Erfolgt immer noch kein Pfeifton, ist sie kaputt. In diesem Fall schraube ich sie aus der Fassung und rufe den Lehrer.
- Ich wiederhole den Vorgang mit den anderen Bestandteilen (*bei dem Schalter muss der Pfeifton je nach Stellung des Hebels zu hören oder nicht zu hören sein*);
- Ich markiere die Stellung, für die der Pfeifton erfolgt, durch einen roten Punkt auf dem Sockel. Der Schalter befindet sich in der geschlossenen Stellung.
- Ich wähle nun die Funktion „Ohmmeter“ des Vielfachmessgeräts und messe den Ohm-Wert von jedem der drei Widerstände, indem ich genauso wie vorher vorgehe. Die Werte dieser Widerstände notiere ich, weil ich sie später brauchen werde.

**Durch diese einfachen Tests habe ich den guten Zustand meines Materials überprüft; ich kann daher zu den folgenden Versuchen übergehen.**

**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**

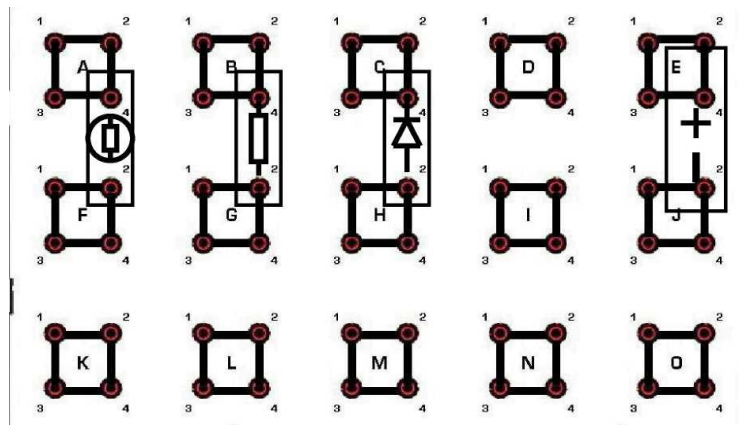
## 2. Aktive und passive ZWEIPOLE

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte

- eine Glühlampen auf Stecksocket
- einen Widerstand auf Stecksocket
- eine Diode auf Stecksocket
- eine 4,5 V-Batterie auf Stecksocket
- ein Vielfachmessgerät
- zwei Kabel (ein rotes und ein schwarzes)
- einen Aufkleber

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Glühlampe zwischen A und F in die Grundplatte, den Widerstand zwischen B und G, die Diode zwischen C und H und die Batterie zwischen E und J.
- Ich stelle fest, dass es zwischen den verschiedenen 2-poligen Steckern (Zweipolen) keinerlei Verbindung gibt.
- Ich stecke das rote Kabel in den mit „**V Ω**“ gekennzeichneten Anschluss des Vielfachmessgeräts und das schwarze Kabel in den mit „**COM**“ gekennzeichneten Anschluss.
- Ich wähle die Funktion Voltmeter aus, indem ich den Schalter auf „**V DC**“ stelle.
- Ich stecke die Kabelenden in die Anschlüsse der Lampe und stelle fest, dass das Vielfachmessgerät weiterhin Null anzeigt.
- Bei den Anschlüssen des Widerstandes und der Diode mache ich die gleiche Feststellung.
- Ich wiederhole den Vorgang, nachdem ich die Anschlüsse der Lampe, des Widerstandes und dann der Diode vertausche. Ich stelle fest, dass das Vielfachmessgerät weiterhin Null anzeigt.
- Nun stecke ich die Kabelenden in die Anschlüsse der Batterie. Ich stelle fest, dass der Zeiger des Vielfachmessgeräts auf ungefähr 4,5 V oder – 4,5 V steht. Vertausche ich die Verbindung der Kabel mit den Anschlüssen der Batterie, erhalte ich das im Vergleich zum vorherigen gegensätzliche Ergebnis.



**Schlussfolgerungen:**

**Ein passiver Zweipol ist ein Zweipol mit Anschlüssen, für den ein Voltmeter Null anzeigt, wenn dieser Zweipol nicht in einen Stromkreis eingegliedert ist.**

**Ein Zweipol wird aktiv genannt, wenn ein zwischen seinen Anschlüssen geschalteter Voltmeter einen anderen Wert als Null anzeigt, wenn dieser Zweipol nicht in einen Stromkreis eingegliedert ist.**

**Alle Stromerzeuger (Generatoren) sind aktive Zweipole.**

**Das nutze ich:**

- Ich verbinde die Kabel des Vielfachmessgeräts so mit den Anschlüssen der Batterie, dass +4,5 V (und nicht –4,5 V) angezeigt wird; das rote Kabel ist somit an den Pluspol der Batterie und das schwarze Kabel an den Minuspol angeschlossen.
- Ich schneide aus einem Aufkleber zwei kleine Vierecke aus, auf die ich ein + (wenn möglich in rot) und ein – (wenn möglich in schwarz oder blau) male. Dann klebe ich sie neben die entsprechenden Anschlüsse auf das Batteriegehäuse.

**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**

**3. Die Auswirkungen des elektrischen Stroms**

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte

- eine Batterie
- eine Lampe
- einen Schalter
- einen Stecksockel
- eine Magnethadel vom Typ Oersted-Nadel
- drei rote kurze Kabel
- drei schwarze kurze Kabel
- zwei lange Kabel (ein rotes und ein schwarzes)
- einen Elektrolyseur
- zwei Reagenzgläser
- einen 150 ml-Prüfbecher

**3.1 Wärmewirkung**

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A3 und F1 in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A2 und B1 ein, den Schalter in B2 und C1, die Lampe in C4 und H2.
- Ich schließe den Stromkreis zwischen H3 und F4 mit dem schwarzen Kabel.

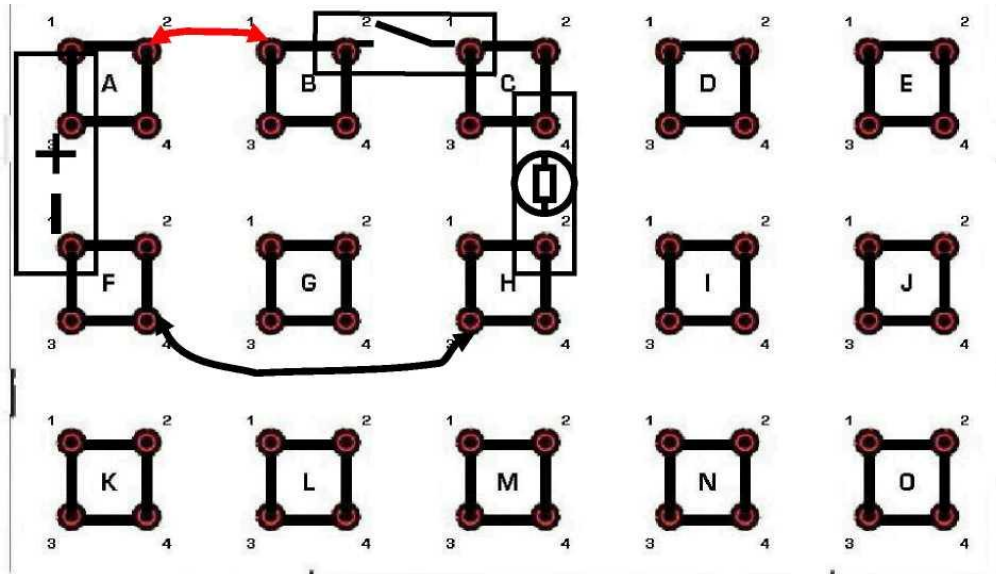


Abb 3.1

**Ich stelle fest:** die Lampe leuchtet auf (sie ist warm).

**Schlussfolgerung:** Wärmewirkung: der Stromfluss erzeugt Wärme, die den Glühfaden zum Glühen bringt, wodurch die Glühlampe Licht ausstrahlt.

### 3.2 Magnetwirkung

- Ich setze die Batterie zwischen A und F ein (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das kurze rote Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C.
- Ich setze die Batterie zwischen A und F ein (+ Anschluss in A). ((Satz doppelt?))
- Ich setze die Magnetnadel auf die Spitze ihres Trägers, unterhalb des Kupferdrahtes
- Ich schließe den Stromkreis, indem ich den schwarzen Anschluss des Magnetnadelträgers und F mit dem schwarzen Kabel sowie den Anschluss C der Grundplatte mit der roten Buchse des Oerstednadelträgers mit einem roten Kabel verbinde.
- Ich drehe den Magnetnadelträger bis die Magnetnadel parallel zum Kupferdraht ist.
- Ich schließe den Stromkreis, indem ich den Schalterhebel betätige.

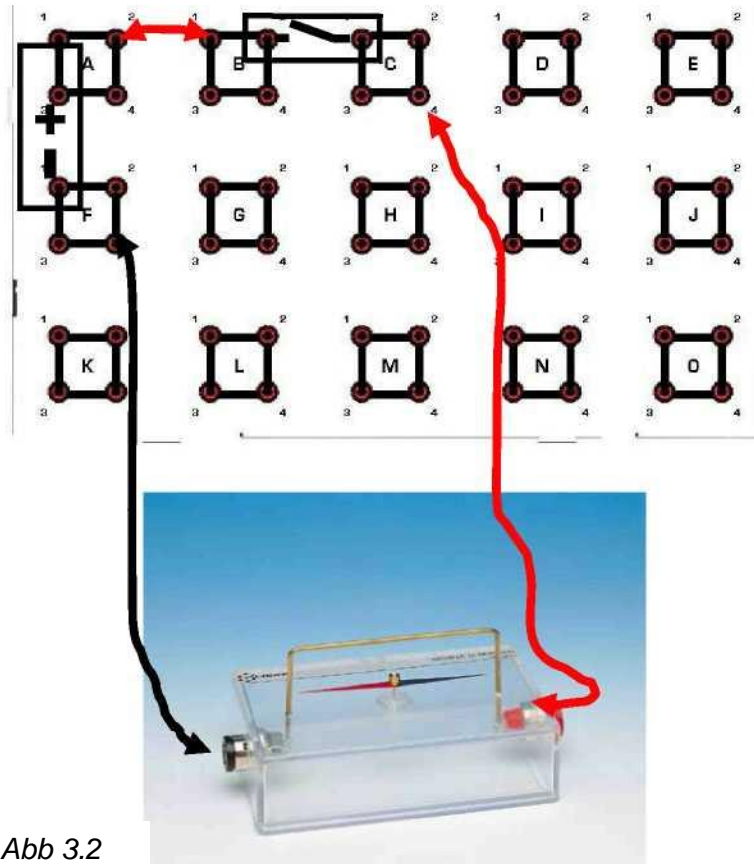


Abb 3.2

**Ich stelle fest:** die Magnetnadel hat sich um den Winkel  $\alpha$  bewegt.

**Ich führe durch:**

- Ich nehme die Batterie von der Grundplatte und stecke sie erneut in A und F, dabei ist der Pluspol aber in F.
- Ich schließe den Schalter.

**Ich stelle fest:** die Magnetnadel hat sich um den gleichen Winkel  $\alpha$  in die entgegengesetzte Richtung bewegt.

**Schlussfolgerung:**

- **Der Stromfluss wirkt sich auf den Magneten (Magnetnadel) aus.**
- **Der Strom hat eine Richtung, die durch die Magnetwirkung angezeigt wird.**
- **Die festgelegte Stromrichtung im Kreislauf außerhalb des Stromerzeugers ist von + zu**

### 3.3 Chemische Wirkung

- Ich setze die Batterie zwischen A und F ein (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das kurze rote Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C.
- Ich schütte in den Elektrolyseur ungefähr 100 ml Wasser und füge den Inhalt eines Tropfröhrchens mit Natriumkarbonatlösung hinzu (die Elektroden müssen von der Lösung bedeckt sein).

- Ich fülle zwei Reagenzgläser mit Wasser, verschließe sie mit meinem Daumen und stelle sie in den Elektrolyseur. Nun kann ich den Daumen wegnehmen (das Wasser darf nicht aus dem Reagenzglas auslaufen, sonst wiederhole ich den Vorgang).
- Ich verschiebe beide Reagenzgläser, bis sie jeweils eine Elektrode überstülpen, dann neige ich jedes Reagenzglas in Richtung Rand des Elektrolyseurs, bis es dort anliegt.
- Ich wasche mir die Hände im Waschbecken.
- Ich schließe den Elektrolyseur zwischen C (rotes Kabel) und F (schwarzes Kabel) an.
- Ich schließe den Stromkreis, indem ich den Hebel des Schalters umlege.
- Ich lasse meine Versuchsanordnung eine Minute lang in Betrieb, dann unterbreche ich den Stromkreis mit Hilfe des Schalters.

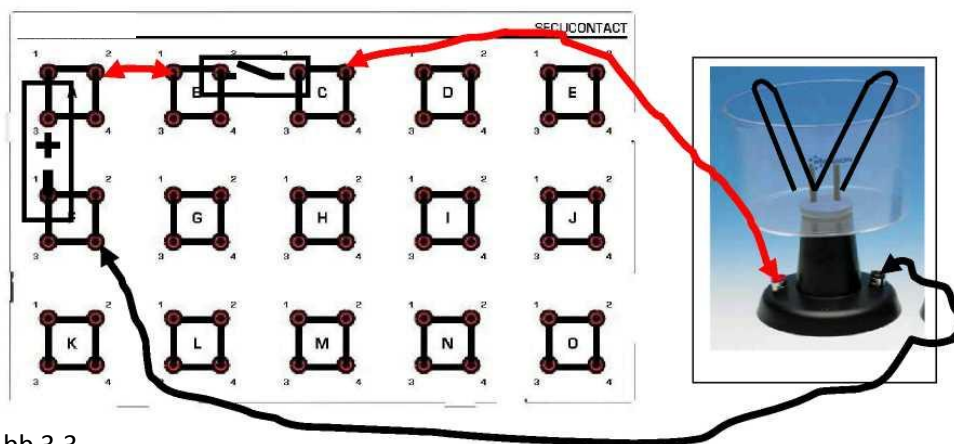


Abb 3.3

**Ich stelle fest:** es bilden sich Gasblasen auf den Elektroden. Die aufgefangenen Gasmengen sind in einem Verhältnis von eins zu zwei.

**Ich führe durch:**

- Ich nehme die Batterie von der Grundplatte und stecke sie erneut in A und F, dabei ist der Pluspol aber in F.
- Ich schließe den Schalter und lasse meine Versuchsanordnung erneut eine Minute lang in Betrieb, dann unterbreche ich den Stromkreis mit Hilfe des Schalters.

**Ich stelle fest:**

Die neuen Gasmengen sind in einem umgekehrten Verhältnis im Vergleich zum vorherigen Versuch angefallen (jetzt sind beide Reagenzgläsern ungefähr gleich voll).

**Schlussfolgerung:**

- **Der Stromfluss teilt das Wasser in die Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff.**
- **Der Strom hat eine Richtung, die durch die chemische Wirkung angezeigt wird.**
- **Die festgelegte Stromrichtung im Kreislauf außerhalb des Stromerzeugers ist von + zu**

**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**



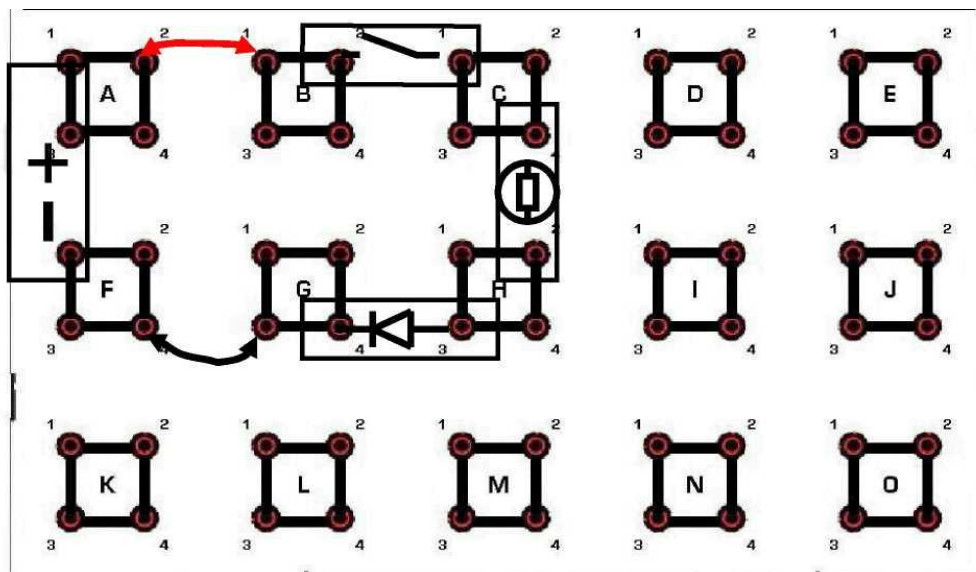
#### 4. Die Richtung des elektrischen Stroms

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
 eine Diode auf Stecksocket  
 eine Glühlampe auf Stecksocket  
 eine Batterie auf Stecksocket  
 einen Schalter auf Stecksocket  
 zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, die Lampe in C und H, die Diode in H und G (schwarzer Ring auf der Seite von G) und schließe den Stromkreis zwischen G und F mit dem schwarzen Kabel.
- Den Schalter bringe ich in die geschlossene Stellung.

**Ich stelle fest:** die Lampe leuchtet auf, der Strom fließt.



**Ich führe durch:** ich stecke die Diode umgekehrt auf den Socket (der schwarze Ring befindet sich jetzt auf der Seite von H).

**Ich stelle fest:** die Lampe leuchtet nicht auf, es fließt kein Strom mehr.

**Schlussfolgerung:**

- Der Stromfluss hat eine Richtung, die im Kreislauf außerhalb des Stromerzeugers von + zu – festgelegt ist.

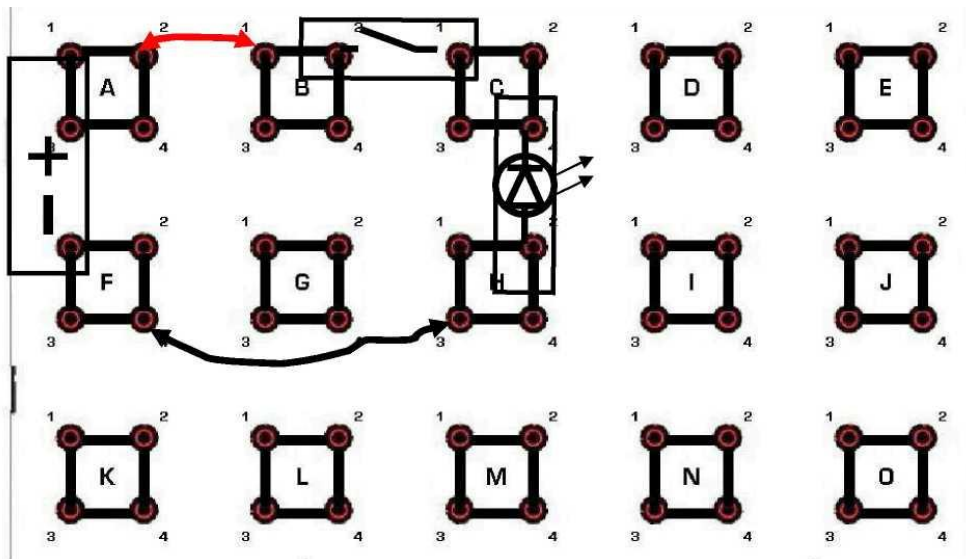
**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter.**

## 5. Die Verwendung einer LED

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
eine Batterie auf Stecksockel  
einen Schalter auf Stecksockel  
eine LED mit Widerstand (Stromfühler) auf Stecksockel  
zwei Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

### Ich führe durch:

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, den Widerstand in C und H, die LED in H und G und schlieÙe den Stromkreis zwischen G und F mit dem schwarzen Kabel. ((Abbildung passt nicht zum Text, wo ist LED? Schwarzes Kabel?))
- Den Schalter bringe ich in die geschlossene Stellung.



**Ich stelle fest:** wenn die LED leuchtet, ist sie in der richtigen Richtung installiert; anderenfalls nehme ich sie aus der Grundplatte und setze sie umgekehrt wieder ein. Jetzt muss sie aufleuchten.

**Schlussfolgerung:** eine LED ähnelt einer Diode, die den Strom nur in eine Richtung fließen lässt, die aber zusätzlich aufleuchtet, wenn der Strom fließt. Man setzt sie deshalb als Anzeiger des Stromflusses ein. Schaltet man ein Haushaltsgerät ein, leuchtet eine kleine Leuchtanzeige auf: Es handelt sich um eine LED, die mir anzeigt, dass das Gerät unter Spannung ist.

## 6. Die Stromstärke

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
zwei Glühlampen auf Stecksockel

- eine Batterie auf Stecksocket
- einen Schalter auf Stecksocket
- ein Vielfachmessgerät
- ein langes schwarzes Kabel
- zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, die erste Lampe in C und D, ein kurzes Kabel in D und I, die zweite Lampe in I und H und schließe den Stromkreis zwischen H und F mit dem schwarzen Kabel.
- Ich überprüfe, dass der Strom fließt, indem ich den Schalter in die geschlossene Stellung bringe: die beiden Glühlampen leuchten auf. Daraufhin bringe ich den Schalter wieder in die offene Stellung.
- Ich bereite das Vielfachmessgerät vor, indem ich das lange rote Kabel in den Anschluss **mA** und das lange schwarze Kabel in den Anschluss **COM** stecke. Ich wähle das Kaliber **20mA** des **DC**-Teils aus.
- Um die Stromstärke messen zu können, muss dieser das Amperemeter tatsächlich durchfließen. Er muss in den Anschluss **mA** eintreten und durch den Anschluss **COM** austreten.

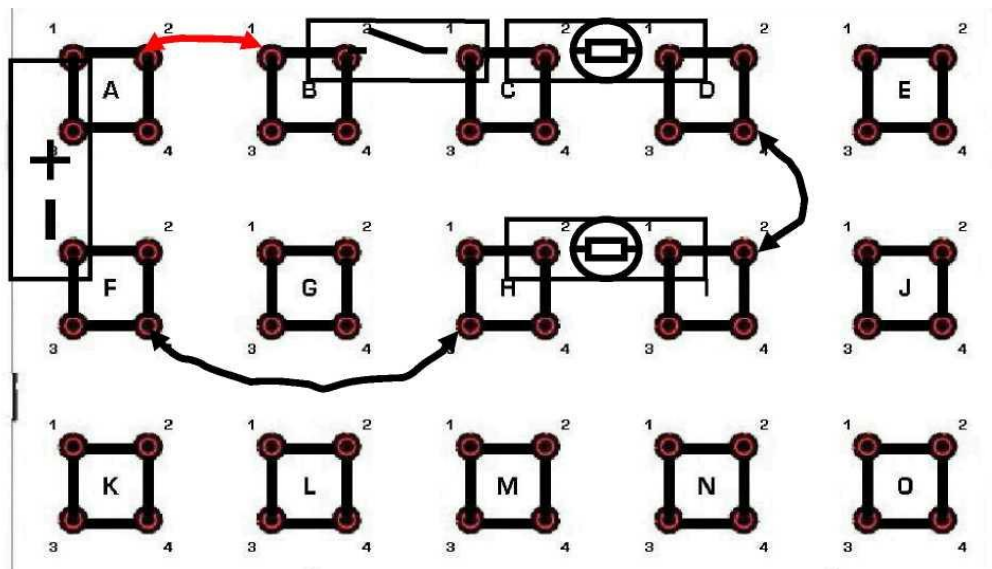


Abb. 6

- Wo soll das Amperemeter eingesetzt werden? Probieren wir es aus.
- Ich stecke das kurze rote Kabel aus, ich stecke das lange rote Kabel in A und das lange schwarze Kabel in B. Den Schalter bringe ich in die geschlossene Stellung und notiere die Anzeige auf dem Amperemeter. Dann bringe ich den Schalter wieder in die geschlossene ((sollte es nicht heißen: offene)) Stellung.
- Ich entferne das kurze Kabel zwischen D und I und setze dafür das Amperemeter ein, wobei ich auf die Stromrichtung achte. Ich denke daran, das kurze rote Kabel wieder in A und B einzustecken.

- Ich bringe den Schalter in die geschlossene Stellung und notiere erneut die Anzeige auf dem Amperemeter.

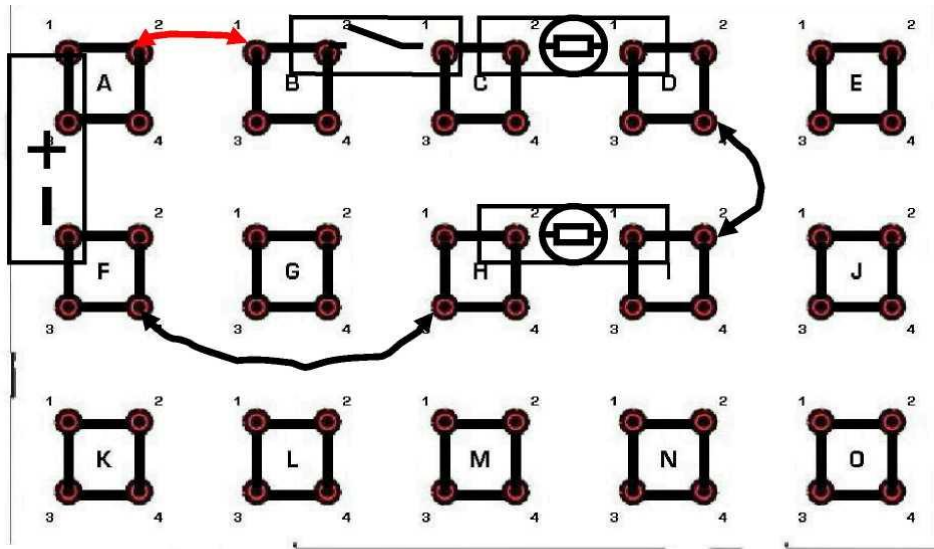


Abb. 7

- Ich führe einen letzten Versuch durch, indem ich das Amperemeter anstelle des kurzen schwarzen Kabels in H und F einstecke.

**Schlussfolgerungen:**

- **Gleichgültig, an welcher Stelle sich das Amperemeter im Stromkreis befindet, es zeigt immer den gleichen Messwert an; der Strom hat somit überall im Stromkreis die gleiche Stärke I.**
- **Ein Amperemeter muss immer in Reihe in einen Stromkreis geschaltet werden (so wird es immer von dem Strom durchflossen, den es messen soll).**

**Anmerkung:** Eigentlich kennt man die Stromstärke I nicht. Deshalb wählt man zunächst das höchste Messkaliber, dann kann man auf niedrigere Kaliber übergehen, um ein genaueres Messergebnis zu erhalten.

**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**

**7. Die Spannung zwischen zwei Stellen eines Stromkreises, das Gesetz der Spannungssummierung**

- Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
 zwei Glühlampen auf Stecksockel  
 eine Batterie auf Stecksockel  
 einen Schalter auf Stecksockel  
 ein Vielfachmessgerät  
 zwei lange Kabel (ein rotes und ein schwarzes)  
 zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, die erste Lampe in C und D, ein kurzes Kabel in D und I, die zweite Lampe in I und H und schließe den Stromkreis zwischen H und F mit dem schwarzen Kabel.
- Ich überprüfe, dass der Strom fließt, indem ich den Schalter in die geschlossene Stellung bringe: die beiden Glühlampen leuchten auf. Daraufhin bringe ich den Schalter wieder in die offene Stellung.
- Ich bereite das Vielfachmessgerät vor, indem ich das lange rote Kabel in den Anschluss **V** und das lange schwarze Kabel in den Anschluss **COM** stecke. Ich wähle das Kaliber **VDC**.
- Ich stecke zwei Kabel des Vielfachmessgeräts in die Anschlüsse der ersten Lampe, das rote in C und das schwarze in D. Ich schließe den Stromkreis mit dem Schalter und notiere den von dem Voltmeter durchgeführten Messwert mit der Gleichung:  $UCD = \dots V$ .
- Ich messe an den Anschlüssen der zweiten Lampe, des Kabels, des Widerstandes, des kurzen roten Kabels und schließlich an den Anschlüssen der Batterie. Jedes Mal notiere ich den Messwert mit der vorher angegebenen Gleichung.

**Ich stelle fest:**

- Die Spannung an den Anschlüssen eines stromführenden Leiters beträgt quasi Null.
- Die Spannung an den Anschlüssen eines Zweipols wie Lampe, Batterie usw. beträgt nicht Null, wenn der Strom fließt.
- Die Werte dieser Spannungen sind nicht identisch.
- Die höchste Spannung wird an den Anschlüssen der Batterie gemessen.

**Ich merke mir: Um eine Spannung zwischen zwei Stellen eines Stromkreises zu messen, benutze ich ein Voltmeter, das ich immer parallel zwischen die beiden Stellen des Stromkreises schalte.**

**Ich berechne:**

- Ich zähle die Spannung an den Anschlüssen der ersten Lampe und die Spannung an den Anschlüssen der zweiten Lampe zusammen.
- Ich stelle fest, dass diese Summe so groß wie die an den Anschlüssen der Batterie gemessene Spannung ist.

**Ich führe durch:**

- Ich erstelle wie gewohnt und der Reihe nach eine Reihenschaltung, indem ich folgende Komponenten zusammenschalte: die Batterie, den Schalter, die drei Widerstände.
- Ich messe nacheinander die Spannungen an den Anschlüssen der drei Widerstände sowie an den Anschlüssen der Batterie, nachdem der Schalter geschlossen wurde.
- Ich stelle fest, dass die Summe der Spannungen an den Anschlüssen der drei Widerstände erneut der Spannung an den Anschlüssen der Batterie entspricht.
- Ich messe die Spannung an den Anschlüssen der von den beiden ersten Widerständen gebildeten Einheit.

- Ich stelle fest, dass die Summe der jeweils an den Anschlüssen dieser Widerstände gemessenen Spannungen der Spannung entspricht, die an den Anschlüssen der von diesen beiden Widerständen gebildeten Einheit gemessen wird.

**Schlussfolgerungen:**

- **Ein Voltmeter wird immer parallel zwischen zwei Stellen eines Stromkreises geschaltet.**
- **Die Spannungen entlang eines Stromkreises werden nach einer Gleichung zusammengezählt, die analog zur Chasles-Gleichung ist:**
  - **$UCD + UDE + UEF = UCF$ . Diese Gleichung kann auch folgendermaßen geschrieben werden:**
  - **$UCD + UDE + UEF + UCF = UCC = 0$ , denn die Spannung zwischen zwei gleichen Stellen beträgt natürlich Null.**
- **Jede Stelle eines Stromkreises kann durch ein so genanntes Potenzial charakterisiert werden; die Spannung misst somit die Potenzialdifferenz (PD) zwischen diesen beiden Stellen.**
- **Die Stelle mit dem höchsten Potenzial ist der Pluspol der Batterie; die Stelle mit dem niedrigsten Potenzial ist der Minuspol der Batterie. Es ist die Aufgabe der Batterie, zwischen ihren beiden Anschlüssen eine Potenzialdifferenz aufrechtzuhalten. Ist die Batterie verbraucht, geht die Potenzialdifferenz zwischen beiden Polen Richtung Null, es ist daher notwendig, sie auszuwechseln.**

**Nach Ende der Stunde verstau ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**

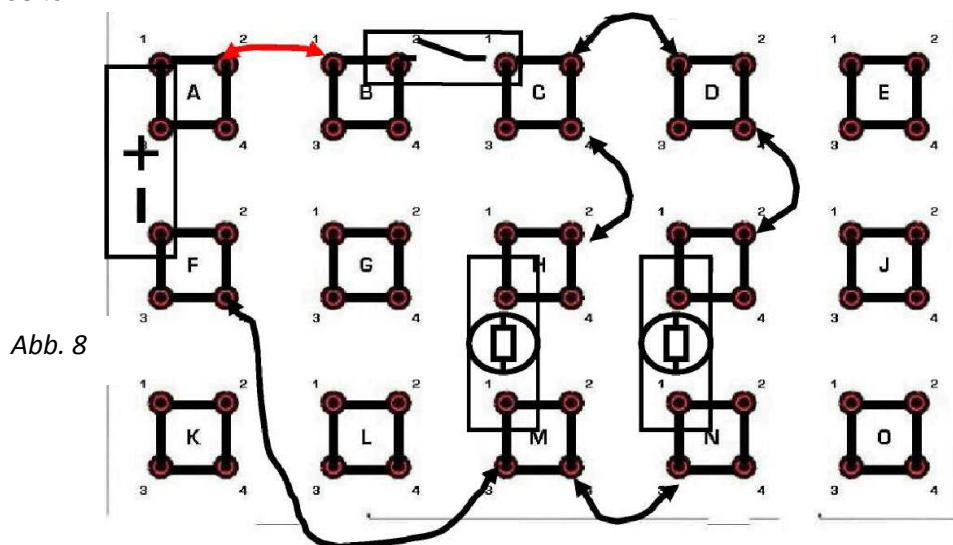
**8. Die Parallelschaltung  
DIE KNOTENREGEL**

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
zwei Glühlampen auf Stecksockel  
eine Batterie auf Stecksockel  
einen Schalter auf Stecksockel  
drei 10 cm lange Leitungen  
ein Vielfachmessgerät  
drei kurze Kabel (ein rotes und zwei schwarze)

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, die erste kurze Leitung in C und D, die zweite in C und H, die dritte in D und I, die erste Lampe in H und M, die zweite Lampe in I und N, ein schwarzes kurzes Kabel in N und M und schließe den Stromkreis zwischen M und F mit dem zweiten kurzen schwarzen Kabel.

- Ich überprüfe, dass der Strom fließt, indem ich den Schalter in die geschlossene Stellung bringe: die beiden Glühlampen leuchten auf. Daraufhin bringe ich den Schalter wieder in die offene Stellung.
- Ich bereite das Vielfachmessgerät vor, indem ich das rote lange Kabel in den Anschluss **mA** und das schwarze lange Kabel in den Anschluss **COM** stecke; ich wähle das Kaliber **10 A** in **DC**.
- Ich schließe die beiden Kabel des Vielfachmessgeräts an der Stelle des kurzen roten Kabels an, das ich vorher entferne. Dabei kommt rot in A und schwarz in B. Ich schließe den Stromkreis mit dem Schalter und notiere den mit dem Amperemeter ausgeführten Messwert mit der Formel:  $I = \dots A$ ; ich bringe den Schalter in die offene Position.



- Ich entferne das Vielfachmessgerät und stecke an seiner Stelle das rote Kabel wieder ein. Ich entferne die zweite kurze Leitung und stecke an ihrer Stelle das Vielfachmessgerät ein, wobei ich auf die Stromrichtung achte. Ich schließe den Schalter und notiere den Messwert mit der Formel:  $I_1 = \dots A$ . Ich bringe den Schalter in die offene Stellung.
- Ich entferne das Vielfachmessgerät und stecke an seiner Stelle das zweite kurze Kabel wieder ein. Ich entferne die dritte kurze Leitung und schließe an ihrer Stelle das Vielfachmessgerät an, wobei ich auf die Stromrichtung achte. Ich bringe den Schalter in die geschlossene Stellung und notiere den Messwert mit der Formel:  $I_2 = \dots A$ . Ich bringe den Schalter in die offene Stellung.
- Ich entferne das Vielfachmessgerät und stecke an seiner Stelle das dritte kurze Kabel wieder ein. Ich entferne das zweite schwarze kurze Kabel und schließe an seiner Stelle das Vielfachmessgerät an, wobei ich auf die Stromrichtung achte. Ich bringe den Schalter in die geschlossene Stellung und notiere den Messwert mit der Formel:  $I = \dots A$ . Ich bringe den Schalter in die offene Stellung.
- Ich fertige ein Schema des Stromkreises an und trage darauf an den entsprechenden Stellen die Messwerte ein.
- Ich summiere  $I_1$  und  $I_2$  und stelle fest, dass die Summe  $I$  entspricht.

**Schlussfolgerung: Knotenregel**

**Die Summe der an einem Knotenpunkt zufließenden Stromstärken ist gleich groß wie die Summe der davon abfließenden Stromstärken.**

**Anmerkung:** Diese Regel besagt, dass es in einem Stromkreis weder Anhäufung noch Verlust von Trägern der Strombelastung gibt; die Strombelastungen bleiben erhalten.

**Das nutze ich:**

- Ich schließe erneut den Schalter, die beiden Lampen leuchten hell. Ich entferne die Lampe zwischen I und N der Grundplatte und stelle fest, dass die andere Lampe weiterhin normal leuchtet. Ich öffne den Schalter.
- Ich erstelle eine Reihenschaltung, indem ich die vorher entfernte Lampe in M und L stecke, das kurze schwarze Kabel in L und F. Ich entferne die Leitung zwischen D und I sowie das kurze schwarze Kabel zwischen N und M. Ich schließe den Stromkreis mit dem Schalter.
- Ich stelle fest, dass beide Lampen zwar funktionieren, aber nur schwach. Entferne ich eine der Lampen aus der Grundplatte, funktioniert gar nichts mehr (das ist normal, denn der Stromkreis ist unterbrochen). Das ist der gleiche Effekt, wie wenn eine Lampe „durchgebrannt“ wäre.

In einer Wohnung fließt der Strom in einer Parallelschaltung. Sollte eines der elektrischen Geräte ausfallen, können somit die anderen weiterhin normal funktionieren.

**9. Das ohmsche Gesetz hinsichtlich eines Ohmschen Leiters**

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
drei Widerstände auf Stecksocket  
eine Batterie auf Stecksocket  
einen Schalter auf Stecksocket  
zwei Vielfachmessgeräte  
vier lange Kabel (zwei rote und zwei schwarze)  
zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

**Ich führe durch:**

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, den Widerstand R1 in C und H, das schwarze kurze Kabel in G und F.



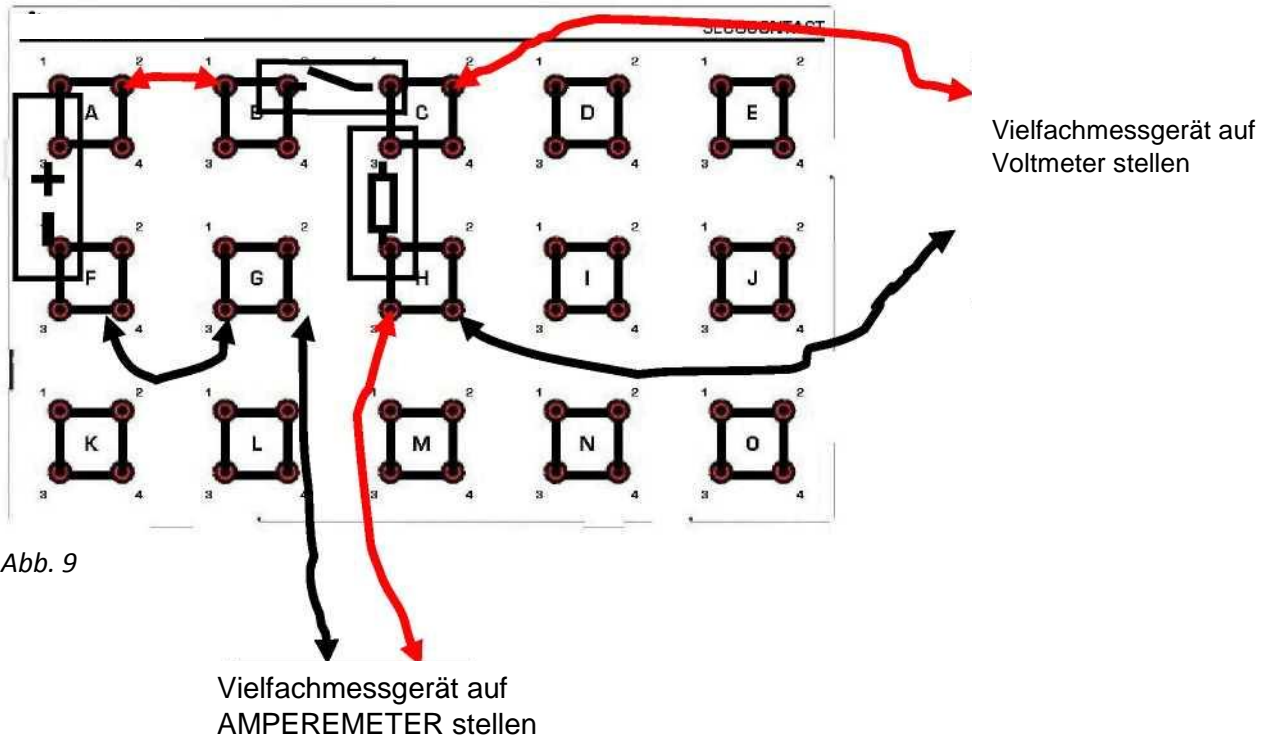


Abb. 9

- Ich bereite die Vielfachmessgeräte vor, indem ich für das Amperemeter das rote lange Kabel in den Anschluss **mA** und das schwarze lange Kabel in den Anschluss **COM** stecke und für das Voltmeter das rote lange Kabel in den Anschluss **V** und das schwarze lange Kabel in den Anschluss **COM**. Ich wähle das Kaliber **20 A** in **DC** für das Amperemeter und das Kaliber **VDC** für das Voltmeter.
  - Ich schließe das Amperemeter zwischen H und G an, wobei ich die Stromrichtung einhalte, und das Voltmeter zwischen C und H.
  - Ich schließe den Stromkreis mit dem Schalter.
  - Ich notiere die Messwerte  $I_1 = \dots \text{ mA}$  und  $UR_1 = \dots \text{ V}$ .
  - Ich entferne R1, ersetze ihn durch R2 und notiere  $I_2 = \dots \text{ mA}$  und  $UR_2 = \dots \text{ V}$ .
  - Ich mache das Gleiche mit R3 und notiere  $I_3 = \dots \text{ mA}$  und  $UR_3 = \dots \text{ V}$ .
- Bei allen Widerständen teile ich UR durch I. Ich erhalte:

$$UR_1 / I_1 = \quad UR_2 / I_2 = \quad UR_3 / I_3 =$$

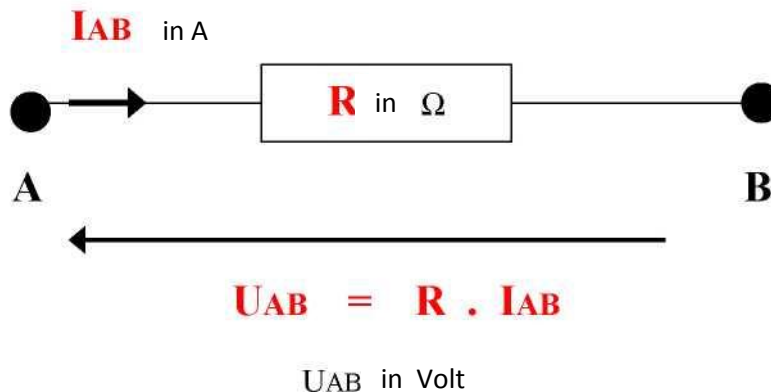
**Achtung:** um die Kohärenz der Einheiten zu erhalten, muss **U** in Volt und **I** in Ampere angegeben werden.

- Ich stecke das Voltmeter aus der Grundplatte aus, verstelle den Schalter auf Ohmmeter und messe die Widerstände, wobei ich die Messwerte notiere:

$$R_1 = \quad \Omega \quad R_2 = \quad \Omega \quad R_3 = \quad \Omega$$

**Ich stelle fest:** die Messwerte der Widerstände am Ohmmeter entsprechen den berechneten Werten aus der Division der Spannung an den Anschlüssen des Widerstandes in Volt durch die den Widerstand durchfließende Stromstärke in Ampere.

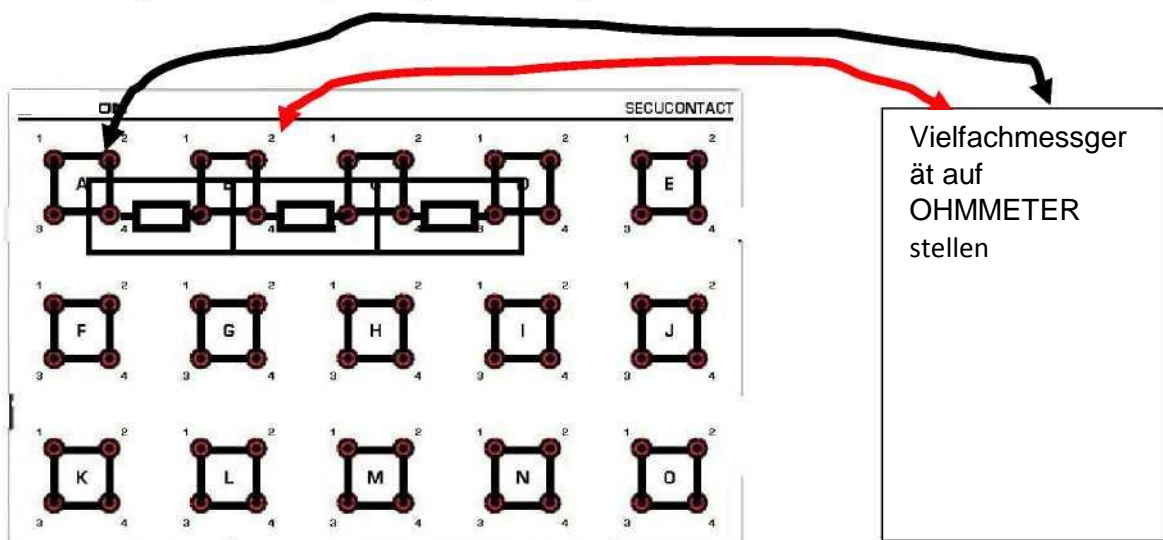
**Schlussfolgerung: Ohmsches Gesetz**



**Die Spannung an den Anschlüssen eines Widerstandes entspricht dem Produkt aus dem Widerstand und der ihn durchfließenden Stromstärke.**

## 10. Reihenschaltung von Widerständen

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
drei Widerstände auf Stecksocket  
ein Vielfachmessgerät  
zwei lange Kabel (ein rotes und ein schwarzes)



**Ich führe durch:**

- Ich stecke den Widerstand R1 in A und B der Grundplatte, den Widerstand R2 in B und C, den Widerstand R3 in C und D. Die drei Widerstände bilden eine Reihenschaltung.

- Ich benutze das Vielfachmessgerät in der Betriebsart **Ohmmeter**.
- Ich messe den Gesamtwiderstand zwischen A und D. Ich notiere  $R_{\text{Ges}} = \dots \Omega$
- Ich vergleiche diesen Messwert mit der Summe der drei Widerstände (Diesen Wert habe ich im vorhergehenden Versuch notiert).

**Schlussfolgerung:**

**der Ersatzwiderstand aus der Reihenschaltung von mehreren Widerständen ist gleich der Summe der Teilwiderstände.**

**11. Parallelschaltung von Widerständen**

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
drei Widerstände auf Stecksockel  
ein Vielfachmessgerät  
zwei lange Kabel (ein rotes und ein schwarzes)  
zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

**Ich führe durch:**

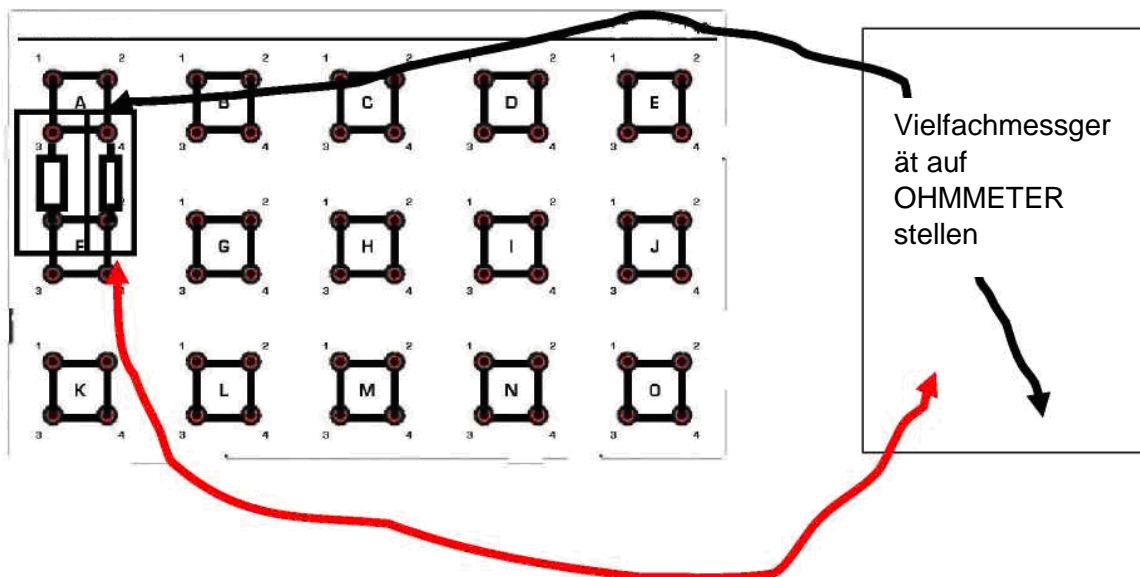
- Ich stecke den Widerstand R1 in A und F der Grundplatte, den Widerstand R2 ebenfalls in A und F. Die beiden Widerstände bilden eine Parallelschaltung.
- Ich benutze erneut das Vielfachmessgerät, das ich zwischen A und F schalte, und notiere den angegebenen Wert  $R_{\text{Ersatz}} = \dots \Omega$ .
- Ich messe den Wert jeder dieser beiden Widerstände und mache folgenden Rechengang:

$$1 / R1 \quad =$$

$$1 / R2 \quad =$$

$$1 / R1 \quad + \quad 1 / R2 \quad =$$

$$1 / R_{\text{eq}} \quad =$$



- Wenn ich keinen Rechenfehler gemacht habe, stelle ich fest, dass die beiden letzten Ergebnisse gleich sind.
- Nun schalte ich den dritten Widerstand zwischen B und G. Damit die drei Widerstände parallel geschaltet sind, muss ich A mit B mit Hilfe eines kurzen Kabels und F mit G mit einem weiteren Kabel verbinden.
- Ich messe mit dem Ohmmeter den neuen Widerstand dieser Schaltung und notiere  $R'_{\text{Ersatz}} = \dots \Omega$
- Ich mache folgenden Rechengang:

$$1/R_3 = \dots \quad \text{dann die Summe}$$

$$1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 = \dots \quad \text{und schließlich}$$

$$1/R'_{\text{Ersatz}} = \dots$$

- Erneut stelle ich fest, dass die beiden letzten Ergebnisse gleich sind, sonst rechne ich neu.

**Schlussfolgerung:**

**Für den Ersatzwiderstand aus der Parallelschaltung mehrerer Widerstände gilt Folgendes:**

$$1 / R_{\text{eq}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3 + \dots$$

**Anmerkung:** Der Ersatzwiderstand der Parallelschaltung mehrerer Widerstände ist immer kleiner als der kleinste Widerstand.

**Nach Ende der Stunde verstaue ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**

## 12. Strom-Spannungs-Merkmal einer Batterie

**Ich brauche:** die SECUCONTACT®-Grundplatte  
 drei Widerstände auf Stecksocket  
 eine Batterie auf Stecksocket  
 einen Schalter auf Stecksocket  
 zwei Vielfachmessgeräte  
 vier lange Kabel (zwei rote und zwei schwarze)  
 zwei kurze Kabel (ein rotes und ein schwarzes)

### Ich führe durch:

- Ich stecke die Batterie zwischen A und F in die Grundplatte (+ Anschluss in A).
- Ich stecke das rote kurze Kabel in A und B ein, den Schalter in B und C, den Widerstand R1 in C und D, den Widerstand R2 in D und I, den Widerstand R3 zwischen I und H, das schwarze kurze Kabel in G und F, und zum Schließen der Reihenschaltung setze ich zwischen H und G das Amperemeter ein, wobei ich auf die Stromrichtung achte.

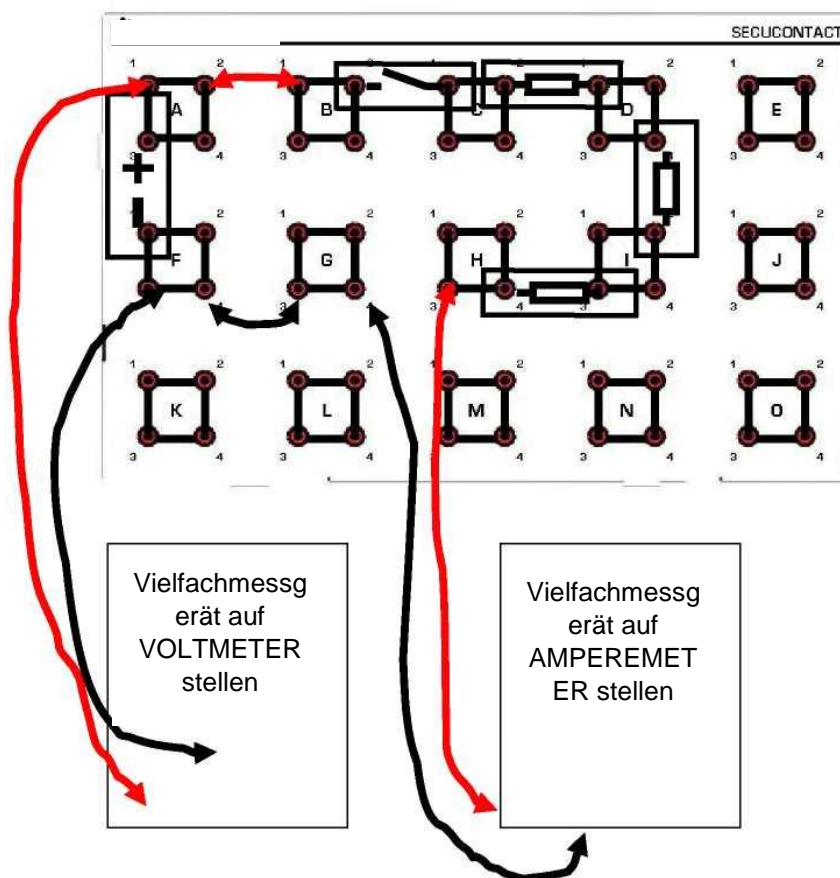


Abb. 12

- Das Voltmeter schlieÙe ich an den Anschlüssen der Batterie an, wobei ich auf die Polarität achte.

- Ich schlieÙe den Schalter und notiere die beiden Werte

$$U_{AF,1} = \dots\dots\dots V \quad I_1 = \dots\dots\dots \text{mA.}$$

- Ich entferne den Widerstand R3 und schlieÙe den Stromkreis, indem ich das rote Kabel des Amperemeters in I stecke. Ich notiere die beiden neuen Werte  $U_{AF,2} = \dots V$   $I_2 = \dots \text{mA}$ .
- Ich entferne den Widerstand R2 und schlieÙe den Stromkreis, indem ich das rote Kabel des Amperemeters in D stecke. Ich notiere die beiden neuen Werte  $U_{AF,3} = \dots V$   $I_3 = \dots \text{mA}$ .
- Ich leihe mir die drei Widerstände von einem benachbarten Arbeitsplatz, erstelle wiederum eine Reihenschaltung mit den sechs Widerständen und führe sechs neue verschiedene Messungen durch (2x R1 im Stromkreis, dann 2x R2, dann 2x R3, dann 2x R1 und 1x R2, dann 2x R2 und 1x R3 sowie zum Schluss die sechs Widerstände. Es gibt natürlich noch weitere Möglichkeiten, wenn ich dafür noch Zeit habe, führe ich weitere Messungen durch.)

$$U_{AF,4} = \dots V \quad I_4 = \dots \text{mA}$$

$$U_{AF,5} = \dots V \quad I_5 = \dots \text{mA}$$

$$U_{AF,6} = \dots V \quad I_6 = \dots \text{mA}$$

$$U_{AF,7} = \dots V \quad I_7 = \dots \text{mA}$$

$$U_{AF,8} = \dots V \quad I_8 = \dots \text{mA}$$

$$U_{AF,9} = \dots V \quad I_9 = \dots \text{mA}$$

- Ich gebe die drei geliehenen Widerstände zurück.
- Ich trage in eine Grafik die Messpaare ein.
- Ich skaliere die Ordinatenachse, indem ich als Maßstab 2 cm für 1 Volt nehme, und die Rechtsachse, indem ich als Maßstab 10 cm für 50 mA nehme.

**Ich stelle fest:**

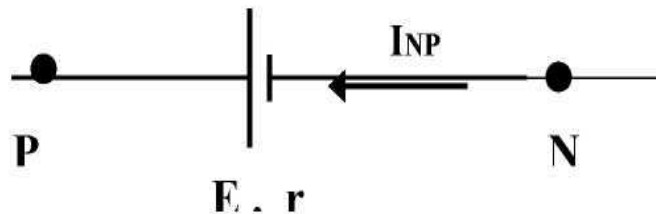
- Die Punkte können mit einer Geraden verbunden werden, die die Ordinatenachse an einem Punkt durchschneidet, den man mit **E** bezeichnet und elektromotorische Kraft (EMK) der Batterie nennt. Man kann E direkt messen, indem das Voltmeter bei offenem Schalter an den Anschlüssen der Batterie angeschlossen wird.
- die Neigung der Geraden ist negativ (sinkende Gerade). Für ihre Berechnung nehme ich die Koordinaten von zwei Punkten der Geraden und gehe wie in der Mathematik vor. Ich stelle fest, dass der Wert der Neigung berechnet wird, indem die Volt durch die

Ampere geteilt werden. Sie wird somit in Ohm ausgedrückt; sie stellt somit den inneren Widerstand  $r$  der Batterie da.

### Schlussfolgerung: Ohmsches Gesetz an den Anschlüssen eines Stromerzeugers

Wenn **P** und **N** der positive und negative Pol der Batterie sind, kann man schreiben:  $U_{PN} = E - r \cdot I_{NP}$

**Konvention: Gewöhnlich schreibt man die verschiedenen ohmschen Gesetze, indem man auf die Stromrichtung achtet.** In einer Batterie tritt der Strom durch den negativen Pol „ein“ und durch den positiven Pol wieder „aus“. Deshalb schreibt man das ohmsche Gesetz für einen Stromerzeuger mit der Gleichung:  $U_{NP} = r \cdot I_{NP} - E$



**Nach Ende der Stunde verstaue ich die verschiedenen Bauteile wieder im Behälter und schalte das Vielfachmessgerät aus.**