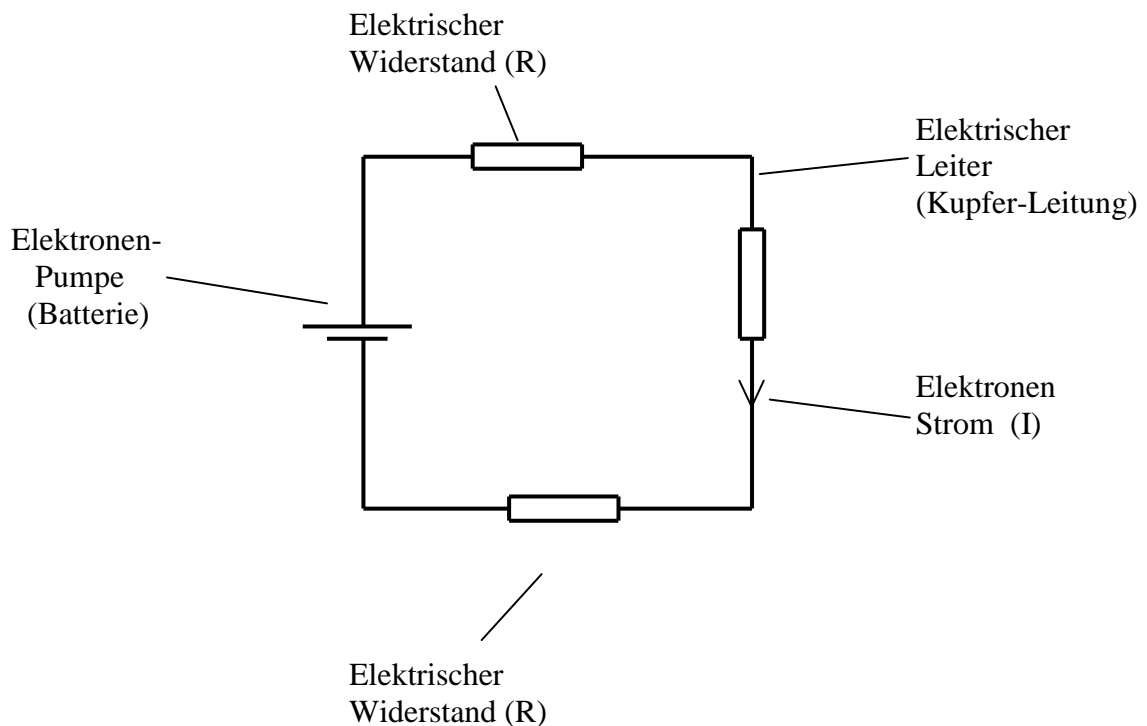
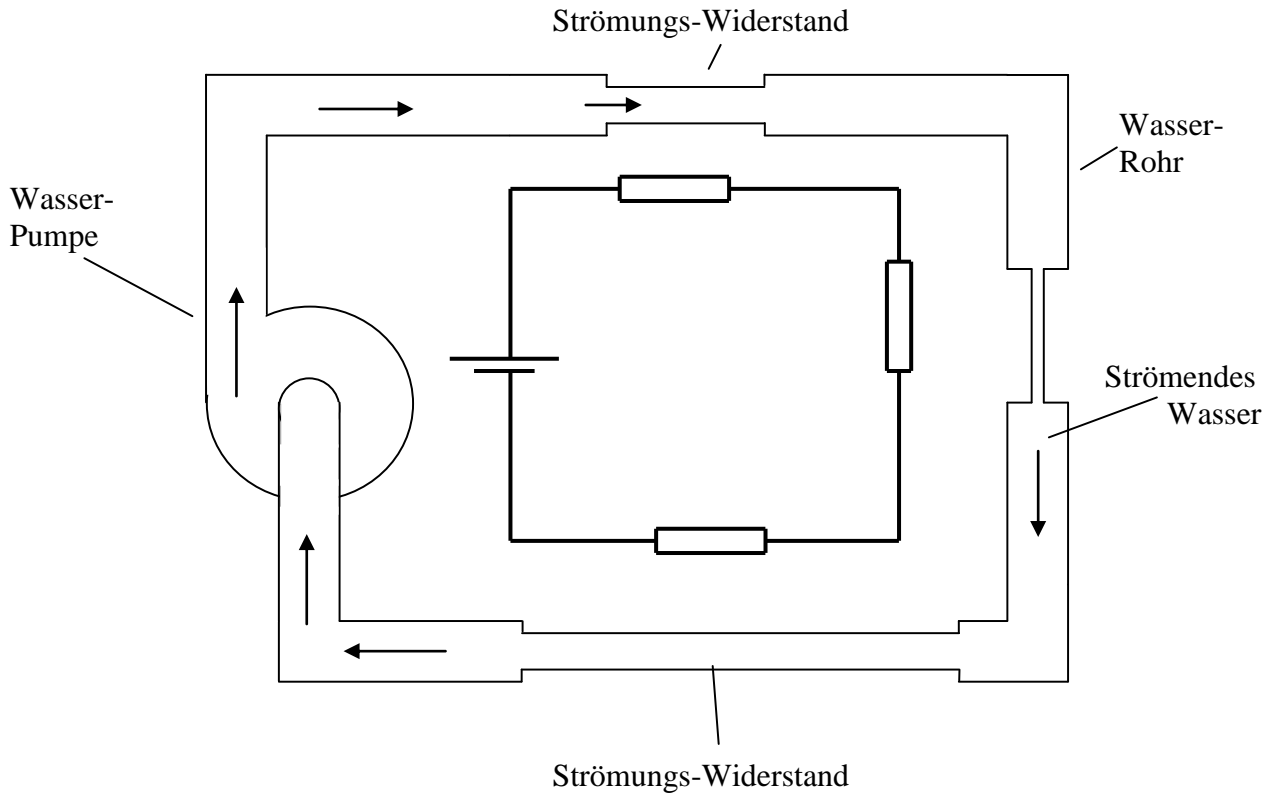


Vom Wassermodell zum elektrischen Strom-Kreis

In den schon bekannten Wasser-Kreislauf ist jetzt der elektrische Strom-Kreis hinein gezeichnet worden. Die Ähnlichkeit (Analogie) der Bauteile ist in der Tabelle auf der nächsten Seite aufgelistet.



Wasser-Kreislauf	Elektrischer Strom-Kreis
Wasser-Pumpe	Elektronen-Pumpe
Wasser - Teilchen	Elektronen
Druck	Spannung (U)
Druck-Verlust (am Strömungs-Widerstand)	Spannungs-Verlust (am Strömungs-Widerstand)
Strömendes Wasser (Wasser-Strömung) (strömende Wasser-Teilchen)	Elektronen-Strom (I) (strömende Elektronen)
Flüssigkeits-Strömungs-Widerstand (Rohr-Verengung)	Elektronen-Strömungs-Widerstand (R) (Leiterverengung)
Rohrleitung	Elektrische Leitung (zB. Kupfer-Leitung)

Elektronen-Pumpe:

Genau so, wie die Wasser Pumpe das Wasser an ihrer einen Seite ansaugt und an der anderen Seite wieder herausdrückt, saugt auch die Elektronen-Pumpe die Elektronen an der Saugseite und drückt sie an der Druckseite wieder heraus

Elektronen: Die Elektronen stellen wir uns vorerst einfach als kleine Teilchen vor, die (huckepack, als Gepäck) eine elektrische Ladung tragen. Diese kleinen Teilchen (Elektronen) sind so klein, dass sie sich im Metall-Leiter (zB. Kupfer-Leitung) genauso frei bewegen können, wie die Wasser-Teilchen im (hohlen) Rohr.

Die Spannung (U) entspricht dem Druck (dem Schwung), die Spannung drückt die Elektronen in die Leitung und gibt ihnen dabei den "Schwung" mit, den sie dann an den Strömungs-Widerständen verlieren (Spannungs-Verlust oder Spannungs-Abfall).

Elektronen-Strom (I): Wenn die Elektronen-Pumpe einen Elektronen-Druck (Spannung) aufgebaut hat, dann beginnen die Elektronen zu fließen, das heißt, sie bewegen sich von der Pumpe weg durch die Kupfer-Leitung. Dabei bewegen sie sich nicht so schnell, wie man denken könnte. Wenn wir einen Lichtschalter betätigen, leuchtet die Glühlampe ja sehr schnell, es vergeht kaum Zeit, jedenfalls empfinden wir es so, als würde die Lampe im selben Moment leuchten.

Die Elektronen sind in dieser kurzen Zeit aber nicht vom Schalter bis zur Lampe geflossen, sie bewegen sich viel gemächlicher: einige Zentimeter pro Sekunde, sozusagen im Spaziergangstempo. Der Elektronen-Fluss beginnt unmittelbar (sofort) nach dem Betätigen des Schalters, die Elektronen stoßen sich in diesem Moment der Reihe nach an, wie bei einer Reihe von Billard-Kugeln, oder nach dem Domino-Effekt. Ein Elektron schubst also das nächste an (Impuls-Übertragung), und dieses Elektron schubst dann wiederum das nächste in der Reihe an und dieses Elektron wiederum das nächste.... Und dieser Anstoß-Effekt geschieht mit Lichtgeschwindigkeit, so dass direkt nach dem Betätigen des Lichtschalters (Einschalten) die Wirkung der Elektrizität tatsächlich an der Lampe ankommt.

Die Elektronen-Pumpe muss also einen Elektronen-Druck (eine Spannung) aufbauen, sonst fließt kein Strom. Beim Wasser ist es ja anders, dort fließt ja schon etwas von selbst von oben nach unten (vom Berg ins Tal). Bei den Elektronen gibt es aber kein Oben und kein Unten, ohne Spannung (Elektronen-Druck) fließt dort nichts.

Ohne Spannung kein Strom !

Elektronen-Strömungs-Widerstand (R) zB. eine Leiter-Verengung. Wird der Querschnitt einer Kupferleitung an einer Stelle kleiner (Leitung-Verengung), müssen sich die Elektronen an dieser Stelle hindurch drängeln (hindurch quetschen). Sie reiben sich dabei aneinander und an den Atomen. Dabei entsteht Wärme und es geht Schwung (Spannung) verloren. Man spricht hier vom Spannungs-Verlust oder Spannungs-Abfall. Mit dem Spannungs-Abfall (Spannungsabsenkung) ist aber kein Müll gemeint, sondern die Verkleinerung der Spannung. Die Höhe (Größe) der Spannung verringert sich.

Elektrische Leitung

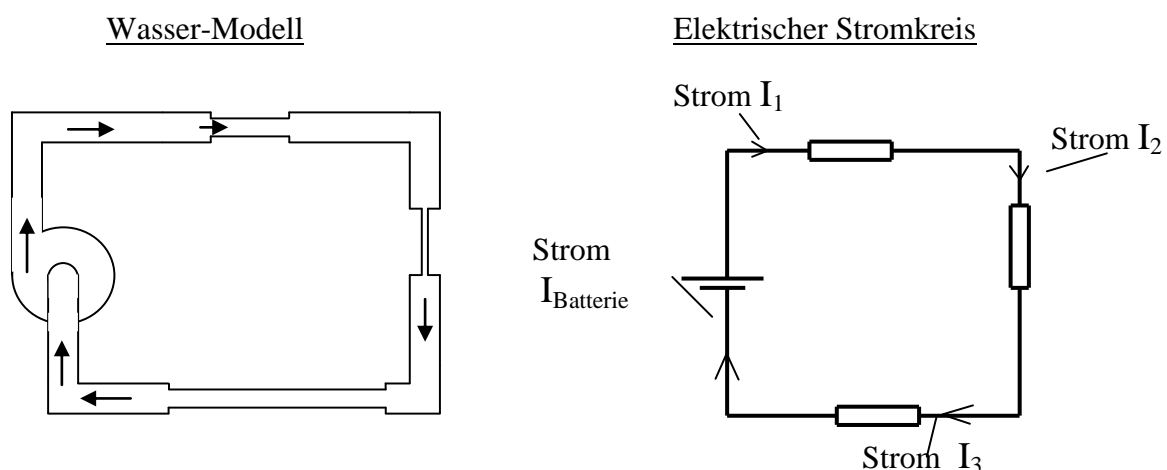
Elektronen sind so klein, dass sie sich im Metall-Leiter (zB. in der Kupfer-Leitung) genauso frei bewegen können, wie die Wasser-Teilchen im (hohlen) Rohr. Die Elektronen sind in der Kupfer-Leitung überall vorhanden, an jeder Stelle sind welche. Genauso wie das Rohrsystem (im Wasser-Modell) vollständig (ganz) mit Wasser gefüllt ist, so ist die Kupfer-Leitung vollständig mit Elektronen "gefüllt". Der Unterschied ist, dass das Wasser aus einem "Leck" (Loch im Rohr) auslaufen kann, aber die Elektronen können nicht aus einer Öffnung (einem Loch) aus der Kupfer-Leitung heraus. Die Elektronen können sich in der Leitung zwar frei bewegen, aber heraus können sie nicht.

Dafür haben die Elektronen eine andere Möglichkeit ihre Kupfer-Leitung zu verlassen: Sobald ein anderer elektrischer Leiter (Eisen(Fe), Blei(PB), Zink(Zn), Zinn(Sn)...) oder auch eine andere Kupfer-Leitung diese Leitung berührt, können die Elektronen auch in diesen anderen elektrischen Leiter hinein fließen. Elektrische Leiter brauchen sich also nur berühren, und schon können die Elektronen auch in den anderen Leiter hinein fließen. In diesem anderen Leiter können sich die Elektronen nun aber nicht versammeln (immer mehr werden). Es sind ja schon überall Elektronen, und wenn sich keine weg bewegen, können auch keine hinzukommen. Die Elektronen können also nur in eine andere Leitung hinein fließen, wenn dort andere Elektronen weg fließen.

Reihenschaltung

Die Verhältnisse im Einrohr-Heizungssystem sind ähnlich, ihr lernt hier also nicht nur etwas über Elektrotechnik, sondern auch etwas über Heizungstechnik!

Bei der Aneinanderreihung (Zusammenstellung) der elektrischen Bauteile werden zwei Grundanordnungen unterschieden: Die Reihen-Schaltung (in einer Reihe, nach einander) und die Parallel-Schaltung (neben einander).

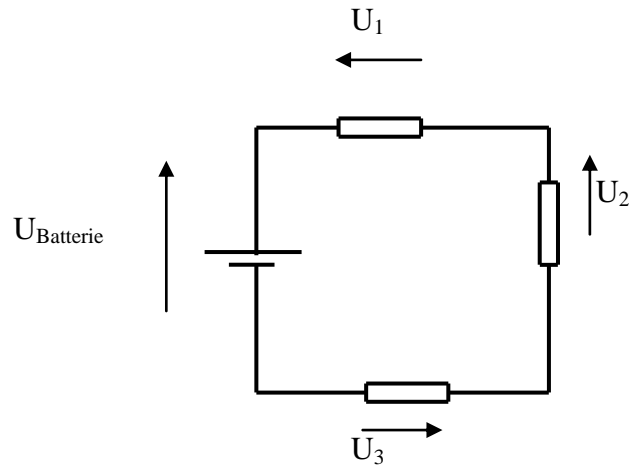


Bei der Reihen-Schaltung sind alle Bauteile hinter einander (nach einander) geschaltet (mit einander verbunden).

Der Strom (I) muss nach einander durch jedes Bauteil fließen. Der Strom ist überall gleich groß, da an keiner Stelle etwas abzweigt und an keiner Stelle etwas hinzukommt.

$$I_{\text{Batterie}} = I_1 = I_2 = I_3$$

Die Spannungen (Drücke) sind hier unterschiedlich groß! Die größte Spannung liegt an der Spannungs-Quelle: Die Spannungen werden durch Pfeile über den Bauteilen symbolisiert (gezeichnet), der Spannungs-Ursprung (die Spannungs-Quelle) hat dabei eine andere Richtung als die Spannungs-Abfälle (Spannungs-Verluste) an den Widerständen.



$$U_{\text{Batterie}} = U_1 + U_2 + U_3$$

Die Einheit in der die Spannung gemessen wird ist das Volt

(Herr **Volta, Alessandro, italienischer Physiker 1745 bis 1827**)

Beispiel:

Gegeben:

$$U_1 = 12 \text{ Volt (V)}$$

$$U_1 = 24 \text{ V}$$

$$U_1 = 3,4 \text{ V}$$

gesucht : U_{Batterie}

Formel:

$$U_{\text{Batterie}} = U_1 + U_2 + U_3$$

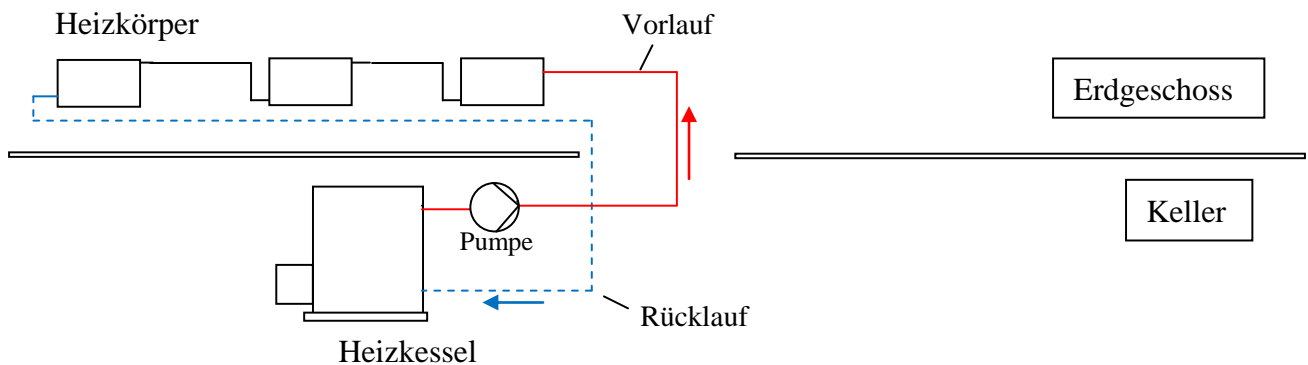
Werte eingesetzt:

$$U_{\text{Batterie}} = 12 \text{ V} + 24 \text{ V} + 3,4 \text{ V}$$

$$\underline{U_{\text{Batterie}} = 39,4 \text{ V}}$$

Heizungstechnik

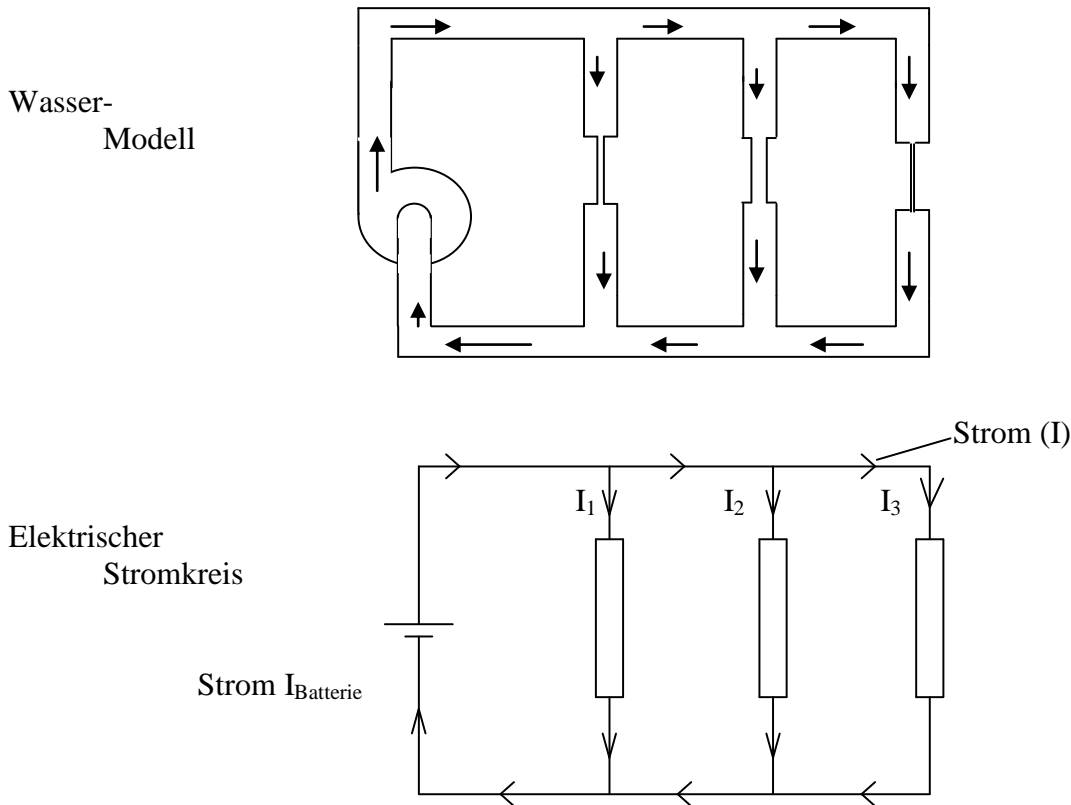
Prinzip-Strangschemata* einer Einrohrheizung (Reihenschaltung):



Aufgabe: Markiere den Vorlauf rot und den Rücklauf blau!

* In der Heizungstechnik nennt man Schaltbilder „Strangschemata“. Prinzip bedeutet, dass nur die wichtigsten Details (Einzelheiten) dargestellt sind, in Wirklichkeit ist eine Heizungsanlage viel komplexer (hat eine Heizungsanlage viel mehr Bauteile).

Parallel -Schaltung



Die Verhältnisse im Zweirohr-Heizungssystem sind ähnlich, ihr lernt hier also nicht nur etwas über Elektrotechnik, sondern auch etwas über Heizungstechnik!

Bei der Parallel-Schaltung sind alle Bauteile neben einander (eines neben dem anderem) geschaltet (mit einander verbunden).

Der Strom (I) muss hier nicht nach einander durch jedes Bauteil fließen (wie bei der Reihenschaltung). Der Strom sucht sich hier zuerst den bequemsten Weg, und wenn dort schon genug fließt, dann nimmt er eben auch die etwas unbequemen Wege. Durch jeden Widerstand fließt Strom, aber je größer der Widerstand ist (je enger die Verengung), desto kleiner der Strom. Je kleiner der Widerstand (je größer die Verengung), desto leichter kommt der Strom dort hindurch, desto größer ist der Strom. Wenn der Strom die Batterie verlässt (hinaus gedrückt wird), teilt er sich in verschiedene Teilströme auf, und nachdem diese Teilströme die einzelnen Widerstände durchflossen haben, vereinigen sich die Teilströme wieder zum Batterie-Strom (Gesamtstrom).

$$I_{\text{Batterie}} = I_1 + I_2 + I_3$$

Die Einheit für den Strom ist das Ampère (**Herr Ampère, André Marie, französischer Physiker, 1775 bis 1836**) $1 \text{ A} = 6,3 \times 10^{18}$ Elektronen pro Sekunde

10^{18} bedeutet: eine 1 mit 18 Nullen dahinter: 1.000.000.000.000.000.000

Beispiel:

Gegeben: $I_1 = 2 \text{ Ampère (A)}$
 $I_2 = 3 \text{ A}$
 $I_3 = 3,4 \text{ A}$

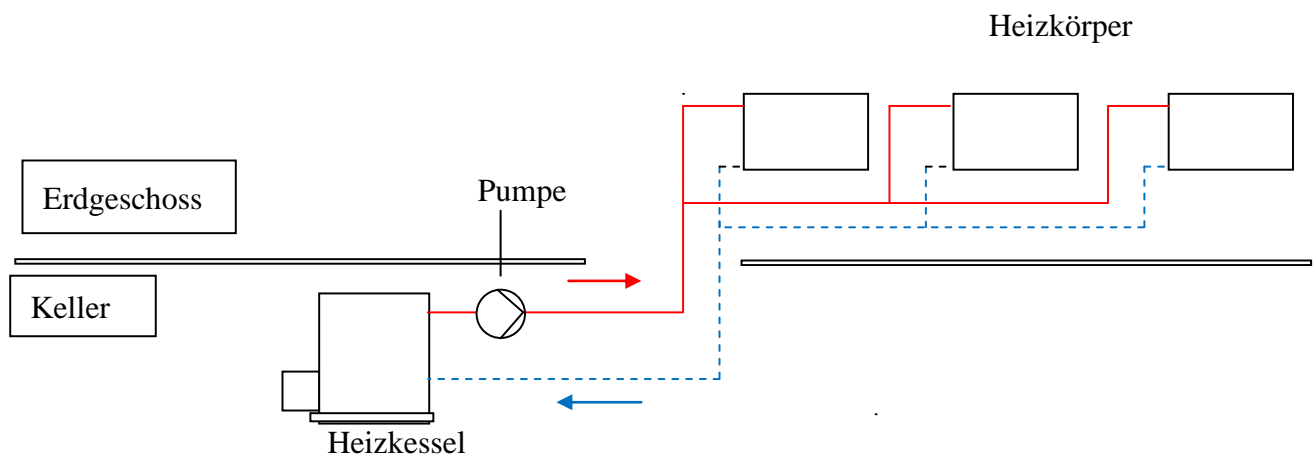
gesucht : I_{Batterie} Formel: $I_{\text{Batterie}} = I_1 + I_2 + I_3$

Werte eingesetzt: $I_{\text{Batterie}} = 2\text{A} + 3\text{A} + 3,4\text{A}$
 $I_{\text{Batterie}} = 8,4 \text{ A}$

$$U_{\text{Batterie}} = U_1 = U_2 = U_3$$

Heizungstechnik

Prinzip-Strangschemata* einer Zweirohrheizung (Parallelschaltung):



Aufgabe: Markiere den **Vorlauf rot** und den **Rücklauf blau!**

Übungen: - Reihen- und Parallelschaltung von elektrischen Bauteilen:

- 1A** Skizziere (Handskizze, keine technische Zeichnung!) einen elektrischen Stromkreis mit einer Spannungsquelle (Batterie) und vier Widerständen in einer **Reihen-Schaltung** (Serien-Schaltung)!

* In der Heizungstechnik nennt man ein Schaltbild „Strangschema“. Prinzip bedeutet, dass nur die wichtigsten Details (Einzelheiten) dargestellt sind, in Wirklichkeit ist eine Heizungsanlage viel komplexer (hat eine Heizungsanlage viel mehr Bauteile).

1B Zeichne die Teilströme I_1 bis I_4 , sowie den Batteriestrom I_{Batterie} ein.

1C Der Teilstrom I_2 beträgt 3,2 A, der Strom I_3 beträgt ebenfalls 3,2 A.
Wie groß sind die restlichen Ströme?

1C

Gegeben:

$$U_1 = 1,2 \quad \text{Volt (V)}$$

$$U_2 = 24 \quad \text{V}$$

$$U_3 = 4,2 \quad \text{V}$$

$$U_4 = 12 \quad \text{V}$$

gesucht : U_{Batterie}

Formel: $U_{\text{Batterie}} =$

Werte eingesetzt: $U_{\text{Batterie}} =$

Ergebnis: $U_{\text{Batterie}} =$

1D Skizziere (Handskizze, keine technische Zeichnung!) eine Einrohrheizung (Reihenschaltung, mit Kessel, 3 Heizkörpern und einer Pumpe).

1E Markiere den Vorlauf rot und den Rücklauf blau!

2A Skizziere (Handskizze, keine technische Zeichnung!) einen elektrischen Stromkreis mit einer Spannungsquelle (Batterie) und fünf Widerständen in einer Parallel-Schaltung!

2B Die Teilspannung U_2 beträgt 24 V,
Die Teilspannung U_3 beträgt ebenfalls 24 V.
Wie groß sind die restlichen Spannungen?

2C Zeichne die Teilströme I_1 bis I_5 , sowie den Batteriestrom I_{Batterie} ein.

2D

Gegeben:

$$I_1 = 2,3 \quad \text{Ampere (A)}$$

$$I_2 = 4,3 \quad \text{A}$$

$$I_3 = 3 \quad \text{A}$$

$$I_4 = 4 \quad \text{A}$$

$$I_5 = 1,2 \quad \text{A}$$

Gesucht : I_{Batterie}

Formel: $I_{\text{Batterie}} =$

Werte eingesetzt: $I_{\text{Batterie}} =$

Ergebnis: $I_{\text{Batterie}} =$

- 2E** Skizziere (Handskizze, keine technische Zeichnung!) eine Zweirohrheizung (Parallelschaltung, mit Kessel, 3 Heizkörpern und einer Pumpe).
- 2F** Markiere den Vorlauf rot und den Rücklauf blau!

3 Vervollständige die Tabelle!

Wasser-Kreislauf	Elektrischer Strom-Kreis
Wasser-Pumpe	
Wasser	
Druck	
Druck-Verlust	
Strömendes Wasser (Wasser-Strömung)	
Rohrverengung (Strömungs-Widerstand)	
Rohrleitung	

Anmerkung zur Analogie mit dem Heizungssystem:

Im Heizungssystem wird außer dem Transportieren des Druckes noch eine andere Eigenschaft des Wassers genutzt: Die Wärmekapazität. Das Wasser kann Wärme speichern (in sich aufnehmen), und diese Wärme an einem anderen Ort wieder abgeben. Im Heizungssystem nimmt das Wasser die Wärme im Kessel auf (die Temperatur des Wassers steigt) und gibt sie in den Heizkörpern wieder ab (die Temperatur des Wassers sinkt). Im Vorlauf (auf dem Hinweg zu den Heizkörpern) ist die Temperatur des Wassers höher als im Rücklauf (dem Rückweg zum Kessel). Den Druck braucht man im Heizungssystem nur, um das (wärmere) Wasser zu den Heizkörpern hin- und das (kältere) Wasser wieder zum Kessel zurück zu transportieren. Der Druck geht auf diesem Weg „verloren“, das heißt, er wird in Wärme umgewandelt, aber diese Wärmemenge ist so gering (klein), das sie nicht bemerkt wird, sie spielt keine Rolle.

Im Heizungssystem werden zwei Energieformen auf den Weg geschickt: Der Druck und die Wärme.

Im elektrischen Kreis wird ebenfalls Energie transportiert (Spannung). Dieser transportierte (an einen anderen Ort gebrachte) Spannung kann auch in Wärme umgewandelt werden (Heizstrahler). Der fließende Strom hat aber vorher und nachher keine unterschiedliche Temperatur. Der Strom hat gar keine Temperatur. Der Unterschied (von Vorher und Nachher) ist lediglich (nur), dass weniger Spannung vorhanden ist. Es ist Spannung in Wärme umgewandelt worden. Der zur Elektronenpumpe zurückfließende Strom besitzt weniger Spannung als der, der von der Elektronenpumpe wieder auf den Wege zum Verbraucher (Heizstrahler) geschickt wird.

Im elektrischen Kreis wird nur eine Energieform auf den Weg geschickt: Die Spannung.

In der Trinkwasserversorgung hat das Trinkwasser sogar **viele Eigenschaften**:

- 1) Das Wasser selbst kann man trinken (materielle Form, gegenständliche Form)
- 2) Das Wasser hat eine Wärmekapazität. Man kann mit dem Wasser kühlen:
 - A) Eine Flasche Bier.
 - B) Feuer löschen (das ist auch Kühlen, es wird dabei den oxidierenden Stoffen die nötige Reaktionstemperatur entzogen).
- 3) Das Wasser besitzt einen Druck, welcher hauptsächlich zum Transport dieses Wassers zum Verbraucher aufgebracht wurde, den der Verbraucher aber auch benutzen kann:
 - A) Zum Erzeugen von Unterdruck mit Hilfe einer Venturidüse (Wasserschalter in Gastherme)
 - B) Zum Erzeugen von elektrischer Energie mit Hilfe eines Hydrogenerators (in einer Gastherme mit Batteriebetrieb).
- 4) Das Wasser kann Schmutz aufnehmen und wegschwemmen:
 - A) Von unserer Haut, beim Duschen
 - B) Aus dem WC, beim Spülen
 - C) Vom Bodens beim Wischen (nass)

Was kann Wasser noch alles?

- 5) Das Wasser kann.....

Ergebnisse:

41,4 V	24 V	24 V		
	14,8 A	24 V		