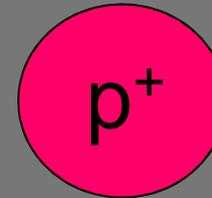
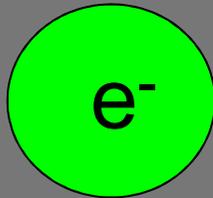




Die elektrische Ladung



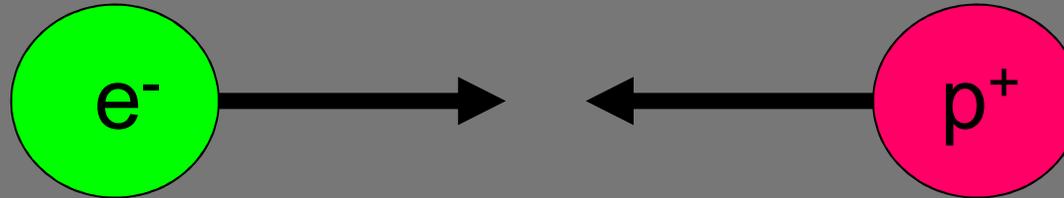
Die Grundbausteine der Atome (und damit aller Materie) sind **Elektronen** und **Protonen**

Elektronen besitzen untrennbar eine negative elektrische Ladung von $-1,602 \cdot 10^{-19}$ C (Coulomb), d.h. -0,000.000.000.000.000.000.1602 C

Protonen besitzen untrennbar eine positive elektrische Ladung von $+1,602 \cdot 10^{-19}$ C



Ladungen üben Kräfte aufeinander aus



Ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.



Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab.



Die elektrische Ladung



Charles Augustin de Coulomb
1736-1806

1C ist die Ladung, die bei einer Stromstärke von $I=1\text{A}$ (Ampère) in genau 1 Sekunde fließt.

Elektronen zusammen besitzen.

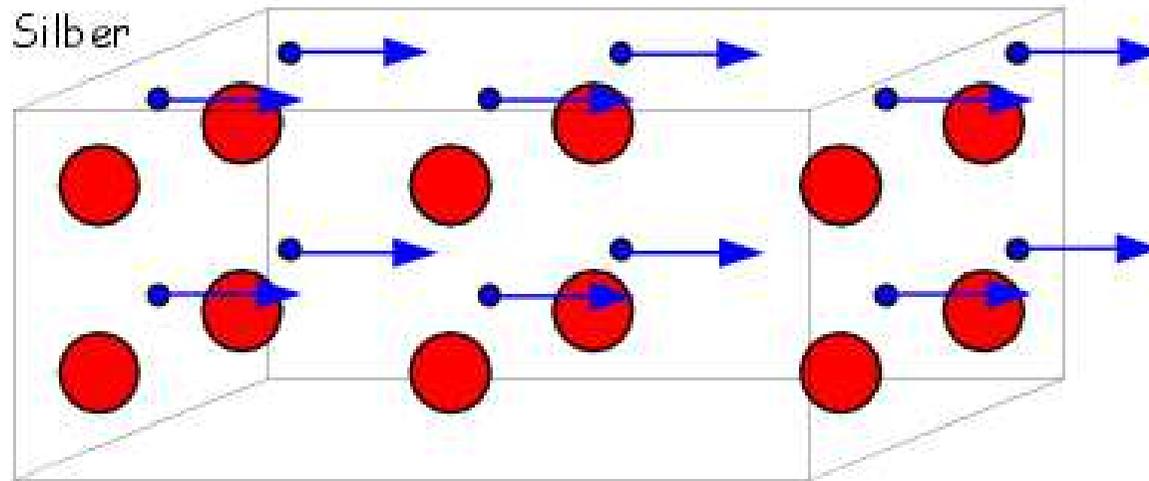
1C ist die Ladung, die $6,24 \cdot 10^{18}$

(mehr als 6 Trillionen) Elektronen zusammen besitzen.

Die elektrische Stromstärke



André-Marie Ampère
1775-1836



≈ 1 Leitungselektron pro Atom

Stromstärke $I =$

$\frac{\text{Transportierte Ladung}}{\text{Zeiteinheit}}$

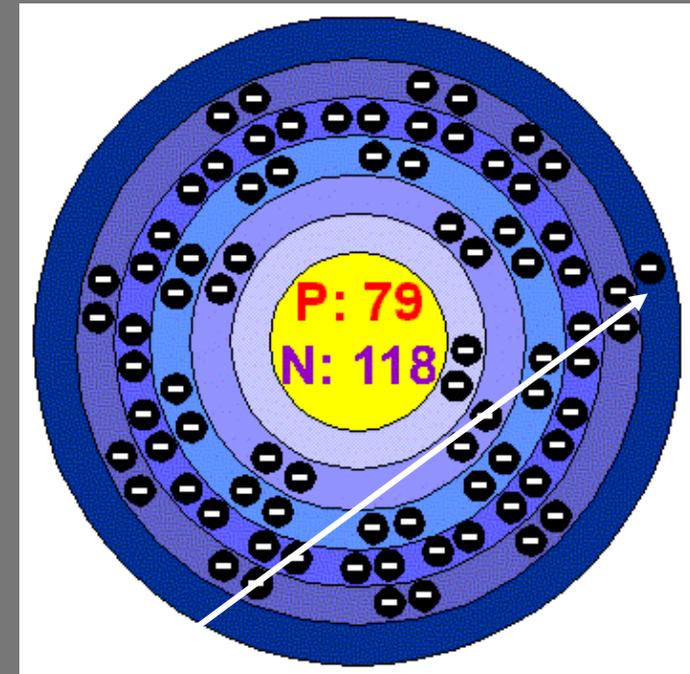
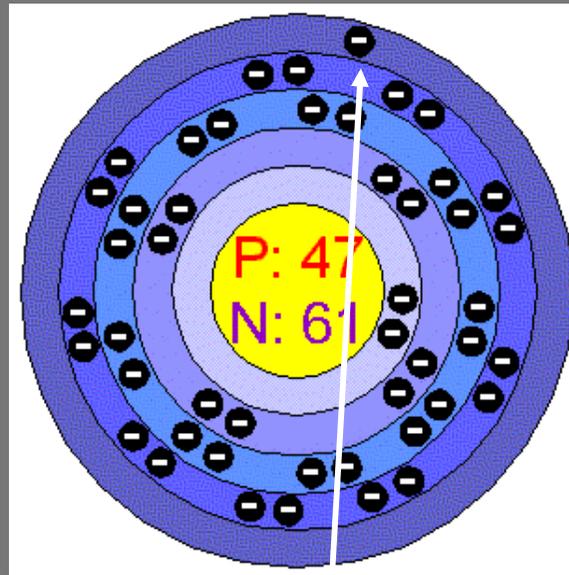
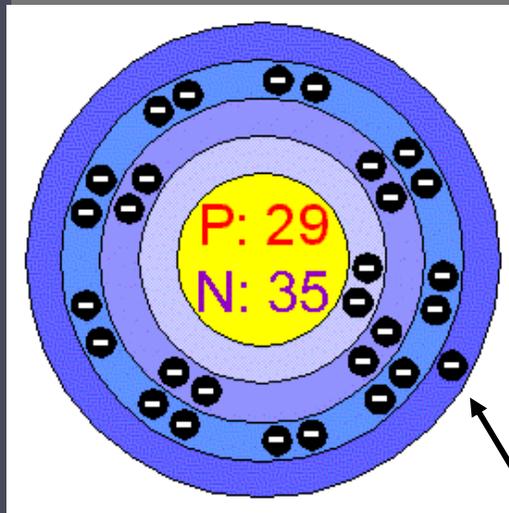
$$I = \frac{Q}{t} \quad [I] = 1 \frac{\text{Coulomb}}{\text{Sekunde}} = 1 \text{ Ampère}$$

Warum leiten Kupfer, Silber und Gold so gut?

Cu Z=29

Ag Z=47

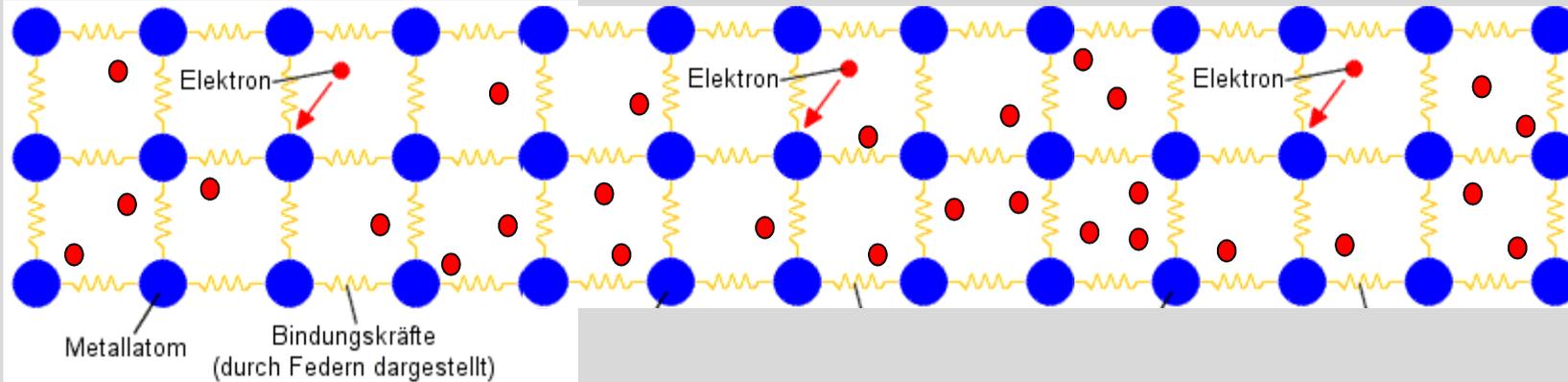
Au Z=79



1 Valenzelektron

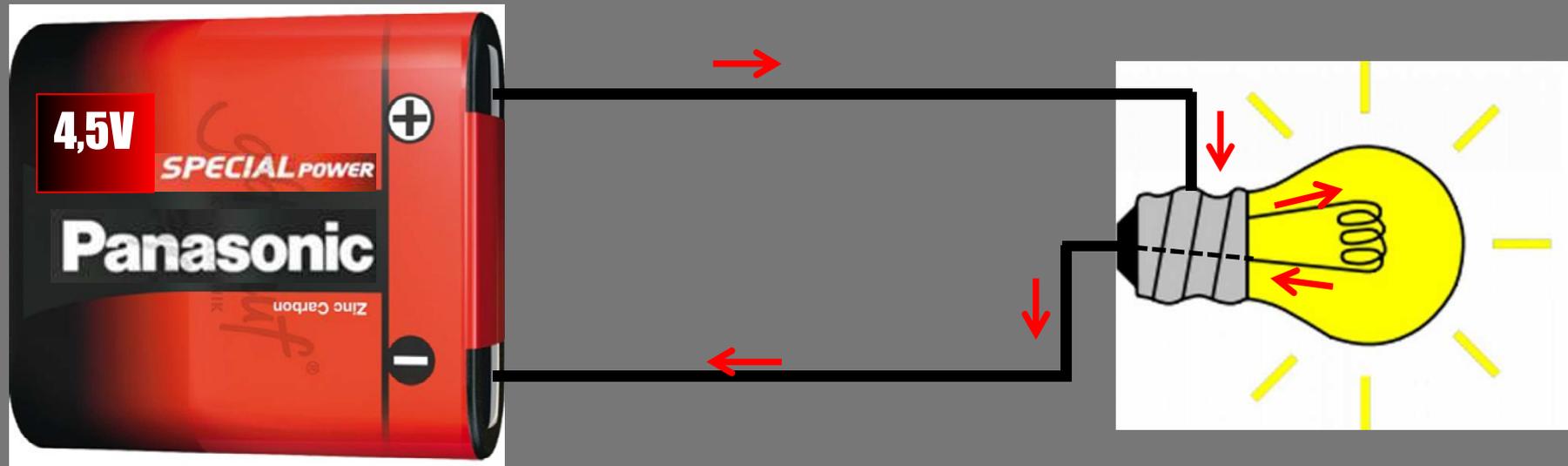
Diese Valenzelektronen können leicht abgelöst werden, da sie von den Elektronen der inneren Schalen fast total vom Kern abgeschirmt sind. **Die Bindung ist daher äußerst schwach!**

Modell eines Metallgitters

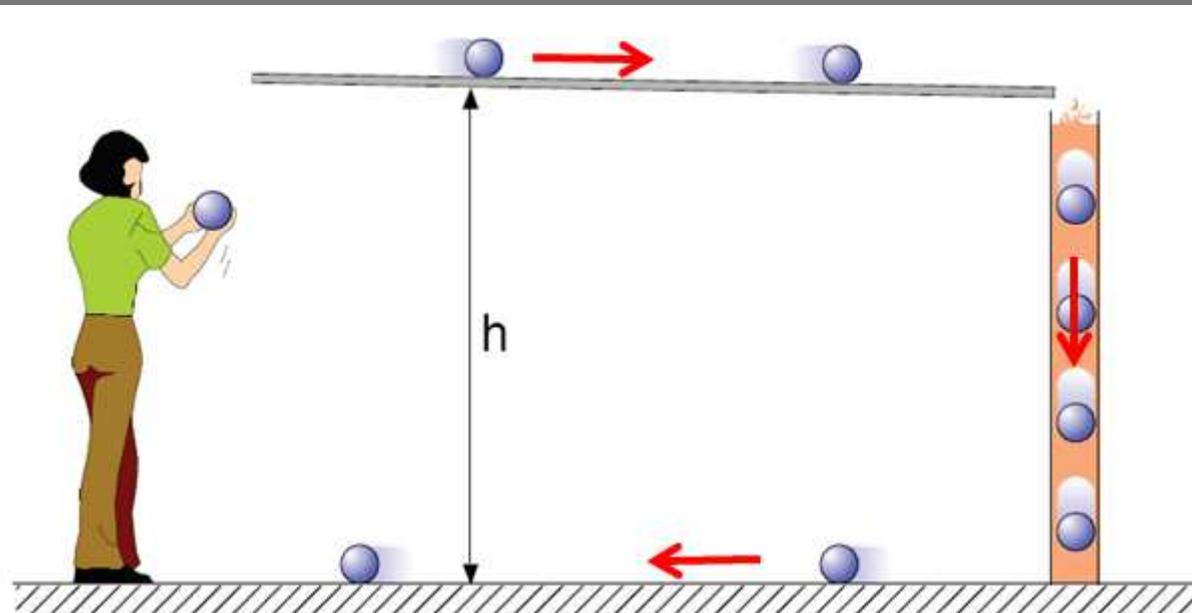


In einem Metall sind freie Elektronen vorhanden. Werden diese bewegt, dann fließt ein **elektrischer Strom**.

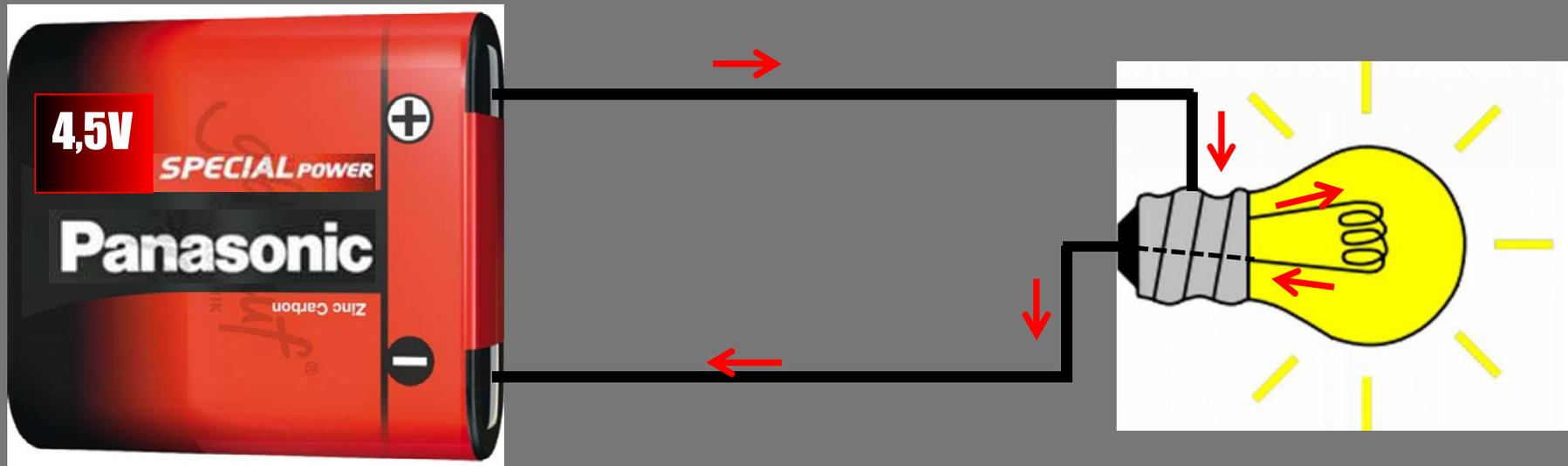
Wie funktioniert eine Spannungsquelle?



Um die Ladungen zu trennen muss Arbeit verrichtet werden.



Die technische Stromrichtung



Bevor man wusste, dass die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol fließen, hat man die Stromrichtung \rightarrow von + nach – festgelegt.

Diese Stromrichtung hat man bis heute beibehalten und nennt sie einfach „**technische Stromrichtung**“ .

Wie funktioniert eine Spannungsquelle?

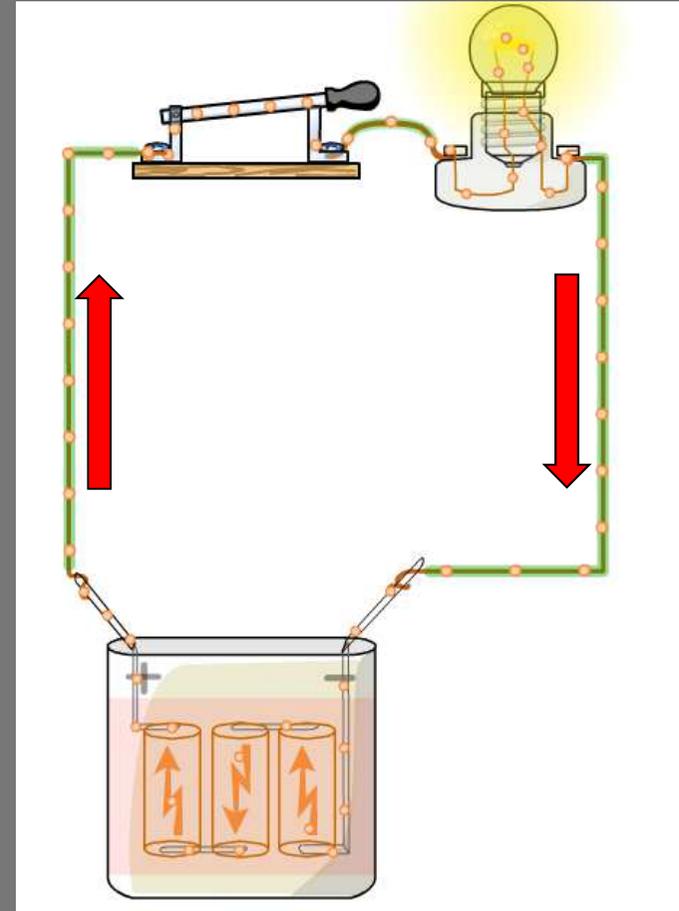
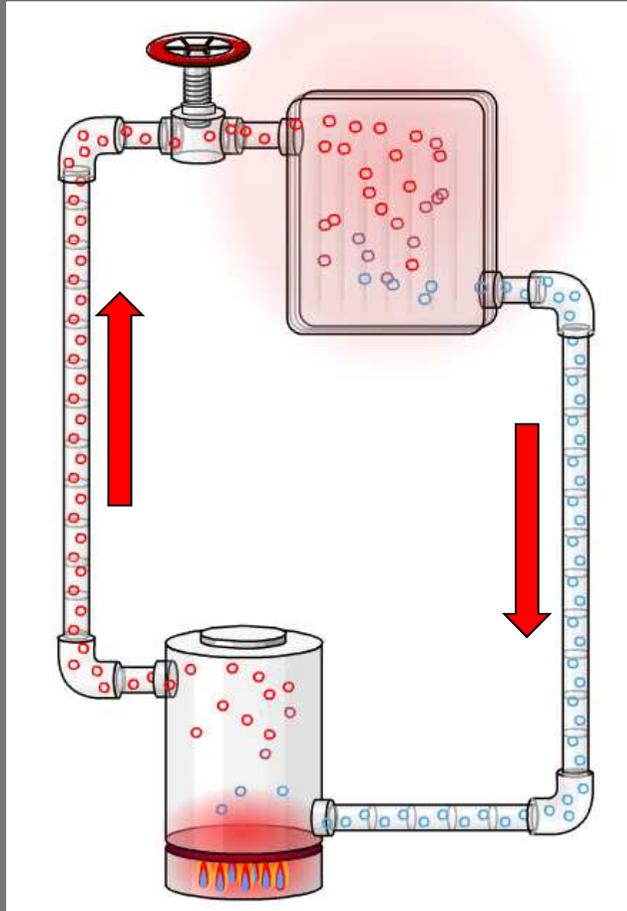


Bei der Herstellung der Batterie wurde Arbeit aufgewendet, um die positiven und negativen Ladungen zu trennen.

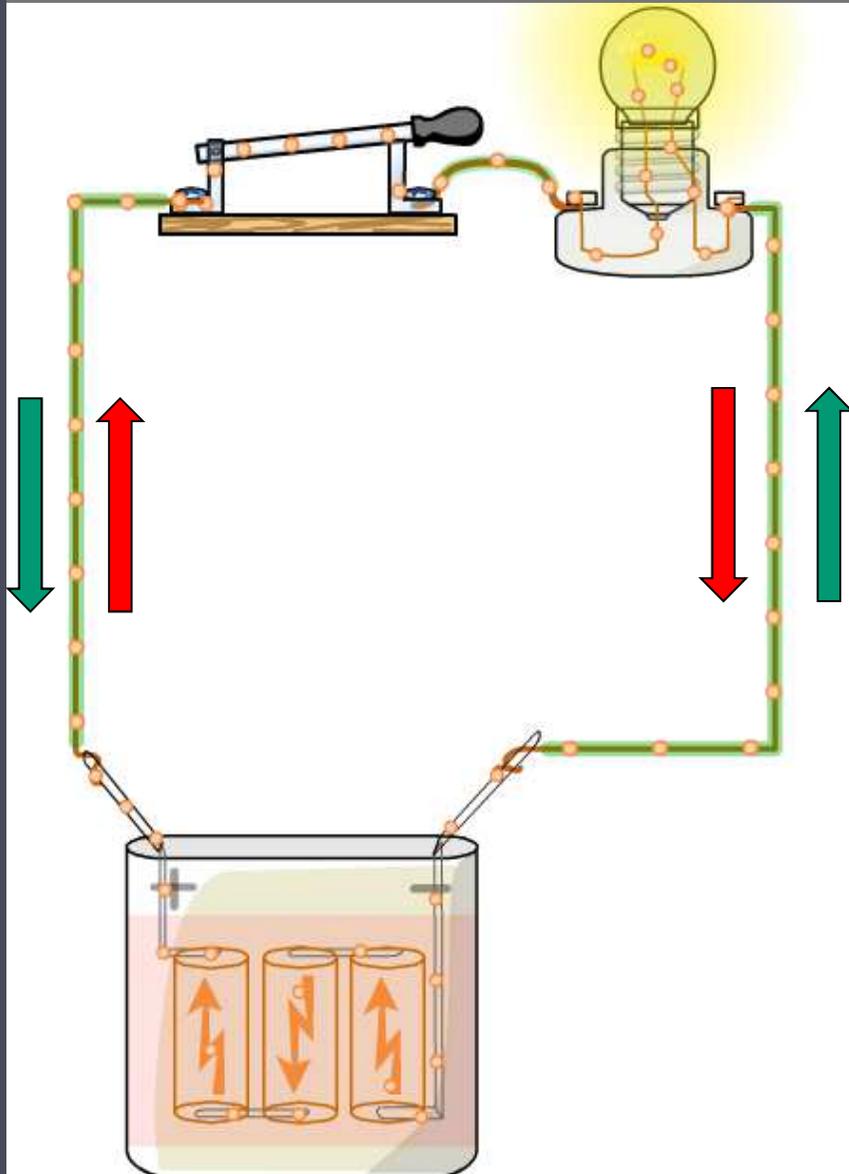
Die elektrische Spannung U ist die Arbeit, die ich pro Ladungseinheit aufwenden muss, um die Ladungen zu trennen.

$$\text{Spannung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Ladung}}$$

Wasserstromkreis- Elektrischer Stromkreis



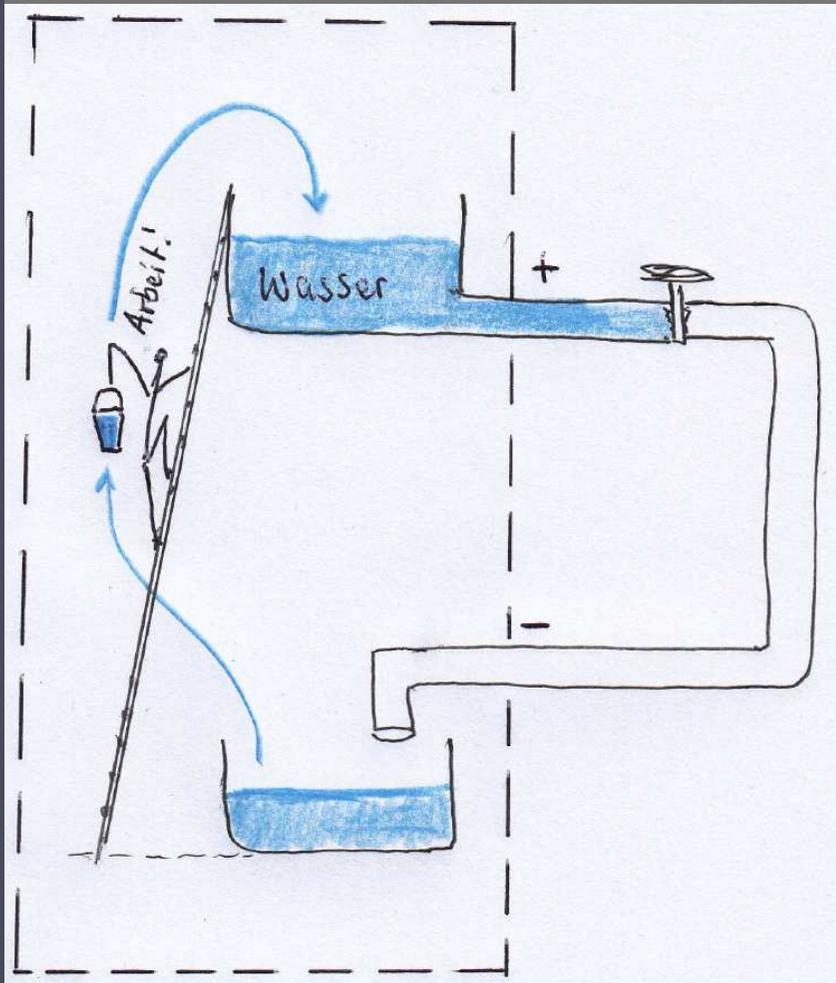
Die Stromrichtung



Die Elektronen fließen von - nach + , das ist die wirkliche Stromrichtung. 

Wir verwenden aber die **technische Stromrichtung** von + nach - 

Die mechanische Spannung



Spannungsquelle

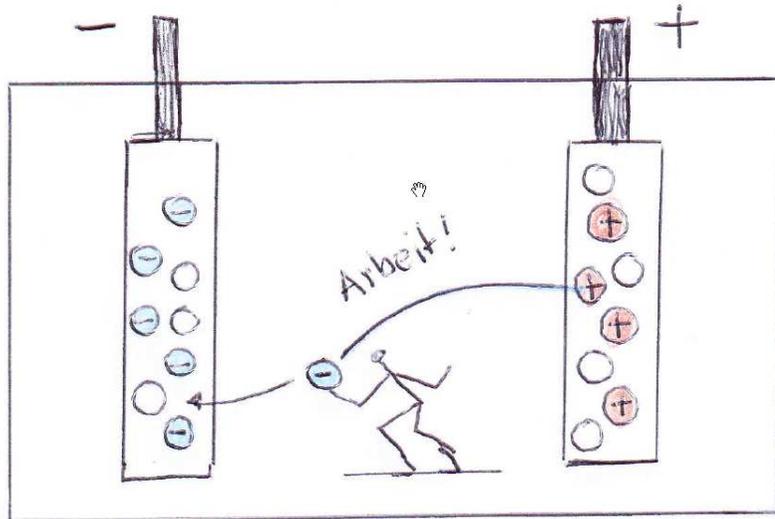
Damit ein Wasserstrom durch die Leitung fließen kann, muss das obere Becken gefüllt werden.

Dazu ist **Hubarbeit** notwendig.

$$\text{Spannung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Wassermasse}} \quad [U] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Bei einer **Hubhöhe $h=20\text{m}$** ist $W=10\text{N} \cdot 20\text{m} = 200\text{J}$ für jedes kg, was im oberen Becken liegt.

Die elektrische Spannung



- neutrale Atome
- ⊕ pos. Ionen
- ⊖ Elektronen

Elektrische Spannungsquelle
z.B. Batterie

Spannung = $\frac{\text{Verrichtete Arbeit zum Trennen der Ladungen}}{\text{getrennte Gesamtladung}}$

$$U = \frac{W}{Q} \quad [U] = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} = 1 \text{ Volt}$$



Die elektrische Spannung



Graf von Volta
1745-1827

$$\text{Spannung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Ladung}}$$

$$U = \frac{W}{Q}$$

$$[U] = 1 \frac{J}{C} = 1V \quad \text{"Volt"}$$

$$U=4,5V$$

$$U = 4,5V = 4,5 \frac{J}{C}$$



Bei dieser Batterie wurde pro Coulomb getrennter Ladung 4,5 Joule an Arbeit verrichtet, um die Ladungen zu trennen.

Die elektrische Spannung



$$U = 12\text{V} = 12 \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

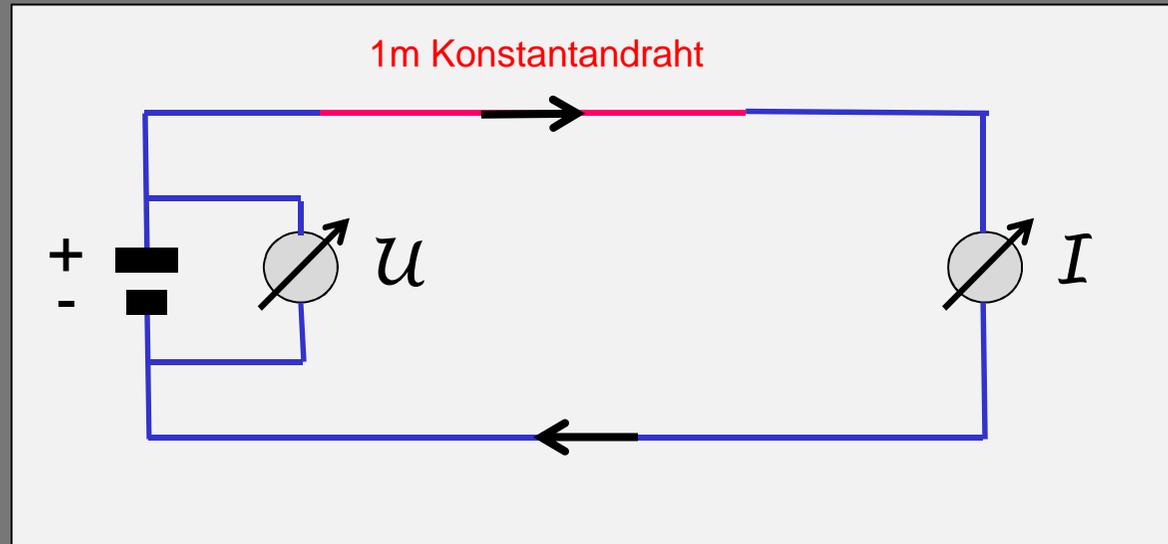
Bei dieser Batterie wurde pro Coulomb getrennter Ladung 12 Joule an Arbeit verrichtet, um die Ladungen zu trennen.

Die Angabe 72 Ah sagt dir, wie viel Ladung in der Batterie getrennt wurde:

Theoretisch kann diese Batterie einen Strom von 72 A eine Stunde lang fließen lassen.

$$72\text{Ah} = 72\text{A} \cdot 1\text{h} = 72\text{A} \cdot 3600\text{ s} = 259200\text{ As} = 259200\text{ C}$$

Der elektrische Widerstand



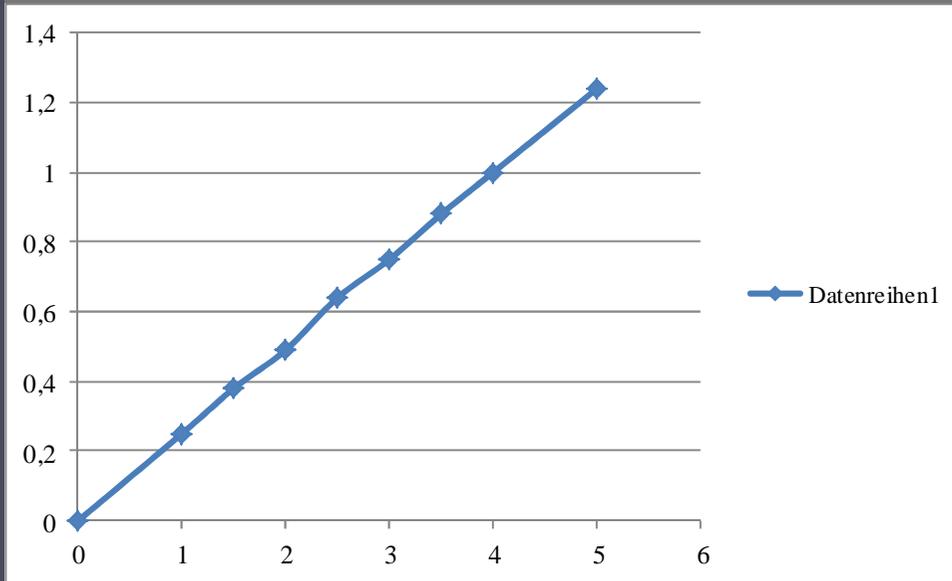
U[V]	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
I[A]	0	0,25	0,38	0,49	0,64	0,75	0,88	1	1,24



Der elektrische Widerstand

U[V]	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
I[A]	0	0,25	0,38	0,49	0,64	0,75	0,88	1	1,24
U:I [V/A]	-	4,0	3,9	4,1	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0

$$I \sim U$$



$$U \sim I$$

$$U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I} \approx 4 \frac{V}{A} = 4\Omega \quad \text{"Ohm"}$$



Der elektrische Widerstand