

**QEMO**

Qualifizierung für  
Elektromobilität



# Grundlagen Strom, Spannung, Widerstand

Grundlagen Strom, Spannung, Widerstand



## Inhalt

- Begriffsbildung
- Ohmsches Gesetz
- Schaltungen
- Die Kirchhoffschen Gesetze
- Arbeit und Leistung



## Begriffsbildung

Ohmsches Gesetz

Schaltungen

Die Kirchhoffschen Gesetze

Arbeit und Leistung

# Elektrische Spannung

Die **elektrische Spannung** ist eine physikalische Größe.

Sie gibt an, wie viel Energie/Arbeit benötigt wird, um ein Objekt mit einer bestimmten elektrischen Ladung innerhalb eines elektrischen Feldes zu bewegen.

- Die Einheit der Spannung ist das **Volt**
- Das Einheitszeichen für Volt ist **V**
- Das Formelzeichen für Spannung ist **U**

In einem Stromkreis unterscheidet man verschiedene Spannungsarten:

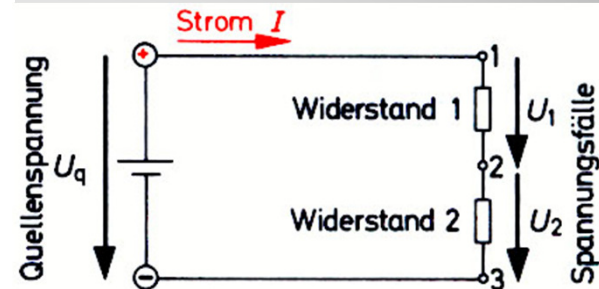
Die **Quellenspannung** und den **Spannungsfall**.

## Volt

benannt nach dem italienischen Physiker Alessandro Volta

## U

abgeleitet von lateinisch urgere (drängen, treiben, drücken)



# Stromstärke

Die **elektrische Stromstärke** (Stromstärke/Strom) gibt an, wie viele elektrische Ladungen in einer bestimmten Zeit bewegt werden.

Je mehr Elektronen in einer Sekunde durch einen Leiter fließen, um so größer ist die Stromstärke.

$$\text{Stromstärke} = \text{Elektrizitätsmenge} / \text{Zeit}$$

- Die Einheit für elektrische Stromstärke ist **Ampere**
- Das Einheitszeichen für Ampere ist **A**
- Das Formelzeichen für Stromstärke ist **I**

## Ampere

benannt nach dem franz. Mathematiker André-Marie Ampère

## 1 Ampere

Durchströmen 6,24 Trillionen Elektronen ( $6,24 \cdot 10^{18}$ ) je Sekunde den Leiterquerschnitt, so nennt man diese Stromstärke 1 Ampere.

# Elektrischer Widerstand

Der **elektrische Widerstand** ist ein Maß dafür, welche elektrische Spannung erforderlich ist, um einen elektrischen Strom durch einen elektrischen Leiter fließen zu lassen.

Fließt Strom durch einen metallischen Leiter, bewegen sich die freien Elektronen zwischen den Atomen des Leiterwerkstoffes hindurch. Jeder Leiter setzt dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen, der durch eine elektrische Spannung überwunden werden muss.

- Die Einheit für den elektrischen Widerstand ist **Ohm**
- Das Einheitszeichen für Ohm ist (ein großes Omega)  **$\Omega$**
- Das Formelzeichen für elektrischen Widerstand ist **R**

## Ohm

benannt nach dem deutschen Physiker Georg Simon Ohm

## R

wahrscheinlich abgeleitet von lateinisch resistere (widerstehen)



Begriffsbildung

# Ohmsches Gesetz

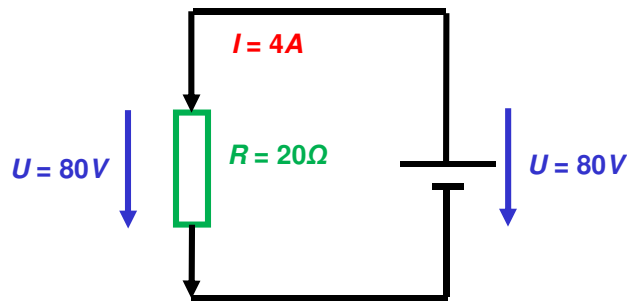
Schaltungen

Die Kirchhoffschen Gesetze

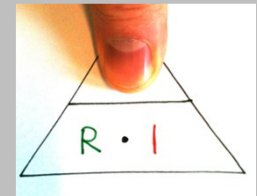
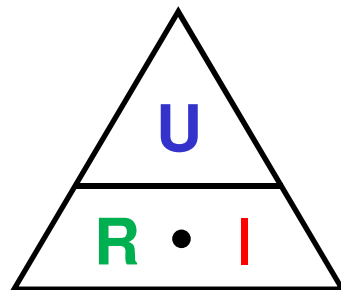
Arbeit und Leistung

# Ohmsches Gesetz

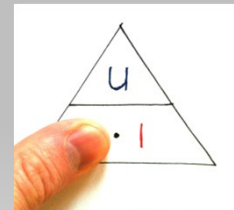
Strom **I**, Spannung **U** und Widerstand **R** stehen in einem Stromkreis in Beziehung.



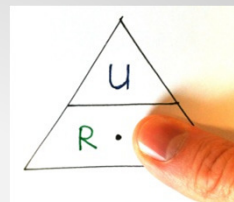
Der mathematische Zusammenhang lässt sich anhand einer Pyramide verdeutlichen:



$$U = R \cdot I$$



$$R = \frac{U}{I}$$



$$I = \frac{U}{R}$$





# Schaltungen

Begriffsbildung

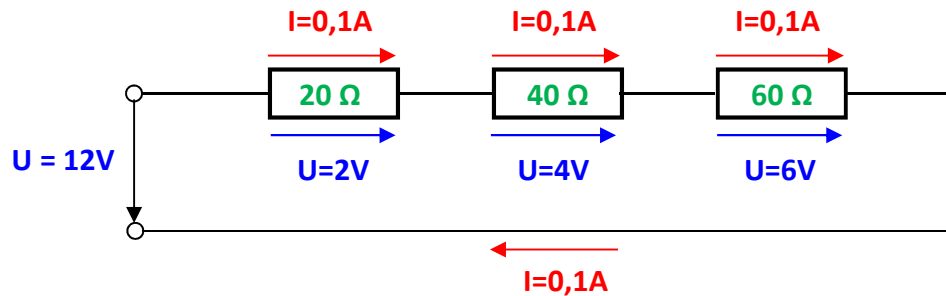
Ohmsches Gesetz

Die Kirchhoffschen Gesetze

Arbeit und Leistung

## Reihenschaltung von Widerständen

Wird eine Spannung  $U$  angelegt, durchfließt ein gleichbleibender Strom  $I$  alle Widerstände  $R$  nacheinander.



Die Stromstärke  $I$  ist an allen Widerständen gleich, die Spannung  $U$  teilt sich proportional auf.



$$U_1 = R_1 \cdot I_{ges} = 20\Omega \cdot 0,1A = 2V$$

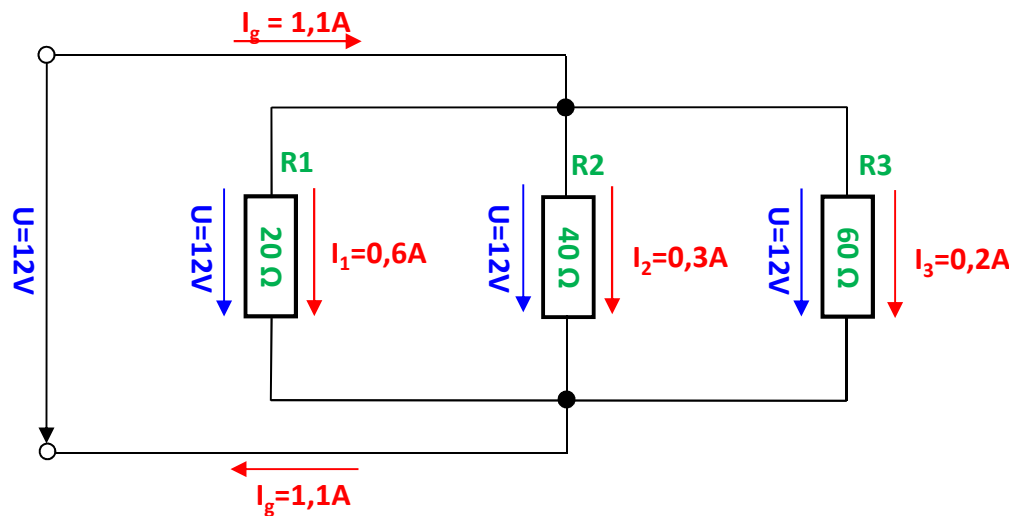
$$U_2 = R_2 \cdot I_{ges} = 40\Omega \cdot 0,1A = 4V$$

$$U_3 = R_3 \cdot I_{ges} = 60\Omega \cdot 0,1A = 6V$$

$$U_{ges} = U_1 + U_2 + U_3 = 12V$$

## Parallelschaltung von Widerständen

Strom verzweigt sich in Teilströme und fließt durch alle Widerstände hindurch.



An den parallel geschalteten Widerstände R1, R2, R3 liegt die gleichbleibende Spannung U an. Der Strom I teilt sich umgekehrt proportional zu den Widerständen auf.



$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12V}{20\Omega} = 0,6A$$

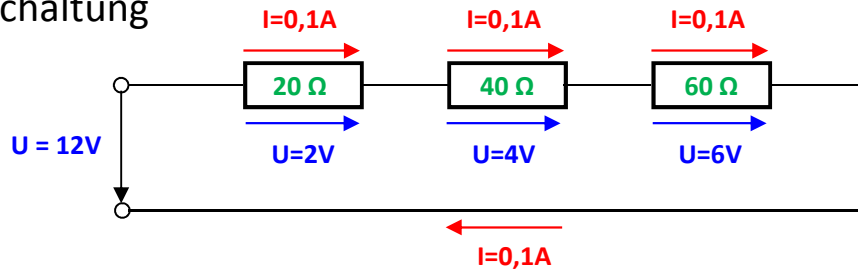
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12V}{40\Omega} = 0,3A$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{12V}{60\Omega} = 0,2A$$

$$I_g = I_1 + I_2 + I_3 = 1,1A$$

# Ersatzwiderstände

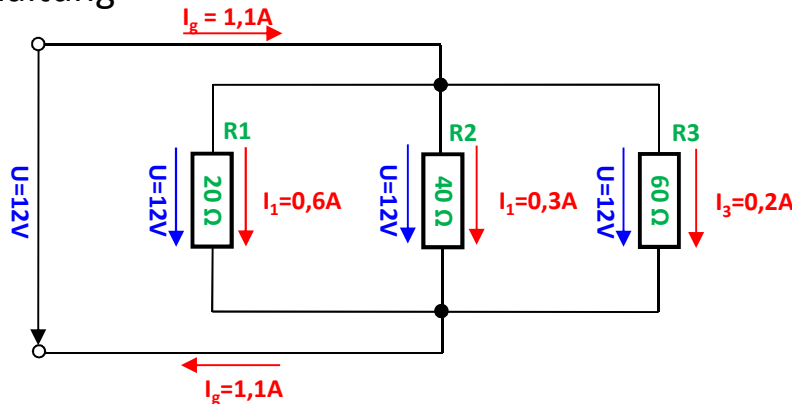
## Reihenschaltung



$$R_{ges} = \frac{U_{ges}}{I_{ges}} = \frac{2V + 4V + 6V}{0,1A} = 20\Omega + 40\Omega + 60\Omega$$

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

## Parallelschaltung

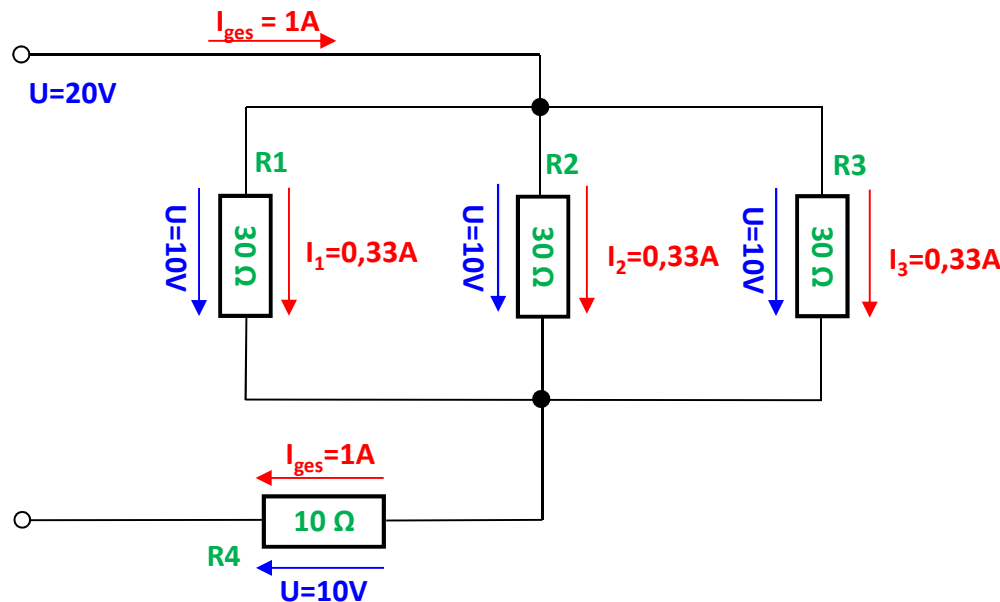


$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{I_{ges}}{U_{ges}} = \frac{0,6A + 0,3A + 0,2A}{12V} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{40\Omega} + \frac{1}{60\Omega}$$

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

## Gruppen -/ Gemischte Schaltungen

In der Praxis sind Kombination von Reihen- und Parallelschaltungen üblich.



In gemischten Schaltungen liegen Parallelschaltungen (als Ganzes) in Reihe zu weiteren Widerständen. Die Gesamtspannung  $U$  teilt sich proportional zu den Widerständen auf.

$$\frac{1}{R_{par}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{par}$$

$$+ = R_{ges}$$

$$R_4 \Rightarrow R_4$$

Der Gesamtstrom  $I_{ges}$  ergibt sich aus dem Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  der ganzen Schaltung.

$$I_{ges} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}}$$

# Gruppen -/ Gemischte Schaltungen

## Berechnung des Gesamtwiderstandes

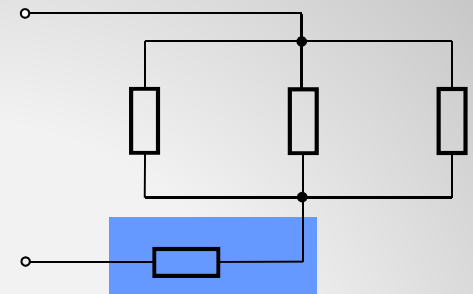
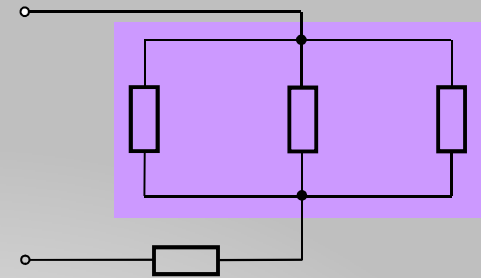
1. Widerstand der parallelen Schaltung:

$$R_{ges_{par}} = \frac{1}{\sum_{n=1}^N \frac{1}{R_n}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

$$R_{par} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{1}{30} + \frac{1}{30}} = 10\Omega$$

2. Weitere Widerstände in der Reihenschaltung:

$$R_4 = 10\Omega$$



## Gruppen -/ Gemischte Schaltungen

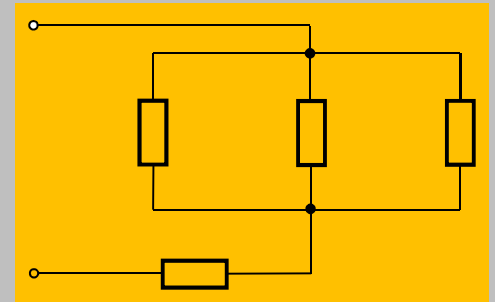
3. Berechnung des Gesamtwiderstandes in Reihenschaltung

$$R_{ges_{ser}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_{ges} = R_{par} + R_4 = 10\Omega + 10\Omega = 20\Omega$$

### Berechnung des Gesamtstroms

$$I_{ges} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} = \frac{20V}{20\Omega} = 1A$$





Begriffsbildung

Ohmsches Gesetz

Schaltungen

# Die Kirchhoffschen Gesetze

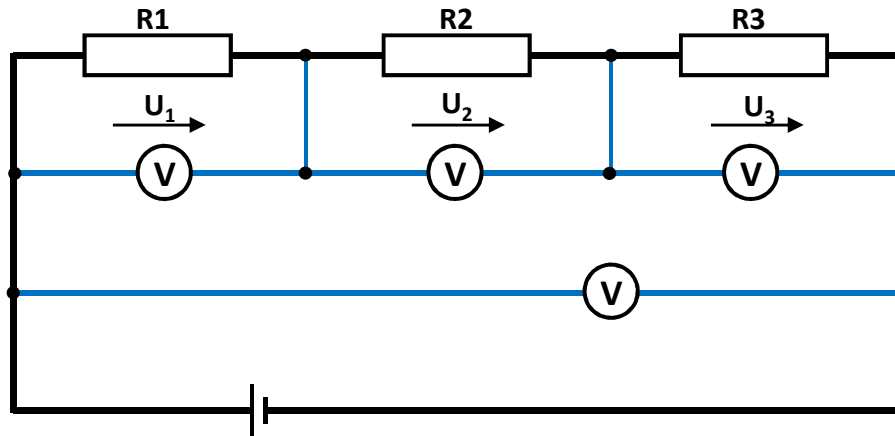
Arbeit und Leistung



# 1. Kirchhoffsche Gesetz

Maschenregel

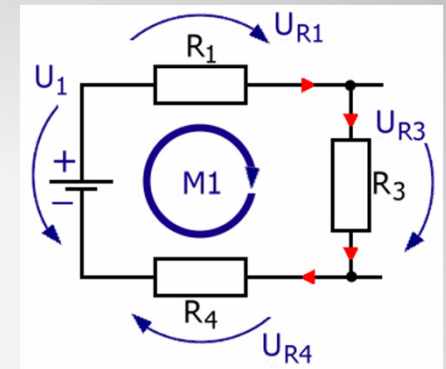
„Die Summe der Teilspannungen ist gleich der Versorgungsspannung“



Der Strom ist an jeder Stelle des unverzweigten Stromkreises gleich groß. Die Spannung teilt sich auf.

Je mehr Widerstände hintereinander geschaltet werden, desto kleiner wird der hindurchfließende Strom.

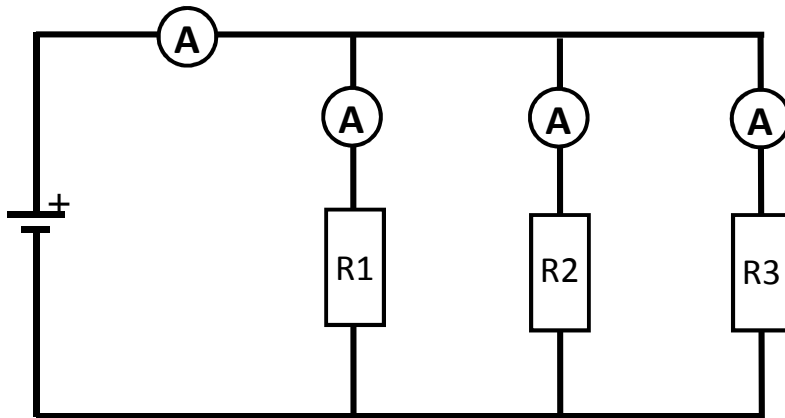
$$U_{ges} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$



## 2. Kirchhoffsche Gesetz

Knotenregel

„Die Summe aller Teilströme ist gleich dem Gesamtstrom“



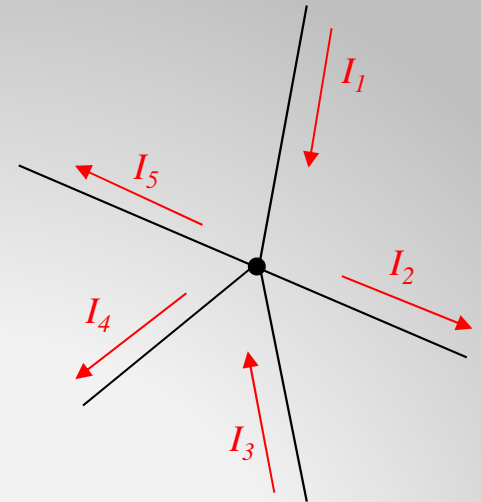
Der Gesamtwiderstand ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.

- Großer Strom  $\Rightarrow$  kleiner Widerstand
- Kleiner Strom  $\Rightarrow$  großer Widerstand

Die Teilströme sind abhängig von den Widerstandswerten, die sie durchströmen.

Die Spannung ist an allen Widerständen gleich groß.

$$I_{ges} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$





Begriffsbildung

Ohmsches Gesetz

Schaltungen

Die Kirchhoffschen Gesetze



## Arbeit und Leistung

## Elektrische Arbeit

In allen Teilen eines Stromkreises, an denen bei Stromdurchgang ein Spannungsabfall entsteht, wird elektrische Energie in andere Energie umgewandelt.

Beispiele: Bewegungsenergie  
Wärmeenergie  
Chemische Energie  
Lichtenergie

- Die Einheit für den elektrische Arbeit ist **Joule**
- Das Einheitszeichen für elektrische Arbeit ist **J**
- Das Formelzeichen für elektrische Arbeit ist **W**

## Elektrische Leistung

Die in einem Verbraucher in der Zeit  $t$  umgewandelte elektrische Energie (auch: elektrische Arbeit), ist die elektrische Leistung.

$$W = P \cdot t$$

$$P = W/t$$

Spannung und Strom multipliziert, ergibt die elektrische Leistung:

$$P = U \cdot I$$

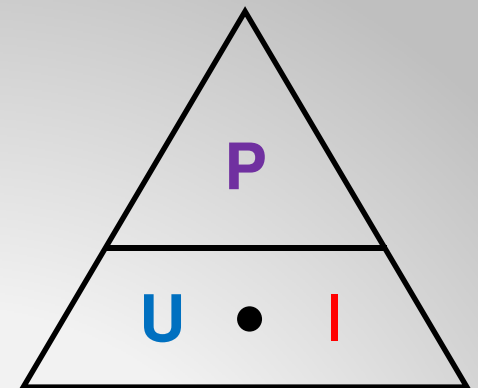
- Die Einheit für den elektrische Leistung ist **Watt**
- Das Einheitszeichen für elektrische Leistung ist **W**
- Das Formelzeichen für elektrische Leistung ist **P**

$P$  = elektr. Leistung (W)

$U$  = Spannung (V)

$I$  = Strom (A)

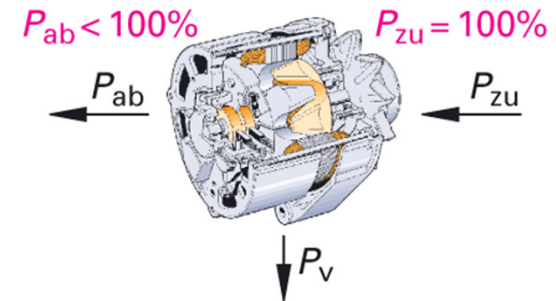
$t$  = Zeit in Sekunden



## Wirkungsgrad

Ein Energiewandler formt die zugeführte Energie/Leistung  $P_{zu}$  in Nutzleistung  $P_{ab}$  und Verlustleistung  $P_v$  (z.B. Wärme) um.

Der Wirkungsgrad  $\eta$  (kleines Eta) ist das Verhältnis von abgegebener Leistung  $P_{ab}$  zur zugeführten Leistung  $P_{zu}$ .



$$P_{zu} = P_{ab} + P_v$$

$$\eta = P_{ab} / P_{zu}$$



## Abbildungsverzeichnis

- Folie 3 | Quelle, Seite x
- Folie 7 | Universität Ulm, Projekt-QEMO
- Folie 9 | Europa-Lehrmittel, Seite XY
- Folie 11 | Internet? - Quelle, Seite x
- Folie 12 | Internet? - Seite x
- Folie 17 | Europa-Lehrmittel? , Seite x



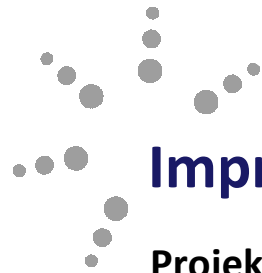
Qemo

Quellennachweise



# Quellennachweis





# Impressum

## Projekt QEMO

Qualifizierung für Elektromobilität

## Universität Ulm

Marcel Sattler

## Audi AG

Uwe Peters