



Technische Grundlagen der Informatik

Teil 1: Elektrotechnik

Vorlesung

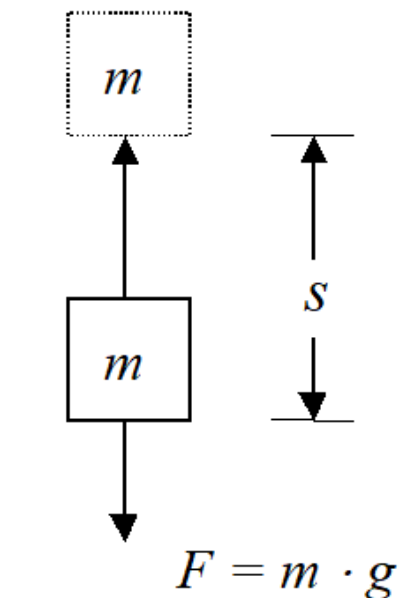
3. Arbeit und Leistung

Dr. Solveig Schüßler



Arbeit W

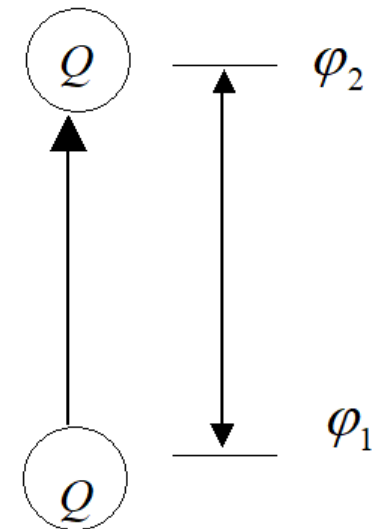
Mechanik: Heben einer Masse



$$s = h_2 - h_1$$

$$W = F \cdot s = \underline{F} \cdot (h_2 - h_1)$$

Elektrotechnik: Bewegen einer Ladung



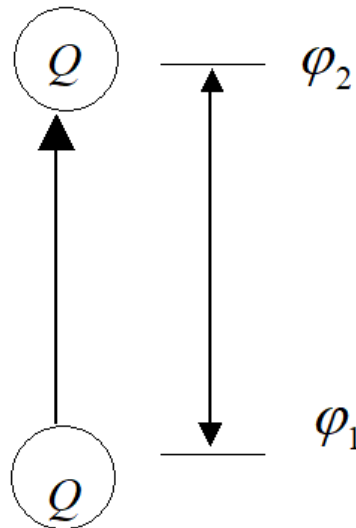
$$U = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$W = Q \cdot U = Q \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)$$



Elektrische Arbeit W

Elektrotechnik:
Bewegen einer Ladung



$$U = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$W = Q \cdot U = Q \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)$$

- Bewegung der Ladung: Stromfluss
Für eine gleichmäßige Bewegung gilt:

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = I \cdot t$$

- Die elektrische Arbeit kann damit auch durch den Strom angegeben werden:

$$W = Q \cdot U = U \cdot I \cdot t$$



Elektrische Arbeit/ Elektrische Energie

- Formelzeichen: W (manchmal E für Energie)
- Einheit: $[W] = 1\text{J} = 1\text{Nm} = 1\text{VAs} = 1\text{Ws}$
es gilt: $1\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^6\text{Ws}$

Wir betrachten zumeist: **Elektrische Energie E**

$$W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t \quad (\text{stationär} = \text{konstante Größen})$$

$$W = \int u \cdot i \, dt \quad (\text{zeitl. veränderl. Größen})$$



Arbeit an Widerständen

- Widerstände :
 - sind passive Bauelemente
 - können keine Energie erzeugen
 - wandeln elektr. Energie in andere Energieformen, z.B. thermische Energie („verbrauchen Energie“)



Arbeit an Widerständen

- $W = U \cdot I \cdot t$



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

- $W =$

- $W =$



Beispiel zu Arbeit an Widerständen

Eine Spannungsquelle (Batterie) mit $U=12\text{V}$ gibt 5h lang einen Strom von $I=0,3\text{A}$ (durch den Verbraucherwiderstand) ab. Wie groß ist die Arbeit, die im angeschlossenen Verbraucherwiderstand verrichtet wurde?
(idealisierte Verhältnisse)

Um wieviel kWh verringert sich die in der Spannungsquelle gespeicherte Energie?



Elektrische Leistung

- Ist die Arbeit, die pro Zeiteinheit verrichtet wird
- Ist die Energie, die von einem System pro Zeiteinheit aufgenommen oder abgegeben wird (durch Umwandlung in andere Energieformen)
- Formelzeichen: P
- Fließt ein konstanter Strom bei einer konstanten Spannung über den Zeitraum t gilt:

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I \quad [P] = 1 \frac{Ws}{s} = 1W = 1V \cdot A$$



Elektr. Leistung am ohmschen Widerstand

(mit $U=\text{konst.}$ und $I=\text{konst.}$)

$$P = U \cdot I \quad \text{mit} \quad R = \frac{U}{I} \quad \rightarrow \quad U = R \cdot I \quad \text{und} \quad I = \frac{U}{R}$$



$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

gilt nur für Ohmsche Widerstände



Elektrische Leistung im allgemeinen Fall

- i.d.R. Strom und Spannung nicht konstant
- Zeitabhängiger Verlauf der Leistung

$$p(t) = \frac{dW(t)}{dt} = u(t) \cdot i(t)$$

- Typischer: Angabe zeitlicher Mittelwert der Leistung → Begriff des Effektivwertes (siehe Kapitel Wechselstrom)



Beispiele für typische Leistung

Leistung in einer Empfangsantenne	$\approx 1\mu\text{W}$
Sendeleistung Mobiltelefon	$< 2\text{W}$
Leistung eines <u>Haarföns</u>	500-1500W
Leistung eines Elektroherds	3kW
Leistung einer Elektrolokomotive	1MW
Leistung eines Kernkraftwerks	1000MW



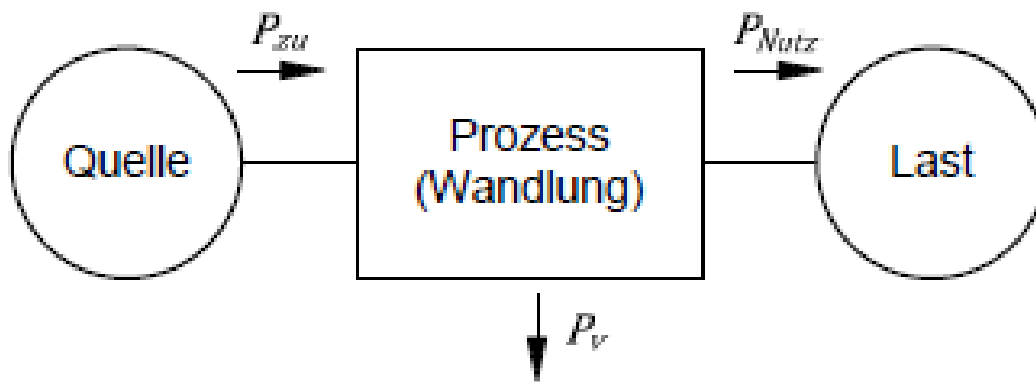
Energieumwandlung

- Jede Energieform lässt sich direkt oder indirekt in elektrische Energie umwandeln
 - Direkt: Lichtenergie über Solarzellen
 - Indirekt: thermische Energie durch: Wasserdampf der Generator antreibt
- i.d.R. kann nicht die gesamte Ausgangsenergie in die gewünschte Energieform umgewandelt werden (Umwandlung in nicht nutzbare Energie / Energieverluste)



Wirkungsgrad η

- Gibt den Anteil der nach der Umwandlung nutzbaren Energie an
- Anteil der Energie entspricht Anteil der Leistung
- Zugeführte Leistung P_{zu}
= nutzbare Leistung P_{nutz} + Verlustleistung P_v



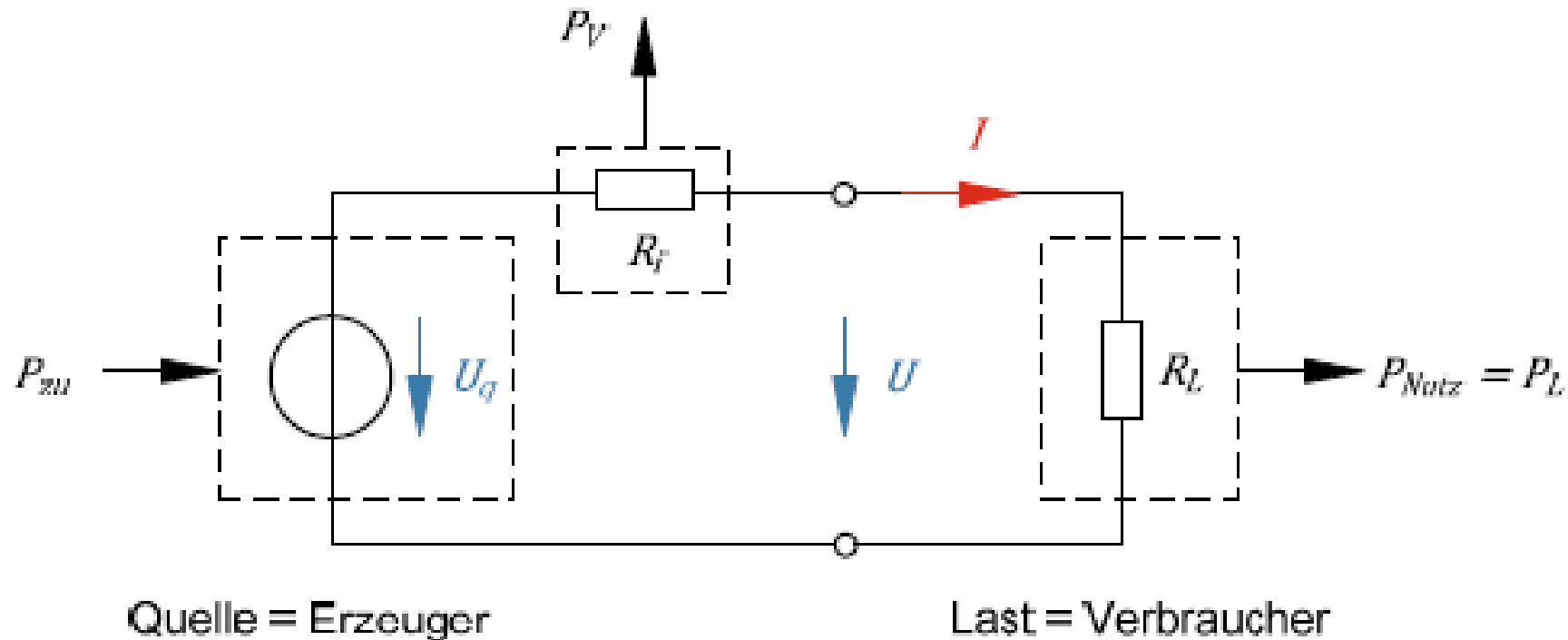
$$\eta = \frac{P_{nutz}}{P_{zu}} = \frac{P_{nutz}}{P_{nutz} + P_v} < 1$$

Aus (2) Reiner Johannes Schütt: „Elektrotechnische Grundlagen für Wirtschaftsingenieure“, Springer Verlag



Wirkungsgrad

- Wirkungsgrad $\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{nutz}} + P_v} < 1$



Aus (2) Reiner Johannes Schütt: „Elektrotechnische Grundlagen für Wirtschaftsingenieure“, Springer Verlag



Beispiele einiger Wirkungsgrade

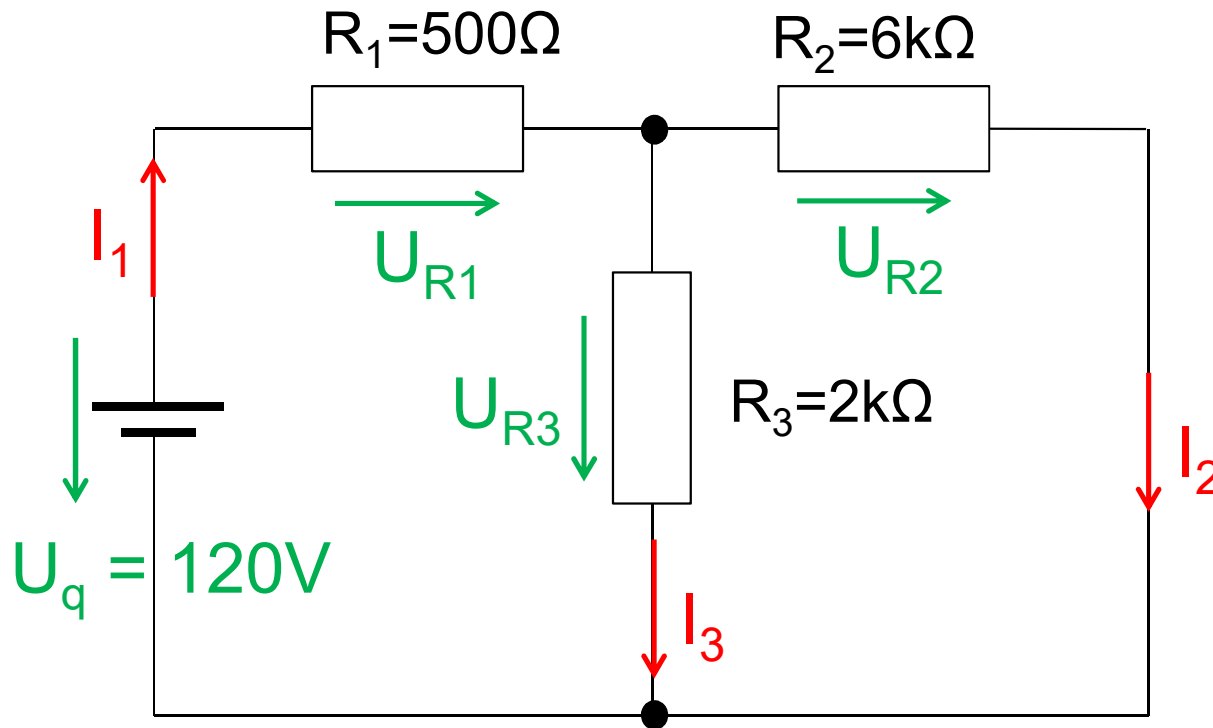
Wechselstrommotor	$\eta \approx 0,7$
Drehstrommotor	$\eta \approx 0,8-0,95$
<u>Bleiakku</u>	$\eta \approx 0,75$
Glühlampe	$\eta \approx 0,015$
Rundfunkgerät	$\eta \approx 0,05$
Solarzelle	$\eta < 0,1-0,2$



Aufgabe 10



Ergänzung zum Beispiel aus Teil 2: Berechnung der Leistungen an allen Widerständen und der Spannungsquelle



$$I_1 = 60mA \quad U_{R1} = 30V$$

$$I_2 = 15mA \quad U_{R2} = 90V$$

$$I_3 = 45mA \quad U_{R3} = 90V$$



Aufgabe 9



Nächstes Thema

- Elektrisches Feld und Kondensator



Vielen Dank!