

Grundlagen der Elektrotechnik



Elektrische
Leistung

TH-Köln 2020

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Elektrische Leistung

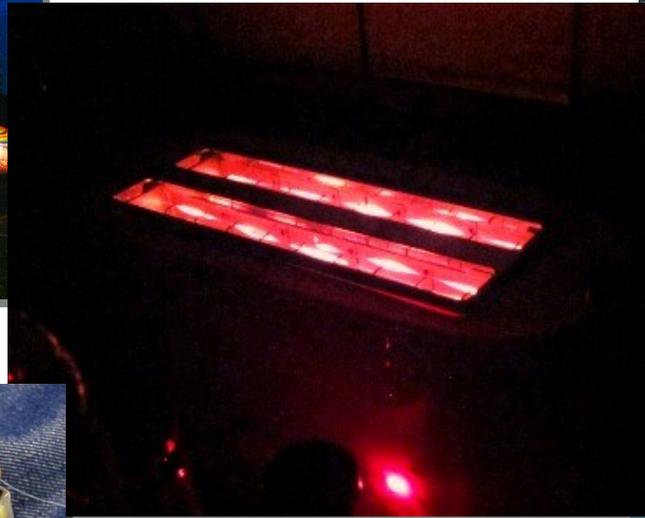
- Anwendungen und Größenordnungen
- Definition
- Leistung und Energie
- Kenngrößen
- Wirkungsgrad

Leistung

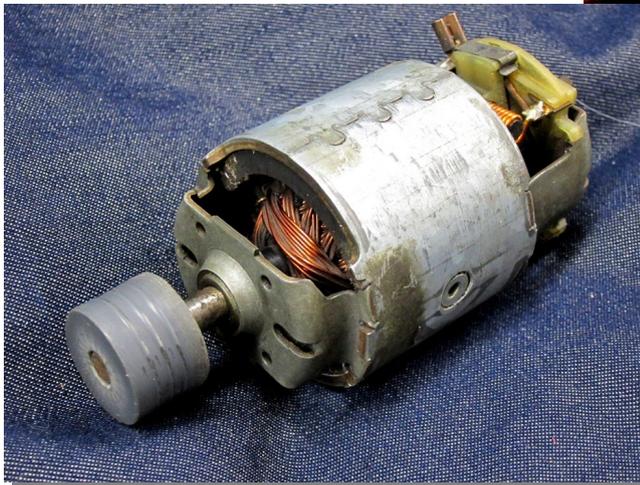
Erscheinungsformen



Licht



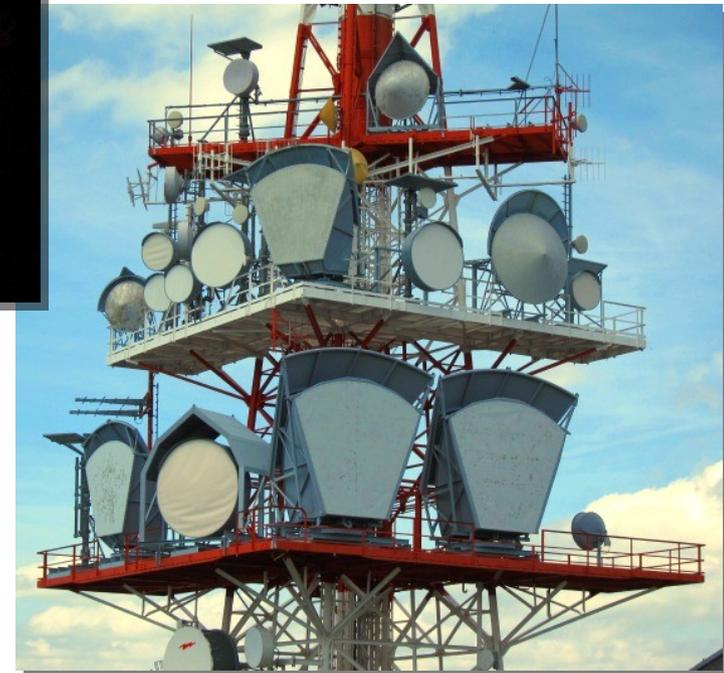
Wärme



Bewegung



Chemische Leistung



Elektromagnetische Strahlung

Größenordnungen



100mW 1W 10W 100W 1kW 10kW 100kW 1MW 10MW 100MW 1GW

Elektrische Leistung

Formale Herleitung elektrische Leistung

Es gilt:

$$U = \frac{W}{q} \quad \text{und} \quad I = \frac{q}{t}$$

Aus der Physik kennen wir:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{Leistung} = \text{Arbeit pro Zeit}$$

Daraus folgt:

$$P = \frac{U \cdot q}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

I = elektrischer Strom

q = Ladung

t = Zeit

U = elektrische Spannung

W = Arbeit (=Energie)

P = Leistung

Formelsymbol:

P (= Power)

Einheit:

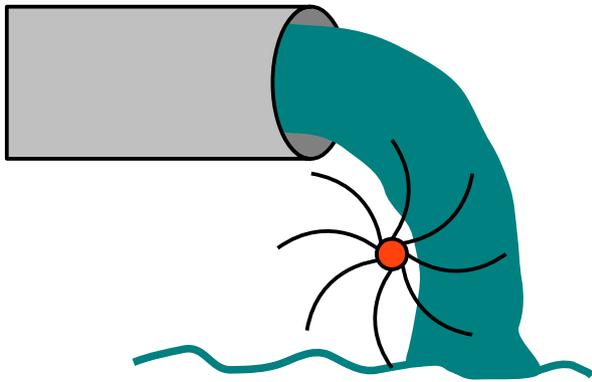
W = Watt

Weitere Einheiten :

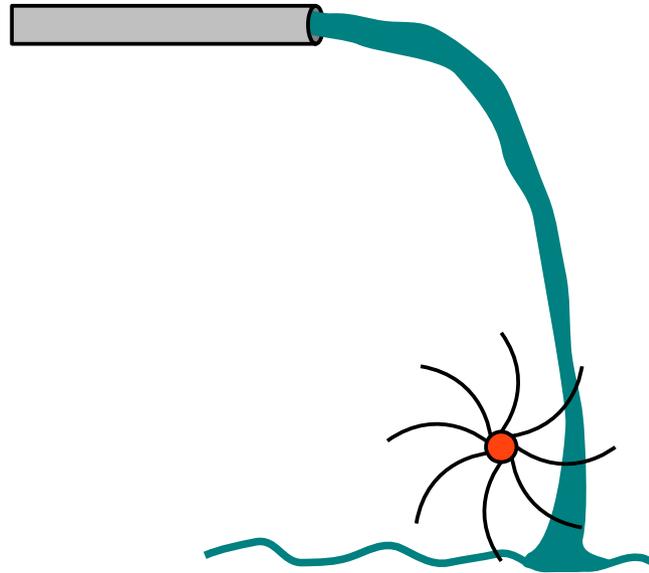
kW, VA, J/s, Nm/s

Leistung

$$P = U \cdot I$$



Kleine Spannung
x
Großer Strom



Große Spannung
x
Kleiner Strom

=

= Leistung

Leistung

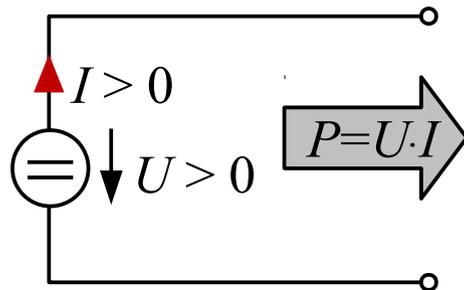
Beispiele:

- 20 W Lampe
 - Im Auto: 12V – 1.67A
 - An der Steckdose: 230V - 87mA
- Hochspannungsleitung

Pfeile an Quellen und Widerständen

Aufpassen:

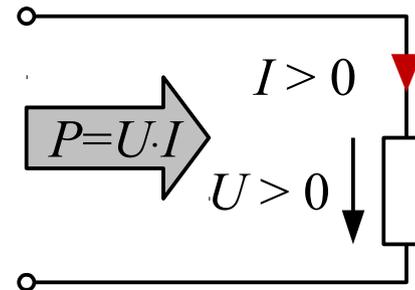
Spannungs- und Stromquelle



Strom- und Spannungs-Pfeile zeigen in *entgegengesetzte* Richtungen!

Generator-
Zählfeilsystem

Widerstand



Strom- und Spannungs-Pfeile zeigen in gleiche Richtungen!

Verbraucher-
Zählfeilsystem

Energie

„Gespeichert Leistung“



Benzinkanister

Batterie



Stausee



Leistung und Energie

Leistung

Energie pro Zeit,
Dynamische Größe, zeitabhängig

Energie, Arbeit

Aufsummierte Leistung,
Statische Größe, nicht zeitabhängig

Beispiele?

Formelsymbol: P

Einheit: W, kW

Allgemein:

$$P = \frac{dE}{dt}$$

Im einfachen Fall:

$$P = \frac{E}{t}$$

Formelsymbol: A oder E oder W

Einheit: J, Nm, Ws, kWh

Allgemein:

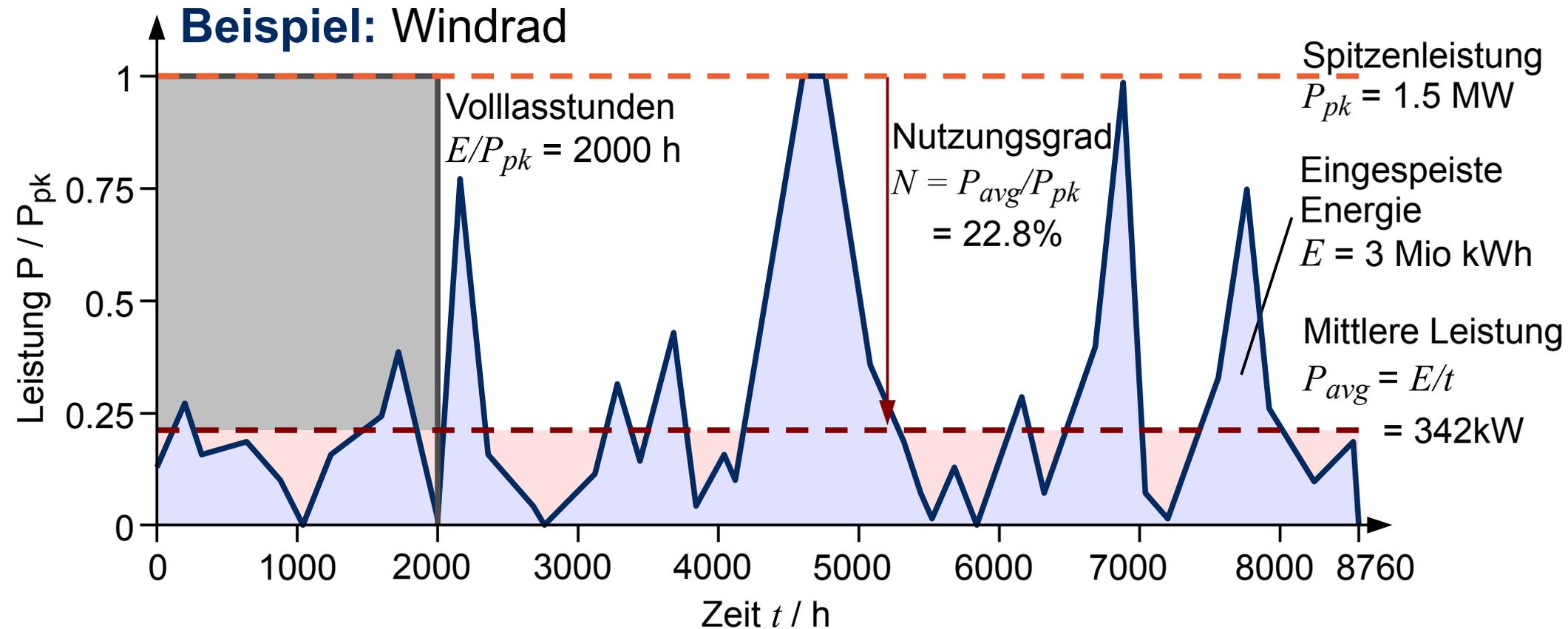
$$E = \int P(t) dt$$

Im einfachen Fall:

$$E = P \cdot t$$

Achtung!
Begriffe und Einheiten nicht verwechseln!

Volllaststunden und mittlere Leistung

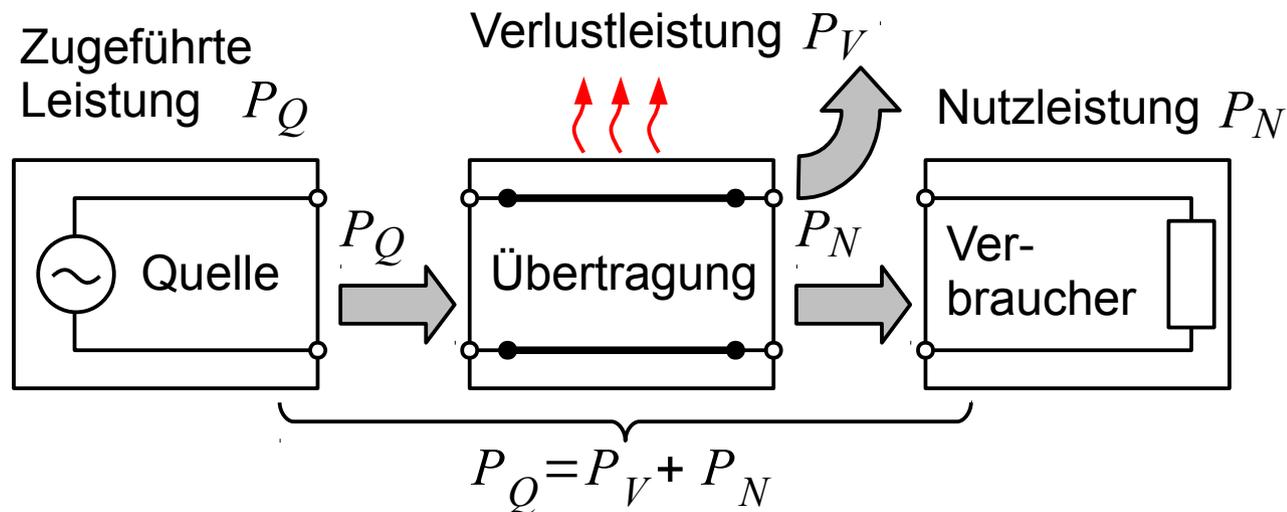


Definition Volllaststunden:

Volllaststunden entsprechen der Zeit, in der die selbe Energiemenge mit konstanter Spitzenleistung erzeugt würde.

Vergleiche Stunden pro Jahr: 8760h

Verlustleistung und Wirkungsgrad



Definition:
Wirkungsgrad (= Effizienz)

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Nutzleistung}}{\text{Zugeführte Leistung}} \quad \eta = \frac{P_N}{P_Q} = \frac{P_Q - P_V}{P_Q} = \frac{P_N}{P_N + P_V}$$

Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,
Fakultät für Informations-, Medien- und
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

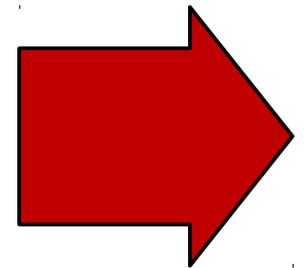
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)



Anhang

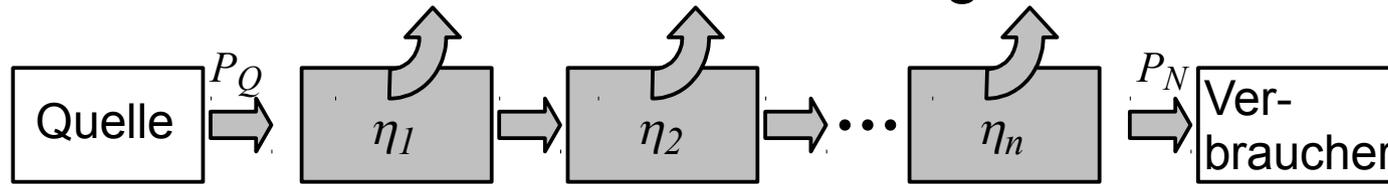


Technische Wirkungsgrade

Solarzellen üblich	10 % ... 14 %
Si polykrist.	16 %
Si einkrist.	21 %
Ottomotor	30 %
Dieselmotor	40 %
Kraftwerk	38 %
Kernkraftwerk	32,7 %
Pumpspeicherwerk	74 %
Akkumulatoren	55 % ... 80 % (Energiewirkungsgrad)
Elektromotoren	65 % ... 98 %
Pumpen	65 % ... 95 %
Transformatoren	60 % ... 99 %
Wärmepumpe	300 % (Leistungszahl 3)

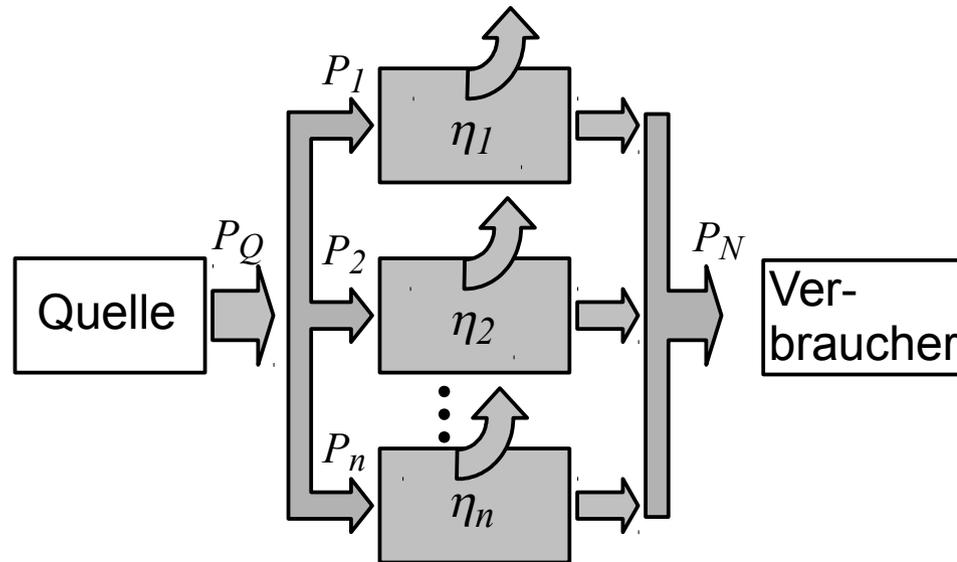
Wirkungsgrad-Ketten

Serien-Schaltung



$$\eta_{ges} = \prod_{i=1}^n \eta_i = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

Parallel-Schaltung



$$\eta_{ges} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_Q} \cdot \eta_i = \frac{P_1}{P_Q} \cdot \eta_1 + \frac{P_2}{P_Q} \cdot \eta_2 + \dots + \frac{P_n}{P_Q} \cdot \eta_n$$