

4.2 Kenngrößen bei Elektromotoren

- Spannungsart (Wechsel- oder Gleichspannung)
- Spannungshöhe
- Stromhöhe
- Frequenz
- Schaltarten (Stern/Dreieck)
- Leistungsabgabe bei Stern-/Dreieckschaltung
- Leistungsfaktor
- Drehzahl
- zusätzliche Angaben



<input type="radio"/>	Herstellerangabe (z. B. Elektromotoren GmbH)	<input type="radio"/>
Typbezeichnung der Maschine (z. B. 132 S)		
Stromart und Arbeitsweise (z. B. 3~ Motor)		Maschinennummer (z. B. 123 456 789)
Schaltarten und Nennspannung (z. B. Dreieck 400 V)		Bemessungsstrom (z. B. 9,9 A)
Bemessungsleistung (Abgabe) (z. B. 5,5 kW)	Betriebsart (z. B. S1)	Leistungsfaktor (z. B. $\cos \varphi = 0,90$)
Drehrichtung (z. B. Rechtslauf) Bemessungsdrehzahl (z. B. 2930)		Frequenz (z. B. 50 Hz)
Läufer/Erreger Schaltart Läuferstillstandsspannung Läuferstrom/Erregerstrom		
Thermische Klasse (z. B. Is K1 20)	Schutzart (z. B. IP 21)	IE-Klasse
<input type="radio"/>	Zusätzliche Vermerke, z. B. Kühlmittelmenge bei Fremdbelüftung und bei Wasserkühlung	<input type="radio"/>

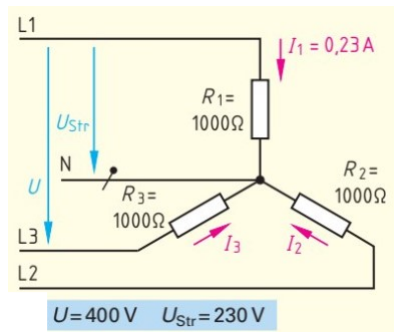




• **Sternschaltung, Dreieckschaltung**

- beeinflusst die aufgenommene und abgegebene Leistung
- bestimmt die Stromaufnahme
- wird teilweise in Kombination verwendet (Anlaufschaltung für Elektromotoren mit großen Leistungen – Stern-Dreieck-Schaltung)

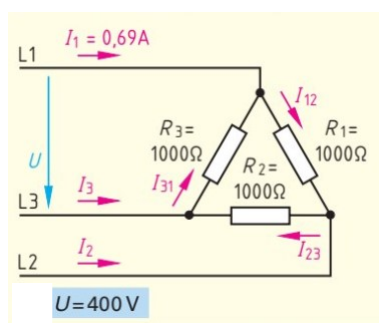
• **Sternschaltung**



- geringe Stromaufnahme
- kleine Leistungsabgabe



• **Dreieckschaltung**



- große Stromaufnahme
- große Leistungsabgabe
- maximale Leistung nur bei Dreieckschaltung möglich

$$P_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (400 \text{ V})$$

$$P_{\Delta} = 3 \cdot P_Y$$

$$I_{\Delta} = 3 \cdot I_Y$$

P_{Δ}	Leistungsaufnahme in Dreieckschaltung
P_Y	Leistungsaufnahme in Sternschaltung
I_{Δ}	Strom in Dreieckschaltung
I_Y	Strom in Sternschaltung



Beispiel:

Eine Hydraulikpumpe benötigt eine Antriebsleistung von 4 kW. Es steht ein Elektromotor mit $\cos \varphi = 0,85$ zur Verfügung, der mit 230 V oder 400 V betrieben werden kann.

Berechnen Sie

- den aufgenommenen elektrischen Strom im Wechselstromnetz
- die aufgenommene elektrische Leistung im Wechselstromnetz
- den aufgenommenen elektrischen Strom im Drehstromnetz
- die aufgenommene elektrische Leistung im Drehstromnetz

a) $P_{\text{mech}} = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

$$I = P_{\text{mech}} / (U \cdot \cos \varphi)$$

$$I = 4000 \text{ VA} / (230 \text{ V} \cdot 0,85)$$

$$I = 20,46 \text{ A}$$

b) $P_{\text{elek}} = P_{\text{mech}} / \cos \varphi$

$$P_{\text{elek}} = 4000 \text{ W} / 0,85$$

$$P_{\text{elek}} = 4705,9 \text{ W}$$



c) $P_{\text{mech}} = \sqrt{3} \cdot \bar{U} \cdot I \cdot \cos \varphi$

$$I = P_{\text{mech}} / (\sqrt{3} \cdot \bar{U} \cdot \cos \varphi)$$

$$I = 4000 \text{ VA} / (\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85)$$

$$I = 6,8 \text{ A}$$

d) $P_{\text{elek}} = P_{\text{mech}} / \cos \varphi$

$$P_{\text{elek}} = 4000 \text{ W} / 0,85$$

$$P_{\text{elek}} = 4705,9 \text{ W}$$

4.3 Mechanische Leistung



- ist die an bewegte Bauteile abgegebene Leistung
- wird in den meisten Fällen aus anderen Energieformen umgewandelt
- gibt an, wie schnell mechanische Arbeit verrichtet wird

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

P - die Leistung in Watt [W]
W - die Arbeit in Newtonmeter, Joule, Wattsekunde [1J = 1Nm = Ws]
t - die Zeit in Sekunden [s]

oder

$$P = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

P - die Leistung in Watt [W]
F - die Kraft in Newton [N]
S- die zurückgelegte Strecke in Metern [m]
t - die Zeit in Sekunden [s]
V – die Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde [m/s]

Leistung

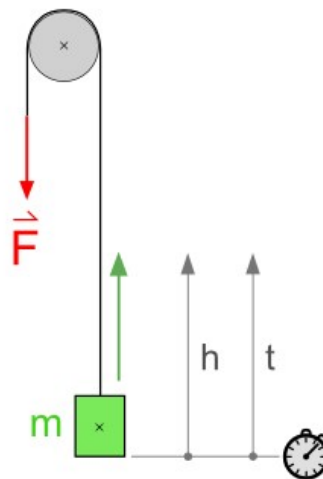


$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

$$E = W = F \cdot h$$

$$F = m \cdot g$$

P - Leistung [W]
W - Arbeit [J]
E - Energie [J]
m - Masse [kg]
h - Höhe [m]
t - Zeit [s]





Beispiel:

Eine Maschine verrichtet in einer Stunde eine Arbeit von 3000 Joule. Wie hoch ist die mechanische Leistung der Maschine?

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

$$P = \frac{3000 \text{ J}}{3600 \text{ s}}$$

$$P = 0,833 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$P = 0,833 \text{ W}$$



Beispiel:

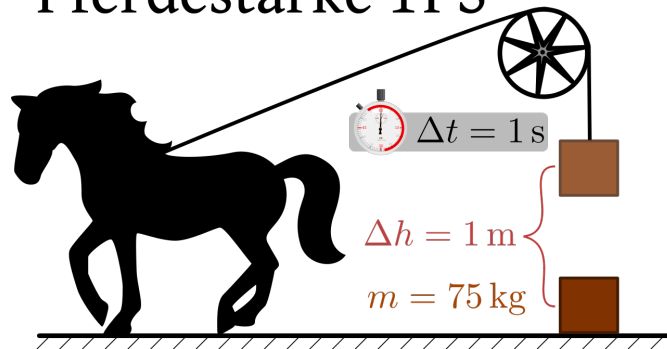
Ein Körper mit der Masse von 100 kg soll um 2 m in 10 s gehoben werden. Wie groß ist die Leistung und die Arbeit, die verrichtet werden muss?

$$F = m \cdot a = 100 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1000 \text{ N}$$

$$W = F \cdot h = 1000 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 2000 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2000 \text{ Nm}}{10 \text{ s}} = 200 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 200 \text{ W}$$

Pferdestärke 1 PS



Wie viel Watt sind 1 Ps?

$$1 \text{ Ps} = 735,75 \text{ W} \approx 750 \text{ W}$$

4.4 Wirkungsgrad und Sankey-Diagramm

Wirkungsgrad

- beschreibt die Effizienz einer technischen Einrichtung oder Anlage
- ist das Verhältnis der Nutzenergie E_{ab} zur zugeführten Energie E_{zu} oder Nutzleistung P_{ab} mit der zugeführten Leistung P_{zu}
- der Wirkungsgrad mit dem griechischen Buchstaben η (eta) bezeichnet
- Werte zwischen 0 und 1 annehmen

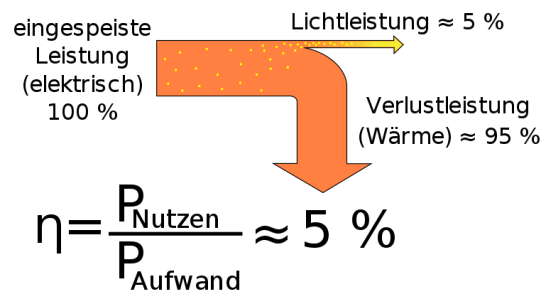
$$\eta = \frac{E_{\text{ab}}}{E_{\text{zu}}} \quad \text{oder} \quad \eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}$$

Sankey-Diagramm (nach Matthew Henry Phineas Riall Sankey)



- ist eine graphische Darstellung von Mengenflüssen
- Mengen werden durch mengenproportional dicke Pfeile dargestellt
- dient zur Visualisierung von Energie- und Materialflüssen sowie von Ineffizienzen und Einsparpotenzialen im Umgang mit Ressourcen

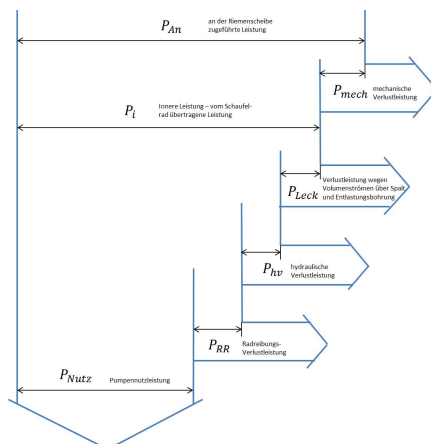
Beispiel: Energetische Darstellung einer Glühlampe



4.5 Berechnung: Pumpenantrieb



- Berechnung des Pumpenantriebes richtet sich nach der Pumpennutzleistung
- auftretende Verluste müssen berücksichtigt werden
- Leistungsbedarf einer Pumpe, ist die aufgenommene mechanische Leistung
- Leistung des Pumpenantriebes (Elektromotor) sollte immer größer als die benötigte mechanische Leistung sein





Beispiel:

Für die Versorgung einer technischen Anlage wird eine Pumpe mit einer Förderleistung von 2500 W benötigt. Die Pumpe soll einen Wirkungsgrad von 0,7 aufweisen. Der Wirkungsgrad des eingesetzten Elektromotor liegt bei 90 %. Welche elektrische Leistung wird benötigt?

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

$$\eta = P_{mech} / P_{elek}$$

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

$$P_{elek} = P_{mech} / \eta$$

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

$$P_{elek} = 3571,4 \text{ W} / 0,9$$

$$P_{mech} = 2500 \text{ W} / 0,7$$

$$P_{elek} = 3968,2 \text{ W}$$

$$P_{mech} = 3571,4 \text{ W}$$

5. Hydraulik und Pneumatik



- Kräfte breiten sich in der Pneumatik und Hydraulik immer allseitig aus
- In der Hydraulik können wesentlich höhere Kräfte erzeugt werden, als in der Pneumatik
- in der Pneumatik wird Energie durch die Kompression der Luft gespeichert
- in der Hydraulik muss die Energie ständig zugeführt werden

Eigenschaften Pneumatik



Vorteile:

- Luft steht praktisch überall in unbegrenzter Menge zur Verfügung.
- Druckluft ist in Leitungen auch über größere Entfernungen leicht zu transportieren.
- Druckluft kann in einem Behälter gespeichert werden.
- Druckluft ist unempfindlich gegen extreme hohe und niedrige Temperaturen und Temperaturschwankungen.
- Durch Druckluft entsteht keine Brand- und Explosionsgefahr.
- Druckluft ist sauber (keine Verschmutzungen durch austretende Druckluft).
- Druckluft ist ein sehr schnelles Arbeitsmedium. Daher hohe Arbeitsgeschwindigkeiten erreichbar.
- Geschwindigkeiten und Kräfte sind stufenlos regelbar.

Nachteile :

- Aufwendige Aufbereitung der Luft notwendig (Schmutz und Feuchtigkeit dürfen nicht mitgeführt werden).
- Mit Druckluft als Arbeitsmedium ist es nicht möglich gleichmäßige und konstante Kolbengeschwindigkeiten zu erzielen.
- Druckluft ist nur bis zu einem gewissen Kraftaufwand wirtschaftlich. (Bei ca. 6 bis 7 bar liegt die Grenze bei 20.000 bis 30.000 N.)



Eigenschaften Hydraulik



Vorteile:

- einfache Erzeugung sehr großer Kräfte und Drehmomente
- Erzeugung linearer Abtriebsbewegungen bei sehr hohem Wirkungsgrad
- stufenlose Geschwindigkeitsstellung des Abtriebes
- hohe Lebensdauer, da das Fluid selbstschmierend
- hohe Stellgenauigkeit

Nachteile:

- Geschlossene Systeme notwendig
- hohe Reinheit des Fluids
- Gefahr bei Leckagen (Umweltbelastung, Verletzungsgefahr)
- hohe Reibungsverluste bei tiefen Temperaturen

