

95

MOTOREN: DREHMOMENT UND NENNLEISTUNG

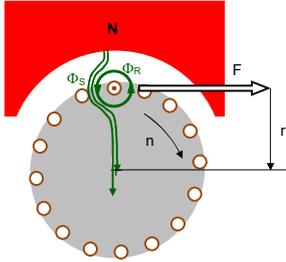


Bild 95.1 Entstehung des Drehmomentes

M_N = Nenn Drehmoment in Nm

r = Radius in m

P_N = Nennleistung in W (Leistung P_{ab} an der Welle)

Drehmoment

$$M_N = F \cdot r \quad F = \frac{M_N}{r} \quad r = \frac{M_N}{F}$$

$$M_N = \frac{P_N \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad P_N = \frac{M_N \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$M_N = 9.55 \cdot \frac{P_N}{n} \quad P_N = \frac{M_N \cdot n}{9.55}$$

F = Kraft in N

n = Läuferdrehzahl in U/min. (1/min.)

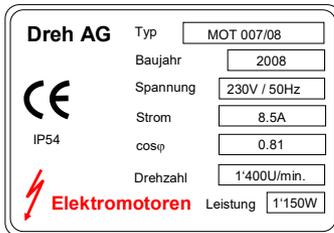


Bild 95.2 Typenschild eines Einphasen – Wechselstrommotors

U = Spannung in V

I = Stromstärke in A

η = Wirkungsgrad: keine Einheit

n = Läuferdrehzahl in U/min. (1/min.)

P = Leistung in W ($P_{auf} = P_{elektrisch}$)

$\cos\varphi$ = Leistungsfaktor: keine Einheit

9.55 = Faktor, bestehend aus: $60/(2 \cdot \pi)$

Einphasen – Wechselstrommotor

$$M_N = \frac{U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \eta \cdot 9.55}{n}$$

$$M_N = \frac{P \cdot \eta \cdot 9.55}{n}$$

Drehstrommotor

$$M_N = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \eta \cdot 9.55}{n}$$

$$M_N = \frac{P \cdot \eta \cdot 9.55}{n}$$

Wird ein Motor unter 50% seiner Nennlast betrieben, fallen dessen Wirkungsgrad η und Leistungsfaktor $\cos\varphi$ stark ab. Der Motor arbeitet unwirtschaftlich.

Ein korrekt dimensionierter Motor arbeitet im Dauerbetrieb mit der Nennbelastung. Dadurch dreht er mit der Nenn Drehzahl und gibt das Nennmoment ab.

eigene Notizen:

3 Z - DIODE (ZENERDIODE 2. TEIL)

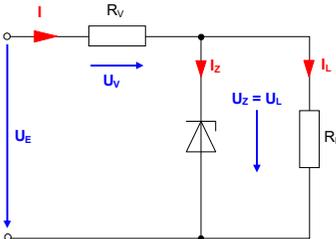


Bild 3.1 Schaltung mit Z - Diode

Grundformeln

$$R_{Vmin} = \frac{(U_E - U_Z)}{(I_Z + I_L)} \quad R_{Vmax} = \frac{(U_E - U_Z)}{I}$$

$$I = I_Z + I_L \quad I = I_Z + \frac{U_L}{R_L} \quad I = \frac{U_V}{R_V}$$

$$P_{Rv} = U_V \cdot I \quad P_L = U_L \cdot I_L$$

$$P_{VZ-Diode} = U_Z \cdot I_Z \longrightarrow \leq P_{TOT}$$

ohne Lastwiderstand

$$R_{Vmin.} = \frac{(U_{Emax.} - U_Z)}{I_{Zmax.}}$$

$$R_{Vmax.} = \frac{(U_{Emin.} - U_Z)}{I_{Zmin.}}$$

mit Lastwiderstand

$$R_{Vmin.} = \frac{(U_{Emax.} - U_Z)}{(I_{Zmax.} + I_{Lmin.})}$$

$$R_{Vmax.} = \frac{(U_{Emin.} - U_Z)}{(I_{Zmin.} + I_{Lmax.})}$$

Parameter:
 R_{Vmin.} = min. Vorwiderstand in Ω
 R_{Vmax.} = max. Vorwiderstand in Ω
 U_{Emax.} = max. Eingangsspannung in V
 U_{Emin.} = min. Eingangsspannung in V
 U_Z = Zenerspannung beim entsprechenden Arbeitspunkt in V
 I_{Zmax.} = max. zulässige Stromstärke durch die Z - Diode in A
 I_{Zmin.} = min. zulässige Stromstärke durch die Z - Diode in A
 I_{Lmax.} = max. zulässige Stromstärke durch die angeschlossene Last in A
 I_{Lmin.} = min. zulässige Stromstärke durch die angeschlossene Last in A
 P_{Rv} = Verlustleistung am Vorwiderstand in W
 P_L = Leistung der Last in W
 P_V = Verlustleistung der Z - Diode in W
 P_{TOT} = max. zulässige Verlustleistung der Z - Diode in W

- Eingangsspannung U_E kleiner als die Zenerspannung → I_Z nahezu 0A (Z - Diode ist sehr hochohmig) → keine Spannungsstabilisierung.
- Z - Diode wird niederohmig, wenn an ihr die Zenerspannung anliegt → I_Z fließt in Sperrrichtung.
- Zur Begrenzung des Stromflusses ist ein Vorwiderstand R_V unumgänglich!
- An R_V wird durch I ein Spannungsfall verursacht.
- Nimmt U_E zu, steigt I_Z automatisch und somit auch die Spannung U_V.
- Die Spannung U_Z bleibt nahezu konstant, da U_Z = U_E - U_V. Die Ausgangsspannung wird stabilisiert.

eigene Notizen:

11 VOLUMEN- UND MASSENSTROM

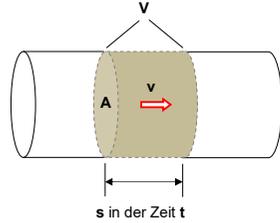


Bild 11.1 Volumenstrom

Volumenstrom bleibt gleich, auch bei unterschiedlichen Rohrnenweiten.

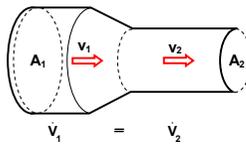


Bild 11.2 Volumenstrom und Rohrnenweite

Eine Veränderung des Fließdruckes wirkt sich auf den Volumenstrom aus!

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2}\right)^2 \longrightarrow \dot{V}_2 = \dot{V}_1 \cdot \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$$

Bei gleichbleibender Temperatur verhält sich der Gasdruck umgekehrt proportional zum Gasraum!

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \longrightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2}$$

Fließgeschwindigkeit (Medium in Rohrleitungen)

$$v = \frac{s}{t} \quad t = \frac{s}{v} \quad s = v \cdot t$$

v = Fließgeschwindigkeit in m/s
 s = Weg in m
 t = Zeit in s

Volumenstrom (Allgemein)

$$\dot{V} = \frac{V}{t} \quad t = \frac{V}{\dot{V}} \quad V = \dot{V} \cdot t$$

\dot{V} = Volumenstrom in dm³/s (m³/h)
 V = Volumen in dm³ (m³)
 t = Zeit in s (h)

Volumenstrom (in Rohrleitungen)

$$\dot{V} = A \cdot v \quad A = \frac{\dot{V}}{v} \quad v = \frac{\dot{V}}{A}$$

\dot{V} = Volumenstrom in m³/s (dm³/s)
 A = Rohrquerschnitt in m² (dm²)
 v = Fließgeschwindigkeit in m/s (dm/s)

Massenstrom (mittels Flüssigkeitssäule)

$$m = \rho \cdot \dot{V} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \dot{V} = \frac{m}{\rho}$$

m = Massenstrom in kg/s
 \dot{V} = Volumenstrom in dm³/s
 ρ = Dichte (Rho) in kg/dm³ bei 20°C

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v \quad \rho = \frac{\dot{m}}{A \cdot v}$$

$$A = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot v} \quad v = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot A}$$

Bild 11.3 Massenstrom

eigene Notizen:

15 VOLUMENBERECHNUNG (PYRAMIDE, ZYLINDER, KEGEL, KUGEL)

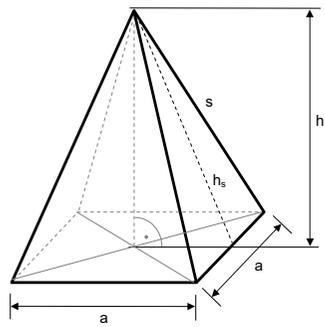


Bild 15.1 Pyramide

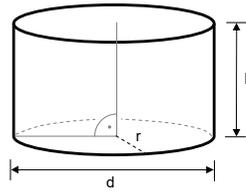


Bild 15.2 Zylinder

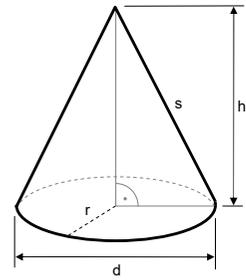


Bild 15.3 Kegel

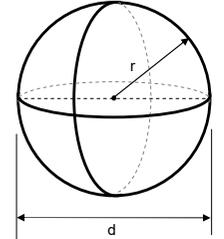


Bild 15.4 Kugel

Pyramide (quadratisch, gerade)

Grundfläche $A_G = a^2$

Oberfläche $A_0 = A_G + A_M$

Mantelfläche $A_M = 2 \cdot a \cdot h_s$

Volumen $V = \frac{A_G \cdot h}{3}$

Zylinder (gerader Kreiszylinder)

Grundfläche $A_G = \pi \cdot r^2$

Oberfläche $A_0 = 2A_G + A_M$

Mantelfläche $A_M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Volumen $V = A_G \cdot h$

Kegel (gerader Kreiskegel)

Grundfläche $A_G = \pi \cdot r^2$

Oberfläche $A_0 = \pi \cdot r \cdot (r + s)$

Mantelfläche $A_M = \pi \cdot r \cdot s$

Volumen $V = \frac{A_G \cdot h}{3}$

Kugel

Oberfläche $A_0 = 4 \cdot \pi \cdot r^2$

Volumen $V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3}$

B ALLGEMEINES ZUM THEMA MOTOREN (1. TEIL)

⇒ **Leistungsschilder von Elektromotoren**

Drehstrommotor

Sternschaltung

Nennleistung / Bemessungsleistung

Läuferdrehzahl bei Nennbedingungen

Thermische Klassifikation von Isoliermaterialien (Isolierstoffklasse)

Herstellernamen

Typ		Nr.	
→ 3~	400 V	29 A	
→ 15.0 kW	S1	cosφ 0.84	
2'935 /min.		50 Hz	
Isol. - Kl. F	IP 54	82 kg	
DIN VDE 0530		EN 60034	

Nennstrom / Bemessungsstrom im Aussenleiter

Leistungsfaktor bei Nennlast

Betriebsfrequenz

Schutzart

⇒ **Temperaturbeständigkeitsklassen von Isolierstoffen**

therm. Klasse	max. Dauertemperatur	Isolierstoffe (Beispiele)
90	90°C	Baumwolle, Naturseide, Papier, Kunstharze, ...
105	105°C	Polysterharze, Drahtlack auf Ölharzbasis, ...
120	120°C	Papierschlachtstoffe, Melamin-, Epoxidharz, ...
130	130°C	Glasfaserprodukte, Glimmer mit Bindemittel, ...
155	155°C	Glasfaser, Glimmer mit Kunstharz getränkt, ...
180	180°C	Glimmer, Silikon - Kautschuk, Glas, ...
>180	>180°C	Glas, Glimmer, Keramik, Quarz, Polyamide, ...

↑ alte Bezeichnung (Klasse)

⇒ **Kühlsysteme**

Selbstkühlung

Wärmeabgabe erfolgt ohne Zuhilfenahme eines Lüfters

Eigenkühlung

Kühlung erfolgt mittels Lüfterrad (Montage auf Motorenwelle)

Fremdkühlung

Kühlung erfolgt durch separat angetriebenes Lüfterrad (unabhängig der Motorendrehzahl)

eigene Notizen:

Zusammenstellung der spezifischen Stoffwerte (2. Teil)

Werkstoff / Symbol		Längenausdehnungskoeffizient α in $\frac{10^{-6}}{K}$ (0°C...100°C)	Temperaturkoeffizient β in $\frac{\Omega}{\Omega K}$ oder $\frac{1}{K}$ (bezogen auf 20°C)	spezifischer Widerstand ρ in $\frac{\Omega mm^2}{m}$ (bei 20°C)	elektrische Leitfähigkeit γ in $\frac{m}{\Omega mm^2}$ (bei 20°C)
Aluminium	Al	23.8	0.004	0.03	33.33
Barium	Ba	19.0	0.0065	0.4	2.5
Blei	Pb	29.4	0.00422	0.208	4.8
Chrom	Cr	6.6	0.003	0.13	7.7
Eisen, rein	Fe	11.5	0.00657	0.1	10.0
Gold	Au	14.2	0.00398	0.022	45.5
Cadmium	Cd	29.4	0.0042	0.077	13.0
Kobalt	Co	12.6	0.0066	0.062	16.1
Kupfer	Cu	17.0	0.004	0.0175	57.1
Lithium	Li	56.0	0.0049	0.086	11.6
Magnesium	Mg	26.0	0.0041	0.044	22.7
Mangan	Mn	23.0	0.0063	1.85	0.54
Molybdän	Mo	5.1	0.0047	0.047	21.3
Nickel	Ni	13.0	0.0055	0.095	10.5
Platin	Pt	9.0	0.0038	0.098	10.2
Quecksilber	Hg	182 (Raumausd.)	0.0009	0.9406	1.063
Silber	Ag	19.3	0.0036	0.017	58.8
Titan	Ti	8.4	0.00546	0.8	1.25
Wismut	Bi	13.5	0.0045	1.07	0.93
Wolfram	W	4.5	0.0046	0.055	18.2
Zink	Zn	29.8	0.0042	0.0625	16.0
Zinn	Sn	27.0	0.00463	0.115	8.7
Aldrey	AlMgSi	23.0	0.0036	0.033	30.3
Aluchrom	CrAl20 5	12.0	0.00005	1.37	0.73
Chromnickel	CrNi	14.0	0.0002	1.1	0.91
Konstantan	CuNi44	15.2	0.00004	0.5	2.0
Manganin	CuMn12NiAl	19.5	0.00001	0.43	2.33
Nickelin	CuNi30Mn	16.0	0.00015	0.4	2.5
Stahl		11.0	0.005	0.1...0.25	10...4.0

Flucht- und Rettungszeichen

⇒ Flucht- und Rettungszeichen				
				
Erste Hilfe	Notruftelefon	Arzt	Arzt	Krankentrage
				
Defibrillator	Augenspüleinrichtung	Notdusche	Fluchtleiter	Öffnen im Uhrzeigersinn
				
Sammelstelle	Rettungsweg / Notausgang nach links gehen	Rettungsweg / Notausgang	Rettungsweg / Notausgang geradeaus gehen	Rettungsweg / Notausgang nach rechts gehen

Feuer- und Brandschutzzeichen

⇒ Feuer- und Brandschutzzeichen				
				
Brandmeldezentrale	Brandmeldetelefon	Feuermelder	Feuerlöscher	Löschschlauch
				
Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung	Einrichtungen zur Brandbekämpfung wie z.B. Feuerlöschdecke, Löschsand usw.	Feueraxt	Leiter	Feuerleiter