

95 MOTOREN: DREHMOMENT UND NENNLEISTUNG

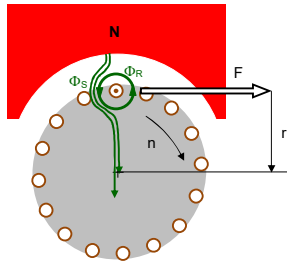


Bild 95.1 Entstehung des Drehmomentes

M_N = Nenndrehmoment in Nm

r = Radius in m

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

Drehmoment

$$M_N = F \cdot r$$

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

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

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

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

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

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

F = Kraft in N

n = Läuferdrehzahl in U/min. (1/min.)

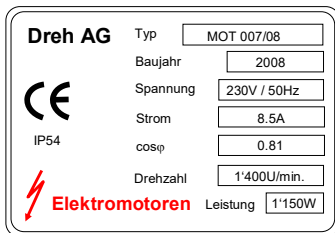


Bild 95.2 Typenschild eines Einphasen – Wechselstrommotors

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 Nenndrehzahl und gibt das Nennmoment ab.

eigene Notizen:

3 Z – DIODE (ZENERDIODE 2. TEIL)

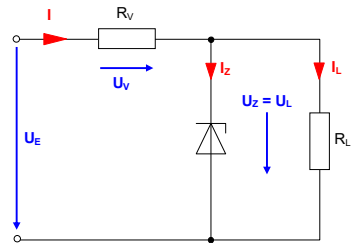


Bild 3.1 Schaltung mit Z – Diode

- $R_{Vmin.}$ = 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 $\rightarrow I_Z$ nahezu 0A (Z – Diode ist sehr hochohmig) $\rightarrow$ keine Spannungsstabilisierung.
- Z – Diode wird niederohmig, wenn an ihr die Zenerspannung anliegt $\rightarrow I_Z$ 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.

Grundformeln

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

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

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

$$P_{V \text{ Z-Diode}} = U_Z \cdot I_Z \rightarrow \leq P_{TOT}$$

ohne Lastwiderstand

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

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

mit Lastwiderstand

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

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

11 VOLUMEN- UND MASSENSTROM

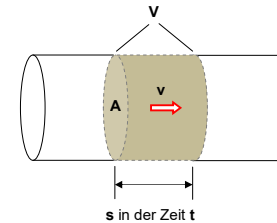
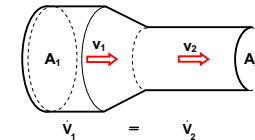


Bild 11.1 Volumenstrom

Volumenstrom bleibt gleich, auch bei unterschiedlichen Rohrenweiten.



$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 \rightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Bild 11.2 Volumenstrom und Rohrenweite

Eine Veränderung des Fließdruckes wirkt sich auf den Volumenstrom aus!

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

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

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

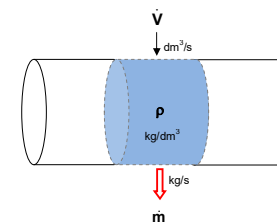


Bild 11.3 Massenstrom

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 dm^3/s (m^3/h)
 V = Volumen in dm^3 (m^3)
 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 m^3/s (dm^3/s)
 A = Rohrquerschnitt in m^2 (dm^2)
 v = Fließgeschwindigkeit in m/s (dm/s)

Massenstrom (mittels Flüssigkeitssäule)

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

$\dot{m}$ = Massenstrom in kg/s
 $\dot{V}$ = Volumenstrom in dm^3/s
 ρ = Dichte (Rho) in kg/dm^3 bei 20°C

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

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

eigene Notizen:

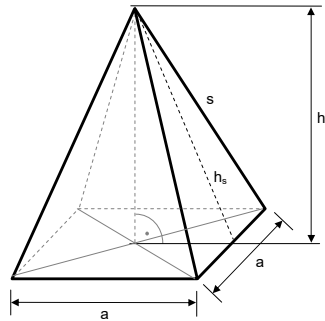
15 VOLUMENBERECHNUNG (PYRAMIDE, ZYLINDER, KEGEL, KUGEL)


Bild 15.1 Pyramide

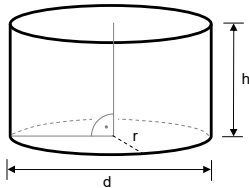


Bild 15.2 Zylinder

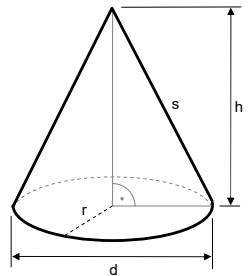


Bild 15.3 Kegel

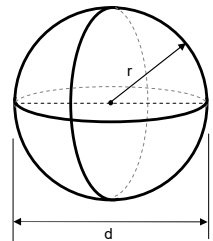


Bild 15.4 Kugel

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	$A_0 = \pi \cdot r (r + s)$
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	Herstellernamen	Nennstrom / Bemessungsstrom im Aussenleiter
Sternschaltung	Typ	Leistungsfaktor bei Nennlast
Nennleistung / Bemessungsleistung	3~	Nr.
Läuferdrehzahl bei Nennbedingungen	400 V	29 A
	15.0 kW	S1 cosφ 0.84
	2'935 /min.	50 Hz
	Isol. - Kl. F	IP 54
	DIN VDE 0530	EN 60034
Thermische Klassifikation von Isoliermaterialien (Isolierstoffklasse)	82 kg	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	Eigenkühlung	Fremdkühlung
Wärmeabgabe erfolgt ohne Zuhilfenahme eines Lüfters	Kühlung erfolgt mittels Lüfterrad (Montage auf Motorenwelle)	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	Al/MgSi	23.0	0.0036	0.033	30.3
Aluchrom	CrAl/20 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	Rettungszeichen: 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