

## 1 Allgemeines

Reibschlüssige Kupplungen und Bremsen können zwei mit unterschiedlichen Drehzahlen umlaufende Maschinenteile synchronisieren. Sie übernehmen dabei Schaltarbeit. Werden aus Sicherheitsgründen ruhestrombetätigte Bremsen oder Kupplungen, die Schaltarbeit zu leisten haben, benötigt, so können Lamellen-Federdruckbremsen und -Federdruckkupplungen verwendet werden, die sich für Naß- oder Trockenbetrieb eignen. Positionieraufgaben im Zusammenwirken mit Kugelgewindetrieben erfüllen spielfreie, federbelastete Festhaltebremsen - die trocken betrieben als Genauigkeitsbremsen eingesetzt werden. Die vorliegende Druckschrift stellt eine Ergänzung zu den in der Sammelmappe enthaltenen Meßblättern der einzelnen Kupplungstypen dar. Der Konstrukteur findet neben den Erklärungen zu den in diesen Meßblättern angeführten Kennwerte alle Informationen, die für den Einsatz der Kupplungen und Bremsen von Bedeutung sind.

## 2 Bestimmung der Kupplungsgröße

Entsprechend den Anforderungen wird die geeignete Kupplungstypen ausgesucht und jene Kupplungsgröße gewählt, die am besten mit den Gegebenheiten (Außenabmessungen, Wellendurchmesser) in Einklang steht. Werden höhere Anforderungen an die Wartungsfreiheit gestellt oder sind ungünstige Betriebsbedingungen gegeben, so soll die Kupplung genügend Reserve betreffend der benötigten technischen Werte besitzen. Überdimensionierte Antriebe von Schwermaschinen erfordern eine ebenso reichlich dimensionierte Kupplung. Ebenso sind besondere Einsatzbedingungen, wie ein Betrieb im Freien, hohe Umgebungstemperaturen, bei der Wahl der Ausführung Rechnung zu tragen. Bei der Auswahl der Kupplungen für Aufzüge, Hebezeuge, Grubeneinrichtungen usw. sind die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Die danach ausgewählte Kupplung ist betreffend der in den Kennwerttabellen angegebenen Daten wie Drehmomente, zulässige Höchstwerte für Schaltarbeit und Schaltleistung rechnerisch zu überprüfen. Die Berechnung erfolgt mit den in den nachstehenden Kapiteln angegebenen blau umrandeten Formeln.

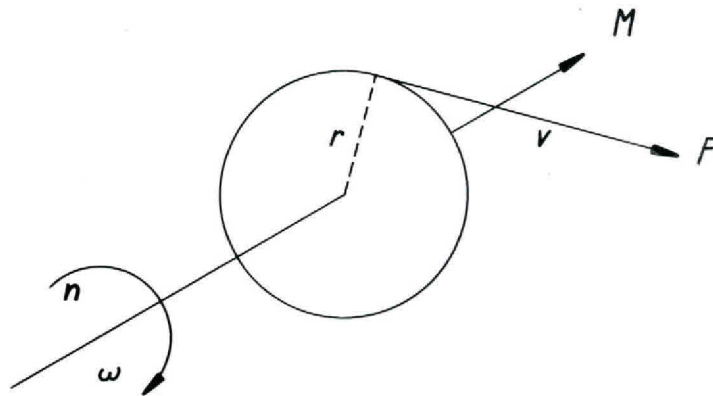
### 3 Bedeutung der Formelzeichen

A	[m <sup>2</sup> ]	Fläche
b	[m]	Breite
c	[J/(g°C)]	spezifische Wärme
D	[m]	Durchmesser
E	[J]	Schaltarbeit
E <sub>zul</sub>	[J]	höchstzulässige Schaltarbeit pro Schaltung
F	[N]	Kraft
h	[m]	Gewindesteigung
I	[kgm <sup>2</sup> ]	Massenträgheitsmoment
I <sub>red</sub>	[kgm <sup>2</sup> ]	reduziertes Massenträgheitsmoment
i	[Amp]	Stromstärke
k	[–]	Anzahl der Reibflächen
m	[kg]	Masse
M	[Nm]	Drehmoment
M <sub>0</sub>	[Nm]	Restdrehmoment
M <sub>1</sub>	[Nm]	schaltbares Drehmoment
M <sub>2</sub>	[Nm]	übertragbares Drehmoment
M <sub>3</sub>	[Nm]	Lastdrehmoment während des Betriebes
M <sub>4</sub>	[Nm]	Lastdrehmoment während des Anlaufes
M <sub>5</sub>	[Nm]	Antriebsmoment (Motordrehmoment)
n	[1/min]	Drehzahl
n <sub>rel</sub>	[1/min]	Relativdrehzahl zwischen den beiden Kupplungshälften
P	[W]	Schaltleistung
P <sub>zul</sub>	[W]	höchstzulässige Schaltleistung
P <sub>k</sub>	[W]	Kühlleistung
P <sub>a</sub>	[W]	Antriebsleistung
q	[dm <sup>3</sup> /min]	Kühlölmenge
r	[m]	Radius (Reibradius)
R	[Ohm]	elektr. Widerstand
s	[mm]	Stärke des Ölfilms zwischen den Reibflächen
S	[–]	Sicherheitsfaktor
t	[s]	Zeit
t <sub>1</sub>	[s]	Ansprechzeit
t <sub>2</sub>	[s]	Moment – Zeitkonstante
t <sub>3</sub>	[s]	Ausschaltzeit
t <sub>4</sub>	[s]	Beschleunigungs- (Brems-)Zeit
T	[°C]	Temperatur
U	[Volt]	Spannung
U <sub>1</sub>	[Volt]	Betriebsspannung – Spulenspannung
U <sub>2</sub>	[Volt]	Netzspannung
v	[m/s]	Geschwindigkeit (Relativ-Geschwindigkeit)
V	[dm <sup>3</sup> ]	Volumen (Ölbehälter)
z	[1/Stunde]	Schalhäufigkeit
μ	[–]	Reibwert
γ	[m <sup>2</sup> /s]	kinematische Viskosität
ρ	[kg/dm <sup>3</sup> ]	Dichte
τ	[s]	Schaltintervall
τ <sub>zul</sub>	[s]	kürzest zulässiges Schaltintervall
τ	[Nm <sup>2</sup> ]	Schubspannung im Ölfilm
φ	[rad]	Drehwinkel
ω	[rad/s]	Winkelgeschwindigkeit

#### 4 Antriebsleistung – Drehmoment

Der Zusammenhang Leistung, Drehmoment, Drehzahl (Winkel-Geschwindigkeit) ergibt sich aus:

$M = F \cdot r$	[Nm]	Moment aus Kraft und Radius
$E = F \cdot r \cdot 2\pi = M \cdot 2\pi$	[J]	Arbeit bei einer Umdrehung
$P = F \cdot r \cdot 2\pi/t = M \cdot 2\pi/t$	[W]	Leistung bei einer Umdrehung in der Zeit (t [s])
$\omega = 2\pi \cdot n/60$	[1/s]	Winkelgeschwindigkeit
$P = M \cdot 2\pi \cdot n/60$	[W]	Leistung bei Drehzahl (n)
$P = M \cdot \omega$	[W]	Leistung bei Winkel-Geschwindigkeit ( $\omega$ )



Eine Bestimmung der Kupplungsgröße aus der Antriebsleistung allein ist in vielen Fällen nicht ausreichend.

Mit höheren Drehzahlen errechnen sich kleinere Momente zur Übertragung der Antriebsleistung und somit kleinere Kupplungsgrößen, die eine zusätzliche Berechnung hinsichtlich Schaltarbeit und Schaltleistung erfordern.

Kurzzeitige Überlastbarkeit des Antriebsmotors (z. B. bei Elektromotoren bis zu zweifach) ist zu beachten.

In vielen Fällen ist die kinetische Energie des Antriebes (Massen-Trägheitsmoment Motor, Schwungradscheiben . . .), durch welche sich bei Belastungsspitzen und somit Drehzahlverringern eine Verstärkung des Antriebsmomentes ergeben kann, zu berücksichtigen.

#### 4.1 Das übertragbare Drehmoment

ist das vom Reibwert der Ruhe bestimmte Drehmoment, das eine Reibungskupplung bei Synchronlauf ohne Schlupf übertragen kann. Die Drehmomentangaben in den Tabellen gelten für die Betriebsspannung (bei Spulentemperatur  $60[^\circ \text{C}]$ ) bzw. den Betriebsdruck. Abweichungen von der Betriebsspannung innerhalb  $\pm 15\%$  ergeben zirka gleiche Änderung des Drehmomentes. Bei druckmittelbetätigten Kupplungen und Bremsen ist das übertragbare Drehmoment dem Betriebsdruck auch über einen größeren Änderungsbereich proportional. Entsprechend den unterschiedlichen Reibwerten bei Trockenlauf (Reibflächen aus Stahl gegen Sinter-Reibstoffmaterial) und Öllauf (Reibflächen aus Stahl gegen Stahl- bzw. Sintermaterial) sind in den Kennwerttabellen der Maßblätter die dazu erreichbaren Drehmomentwerte angeführt. Bei Öllauf ist bezüglich der Angabe des übertragbaren Drehmomentes ein Einschaltvorgang unter Relativedrehzahl Voraussetzung. Bei Einschaltung im Stillstand, also ohne Relativedrehung der Reibflächen, ergibt sich eine größere Ölfilmstärke (s) an der Reibfläche, wodurch das übertragbare Drehmoment auf zirka 70% des Angabewertes reduziert wird.

**4.1.1 Sicherheitsfaktoren bei Reibungskupplungen**

Bei Reibungskupplungen kann das übertragbare Drehmoment je nach den unter 4.1 gegebenen Voraussetzungen als konstante Größe angenommen werden. Während des Betriebes muß jedoch das übertragbare Drehmoment ( $M_2$ ) das höchste im Betrieb auftretende Lastdrehmoment ( $M_3$ ) ohne Schlupf übertragen können. Es werden daher durch einen Sicherheitsfaktor (S) rechnerisch nicht genau erfaßbare Gegebenheiten, wie zum Beispiel Schwingungen, Ungleichförmigkeit des Antriebes, Belastungsstöße, berücksichtigt. Bei Schwungrad- und Kurbelantrieben kann das Lastdrehmoment extrem hohe Spitzenwerte annehmen.

$$M_2 > M_3 \cdot S$$

Soweit nicht genaue Daten über das maximale Lastmoment bekannt sind und die Berechnung des Lastmomentes an der Einbaustelle der Kupplung aus der Antriebsleistung erfolgt, sind dabei die Sicherheitsfaktoren (S) nach Tabelle zu berücksichtigen.

$$M_{3 \max} = P_a / \omega \cdot S$$

$P_a$  = gegebene Leistung des Antriebes  
 $\omega$  = aus Kupplungsdrehzahl (n)

	Elektromotoren Turbinen	Verbrennungsmotoren 4–6 Zylinder	Verbrennungsmotoren 1–2 Zylinder
	S	S	S
Transmissionen Kreispumpen Ventilatoren leichte Werkzeugmaschinen	1,2	1,6	1,8
Textilmaschinen Fördereinrichtungen Produktionswerkzeugmaschinen Kolbenpumpen	1,6	1,9	2,2
Kranfahrzeuge Bagger – Baumaschinen Putztrommeln Kompressoren	2,0	2,4	3,0
Walzwerksantriebe Papierkalande Steinbrecher Kollergänge Sägewerkantriebe	2,4	3,0	4,0

**4.1.2 Sicherheitsfaktoren bei Zahnkupplungen**

Bei Zahnkupplungen können im allgemeinen die Drehmomentspitzenwerte nicht genügend genau erfaßt werden. Die Berechnung des Lastdrehmomentes ( $M_{3 \max}$ ) erfolgt daher ebenfalls wie unter 4.1.1 aus der Antriebsleistung unter Anwendung der Sicherheitsfaktoren. Beim Anfahren des Getriebes muß das maximale Anfahrmoment ( $M_{5 \max}$ ) des Antriebsmotors von der Zahnkupplung übertragen werden. Die dabei an der Kupplung gegebene dynamische Momentbelastung ( $M_4$ ) kann unter Umständen größer sein als das errechnete Lastmoment ( $M_{3 \max}$ ), wobei der höhere Wert zur Bestimmung der Kupplungsgröße dient.

$$M_4 = M_{5 \max} \cdot n_1 / n_2$$

$M_{5 \max}$  = Anfahrmoment des Antriebsmotors (Kippmoment)  
 $n_1$  = Motordrehzahl  
 $n_2$  = Kupplungsdrehzahl bei  $n_1$

Das mit Zahnkupplungen übertragbare Drehmoment wird durch den zeitlichen Verlauf der Momentbelastung beeinflusst. Es werden drei Belastungsarten unterschieden.

