



5 Projektierung von Getrieben

5.1 Allgemeine Hinweise

Die Projektierungshinweise in diesem Katalog betreffen vor allem die speziellen Anforderungen von EBD-Getrieben.

Ausführliche Projektierungshinweise finden Sie in Kapitel 4-6 des SEW-EURODRIVE Katalogs "Industriegetriebe der Baureihe MC.." Ausgabe 04/2005, Sachnummer: 11237902 / DE.

5.2 Wirkungsgrad der Getriebe

Der Wirkungsgrad der Getriebe wird hauptsächlich durch die Verzahnungs- und Lagerreibung bestimmt. Beachten Sie, dass der Anlaufwirkungsgrad eines Getriebes immer kleiner ist als der Wirkungsgrad bei Betriebsdrehzahl.

Bei Stirnrad- und Kegestirnradgetrieben der Bauart MC.. hängt der Wirkungsgrad von der Anzahl der Verzahnungsstufen ab.

Der Wirkungsgrad beträgt:

- MC2P: 0.97
- MC3P: 0.955
- MC2R: 0.97
- MC3R: 0.955

5.3 Betriebsfaktor F_S , Spitzenlastfaktor F_F

Betriebsfaktor F_S Der Betriebsfaktor berücksichtigt den Einfluss der vom Antriebsmotor und der Arbeitsmaschine verursachten Belastung.

Empfohlene Werte in Bezug auf

- Anwendungsbereich
- Arbeitsmaschine
- Betriebszeit / Tag

sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Diese Tabellen gelten für **Elektromotoren** als Arbeitsmaschine.

Für andere Arten von Arbeitsmaschinen gelten die folgenden Korrekturwerte:

- Verbrennungsmaschinen mit vier oder mehr Zylindern: F_S (Auswahltabelle) + 0,25
- Verbrennungsmaschinen mit einem oder drei Zylindern: F_S (Auswahltabelle) + 0,5

Anwendungsbereich/Branche	Arbeitsmaschine	Betriebsfaktor Betriebszeit / Tag		
		< 3 h	3-10 h	> 10 h
Rührwerke und Mischer	Rührwerke für Flüssigkeiten	1.00	1.25	1.50
	Rührwerke für Flüssigkeiten (variable Dichte)	1.20	1.50	1.65
	Rührwerke für feste Medien (ungleichmäßiges Material)	1.40	1.60	1.70
	Rührwerke für feste Medien (gleichmäßiges Material)	-	1.35	1.40
	Betonmischer	-	1.50	1.50
Ventilatoren	Trockenkühltürme	-	-	2.00
	Nasskühltürme	2.00	2.00	2.00



Spitzenlastfaktor F_F

Der Spitzenlastfaktor F_F berücksichtigt, wie oft Spitzenlasten auftreten.

Die zulässige Spitzenlast hängt von der Häufigkeit pro Stunde ab und wird nach folgender Formel berechnet:

Zulässiges Spitzendrehmoment M_{K2 zul}:

$$M_{K2\ zul} = \frac{2 \times M_{N2}}{F_F}$$

M_{K2 zul} = zulässiges Spitzenabtriebsdrehmoment an LSS
M_{N2} = Getriebeennendrehmoment
F_F = Spitzenlastfaktor gemäß der folgenden Tabelle

Berechnung der Spitzenlast M_{K2 max}:

$$M_{K2\ max} = M_a \times F_{Start}^* \text{ [Nm]}$$

M_{K2 max} = Spitzenabtriebsdrehmoment
M_a = Abtriebsdrehmoment basierend auf der Motorleistung
F_{start} = Anlauffaktor

* Wird F_{start} nicht angegeben, berücksichtigen Sie bitte die Anlauffaktoren entsprechend der Kapitel 5.4.

Überprüfung der Getriebeauswahl:

$$M_{K2\ max} \leq M_{K2\ zul}$$

	Häufigkeit der Spitzenbelastung pro Stunde					
	1...5	6...20	21...40	41...80	81...160	> 160
Spitzenlastfaktor F _F	1.00	1.20	1.30	1.50	1.75	2.00



Die Getriebe dürfen nur für einen kurzen Zeitraum überlastet werden. Einzelne Spitzenlasten dürfen nicht länger als 10 Sekunden dauern.

5.4 F_{start} – Anlauffaktor

Der Anlauffaktor F_{start} berücksichtigt die durch den Anlaufvorgang verursachte Überlast.

Anlaufmodus	Anlauffaktor - F _{start}
direkt	3.0
Sanftanlauf	1.8
Frequenzumrichter	1.5 ... 2.0
Stern / Dreieck	1.3
Flüssigkeitskupplung ohne Verzögerungskammer	2.0
Flüssigkeitskupplung mit Verzögerungskammer	1.6



5.5 Wärmegrenzleistung P_T

Unter der Wärmegrenzleistung P_T eines Getriebes versteht man die Leistung, die mit dem Getriebe übertragen werden kann, ohne dass eine bestimmte Öltemperatur überschritten wird. Die Wärmegrenzleistung hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Schmierstoffart
- Umgebungstemperatur
- Getriebeübersetzung
- Optionale Fremdkühlungsarten (z.B. Lüfter auf Abtriebswelle)
- Aufstellungshöhe des Getriebes (→ Tabelle, Höhenfaktor f_1)
- Schmierungsart des Getriebes (→ Tabelle, Schmierungsfaktor f_L)

Bei den folgenden Umgebungsbedingungen kann die Wärmegrenzleistung direkt von den Auswahltabellen abgelesen werden für:

- Umgebungstemperaturen von 20 °C oder 40 °C
- natürliche Kühlung, oder Kühlung mit Lüfter
- Aufstellhöhen < 1000 m ($f_1 = 1$)
- Badschmierung (vertikale LSS)

$$P_T = P_{TH} \times f_1 \times f_2 \times f_L \times f_T$$

P_{TH} = Nennwärmegrenzleistung Getriebes. Die Werte in den Auswahltabellen in Kapitel 10 + 11 sind abhängig von der Umgebungstemperatur und der Kühlungsart.

Bei

20 °C: $P_{TH [20]}$

40 °C: $P_{TH [40]}$

mit Fremdlüfter

20 °C: $P_{TH [20]}$

40 °C: $P_{TH [40]}$

f_1 = Höhenfaktor (siehe folgende Seite)

f_2 = Montagefaktor
 1,07 = Aufsteckausführung mit Drehmomentstütze
 1,00 = Alle anderen Montagemöglichkeiten

f_L = Schmierungsfaktor
 1,0 = Tauch- oder Badschmierung
 1,1 = Druckschmierung

f_T = Umgebungstemperaturfaktor (siehe folgende Seite)
 Die Auswahltabellen berücksichtigen bereits unterschiedliche Umgebungstemperaturen; der Faktor ist daher nur für Umgebungstemperaturen über 40 °C relevant. Für Umgebungstemperaturen von 30 °C kann die Wärmegrenzleistung interpoliert werden.

$$P_{TH [30]} = \frac{P_{TH [20]} + P_{TH [40]}}{2}$$



Höhenfaktor f_1

	Höhe [m ü. NN]				
	0	1000	2000	3000	4000
$f_1^{1)}$	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83

1) Zwischenwerte müssen interpoliert werden



Bei abweichenden Bedingungen halten Sie bitte Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.

Umgebungs- temperaturfaktor f_T

Umgebungs- temperatur	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
f_T	1.0 ¹⁾	1.0 ^{1), 2)}	1.0 ¹⁾	Rücksprache mit SEW-EURODRIVE

1) Die Auswahltabellen in Kapitel 5 berücksichtigen bereits unterschiedliche Umgebungsbedingungen.

2) $P_{TH[20]}$ und $P_{TH[40]}$ in Kapitel 10 + 11 können interpoliert werden

5.6 Beschreibung der Auswahltabellen

Die zulässigen Kräfte (axiale und radial Kräfte an den Getriebewellen) hängen von verschiedenen Faktoren ab:

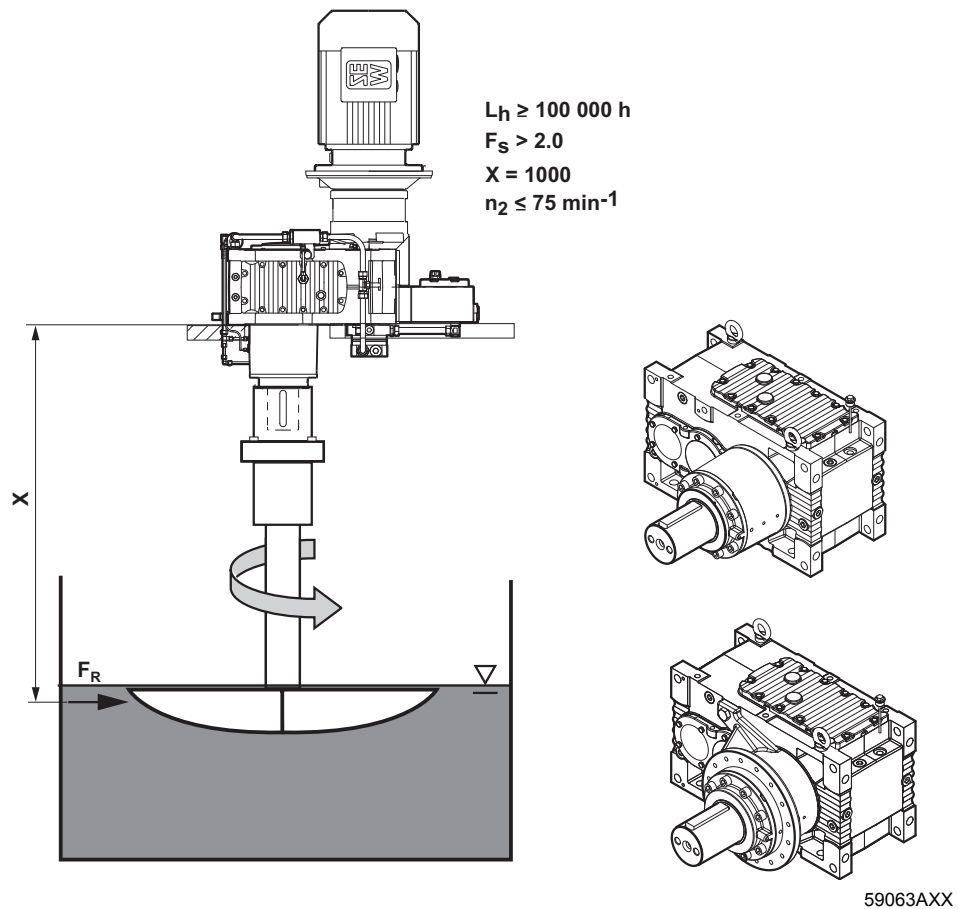
- Betriebsfaktor des Getriebes
- Erforderliche Lagerlebensdauer
- Richtung der Axialkraft (von oder zum Getriebe)
- Angriffswinkel der Radialkraft (umlaufend oder im bestimmten Angriffswinkel)
- Verhältnis von Axial- zu Radialkraft

Für die Antriebswelle gibt es einen Richtwert in den Auswahltabellen in Kapitel 10 und 11 des MC-Katalogs "Industriegetriebe der Baureihe MC..", Sachnummer 11237902.

Die zulässigen Querkkräfte für die Abtriebswelle können mit Hilfe der Diagramme überprüft werden. Zwei Arten von Diagrammen wurden für typische Lastfälle entwickelt:



Lastfall 1: Typischer Belüfterantrieb



Die Tabellen gelten für

- Mindest-Getriebebetriebsfaktor von 2,0
- Lagerlebensdauer für Abtriebswelle von 100 000 h
- Abtriebsdrehzahl $n_2 = 75 \text{ min}^{-1}$
 - Die Tabellen gelten auch noch für Drehzahlen $< 75 \text{ min}^{-1}$
 - Die Tabellen **dürfen nicht** für Drehzahlen $> 75 \text{ min}^{-1}$

verwendet werden.

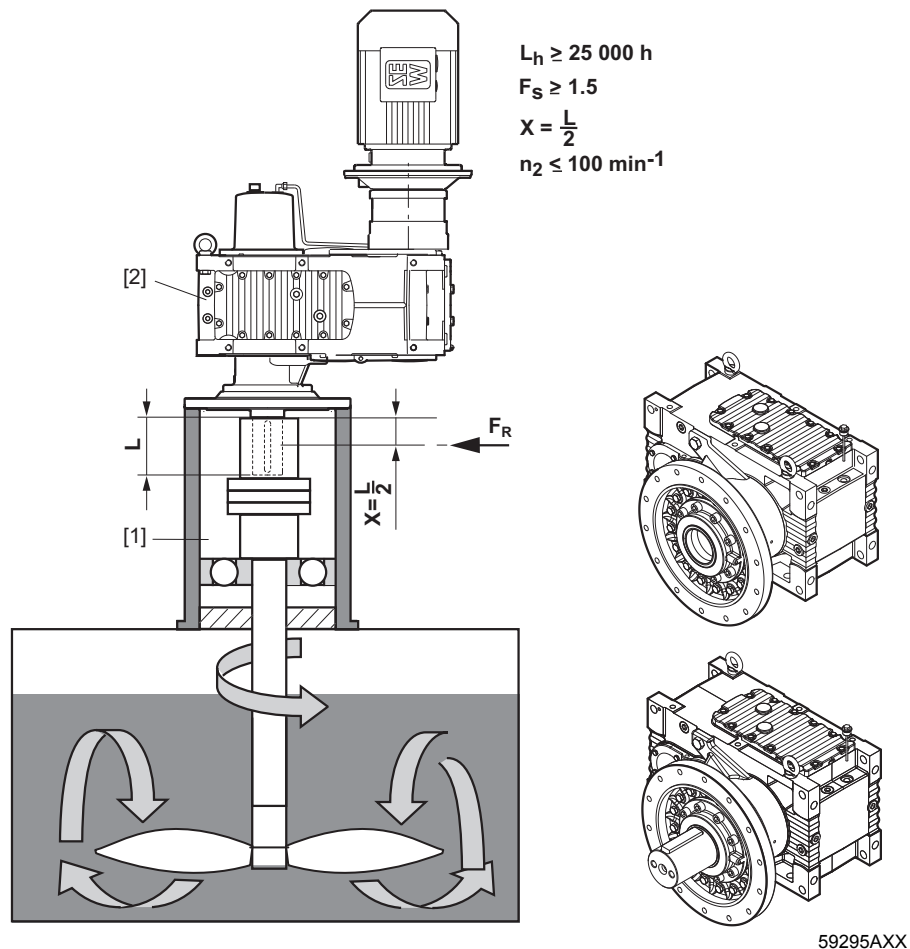
- Fußgetriebe
- Angriffspunkt der Radialkraft ist $X = 1000 \text{ mm}$ bezogen auf den Wellenbund
 - Die Tabellen gelten auch noch für Angriffspunkt $< 1000 \text{ mm}$
 - Für Angriffspunkte $> 1000 \text{ mm}$ kann der Wert für die Radialkraft zur Verwendung im Diagramm mit Hilfe der folgenden Formel interpoliert werden:

$$F_{ra} = F_R \times \frac{X}{1000 \text{ mm}}$$

F_{ra} = Radialkraft zur Verwendung in den Auswahltabellen in N
 F_R = Auftretende Radialkraft in N
 X = Angriffspunkt der Radialkraft bezogen auf den Wellenbund in mm

- Richtung der Radiallast ist an einem festen, ungünstigsten Punkt.

Lastfall 2: Typischer Rührwerkantrieb



- [1] Radiallager (außerhalb des Getriebes, kundenseitig und Teil des Rührwerks)
[2] Getriebe

Die Tabellen gelten für

- Mindest-Getriebebetriebsfaktor von 1,5
- Lagerlebensdauer für Abtriebswelle von 25.000 h
- Abtriebsdrehzahl $n_2 = 100 \text{ min}^{-1}$
 - Die Tabellen gelten auch noch für Drehzahlen $< 100 \text{ min}^{-1}$
 - Die Tabellen **dürfen nicht** für Drehzahlen $> 100 \text{ min}^{-1}$ verwendet werden.
- Bei Abtriebswellen ist der Kraftangriffspunkt der Radialkraft in der Mitte der Abtriebswelle ($= L/2$)
 - Für Angriffspunkte $< L/2 \text{ mm}$ dürfen die Tabellen **nicht** verwendet werden
 - Für Kraftangriffspunkte $> L/2 \text{ mm}$ kann der Wert für die Radialkraft zur Verwendung im Diagramm mit der folgenden Formel interpoliert werden:

$$F_{ra} = F_R \times \frac{2 \times X}{L}$$

- F_{ra} = Radialkraft zur Verwendung in den Auswahltabellen in N
 F_R = Auftretende Radialkraft in N
 X = Angriffspunkt der Radialkraft bezogen auf den Wellenbund in mm
 L = Wellenlänge in mm



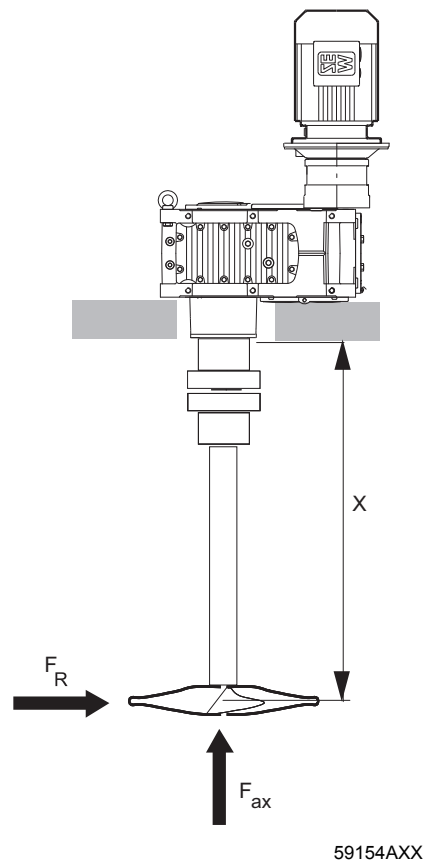
Projektierung von Getrieben

Beschreibung der Auswahltabellen

- Bei Abtriebshohlwellen ist der Kraftangriffspunkt der Radialkraft am unteren Ende der Hohlwelle
- Richtung der Radiallast ist an einem festen, ungünstigsten Punkt.
- Das Getriebe ist ein Fußgetriebe für Lagerausführung EZ22
- Das Getriebe ist ein Flanschgetriebe für Lagerausführung EF12 mit Voll- oder Hohlwelle
- Voll- und Hohlwellengetriebe sind abgebildet.

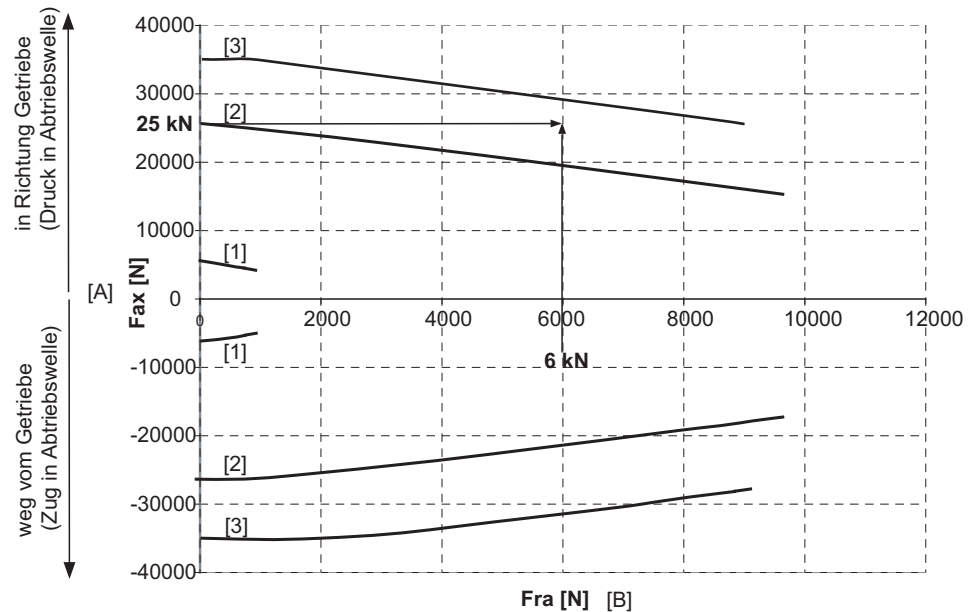
*Beispiel zum
Lesen des
Diagramms*

- Erforderliche Lagerlebensdauer der Abtriebswelle: 100 000 h
- Radialkraft: $F_R = F_{ra} = 6 \text{ kN}$ in $X = 1000 \text{ mm}$ Abstand vom Wellenbund
- Axialkraft: 25 kN in Richtung Getriebe





Beispiel eines
Querkraft-
diagramms

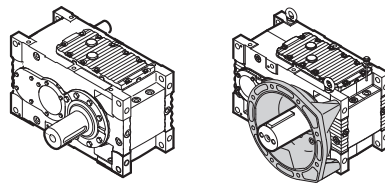


59290ADE

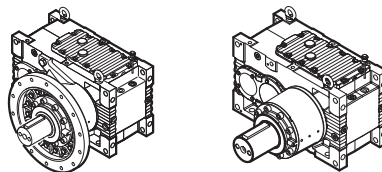
- [A] Fax [N]: Axialkraft auf die Abtriebswelle in N
 •Negativ: weg vom Getriebe (Zug in Abtriebswelle)
 •Positiv: hin zum Getriebe (Druck in Abtriebswelle)

[B] Fra [N]: Radialkraft auf die Abtriebswelle in N

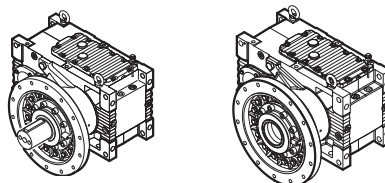
[1] Standard-Lagerausführung (kein EBD!) = **Standard**



[2] EBD mit Welle 2 ("dicke" Vollwelle) = **EN22/EZ22**



[3] EBD mit Welle 2 ("dünne" Vollwelle und Hohlwelle) = **EZ12**



→ Ergebnis: Lagerausführung EZ12 erfüllt die Anforderungen.

(Mit einer Radialkraft von 6 kN und der Lagerausführung EZ22/EN22 ist die zulässige Axialkraft in Richtung Getriebe nur ca. 19 kN.

EZ12 hat eine zulässige Axialkraft von 29 kN in Richtung Getriebe)