



4 Projektierungshinweise für Servogetriebe

Die Projektierung muss bei allen Getrieben erfolgen. Nur bei korrekt vorgenommener Projektierung gelten die in diesem Katalog angegebenen Daten. Besonders wichtig ist die Projektierung bei Getrieben mit erhöhten Umgebungstemperaturen ab der Baugröße 97 und bei Schneckengetrieben mit kleinen Übersetzungen.

SEW-EURODRIVE übernimmt gerne für Sie diese Projektierung.

4.1 Daten zur Antriebs- und Getriebeauslegung

Damit die Komponenten für Ihren Antrieb eindeutig festgelegt werden können, müssen bestimmte Daten der Applikation bekannt sein. Eine Zusammenfassung der in der Projektierung verwendeten Kurzzeichen finden Sie in der folgenden Tabelle:

Bezeichnung	Bedeutung	Einheit
φ	Verdrehspiel	[°]
η	Wirkungsgrad Getriebe bei M_{apk}	
a, b, f	Getriebekonstanten bzgl. der Querkraftumrechnung	[mm]
c	Getriebekonstanten bzgl. der Querkraftumrechnung	[Nmm]
a₀, a₁, a₂	Getriebekonstanten bzgl. der Getriebeerwärmung	
F_A	Axialkraft (Zug und Druck) an der Abtriebswelle	[N]
f_k	Drehzahlverhältnis	
F_R	Vorhandene Querkraft an der Abtriebswelle	[N]
F_{Rapk}	Maximal zulässige Querkraft an der abtreibenden Welle bei Kurzzeitbetrieb (Last-Angriffspunkt Mitte Wellenende)	[N]
F_{Ramax}	Maximal zulässige Querkraft an der abtreibenden Welle bei Dauerbetrieb (Last-Angriffspunkt Mitte Wellenende)	[N]
F_{Repk}	Maximal zulässige Querkraft an der eintreibenden Welle bei Kurzzeitbetrieb (Last-Angriffspunkt Mitte Wellenende)	[N]
F_{Remax}	Maximal zulässige Querkraft an der eintreibenden Welle im Dauerbetrieb (Last-Angriffspunkt Mitte Wellenende)	[N]
H	Aufstellungshöhe	[m ü. NN]
I₀	Stromaufnahme des Motors bei M_0	[A]
I_{max}	Maximal zulässiger Motorstrom (Effektivwert)	[A]
Ins.Cl.	Wärmeklasse des Motors	
i	Getriebeübersetzung	
IM	Bauform Getriebe (international mounting position) M1 – M6	
IP..	Schutzart nach IEC60034-5	
J_A	Massenträgheitsmoment des Adapters	[kgm ²]
J_G	Massenträgheitsmoment des Getriebes bezogen auf die eintreibende Welle	[kgm ²]
J_{GA}	Massenträgheitsmoment des Getriebes inklusive des Adapters bezogen auf die eintreibende Welle	[kgm ²]
J_{ext}	Massenträgheitsmoment (extern) reduziert auf die Motorwelle	[kgm ²]
J_{Mot}	Massenträgheitsmoment des Motors	[kgm ²]
J_L	Massenträgheitsmoment der Last	[kgm ²]
k	Massenträgheitsverhältnis J_{ext} / J_{Mot}	
l	Länge abtreibende Welle	[mm]
M₁ ... M_n	Abtriebsmoment im Zeitabschnitt t_1 bis t_n	[Nm]
M₀	Thermisch zul. Abtriebsmoment des Motors im Dauerbetrieb bei kleiner Drehzahl (nicht zu verwechseln mit Stillstandsmoment)	[Nm]

Tabelle wird auf der Folgeseite fortgesetzt.



Projektierungshinweise für Servogetriebe

Daten zur Antriebs- und Getriebeauslegung

Bezeichnung	Bedeutung	Einheit
M_a^{DYN}	Dynamisches Abtriebsmoment des zu projektierenden Antriebs	[Nm]
M_{aeff}	Aus der Projektierung errechnetes effektives Drehmoment für Bauteilprüfung	[Nm]
M_{akub}	Aus der Projektierung errechnetes effektives Drehmoment für Lagerprüfung	[Nm]
M_{amax}	Maximales zul. abtreibendes Drehmoment bei Dauerbetrieb	[Nm]
M_{apk}	Maximal zulässiges, abtreibendes Drehmoment im Kurzzeitbetrieb	[Nm]
$M_{aNOTAUS}$	Maximal zulässiges, abtreibendes Not-Aus-Moment, maximal 1000 Not-Aus-Schaltungen	[Nm]
M_{ath}	Aus der Projektierung errechnetes effektives Drehmoment für Thermikprüfung	[Nm]
M_B	Nenn Drehmoment Bremse	[Nm]
M_{pk}	Dynamisches Grenzdrehmoment des Servomotors	[Nm]
M_{eff}	effektiver Drehmomentbedarf (bezogen auf den Motor)	[Nm]
M_{max}	Maximales Abtriebs-Drehmoment des zu projektierenden Antriebs	[Nm]
ML	Mounting location, Montagestandort (UL)	
n_{apk}	Maximal zulässige abtreibende Drehzahl bei Kurzzeitbetrieb	[1/min]
n_{epk}	Maximal zulässige eintreibende Drehzahl bei Kurzzeitbetrieb	[1/min]
n_{em}	Mittlere eintreibende Drehzahl	[1/min]
n_{am}	Mittlere abtreibende Drehzahl	[1/min]
n_{ak}	Knickdrehzahl abtreibend	[1/min]
n_N	Nenn Drehzahl	[1/min]
$n_1 \dots n_n$	Abtriebsdrehzahl im Zeitabschnitt t_1 bis t_n	[1/min]
n_{etn_pk}	Maximal eintreibende Drehzahl im Zeitabschnitt n	[1/min]
P_{Br}	Bremsleistung	[W]
P_{Br_pk}	Spitzenbremsleistung	[W]
P_{Br_eff}	Effektive Bremsleistung	[W]
P_{Br_tn}	Bremsleistung im Zeitabschnitt t_n	[W]
$S_{.., ..\%ED}$	Betriebsart und relative Einschaltdauer ED in %, ersatzweise kann auch das genaue Belastungsspiel angegeben werden	
$t_1 \dots t_n$	Zeitabschnitt 1 bis n	[s]
t_z	Zykluszeit	[s]
T_{Amb}	Umgebungstemperatur	[°C]
U_{sys}	Systemspannung, Spannung des speisenden Umrichters	[V]
U_{Br}	Betriebsspannung der Bremse	[V]
x	Abstand des Querkraftangriffs vom Wellenbund	[mm]
F_{Rmax}	Errechnete Hilfsgröße	
F_{Rkub}	Errechnete Hilfsgröße	



Ermittlung der Applikationsdaten

Zur Auslegung des Antriebs werden die Daten der anzutreibenden Maschine (Masse, Drehzahl, Stellbereich usw.) benötigt.

Mit diesen Daten werden die erforderliche Leistung, das Drehmoment und die Drehzahl bestimmt. Hilfestellung gibt die SEW-Druckschrift "Praxis der Antriebstechnik / Antriebe projektieren" oder das SEW-Projektierungs-Tool SEW-Workbench.

Wahl des korrekten Antriebs

Mit der berechneten Leistung und Drehzahl des Antriebs unter Berücksichtigung der mechanischen Forderungen lässt sich der passende Antrieb festlegen.

Benötigte Motordaten

Da die Abmessungen von Servomotoren nicht genormt sind, müssen für die Auswahl des entsprechenden Adapters folgende Motordaten bekannt sein:

- Wellendurchmesser und -länge
- Flanschmaße (Kantenlänge, Durchmesser, Zentrierrand und Lochkreis)
- maximales Drehmoment

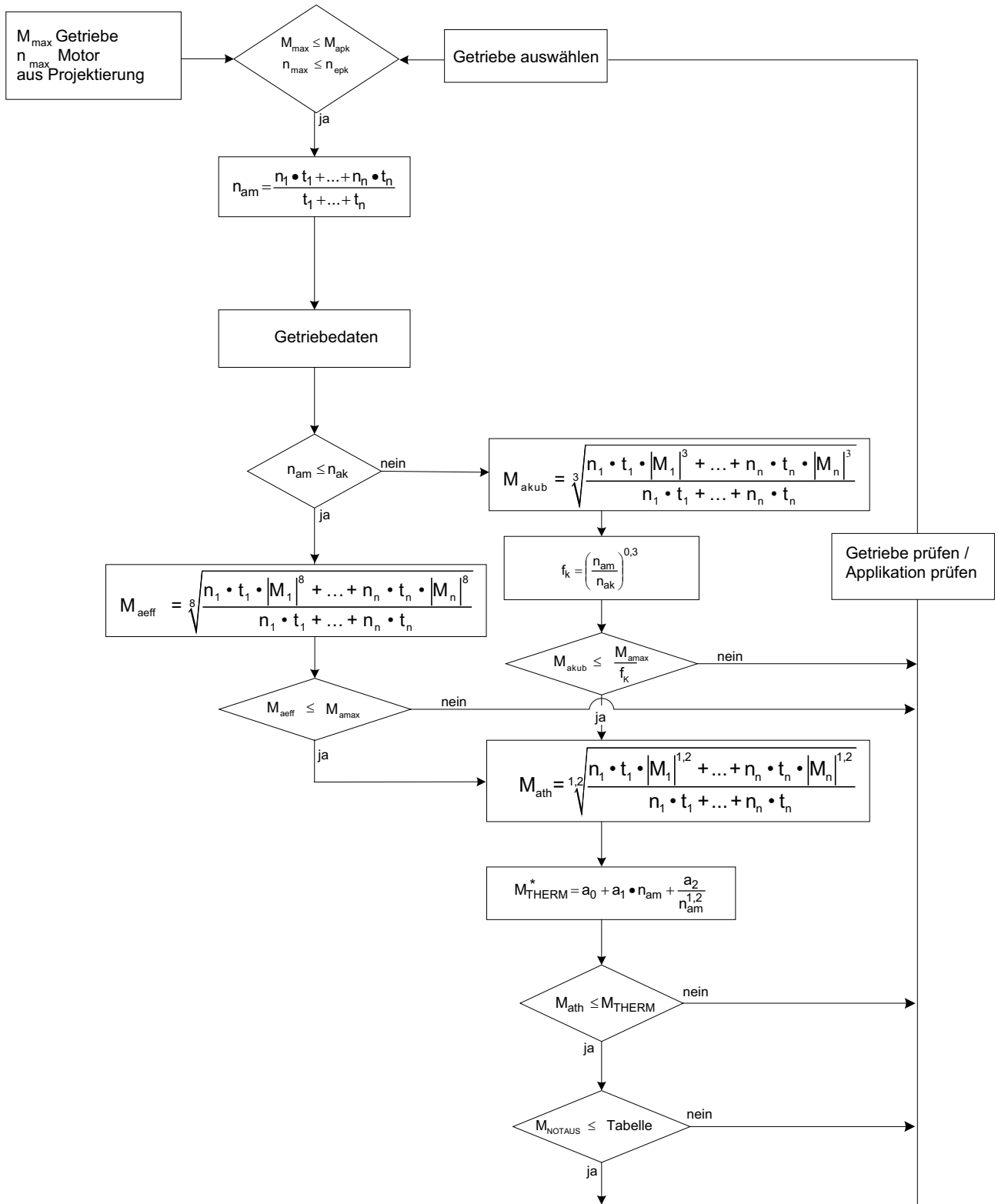
Bei Fragen zu Auswahl und Projektierung helfen wir Ihnen gerne.

4.2 Projektierungsablauf

Die folgenden Ablaufdiagramme zeigen schematisch die Vorgehensweise bei der Projektierung eines Servogetriebes.



Projektierungsablauf Teil 1, Servogetriebe

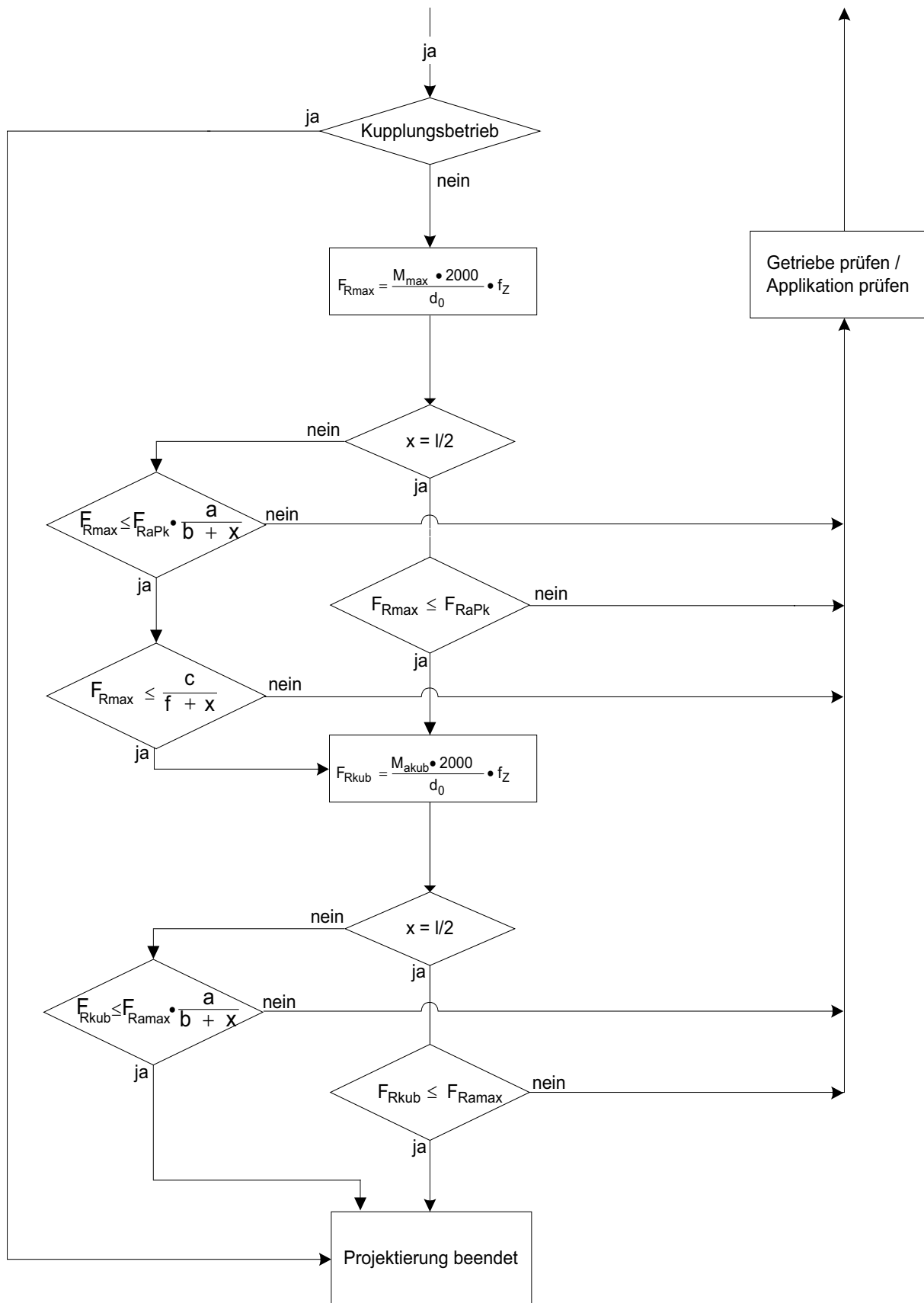


62893ade

* Für eine thermische Projektierung von R-, F-, K-, S-, W-Getrieben halten Sie bitte Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.



Projektierungsablauf Teil 2, Servogetriebe



62783ade



4.3 Projektierungshinweise – R-, F-, K-, S-, W-Getriebe

Wirkungsgrad der Getriebe

Allgemein

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. Besonders ausgeprägt ist dies bei Schnecken- und SPIROPLAN[®]-Winkelgetrieben.

R-, F-, K-Getriebe

Bei Stirnrad-, Flach- und Kegelradgetrieben liegt der Wirkungsgrad je nach Anzahl der Verzahnungsstufen bei bis zu 96% (3-stufig), 97% (2-stufig) und 98% (1-stufig).

S- und W-Getriebe

Die Verzahnungen der Schnecken- und SPIROPLAN[®]-Getriebe verursachen einen hohen Gleitreibungsanteil. Aus diesem Grund haben diese Getriebe höhere Verzahnungsverluste und somit niedrigere Wirkungsgrade als die R-, F- oder K-Getriebe.

Dies ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Übersetzung der Schnecken- oder SPIROPLAN[®]-Stufe
- Eintriebsdrehzahl
- Getriebetemperatur

Die Schneckengetriebe von SEW-EURODRIVE sind Stirnrad-Schnecken-Kombinationen und haben deshalb einen deutlich besseren Wirkungsgrad als reine Schneckengetriebe.

Bei sehr großen Übersetzungen der Schneckenstufe kann der Wirkungsgrad $\eta < 0,5$ werden.

Die SPIROPLAN[®]-Getriebe W37 / W47 von SEW-EURODRIVE haben einen Wirkungsgrad von über 90 %, der auch bei großen Übersetzungen nur geringfügig abfällt.

Selbsthemmung

Bei rücktreibenden Drehmomenten an Schnecken- oder SPIROPLAN[®]-Getrieben gilt der Wirkungsgrad $\eta' = 2 - 1/\eta$, also deutlich ungünstiger als der Vorwärtswirkungsgrad η . Wenn der Vorwärtswirkungsgrad $\eta \leq 0,5$ ist, ist das Schnecken- oder SPIROPLAN[®]-Getriebe selbsthemmend. Die SPIROPLAN[®]-Getriebe sind zum Teil auch dynamisch selbsthemmend. Wenn die Bremswirkung der Selbsthemmung technisch genutzt werden soll, bitten wir um Rückfrage bei SEW-EURODRIVE.

	HINWEIS
	Beachten Sie, dass bei Hubwerken die selbsthemmende Wirkung der Schneckengetriebe und SPIROPLAN [®] -Getriebe als alleinige Sicherheitseinrichtung nicht zulässig ist.



Einlaufphase

Bei neuen Schnecken- und SPIROPLAN®-Getrieben sind die Zahnflanken noch nicht vollständig geglättet. Deshalb ist während der Einlaufphase der Reibungswinkel größer und somit der Wirkungsgrad niedriger als im späteren Betrieb. Dieser Effekt verstärkt sich mit größer werdender Übersetzung. Folgende Werte müssen während der Einlaufphase von dem in der Liste angegebenen Wirkungsgrad abgezogen werden:

	Schnecke	
	i-Bereich	η-Reduzierung
1-gängig	ca. 50 ... 280	ca. 12 %
2-gängig	ca. 20 ... 75	ca. 6 %
3-gängig	ca. 20 ... 90	ca. 3 %
5-gängig	ca. 6 ... 25	ca. 3 %
6-gängig	ca. 7 ... 25	ca. 2 %

4

i-Bereich	SPIROPLAN® W..
	η-Reduzierung
ca. 30 ... 75	ca. 8 %
ca. 10 ... 30	ca. 5 %
ca. 3 ... 10	ca. 3 %

Die Einlaufphase dauert üblicherweise 48 Stunden. Die Schnecken- und SPIROPLAN®-Getriebe erreichen die in der Liste angegebenen Nennwirkungsgrade, wenn:

- das Getriebe vollständig eingelaufen ist,
- das Getriebe die Nenntemperatur erreicht hat,
- der vorgeschriebene Getriebeschmierstoff eingefüllt ist und
- das Getriebe im Nennlastbereich arbeitet.

Planschverluste

Bei bestimmten Getrieberaumlagen (→ Kap. "Raumlagen der Getriebe") taucht die erste Stufe voll in den Schmierstoff ein. Bei größeren Getrieben und hoher Umfangsgeschwindigkeit der eintreibenden Stufe entstehen Planschverluste, die nicht vernachlässigt werden dürfen. Bitte halten Sie Rücksprache mit SEW-EURODRIVE, wenn Sie solche Getriebe einsetzen wollen.

Um die Planschverluste gering zu halten, verwenden Sie die Getriebe in Raumlage M1.



Quer- und Axialkräfte

Querkraft ermitteln Bei der Ermittlung der entstehenden Querkraft muss berücksichtigt werden, welches Übertragungselement an das Wellenende angebaut wird. Für verschiedene Übertragungselemente müssen folgende Zuschlagsfaktoren f_z berücksichtigt werden.

Übertragungselement	Zuschlagsfaktor f_z	Bemerkungen
Zahnräder	1.15	< 17 Zähne
Kettenräder	1.40	< 13 Zähne
Kettenräder	1.25	< 20 Zähne
Schmalkeilriemen-Scheiben	1.75	Einfluss der Vorspannkraft
Flachriemenscheiben	2.50	Einfluss der Vorspannkraft
Zahnriemenscheiben	2.00 - 2.50	Einfluss der Vorspannkraft
Ritzel-Zahnstange, vorgespannt	2.00	Einfluss der Vorspannkraft

Zulässige Querkraft

Die zulässigen Querkräfte werden anhand der Wälzlagerberechnung der nominellen Lebensdauer L_{10h} (gemäß ISO 281) ermittelt.

Für besondere Betriebsbedingungen ist auf Anfrage die Ermittlung der zulässigen Querkräfte anhand der modifizierten Lebensdauer möglich.

	HINWEIS
	Die Angaben beziehen sich auf Kraftangriff in der Mitte des Wellenendes (bei Winkelgetrieben auf A-seitigen Abtrieb gesehen). Bezüglich Kraftangriffswinkel α und Drehrichtung werden die ungünstigsten Bedingungen vorausgesetzt.

	HINWEIS
	Reduzierung der Querkraft. <ul style="list-style-type: none"> Bei K- und S-Getrieben in den Raumlagen M1 und M3 mit stirnseitiger Wandbefestigung sind nur 50% von $F_{R_{max}}$ und $F_{R_{apk}}$ gemäß den Auswahltabellen zulässig. Kegelrad-Getriebemotoren K167 und K187 in den Raumlagen M1 bis M4: Bei Getriebebefestigungen abweichend von der Darstellung in den Raumlagen-Blättern sind maximal 50% der in den Auswahltabellen angegebenen Querkraft $F_{R_{max}}$ zulässig. Stirnrad-Getriebemotoren in Fuß- und Flanschausführung (R..F): Bei Drehmoment-Übertragung über die Flanschbefestigung sind maximal 50% der in den Auswahltabellen angegebenen Querkraft $F_{R_{max}}$ zulässig.

Höhere zulässige Querkräfte

Die genaue Berücksichtigung des Kraftangriffswinkels α und der Drehrichtung kann eine höhere Querkraftbelastung ermöglichen, als in den Auswahltabellen angegeben.

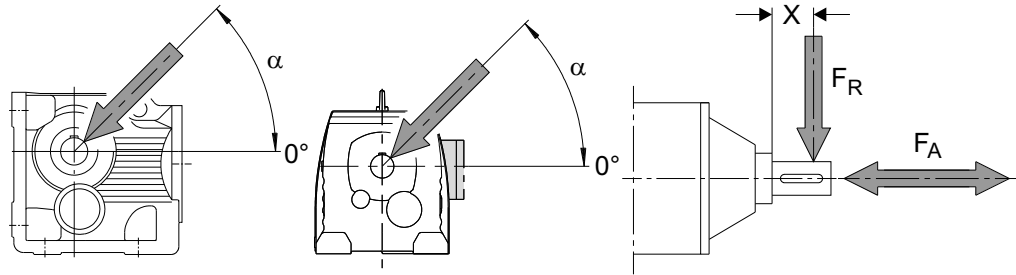
Außerdem können durch den Einbau von verstärkten Lagern, vor allem bei R-, F- und K-Getrieben, höhere Belastungen der Abtriebswelle zugelassen werden.

Bitte halten Sie in diesem Fall Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.



Definition des Kraftangriffs

Der Kraftangriff wird gemäß dem folgenden Bild definiert:



63214axx

Bild 2: Definition des Kraftangriffs

Zulässige Axialkräfte

Wenn keine Querkraftbelastung vorliegt, ist als Axialkraft F_A (Zug oder Druck) 50% der Querkraft gemäß Auswahltabellen zulässig. Dies gilt für folgende Getriebemotoren:

- Stirnrad-Getriebemotoren mit Ausnahme von R..137... bis R..167...
- Flach- und Kegelrad-Getriebemotoren mit Vollwelle mit Ausnahme von F97...
- Schneckengetriebemotoren mit Vollwelle



HINWEIS

Bitte halten Sie Rücksprache mit SEW-EURODRIVE bei allen anderen Getriebeausführungen und wenn wesentlich stärkere Axialkräfte oder kombinierte Belastungen aus Querkraft und Axialkraft auftreten.

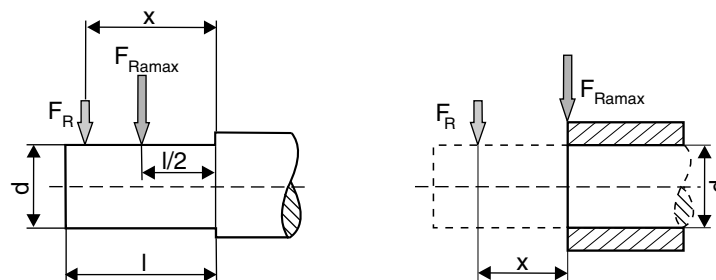
**Abtriebsseitig:
 Querkraftumrechnung bei außermittigem Kraftangriff**

Die in den Datentabellen angegebenen zulässigen Querkräfte F_{Rmax} und F_{Rapk} gelten bei Kraftangriff an $l/2$ (Vollwelle) oder bei Kraftangriff am Wellenspiegel (Hohlwelle).

Bei abweichendem Abstand des Kraftangriffspunkts zum Getriebe müssen die zulässigen Querkräfte gemäß Projektierungsablauf Seite 44 neu bestimmt werden. Dabei müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

$$F_R \leq F_{Rmax} \cdot \frac{a}{b+x} [N] \qquad F_R \leq \frac{c}{f+x} [N]$$

- F_{Rmax} = zulässige Querkraft [N]
- x = Abstand vom Wellenbund bis zum Kraftangriff in [mm]
- a, b, f = Getriebekonstanten zur Querkraftumrechnung [mm]
- c = Getriebekonstante zur Querkraftumrechnung [Nmm]



63215axx

Bild 3: Querkraft F_R mit vergrößertem Abstand x zum Getriebe



Projektierungshinweise für Servogetriebe

Projektierungshinweise – R-, F-, K-, S-, W-Getriebe

Getriebekonstanten zur Querkraftumrechnung

Getriebetyp	a [mm]	b [mm]	c [Nmm]	f [mm]	d [mm]	l [mm]
RX57	43.5	23.5	1.51×10^5	34.2	20	40
RX67	52.5	27.5	2.42×10^5	39.7	25	50
RX77	60.5	30.5	1.95×10^5	0	30	60
RX87	73.5	33.5	7.69×10^5	48.9	40	80
RX97	86.5	36.5	1.43×10^6	53.9	50	100
RX107	102.5	42.5	2.47×10^6	62.3	60	120
R07	72.0	52.0	4.67×10^4	11	20	40
R17	88.5	68.5	6.527×10^4	17	20	40
R27	106.5	81.5	1.56×10^5	11.8	25	50
R37	118	93	1.24×10^5	0	25	50
R47	137	107	2.44×10^5	15	30	60
R57	147.5	112.5	3.77×10^5	18	35	70
R67	168.5	133.5	2.65×10^5	0	35	70
R77	173.7	133.7	3.97×10^5	0	40	80
R87	216.7	166.7	8.47×10^5	0	50	100
R97	255.5	195.5	1.06×10^6	0	60	120
R107	285.5	215.5	2.06×10^6	0	70	140
R137	343.5	258.5	4.58×10^6	0	90	170
R147	402	297	8.65×10^6	33	110	210
R167	450	345	1.26×10^7	0	120	210
F27	109.5	84.5	1.13×10^5	0	25	50
F37	123.5	98.5	1.07×10^5	0	25	50
F47	153.5	123.5	1.40×10^5	0	30	60
F57	170.7	135.7	2.70×10^5	0	35	70
F67	181.3	141.3	4.12×10^5	0	40	80
F77	215.8	165.8	7.87×10^5	0	50	100
F87	263	203	1.06×10^6	0	60	120
F97	350	280	2.09×10^6	0	70	140
F107	373.5	288.5	4.23×10^6	0	90	170
F127	442.5	337.5	9.45×10^6	0	110	210
F157	512	407	1.05×10^7	0	120	210
K37	123.5	98.5	1.30×10^5	0	25	50
K47	153.5	123.5	1.40×10^5	0	30	60
K57	169.7	134.7	2.70×10^5	0	35	70
K67	181.3	141.3	4.12×10^5	0	40	80
K77	215.8	165.8	7.69×10^5	0	50	100
K87	252	192	1.64×10^6	0	60	120
K97	319	249	2.80×10^6	0	70	140
K107	373.5	288.5	5.53×10^6	0	90	170
K127	443.5	338.5	8.31×10^6	0	110	210
K157	509	404	1.18×10^7	0	120	210
K167	621.5	496.5	1.88×10^7	0	160	250
K187	720.5	560.5	3.04×10^7	0	190	320
W10	84.8	64.8	3.6×10^4	0	16	40
W20	98.5	78.5	4.4×10^4	0	20	40
W30	109.5	89.5	6.0×10^4	0	20	40
W37	121.1	101.1	6.95×10^4	0	20	40
W47	145.5	115.5	4.26×10^5	35.6	30	60
S37	118.5	98.5	6.0×10^4	0	20	40
S47	130	105	1.33×10^5	0	25	50
S57	150	120	2.14×10^5	0	30	60
S67	184	149	3.04×10^5	0	35	70
S77	224	179	5.26×10^5	0	45	90
S87	281.5	221.5	1.68×10^6	0	60	120
S97	326.3	256.3	2.54×10^6	0	70	140

Die Werte für die nicht aufgeführten Ausführungen erhalten Sie auf Anfrage.




4.4 Projektierungshinweise – BS.F-, PS.F-, PS.C-Getriebe


Wirkungsgrad der Getriebe

Allgemein 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.

BS.F-Getriebe Beim BS.F-Getriebe liegt der Wirkungsgrad bei bis zu 94% (2-stufig).

PS.F-, PS.C-Getriebe Bei den Planetengetrieben liegt der Wirkungsgrad je nach Anzahl der Verzahnungsstufen bei bis zu 98% (2-stufig) und 99% (1-stufig).

	HINWEIS
	Bei PS.F-Getrieben mit der Verdrehspieloption "M", die in der Betriebsart S1 betrieben werden, halten Sie bitte Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.

	HINWEIS
	Bei Servogetrieben darf bei der Montage von An- und Abtriebselementen der Wellenbund als Anschlag für Übertragungselemente (Riemenscheibe, Zahnritzel usw.) verwendet werden .


Quer- und Axialkräfte

Querkraft ermitteln

Bei der Ermittlung der entstehenden Querkraft muss berücksichtigt werden, welches Übertragungselement an das Wellenende angebaut wird. Für verschiedene Übertragungselemente müssen Zuschlagsfaktoren f_z nach folgender Formel berücksichtigt werden:

$$f_z = f_{z1} \times f_{z2}$$

Übertragungselement	Zuschlagsfaktor f_{z1}	Bemerkungen
Zahnräder	1.15	< 17 Zähne
Kettenräder	1.40	< 13 Zähne
Kettenräder	1.25	< 20 Zähne
Schmalkeilriemen-Scheiben	1.75	Einfluss der Vorspannkraft
Flachriemenscheiben	2.50	Einfluss der Vorspannkraft
Zahnriemenscheiben	2.00 - 2.50	Einfluss der Vorspannkraft
Ritzel-Zahnstange, vorgespannt	2.00	Einfluss der Vorspannkraft

	HINWEIS
	Der Faktor f_{z2} gilt nur für schrägverzahnte Abtriebselemente.



Schrägverzahnte Abtriebsselemente		
Getriebe	Schrägungswinkel $\beta^{1\ 2}$	f_{z2}
BS.F502-802 PS.F621-922, PSBF321-521 PS.C221 - PS.C622	$\leq 11^\circ$	1.00
	20°	1.20

- 1 Bei $11^\circ < \beta < 20^\circ$ ist f_z linear zu interpolieren.
- 2 Bei Schrägungswinkel $> 20^\circ$ bitte halten Sie Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.

Zulässige Querkraft

Die zulässigen Querkräfte werden unter Berücksichtigung der Wälzlagerberechnung der nominellen Lagerlebensdauer L_{H10} (gemäß ISO 281) ermittelt.

Für besondere Betriebsbedingungen ist auf Anfrage die Ermittlung der zulässigen Querkräfte anhand der modifizierten Lagerlebensdauer möglich.

	<p>HINWEIS</p> <p>Die Angaben beziehen sich auf Kraftangriff in der Mitte des Wellenendes (bei Winkelgetrieben auf A-seitigen Abtrieb gesehen). Bezüglich Kraftangriffswinkel α und Drehrichtung werden die ungünstigsten Bedingungen vorausgesetzt.</p>
	<p>HINWEIS</p> <p>Reduzierung der Querkraft.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei BS.F-Getrieben in den Raumlagen M1 und M3 mit stirnseitiger Wandbefestigung sind nur 50% von $F_{R\max}$ und $F_{R\text{apk}}$ gemäß den Auswahltabellen zulässig.

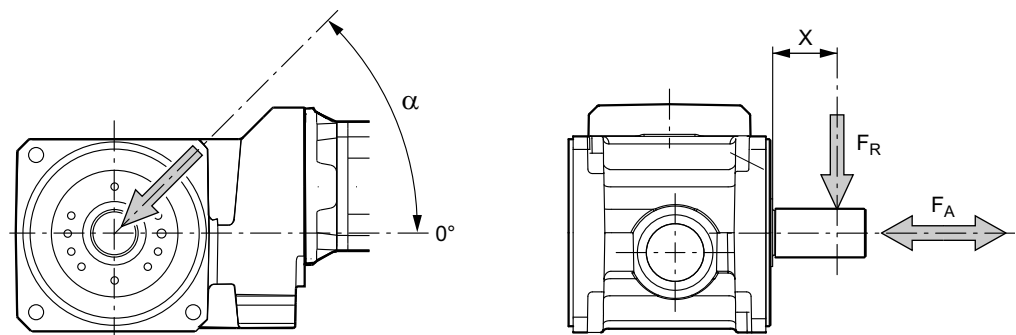
Höhere zulässige Querkräfte

Die genaue Berücksichtigung des Kraftangriffswinkels α und der Drehrichtung kann eine höhere Querkraftbelastung ermöglichen, als in den Auswahltabellen angegeben.

Bitte halten Sie in diesem Fall Rücksprache mit SEW-EURODRIVE.

Definition des Kraftangriffs

Der Kraftangriff wird gemäß dem folgenden Bild definiert:



63232axx

Bild 4: Definition des Kraftangriffs

Zulässige Axialkräfte

Wenn keine Querkraftbelastung vorliegt, ist als Axialkraft F_A (Zug oder Druck) 50% der Querkraft gemäß Auswahltabellen zulässig.



*Abtriebsseitig:
 Querkraftumrechnung bei außermittigem Kraftangriff*

Die in den Datentabellen angegebenen zulässigen Querkräfte F_{Rmax} und F_{Rapk} gelten bei Kraftangriff an $l/2$ (Vollwelle) oder bei Kraftangriff am Wellenspiegel (Hohlwelle, Flanschblock).

Bei abweichendem Abstand des Kraftangriffspunkts zum Getriebe müssen die zulässigen Querkräfte gemäß Projektierungsablauf Seite 44 neu bestimmt werden. Dabei müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

$$F_R \leq F_{Rmax} \cdot \frac{a}{b+x} [N] \qquad F_R \leq \frac{c}{f+x} [N]$$

- F_{Rmax} = zulässige Querkraft [N]
- x = Abstand vom Wellenbund bis zum Kraftangriff in [mm]
- a, b, f = Getriebekonstanten zur Querkraftumrechnung [mm]
- c = Getriebekonstante zur Querkraftumrechnung [Nmm]

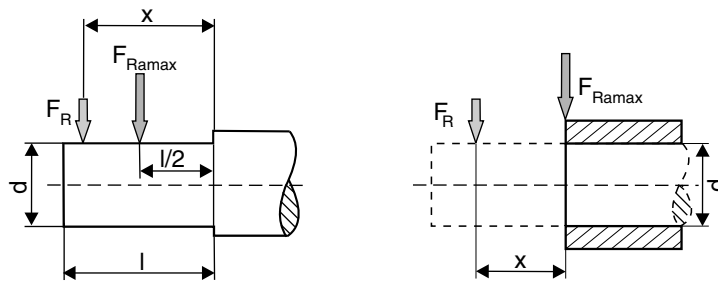


Bild 5: Querkraft F_R mit vergrößertem Abstand x zum Getriebe

63215axx

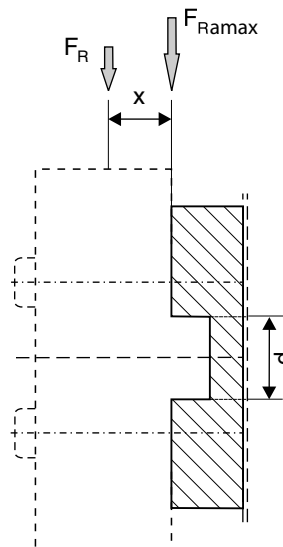


Bild 6: Querkraft F_R mit vergrößertem Abstand x zum Getriebe

63102axx



Getriebekonstanten zur Querkraftumrechnung

Getriebe	a [mm]	b [mm]	c [Nmm]	f [mm]	d [mm]	l [mm]
BSF / BSKF202	113.1	95.6	7.35×10^4	0	20	35
BSHF / BSAF202	116.6	116.6	--	--	--	--
BSBF202	101.5	101.5	--	--	--	--
BSF / BSKF302	122.6	104.6	8.61×10^4	0	22	36
BSHF / BSAF302	126.6	126.6	--	--	--	--
BSBF302	111.0	111.0	--	--	--	--
BSF / BSKF402	152.2	123.2	2.56×10^5	0	32	58
BSHF / BSAF402	143.7	143.7	--	--	--	--
BSBF402	132.0	132.0	--	--	--	--
BSF / BSKF502	175.4	134.4	4.92×10^5	0	40	82
BSHF / BSAF502	162.4	162.4	--	--	--	--
BSBF502	145.3	145.3	--	--	--	--
BSF / BSKF602	195.9	154.9	9.84×10^5	0	55	82
BSHF / BSAF602	189.9	189.9	--	--	--	--
BSBF602	170.8	170.8	--	--	--	--
BSF / BSKF802	242.7	190.2	1.89×10^6	0	75	105
BSHF / BSAF802	243.2	243.2	--	--	--	--
BSBF802	206.0	206.0	--	--	--	--

Getriebe	a [mm]	b [mm]	c [Nmm]	f [mm]	d [mm]	l [mm]
PSF / PSKF121/122	47.6	36.6	2.08×10^4	0	14	22
PSF / PSKF221/222	53.6	39.6	2.41×10^4	0	16	28
PSBF221/222	64.1	64.1	--	--	--	--
PSF / PSKF321/322	65.0	47.0	7.97×10^4	0	22	36
PSBF321/322	72.5	72.5	--	--	--	--
PSF / PSKF521/522	83.1	54.1	2.52×10^5	0	32	58
PSBF521/522	87.5	87.5	--	--	--	--
PSF / PSKF621/622	113.6	72.3	5.48×10^5	0	40	82
PSBF621/622	105.0	105.0	--	--	--	--
PSF / PSKF721/722	126.6	85.6	1.42×10^6	0	55	82
PSBF721/722	138.5	138.5	--	--	--	--
PSF / PSKF821/822	153.2	100.7	3.21×10^6	0	75	105
PSBF821/822	156.0	156.0	--	--	--	--
PSF / PSKF921/922	170.7	105.7	5.30×10^6	0	85	130

Getriebe	a [mm]	b [mm]	c [Nmm]	f [mm]	d [mm]	l [mm]
PS.C221/222	57	43	3.41×10^4	0	16	28
PS.C321/322	63.5	45.5	7.55×10^4	0	22	36
PS.C521/522	95.5	66.5	2.13×10^5	0	32	58
PS.C621/622	107.5	66.5	3.68×10^5	0	40	82

Die Werte für die nicht aufgeführten Ausführungen erhalten Sie auf Anfrage.



4.5 Projektierungsbeispiel: Portal mit Servoantrieben

Auslegung der X-Achse (Fahrachse)

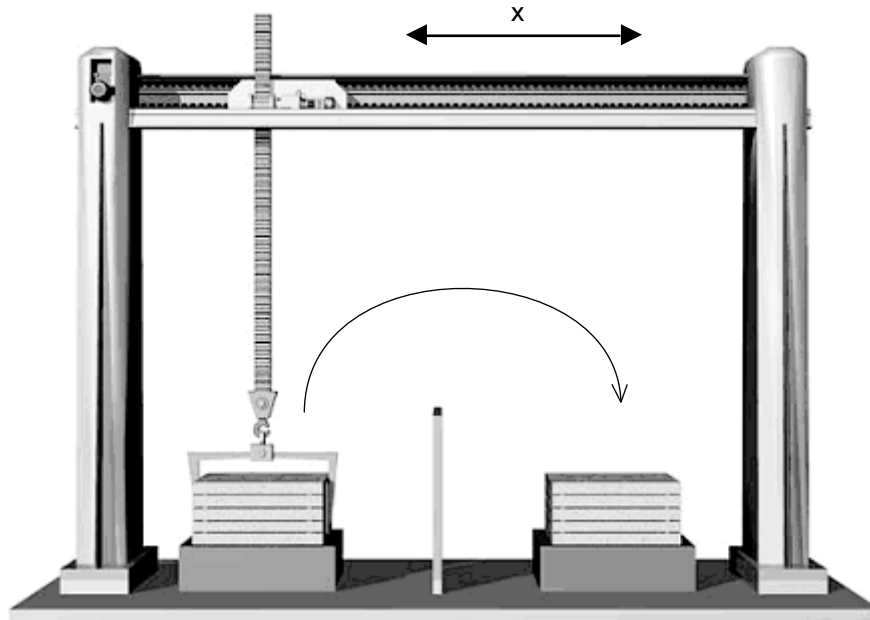


Bild 7: Projektierungsbeispiel: Portal mit Servoantrieben - Fahrachse

64655axx

Folgende Daten sind gegeben:

- Summe der bewegten Massen: $m_L = 50 \text{ kg}$
- Durchmesser der Riemenscheibe: $d_0 = 75 \text{ mm}$
- Reibkoeffizient der Achse: $\mu = 0,01$
- Verfahrgeschwindigkeit: $v_{\max} = 2 \text{ m/s}$
- Maximal auftretende Beschleunigung/Verzögerung: $a_{\max} = 10 \text{ m/s}^2$
- Taktzeit: $t_z = 3 \text{ s}$
- Pausenzeit: $t_p = 1,8 \text{ s}$
- Lastwirkungsgrad: $\eta_L = 0,9$
- Bauform des Getriebes: IM = M1

Für den Antrieb ist ein PS.C-Getriebe mit einem ECH-Adapter vorgesehen.

Die Querkraftbelastung erfolgt auf Wellenmitte.

Die Kraftübertragung erfolgt über Riemen und Riemenscheibe.



Fahrabschnitte

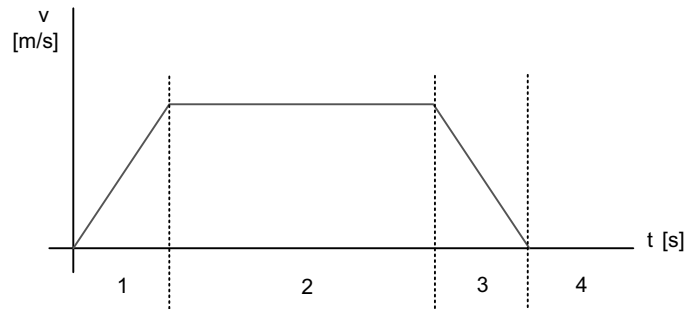


Bild 8: Fahrabschnitte 1 - 4

61222axx

Beschleunigungszeit in Fahrabschnitt 1, Verzögerungszeit in Fahrabschnitt 3

$$t_1 = t_3 = \frac{v_{max}}{a_{max}} = \frac{2 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2} = 0.2 \text{ s}$$

Fahrzeit Konstantfahrt in Fahrabschnitt 2

$$\begin{aligned} t_2 &= t_z - t_p - t_1 - t_3 \\ t_2 &= 3 \text{ s} - 1.8 \text{ s} - 0.2 \text{ s} - 0.2 \text{ s} \\ t_2 &= 0.8 \text{ s} \end{aligned}$$

M_{stat} für alle Fahrabschnitte

$$\begin{aligned} M_{stat} &= \frac{(m \cdot g \cdot \mu) \cdot \frac{d_0}{2}}{\eta_L} \\ M_{stat} &= \frac{50 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.01 \cdot \frac{0.075 \text{ m}}{2}}{0.9} \\ M_{stat} &= 0.2043 \text{ Nm} \end{aligned}$$

M_{dyn} während der Beschleunigung in Fahrabschnitt 1

$$\begin{aligned} M_{dyn} &= \frac{(m \cdot a) \cdot \frac{d_0}{2}}{\eta_L} \\ M_{dyn} &= \frac{50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{0.075 \text{ m}}{2}}{0.9} \\ M_{dyn} &= 20.83 \text{ Nm} \end{aligned}$$



M_{dyn} während der Verzögerung in Fahrabschnitt 3

$$M_{dyn} = m \cdot a \cdot \frac{d_0}{2} \cdot \eta_L$$

$$M_{dyn} = 50kg \cdot (-10 \frac{m}{s^2}) \cdot \frac{0.075m}{2} \cdot 0.9$$

$$M_{dyn} = -16.875Nm$$

M_{max} während der Beschleunigung in Fahrabschnitt 1

$$M_{max} = M_{stat} + M_{dyn1}$$

$$M_{max} = 0.2043Nm + 20.8333Nm$$

$$M_{max} = 21.04Nm$$

M_{max} während der Verzögerung in Fahrabschnitt 3

$$M_{max} = M_{stat} + M_{dyn3}$$

$$M_{max} = 0.2043Nm + (-16.87Nm)$$

$$M_{max} = -16.6657Nm$$

Abtriebsdrehzahl

$$n_{a\max} = \frac{v_{\max}}{d_0 \cdot \pi} \cdot 60$$

$$n_{a\max} = \frac{2 \frac{m}{s}}{0.075m \cdot \pi} \cdot 60$$

$$n_{a\max} = 506.295 \frac{1}{\min}$$

Übersetzung einschließlich 10 % Motordrehzahlreserve

Bei $n_N = 4500$ 1/min handelt es sich um eine Annahme.

$$i = \frac{n_N \cdot 0.9}{n_{a\max}}$$

$$i = \frac{4500 \frac{1}{\min} \cdot 0.9}{509.295 \frac{1}{\min}}$$

$$i = 7.95$$

Gewählt wird die Übersetzung $i = 7$.



Maximale Antriebsdrehzahl

$$n_{\max} = n_{a\max} \cdot i$$

$$n_{\max} = 509.295 \frac{1}{\min} \cdot 7$$

$$n_{\max} = 3565.065 \frac{1}{\min}$$


Projektierung Servogetriebe


Die Projektierung erfolgt gemäß Projektierungsablauf Seite 44 ff.

Auswahlbedingungen:

$$M_{\max} \leq M_{\text{apk}}$$

$$n_{\max} \leq n_{\text{epk}}$$

ECH / EPH		i	n _{epk} [1/min]	η [%]	M1;M3;M5-6			M2			M4			φ [°]
					a ₀	a ₁	a ₂	a ₀	a ₁	a ₂	a ₀	a ₁	a ₂	
PSC221  1	3	7000	98	104.00	-0.073	0	111.00	-0.084	0	114.00	-0.089	0	10	
	5	7000	98	153.00	-0.121	0	159.00	-0.130	0	164.00	-0.139	0	10	
	7	7000	98	170.00	-0.152	0	175.00	-0.160	0	180.00	-0.170	0	10	
	10	7000	98	172.00	-0.182	0	175.00	-0.188	0	179.00	-0.198	0	10	

ECH02		i	M _{amax} [Nm]	M _{apk} [Nm]	M _{aNotaus} [Nm]	n _{ak} [1/min]	J _G 10 ⁻⁴ [kgm ²]	c _T PSC [Nm/°]	F _{Ramax} PSC [N]	F _{Rapk} PSC [N]
PSC221  1	3									
	5	34	42	63	720	0.27	3.42	1390	2000	
	7	32	39	59	800	0.24	3.41	1550	2000	
	10	30	37	56	700	0.22	3.0	1750	2000	

Auswahlbedingung:

$$M_{\max} \leq M_{\text{apk}}$$

$$21.04 Nm \leq 39 Nm$$

$$n_{\max} \leq n_{\text{epk}}$$

$$3565 \frac{1}{\min} \leq 7000 \frac{1}{\min}$$

Bedingung ist erfüllt.



Mittlere Abtriebsdrehzahl

$$n_{am} = \frac{n_1 \cdot t_1 + \dots + n_n \cdot t_n}{t_1 + \dots + t_n}$$

$$n_{am} = \frac{\frac{509.295 \frac{1}{\text{min}}}{2} \cdot 0.2s + 509.295 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0.8s + \frac{509.295 \frac{1}{\text{min}}}{2} \cdot 0.2s}{0.2s + 0.8s + 0.2s + 1.8s}$$

$$n_{am} = 169.765 \frac{1}{\text{min}}$$

Auswahlbedingung:

$$n_{am} \leq n_{ak}$$

ECH02	i	M _{amax} [Nm]	M _{apk} [Nm]	M _{aNotaus} [Nm]	n _{ak} [1/min]	J _G 10 ⁻⁴ [kgm ²]	c _T PSC [Nm/']	F _{Ramax} PSC [N]	F _{Rapk} PSC [N]
PSC221 1	3	29	40	60	1500	0.38	3.11	1170	2000
	5	34	42	63	720	0.27	3.42	1390	2000
	7	32	39	59	800	0.24	3.41	1550	2000
	10	30	37	56	700	0.22	3.0	1750	2000

$$169.765 \frac{1}{\text{min}} \leq 800 \frac{1}{\text{min}}$$

Bedingung ist erfüllt.

Effektivdrehmoment Servogetriebe

$$M_{aeff} = \sqrt[8]{\frac{n_1 \cdot t_1 \cdot |M_1|^8 + \dots + n_n \cdot t_n \cdot |M_n|^8}{n_1 \cdot t_1 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

$$M_{aeff} = \sqrt[8]{\frac{\frac{509.295 \frac{1}{\text{min}}}{2} \cdot 0.2s \cdot |21.04Nm|^8 + 509.295 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0.8s \cdot |0.2043Nm|^8 + \frac{506.295 \frac{1}{\text{min}}}{2} \cdot 0.2s \cdot |-16.67Nm|^8}{0.2s \cdot 254.64 \frac{1}{\text{min}} + 0.8s \cdot 509.295 \frac{1}{\text{min}} + 0.2s \cdot 254.64 \frac{1}{\text{min}}}}$$

$$M_{aeff} = 16.065Nm$$

Auswahlbedingung:

$$M_{aeff} \leq M_{amax}$$

ECH02	i	M _{amax} [Nm]	M _{apk} [Nm]	M _{aNotaus} [Nm]	n _{ak} [1/min]	J _G 10 ⁻⁴ [kgm ²]	c _T PSC [Nm/']	F _{Ramax} PSC [N]	F _{Rapk} PSC [N]
PSC221 1	3	29	40	60	1500	0.38	3.11	1170	2000
	5	34	42	63	720	0.27	3.42	1390	2000
	7	32	39	59	800	0.24	3.41	1550	2000
	10	30	37	56	700	0.22	3.0	1750	2000



$$16.065 Nm \leq 32 Nm$$

Bedingung ist erfüllt.


Thermisches Moment des Servogetriebes

$$M_{ath} = \sqrt[1.2]{\frac{n_1 \cdot t_1 \cdot |M_1|^{1.2} + \dots + n_n \cdot t_n \cdot |M_n|^{1.2}}{n_1 \cdot t_1 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

$$M_{ath} = \sqrt[1.2]{\frac{509.295 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0.2s \cdot |21.04 Nm|^{1.2} + 509.295 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0.8s \cdot |0.2043 Nm|^{1.2} + \frac{509.29}{2} \frac{1}{\text{min}} \cdot 0.2s \cdot |-16.67 Nm|^{1.2}}{0.2s \cdot 254.64 \frac{1}{\text{min}} + 0.8s \cdot 509.295 \frac{1}{\text{min}} + 0.2s \cdot 254.64 \frac{1}{\text{min}}}}$$

$$M_{ath} = 5.009 Nm$$

Thermische Faktoren für Bauform M1:

ECH / EPH	i	n _{epk} [1/min]	η [%]	M1;M3;M5-6			M2			M4			φ [°]
				a ₀	a ₁	a ₂	a ₀	a ₁	a ₂	a ₀	a ₁	a ₂	
PSC221  1	3	7000	98	104.00	-0.073	0	111.00	-0.084	0	114.00	-0.089	0	10
	5	7000	98	153.00	-0.121	0	159.00	-0.130	0	164.00	-0.139	0	10
	7	7000	98	170.00	-0.152	0	175.00	-0.160	0	180.00	-0.170	0	10
	10	7000	98	172.00	-0.182	0	175.00	-0.188	0	179.00	-0.198	0	10

$$M_{Therm} = a_0 + a_1 \cdot n_{am} + \frac{a_2}{n_{am}^{1.2}}$$

$$M_{Therm} = 172 + (-0.182 \cdot 169.765 \frac{1}{\text{min}}) + \frac{0}{169.765^{1.2}}$$

$$M_{Therm} = 141.102 Nm$$

Auswahlbedingung:

$$M_{ath} \leq M_{Therm}$$

$$5.009 Nm \leq 141.102 Nm$$

Bedingung ist erfüllt.

Querkraftberechnung

Zuschlagsfaktoren für die Querkräfte bei unterschiedlichen Übertragungselementen an der Abtriebswelle finden Sie auf Seite 48 und 50.

Wenn Kupplungsbetrieb nicht vorhanden:

$$F_{Rmax} = \frac{M_{max} \cdot 2000}{d_0} \cdot f_z$$



$$F_{Rmax} = \frac{M_{max}}{\frac{d_0}{2}} \cdot f_z$$

$$F_{Rmax} = \frac{21.04 Nm}{\frac{0.075 m}{2}} \cdot 2.5$$

$$F_{Rmax} = 1402 N$$

Kraftangriff ist in der Mitte der Abtriebswelle.

Auswahlbedingung:

Wenn $x = l/2$ gilt:

$$F_{Rmax} \leq F_{Rapk}$$

ECH02	i	M _{amax} [Nm]	M _{apk} [Nm]	M _{aNotaus} [Nm]	n _{ak} [1/min]	J _G 10 ⁻⁴ [kgm ²]	c _T PSC [Nm/']	F _{Ramax} PSC [N]	F _{Rapk} PSC [N]
PSC221 1	3	29	40	60	1500	0.38	3.11	1170	2000
	5	34	42	63	720	0.27	3.42	1390	2000
	7	32	39	59	800	0.24	3.41	1550	2000
	10	30	37	56	700	0.22	3.0	1750	2000

$$1402 N \leq 2000 N$$

Bedingung ist erfüllt.

Berechnung der Lagerkraft

$$M_{akub} = \sqrt[3]{\frac{n_1 \cdot t_1 \cdot |M_1|^3 + \dots + n_n \cdot t_n \cdot |M_n|^3}{n_1 \cdot t_1 + \dots + n_n \cdot t_n}}$$

$$M_{akub} = \sqrt[3]{\frac{509.295 \frac{1}{min} \cdot 0.2 s \cdot |21.04 Nm|^3 + 509.295 \frac{1}{min} \cdot 0.8 s \cdot |0.2043 Nm|^3 + 506.295 \frac{1}{min} \cdot 0.2 s \cdot |-16.67 Nm|^3}{0.2 s \cdot 254.64 \frac{1}{min} + 0.8 s \cdot 509.295 \frac{1}{min} + 0.2 s \cdot 254.64 \frac{1}{min}}}$$

$$M_{akub} = 11.172 Nm$$

$$F_{Rkub} = \frac{M_{akub}}{\frac{d_0}{2}} \cdot f_z$$

$$F_{Rkub} = \frac{11.12 Nm}{\frac{0.075 m}{2}} \cdot 2.5$$


$$F_{Rkub} = 744.8 N$$



Auswahlbedingungen:

$$F_{Rkub} \leq F_{Ramax}$$

$$x = 1/2$$

ECH02			M_{amax} [Nm]	M_{apk} [Nm]	$M_{aNotaus}$ [Nm]	n_{ak} [1/min]	$J_G \cdot 10^{-4}$ [kgm ²]	c_T PSC [Nm/']	F_{Ramax} PSC [N]	F_{Rapk} PSC [N]
PSC221  1	3	29	40	60	1500	0.38	3.11	1170	2000	
	5	34	42	63	720	0.27	3.42	1390	2000	
	7	32	39	59	800	0.24	3.41	1550	2000	
	10	30	37	56	700	0.22	3.0	1750	2000	

$$744.8 \text{ N} \leq 1550 \text{ N}$$

Bedingung ist erfüllt.

4.6 Weiterführende Dokumentation

Ergänzend zu den Informationen in diesem Handbuch bietet Ihnen SEW-EURODRIVE umfassende Dokumentation über das gesamte Themengebiet der elektrischen Antriebstechnik. Dies sind vor allem die Druckschriften der Reihe "Praxis der Antriebstechnik" und die Handbücher und Kataloge zu den Getrieben und elektronisch geregelten Antrieben.

Des Weiteren finden Sie auf der Homepage von SEW-EURODRIVE (<http://www.sew-eurodrive.de>) eine große Auswahl an Dokumentationen in verschiedenen Sprachen zum Herunterladen. Nachfolgend wird die für die Projektierung interessante weiterführende Dokumentation aufgelistet. Diese Druckschriften können Sie bei SEW-EURODRIVE bestellen.

Technische Daten Motoren und Getriebe

Ergänzend zu dem vorliegenden Katalog "Servogetriebe" erhalten Sie von SEW-EURODRIVE folgende Preiskataloge und Kataloge:

- Drehstrommotoren
- Getriebekatalog
- Synchrone Servo-Getriebemotoren

Praxis der Antriebstechnik

- Antriebe projektieren.
- Servotechnik.
- Explosionsgeschützte Antriebe gemäß EU-Richtlinie 94/9/EG.