ZZ ANTRIEBE

Hubspindelgetriebe

Standardtypen, Baugrößen 2
Konstruktiver Getriebeaufbau 3
Systembauteile Grundausführung HG 4
Systembauteile Laufmutterausführung HL 5
Leistungsmerkmale 6
Berechnung von Einbaumaßen und Hublängen 8
Auslegung eines Hubspindelgetriebes 10
Knickung der Trapezgewindespindel 13–21
– Euler-1 14
– Euler-2 16
– Euler-3 18
– Euler-4 20
Zulässige Gewindespindeldrehzahl 22
Hubgeschwindigkeit – Antriebsdrehzahl – Spindeldrehzahl 23
Antriebsdrehmoment und Antriebsleistung 24–33
– Größen H5 – H100 24–28
– Größen H210 – H1000 29–33
Reibwinkel, Spindelwirkungsgrad 34
Selbsthemmung 35
Seitenkraft 36
Verdrehmomente, Verdrehsicherung 38
Gewichte, Schmiermittelmenge 39
Getriebeseiten, Befestigungshinweise 39
Maßtabellen und Maßzeichnungen: 40–45
– Grundausführung HG 40
– Hubgetriebe mit Verdrehsicherung HV 42
– Laufmutterausführung HL 44
Zubehör und Anbauteile: 46–49
– Kopfplatte, Gelenkkopf, Gabelkopf 46
– Kugelgelenkkopf, Gegenlagerplatte, Schutzrohr 47
– Fußleisten, Faltenbalg, Spiralfederabdeckung 48
– Gelenkwelle, Stehlager, Kardanadapter 49
Sicherheitsmutter: – HG, HV, HL für Größe HA25 – HA100 50
– HG, HV, HL für Größe HZ210 – HZ1000 51
Schwenkelement, Überwachungseinrichtungen 52
Leistungsdiagramme, Leistungszuordnung 53–55
Maßtabelle Hubgetriebe mit angebautem Motor 56
Montagebeispiel 58
Einbauempfehlungen 59
Anlagenkombinationen 60
Axialspiel Trapezgewindespindel 61
Schmiermittelauswahl 61
Auslegungshilfen, Kennwerte zur Umrechnung 62
Beispiel Getriebeauslegung 63
Anfragebogen 64

4 Standard-Typen

Axialbewegung der Gewindespindel (translatorische Spindelbewegung, keine Rotation der Spindel)
- Grundausführung **(HG)**
- Grundausführung mit Verdrehsicherung **(HV)**

Axialbewegung der Laufmutter (rotierende Spindel, keine Translation der Spindel)
- Laufmutterausführung **(HL)**
- Laufmutterausführung **(HLL)** mit eingebautem Gegenlager (ab Größe H210)

Diese **4 Standard-Typen** sind wahlweise lieferbar:
- mit 1-gängiger Trapezgewindespindel (mehrgängige Trapezgewindespindel auf Anfrage)
- mit eingeengtem Spiel zwischen Mutter und Spindel
- mit Sicherheitsmutter für Grundausführung und Laufmutterausführung
- mit Kugelgewindespindel (auf Anfrage)

10 Baugrößen

Getriebegröße	H 5	H 10	H 25	H 50	H 100	H 210	H 350	H 500	H 750	H 1000
max. Belastung [kN]	5	10	25	50	100	210	350	500	750	1000
max. Spindellänge [mm]	2500	2500	4000	5000	7500	8000	9000	9000	9000	9000
	größere Längen auf Anfrage									

(1 t ≈ 10 kN, 1 kN ≈ 100 kg)

Übersetzungen

Jede Baugröße wird serienmäßig mit zwei Übersetzungen geliefert:
- 1mm Hub pro Umdrehung der Antriebswelle
- 0,25 mm Hub pro Umdrehung der Antriebswelle
  – davon abweichende Übersetzungsverhältnisse sind auf Anfrage möglich.

Antriebswelle

ZZ -Hubspindelantriebe werden standardmäßig mit beidseitiger Antriebswelle geliefert. Ausführungen mit einseitiger Antriebswelle sind nach Vorgabe der Montagelage (S. 39) möglich.

Reihenanordnung mehrerer Hubspindelantriebe

Werden mehr als 2 Hubspindelantriebe hintereinander geschaltet und von einem Motor aus angetrieben, so besteht die Möglichkeit der Überlastung der dem Motor am nächsten liegenden Schneckenwelle, da diese die Summe der Antriebsmomente aller einzelnen Hubspindelantriebe zu übertragen hat. Derartige Anwendungen sind gesondert zu prüfen (Tabelle S. 6).

Zubehör

Ein vielfältiges Zubehör (S. 46–49) ergänzt das Programm:
- Kopfplatte, Gelenkkopf, Gabelkopf, Verbindungswelle, Fußleisten, Faltenbalg, Schutzrohr, Stehlager, Kupplung, Spindelzusatzlagerung, Kardanadapter, Endschalter, Gegenlagerplatte, Ausfahrsperre, Schwenkelement, Pendelmutter, korrosionsbeständige Bauteile, Trapezgewindemuttern für wartungsfreien Trockenlauf usw.
- im Getriebeverbund (Anlagen) passende Kegelradgetriebe aus dem ZZ-Serienprogramm

Lebensdauer

Die in den Leistungstabellen angegebenen Belastungswerte basieren auf einer Lebensdauer (reine Laufzeit) von mindestens 800 Betriebsstunden bei sachgerechtem Betrieb und durchgeführter Wartung.

Sonderausführungen

Für spezielle Applikationen werden auch Hubgetriebe in Sonderausführungen projektiert und gefertigt.

Vorteile der ZZ-Hubspindelantriebe

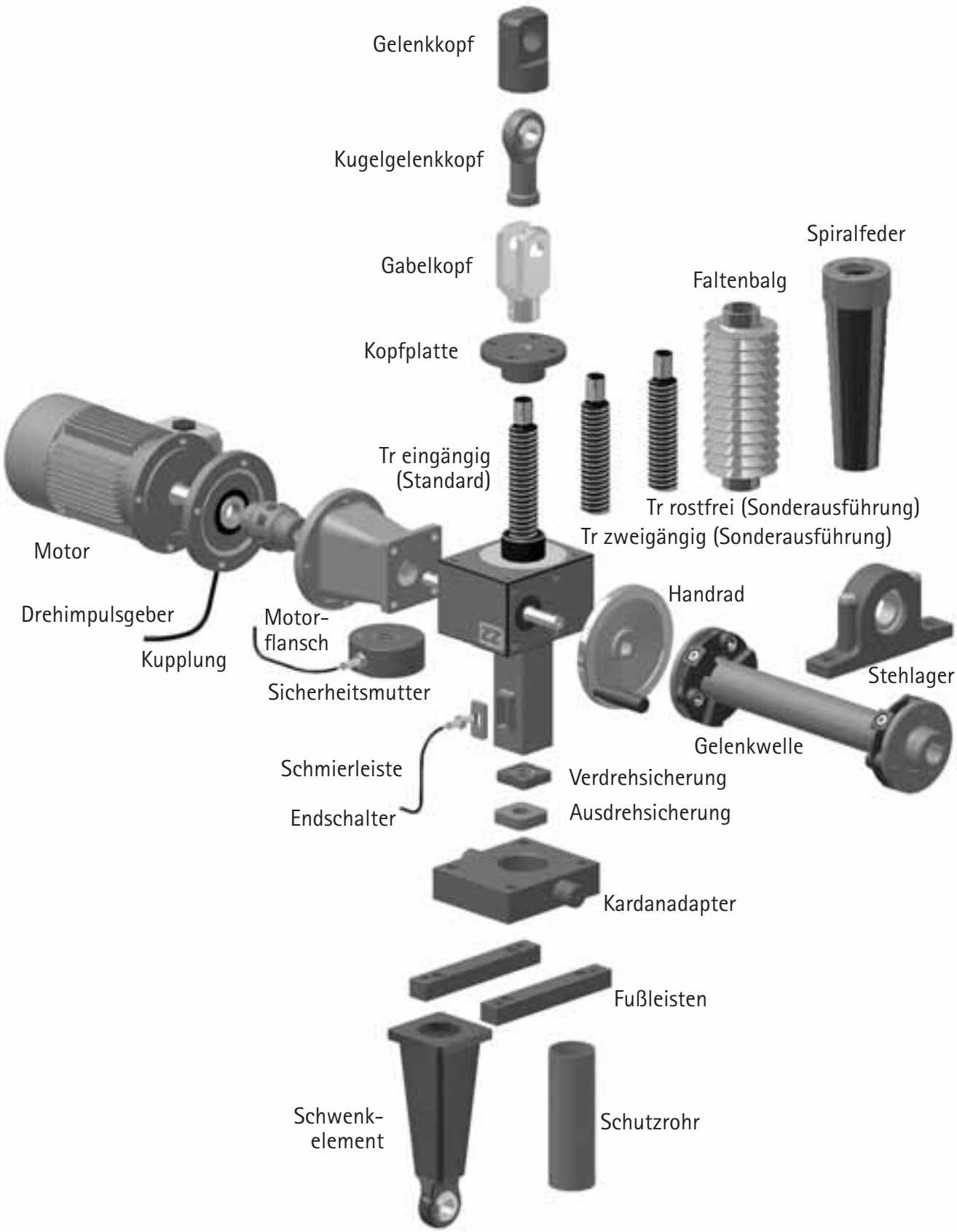
- praxisgerechte Getriebekonstruktion
- geeignet für Druck– und Zugbelastung
- hohe Wiederholgenauigkeit
- erprobte Konstruktion mit hoher Lebensdauer und geringem Verschleiß
- spielarme Ausführung durch hohe Qualität der Einzelbauteile
- Getriebe für Fett- und Ölschmierung einsetzbar (ab Größe H25)
- quaderförmige Gehäuse für vielfältige Anschraub- und Anbaumöglichkeiten
- Synchronbewegung mit mehreren Getrieben
- minimaler Wartungsaufwand
- umfangreiches Zubehör
- Kombination mit Kegelradgetrieben, Gelenkwellen, Motoren zu kompletten Hubanlagen
- marktgerechte Lieferzeiten durch Lagerhaltung der Standardteile
- anwendungsgerechte Projektierung

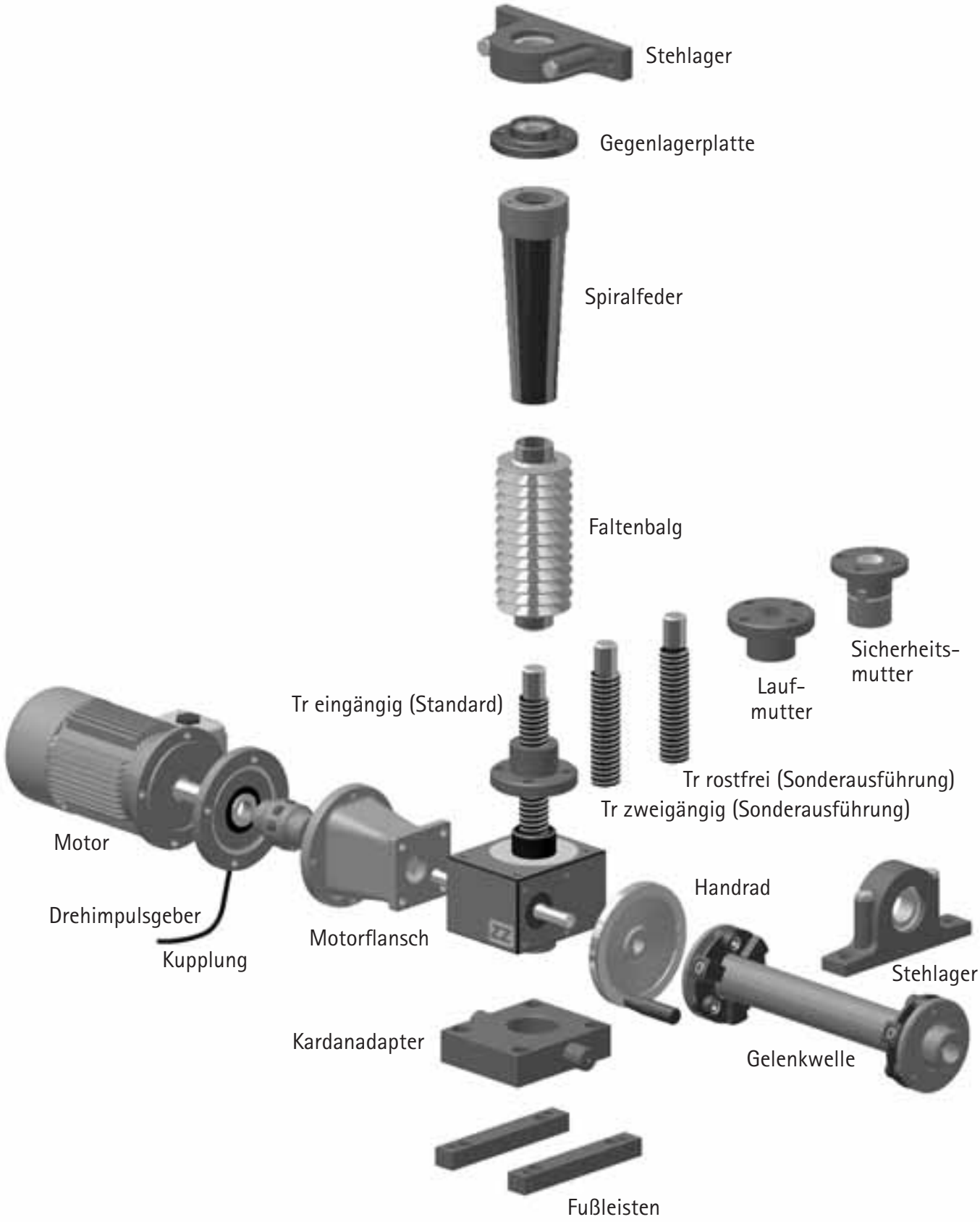
Grundausführung HG

Laufmutterausführung HL

Grundausführung mit Verdrehsicherung HV

Grundausführung HG mit Schwenkelement


Gelenkkopf
Kugelgelenkkopf
Gabelkopf
Kopfplatte
Spiralfeder
Faltenbalg
Tr eingängig
(Standard)
Tr rostfrei (Sonderausführung)
Tr zweigängig (Sonderausführung)
Motor
Drehimpulsgeber
Kupplung
Motor-
flansch
Sicherheitsmutter
Handrad
Stehlager
Gelenkwelle
Schmierleiste
Endschalter
Verdrehsicherung
Ausdrehsicherung
Kardanadapter
Fußleisten
Schwenk-
element
Schutzrohr


Stehlager
Gegenlagerplatte
Spiralfeder
Faltenbalg
Sicherheits-
mutter
Lauf-
mutter
Tr eingängig (Standard)
Tr rostfrei (Sonderausführung)
Tr zweigängig (Sonderausführung)
Motor
Handrad
Drehimpulsgeber
Motorflansch
Kupplung
Stehlager
Kardanadapter
Gelenkwelle
Fußleisten

Baugröße		Einheit	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100
maximale statische Belastung		kN	5	10	25	50	100
Trapezgewindespindel	DIN 103	-	Tr 18x4	Tr 20x4	Tr 30x6	Tr 40x7	Tr 55x9
	Steigungswinkel	°	4,55	4,05	4,05	3,49	3,25
zul. Spindellänge bei Druckbeanspruchung und maximaler Belastung	Euler-1	mm	140	130	180	250	410
	Euler-2	mm	290	270	370	500	820
	Euler-3	mm	410	380	510	720	1180
	Euler-4	mm	580	540	740	1000	1650
Gesamtwirkungsgrad Übersetzung N (Richtwerte)	gemittelt	%	30	30	28	28	24
	drehzahl- und schmierabhängig	%	26...36	24...34	24...33	23...31	19...28
Gesamtwirkungsgrad Übersetzung L (Richtwerte)	gemittelt	%	20	20	20	18	17
	drehzahl- und schmierabhängig	%	19...24	18...23	17...22	14...20	14...19
Spindelwirkungsgrad	Reibwinkel = 6° (Stahl/Bronze)	%	42	40	39	36	34
	drehzahl- und schmierabhängig	%	32...45	30...42	30...40	26...39	25...38
Übersetzung N	Übersetzung N	-	4:1	4:1	6:1	7:1	9:1
	Hub / Umdrehung	mm/U	1 mm				
Übersetzung L	Übersetzung L	-	16:1	16:1	24:1	28:1	36:1
	Hub / Umdrehung	mm/U	0,25 mm				
Leerlaufdrehmomente	N	Nm	0,1	0,25	0,3	0,7	1,5
	L	Nm	0,08	0,15	0,22	0,5	0,9
Achsabstand Schneckengetriebe		mm	25	32	45	63	71
Steigungswinkel Schnecke	N	°	32,74	28,81	24,62	26,57	10,89
	L	°	9,13	7,83	6,54	7,13	5,04
Wirkungsgrad Schnecke drehzahlabhängig (n = 500-2000 U/min)	N	%	83...87	83...87	82...86	83...87	72...77
	L	%	62...68	61...67	57...64	60...66	53...59
Spindeldrehmoment bei max. Hubkraft		Nm	8	16	60	155	410
max. Drehmoment an der Antriebswelle (bei Getriebereihenschaltung)		Nm	27	57	118	205	430
Masse (Gewicht)	Getriebe (ohne Spindel)	kg	1,2	2,1	6,5	17	35
	Spindel	kg / m	1,6	2	4,5	8,2	15,7
Massenträgheitsmoment der Spindel bezogen auf die Getriebeeingangswelle	N	$kgcm^2$ / m	0,03	0,05	0,12	0,28	0,63
	L	$kgcm^2$ / m	0,002	0,003	0,007	0,018	0,039
Massenträgheitsmoment des Getriebes (ohne Spindel) bezogen auf dessen Eingangswelle	N	$kgcm^2$	0,12	0,42	0,72	2,4	10
	L	$kgcm^2$	0,1	0,32	0,55	1,6	3,6
Gehäusewerkstoff		-	Alu-Legierung		EN-GJS-400-15 (GGG-40)		
Getriebeschmierung		-	Fett		Öl oder Fett		

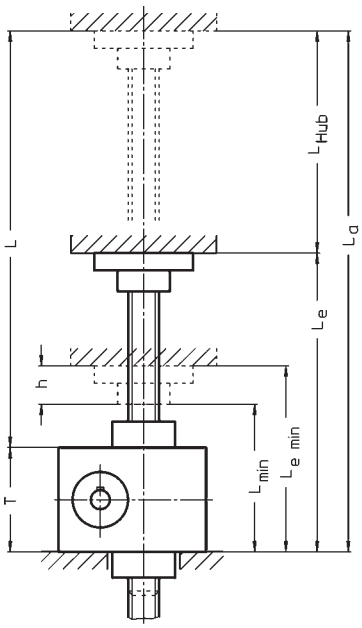
Baugröße		Einheit	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
maximale statische Belastung		kN	210	350	500	750	1000
Trapezgewindespindel	DIN 103	-	Tr 80x10	Tr 100x10	Tr 120x14	Tr 140x16	Tr 160x18
	Steigungswinkel	°	2,43	1,92	2,26	2,21	2,17
zul. Spindellänge bei Druckbeanspruchung und maximaler Belastung	Euler-1	mm	650	850	960	1200	1400
	Euler-2	mm	1350	1700	1950	2400	2750
	Euler-3	mm	1900	2450	2750	3450	3900
	Euler-4	mm	2700	3400	3800	4800	5500
Gesamtwirkungsgrad Übersetzung N (Richtwerte)	gemittelt	%	21	18	18	18	18
	drehzahl- und schmierabhängig	%	16...24	13...21	12...20	13...21	13...21
Gesamtwirkungsgrad Übersetzung L (Richtwerte)	gemittelt	%	14	11	11	11	11
	drehzahl- und schmierabhängig	%	12...16	10...13	10...13	10...12	10...12
Spindelwirkungsgrad	Reibwinkel = 6° (Stahl/Bronze)	%	28	23	26	26	25
	drehzahl- und schmierabhängig	%	20...30	15...25	18...28	18...28	17...27
Übersetzung N	Übersetzung N	-	10:1	10:1	14:1	16:1	18:1
	Hub / Umdrehung	mm/U	1 mm				
Übersetzung L	Übersetzung L	-	40:1	40:1	56:1	64:1	72:1
	Hub / Umdrehung	mm/U	0,25 mm				
Leerlaufdrehmomente	N	Nm	2,4	3,1	3,8	7,1	10
	L	Nm	1,7	2,1	2,7	4,3	6
Achsabstand Schneckengetriebe		mm	80	100	135	170	200
Steigungswinkel Schnecke	N	°	16,70	13,13	10,71	11,31	11,31
	L	°	6,18	5,71	4,97	5,14	4,68
Wirkungsgrad Schnecke drehzahlabhängig (n = 500-2000 U/min)	N	%	78...83	76...80	73...78	74...79	74...79
	L	%	57...63	57...63	54...60	55...61	53...59
Spindeldrehmoment bei max. Hubkraft		Nm	1170	2310	4100	7142	10840
max. Drehmoment an der Antriebswelle (bei Getriebereihenschaltung)		Nm	520	720	1290	1930	2370
Masse (Gewicht)	Getriebe (ohne Spindel)	kg	50	75	150	250	320
	Spindel	kg / m	34,7	55,6	78,7	107,6	140,6
Massenträgheitsmoment der Spindel bezogen auf die Getriebeeingangswelle	N	$kgcm^2$ / m	2,44	6,23	6,34	9,06	12,28
	L	$kgcm^2$ / m	0,152	0,389	0,396	0,566	0,768
Massenträgheitsmoment des Getriebes (ohne Spindel) bezogen auf dessen Eingangswelle	N	$kgcm^2$	13	48	115	165	280
	L	$kgcm^2$	6	16	45	75	115
Gehäusewerkstoff		-	EN-GJS-600-3 (GGG-60)				S355J2G3 (St52-3)
Getriebeschmierung		-	Öl oder Fett				Fett

Grundausführung

L_a = Oberer Endpunkt des Arbeitshubes : → die Gewindespindel ist maximal ausgefahren
L_e = Unterer Endpunkt des Arbeitshubes: → die Gewindespindel ist teilweise oder vollständig eingefahren
$L_{e\ min}$ = Mindestmaß bei vollständig eingefahrener Gewindespindel. Dieses Maß muss beim Einbau gemäß untenstehenden Skizzen für den vorgesehenen Hubspindelantrieb mindestens zur Verfügung stehen
$L_{Faltenbalg}$ = Blocklänge des Faltenbalges. Sie beträgt ca. 18% des Hubes
Bei Hubspindelantrieben ohne Faltenbalg setzt man $L_{Faltenbalg} = 0$
L_{Hub} = Hub in mm
L = freie Knicklänge

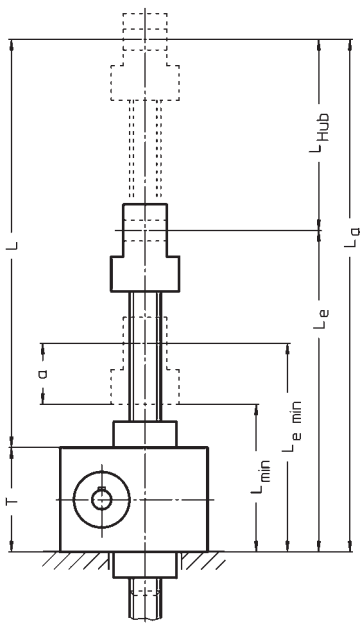
Alle anderen Maße sind den Maßblättern Seite 40 zu entnehmen.
Bei Anfragen und Bestellungen sind anzugeben: Maß L_a und Kopfausführung der Gewindespindel (mit Gewinde – mit Kopfplatte – mit Gelenkkopf)

Grundausführung **HG** mit Kopfplatte



$L_{e\ min} = L_{min} + h + L_{Faltenbalg}$

Grundausführung **HG** mit Gelenkkopf



$L_{e\ min} = L_{min} + a + L_{Faltenbalg}$

L_{min} aus Maßblatt Seite 40

a aus Maßblatt Seite 46 **h** aus Maßblatt Seite 46

$L_{Faltenbalg} = 0{,}18 \times L_{Hub}$ (ohne Faltenbalg: $L_{Faltenbalg} = 0$)
$L_e \geq L_{e\ min}$

(z.B. für L_e das nächstgrößere Normmaß oder nächstgrößere **„gerade Maß"** wählen)

$L_a = L_e + L_{Hub}$
$L = L_a - T$
mit **T** aus Maßblatt Seite 40

Die Einbaumaße können auch zeichnerisch ermittelt werden

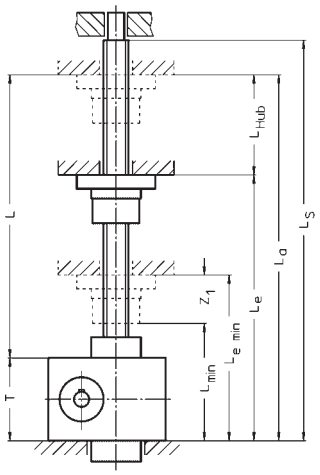
Laufmutterausführung

L_a = Oberer Endpunkt des Arbeitshubes : → die Laufmutter ist maximal ausgefahren
L_e = Unterer Endpunkt des Arbeitshubes: → die Laufmutter ist teilweise oder vollständig eingefahren
$L_{e\ min}$ = Mindestmaß bei vollständig eingefahrener Laufmutter. Dieses Maß muß beim Einbau gemäß untenstehenden Skizzen für den vorgesehenen Hubspindelantrieb mindestens zur Verfügung stehen.
$L_{Faltenbalg}$ = Blocklänge des Faltenbalges. Sie beträgt pro Faltenbalg ca. 18% des Hubes
Bei Hubspindelantrieben ohne Faltenbalg setzt man $L_{Faltenbalg} = 0$
L_{Hub} = Hub in mm
L = freie Knicklänge
L_S = Unterkante Gehäuse bis Spindelende (ohne Zapfen)

Alle anderen Maße sind den Maßblättern Seite 44 zu entnehmen.
Bei Anfragen und Bestellungen sind anzugeben: Maß L_a (Lage des Laufmutterflansches), Ausführung des freien Gewindespindelendes (mit Lager – ohne Lager)

Laufmutterausführung **HL**

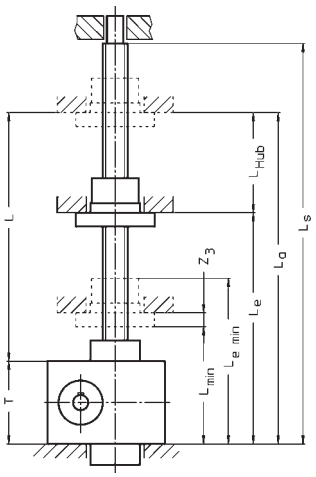
Laufmutterflansch **oben**



$L_{e\ min} = L_{min} + Z_1 + L_{Faltenbalg}$

Laufmutterausführung **HL**

Laufmutterflansch **unten**



$L_{e\ min} = L_{min} + Z_3 + L_{Faltenbalg}$

L_{min} aus Maßblatt Seite 44

Z_1 aus Maßblatt Seite 44

Z_3 aus Maßblatt Seite 44

$L_{Faltenbalg} = 0{,}18 \times L_{Hub}$ (bei einem Faltenbalg)
$L_{Faltenbalg} = 0{,}3 \times L_{Hub}$ (bei zwei Faltenbälgen)
$L_{Faltenbalg} = 0$ (ohne Faltenbalg)
$L_e \geq L_{e\ min}$

(z.B. für L_e das nächstgrößere Normmaß oder nächstgrößere „gerade Maß" wählen)

$L_a = L_e + L_{Hub}$
$L = L_a - T$
mit T aus Maßblatt Seite 44

Die Einbaumaße können auch zeichnerisch ermittelt werden

Die **vollständige Auslegung** eines **ZZ-Hubspindelantriebes** erfordert folgende Schritte:

- Bestimmung der Belastung pro Hubspindelantrieb
- Festlegung der Baugröße
- Überprüfung:
  - Knickung
  - Hubgeschwindigkeit
  - Verdrehmoment
  - Seitenkraft
- Ermittlung:
  - Betriebsfaktoren
  - Antriebsleistung
  - Antriebsdrehmoment

Nachstehend sind alle hierzu erforderlichen Schritte detailliert beschrieben. Erfolgt die Auslegung entsprechend diesen Schritten, so wird für einen vorliegenden Anwendungsfall der bestens geeignete Hubspindelantrieb ermittelt.

Ergänzende Auslegungsinformationen und Hinweise liefern:
VBG14, BGV14, BGR260, VBG70, BGV C1, GUV 16.15.3, EN1570, EN280, EN1756, EN1493, u.a.

Reihenfolge der Berechnungsschritte für ZZ-Hubspindelantriebe

1. Gegeben sind Belastung, Einbau und Betriebsweise

2. Aus der Belastung wird die erforderliche Baugröße abgeschätzt (Baugröße – Tabelle Seite 2) und für den Einbau die freie Spindellänge „L" errechnet. (siehe Bilder und Gleichungen Seite 8 und 9)

3. Bei Druckbelastung wird anhand der Beispiele auf Seite 13 der Knickfall nach Euler festgelegt.

4. Bei **Druckbelastung** wird aus den Tabellen 1 bis 4 (Seite 14 bis 21) die erforderliche Getriebegröße, abhängig von Knickfall, der freien Spindellänge „L" und Belastung „F", ausgewählt.
   Für **Zugbelastung** wird die Getriebegröße entsprechend der maximalen Belastung festgelegt.

5. Mit der freien Spindellänge „L" und der Einbausituation (Knickfall) wird für die gewählte Getriebegröße aus **„Diagramm A"** (Seite 22) die kritische Drehzahl n_{kr} entnommen und mit der Gleichung für n_k die maximale Gewindespindeldrehzahl n_k errechnet.
   Aus **„Diagramm B"** (Seite 22) wird mit der Axialbelastung F für die gewählte Getriebegröße die maximale Gewindespindeldrehzahl n_{pv} entnommen. Die **kleinere** der beiden Drehzahlen stellt die maximal zulässige Gewindespindeldrehzahl dar.

6. Für die gewählte Getriebegröße wird unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Gewindespindeldrehzahl aus Tabelle 5 (Seite 23) eine Spindeldrehzahl bestimmt und hierfür die Antriebsdrehzahl und die Hubgeschwindigkeit ermittelt.

7. Aus den Tabellen 6 bis 15 (Seite 24 bis 33) wird für diese Antriebsdrehzahl und die gegebene Axialbelastung „F" die erforderliche Antriebsleistung und das Antriebsdrehmoment entnommen.

8. Sofern auf die Gewindespindel Seitenkräfte „F_S" einwirken, sind diese bei Zugbelastung mit den Werten der Tabelle auf Seite 36, bei Druckbelastung mit den Diagrammen (Seite 36 und 37) zu überprüfen.

9. Aus den Diagrammen (Seite 38) kann für jeden Hubspindelantrieb in Abhängigkeit von der Belastung das Verdrehmoment entnommen werden.

10. Je nach Einsatzweise und Anwendung müssen unterschiedliche Betriebsbedingungen (Einschaltdauer, Temperatur...) berücksichtigt werden (Seite 11 und 12), um die einsatzkonforme Funktion und Lebensdauer zu gewährleisten

Festlegung der Baugröße – Richtwerte

Die in den Auswahltabellen angegebenen Leistungen und Drehmomente gelten für eingelaufene (nach ca. 24 Betriebsstunden) und geschmierte Getriebe sowie einer sachgerechten und fachmännischen Montage bei folgenden Betriebsverhältnissen:

- stoßfreier Betrieb der Arbeitsmaschine
- tägliche Betriebsdauer 8 Stunden
- maximal 10 Anläufe pro Stunde
- Einschaltdauer ED 20%/h bzw. ED 30%/10min bei den Getriebegrößen H5 ... H350
- Einschaltdauer ED 15%/h bzw. ED 20%/10min bei den Getriebegrößen H500, H750
- Einschaltdauer ED 10%/h bzw. ED 15%/10min bei der Getriebegröße H1000
- 20°C Umgebungstemperatur

Liegen abweichende Betriebsverhältnisse vor, so müssen diese durch Anwendung eines **Betriebsfaktors** erfasst werden. Dabei muss die vorhandene Antriebsleistung bzw. das vorhandene Antriebsdrehmoment mit dem Betriebsfaktor multipliziert werden.

$$P_{1\,erf}(m) = P_{1\,vorh} \times f_B \times f_A \quad \text{oder} \quad T_{1erf}(m) = T_{1\,vorh} \times f_B \times f_A$$
$$P_{1\,erf}(t) = P_{1\,vorh} \times f_{ED} \times f_T \quad \text{oder} \quad T_{1erf}(t) = T_{1\,vorh} \times f_{ED} \times f_T$$

$P_{1\,erf}(m)$, $T_{1\,erf}(m)$ = Erforderliche Antriebsleistung bzw. Antriebsdrehmoment unter Berücksichtigung der mechanischen Einflüsse

$P_{1\,erf}(t)$, $T_{1\,erf}(t)$ = Erforderliche Antriebsleistung bzw. Antriebsdrehmoment unter Berücksichtigung der thermischen Einflüsse

$P_{1\,vorh}$, $T_{1\,vorh}$ = Vorhandene Antriebsleistung bzw. Antriebsdrehmoment der Kraftmaschine

Die Auswahl der Getriebegröße richtet sich nach dem größeren der beiden errechneten Werte.
Für die richtige Auswahl der Getriebe gilt dann:

$$P_{1\,erf} = \frac{P_1}{S_B} \qquad T_{1\,erf} = \frac{T_1}{S_B}$$

P_1, T_1 = Zulässige Antriebsleistung bzw. Antriebsdrehmoment laut Auswahltabellen
S_B = Sicherheitsbeiwert

Der **Sicherheitsbeiwert** S_B ist nach Erfahrung und gültigen Vorschriften zu bestimmen.
Richtwerte: – ohne Personengefährdung S_B =1,0 ... 1,5
– bei Personengefährdung $S_B \geq 2$

Betriebsfaktor f_B nach NIEMANN

Stoßgrad der Arbeits-Maschine	Art der Kraftmaschine								
	Elektromotor Laufzeit [h] / Tag			Turbine, Hydromotor Laufzeit [h] / Tag			Einzylinder Kolbenmaschine Laufzeit [h] / Tag		
	bis 2	bis 8	über 8	bis 2	bis 8	über 8	bis 2	bis 8	über 8
I	0,8	1,0	1,25	1,0	1,25	1,5	1,25	1,5	1,75
II	1,0	1,25	1,5	1,25	1,5	1,75	1,5	1,75	2,0
III	1,5	1,75	2,0	1,75	2,0	2,25	2,0	2,25	2,5

Stoßgrad
I gleichförmig – leichte Stöße → zul. Massenbeschleunigungsfaktor ≤ 0,2
II ungleichförmig – mäßige Stöße → zul. Massenbeschleunigungsfaktor ≤ 3
III stark ungleichförmig – heftige Stöße → zul. Massenbeschleunigungsfaktor ≤ 10

Massenbeschleunigungsfaktor f_J

$$\text{Massenbeschleunigungsfaktor } f_J = \frac{J_{ex.red}}{J_{mot}}$$

$J_{ex.red}$ = Massenträgheitsmomente von Arbeitsmaschine und Getriebe reduziert auf Antriebsmotor
J_{mot} = Massenträgheitsmomente des Motors inklusiv der Bremse und des Lüfters
(siehe Stoßgrad S.11)

Anlauffaktor f_A

Anläufe je Stunde	≤ 10	10 - 60	> 60
f_A	1,0	1,1	1,2

Einschaltdauerfaktor f_{ED}

ED [%]		10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
f_{ED}	Bezugszeit 60 min	0,55	0,8	1,0	1,2	1,35	1,65	1,9	2,1	2,3	2,5
	Bezugszeit 30 min	0,45	0,65	0,85	1,0	1,2	1,45	1,7	1,9	2,2	2,5
	Bezugszeit 10 min	0,4	0,55	0,7	0,85	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5

Bestimmung der Einschaltdauer

$$ED\,[\%] = \frac{t_e}{t_e + t_p} \times 100$$

t_e = Einschaltzeit [s] t_p = Stillstandzeit [s]

Umgebungstemperaturfaktor f_T

T_u [°C]	< 10	20	30	40	50	60	70
f_T	0,85	1	1,2	1,5	2	3	6

T_u = Umgebungstemperatur [°C]

Achtung: Die Betriebstemperatur sollte 80°C nicht überschreiten.

Bei Hubgetriebe mit rotierenden Spindel (**HL** – Ausführung) entsteht Wärme durch die Verlustleistung zwischen Spindel und Mutter. Diese Wärme muss über die Oberfläche von Spindel, Kopfplatte und Mutter abgeführt werden.
Beim Betrieb mit einem Faltenbalg oder einer Spiralfederabdeckung, sollte wegen der geringeren Wärmeabfuhr nur ca. 75% der zulässigen Einschaltdauer genutzt werden. Um die Verlustleistung möglichst gering zu halten, ist auf eine gute Schmierung und einen störungsfreien Lauf (keine Schiefstellung, Klemmung, Schwergängigkeit) der Mutter zu achten.

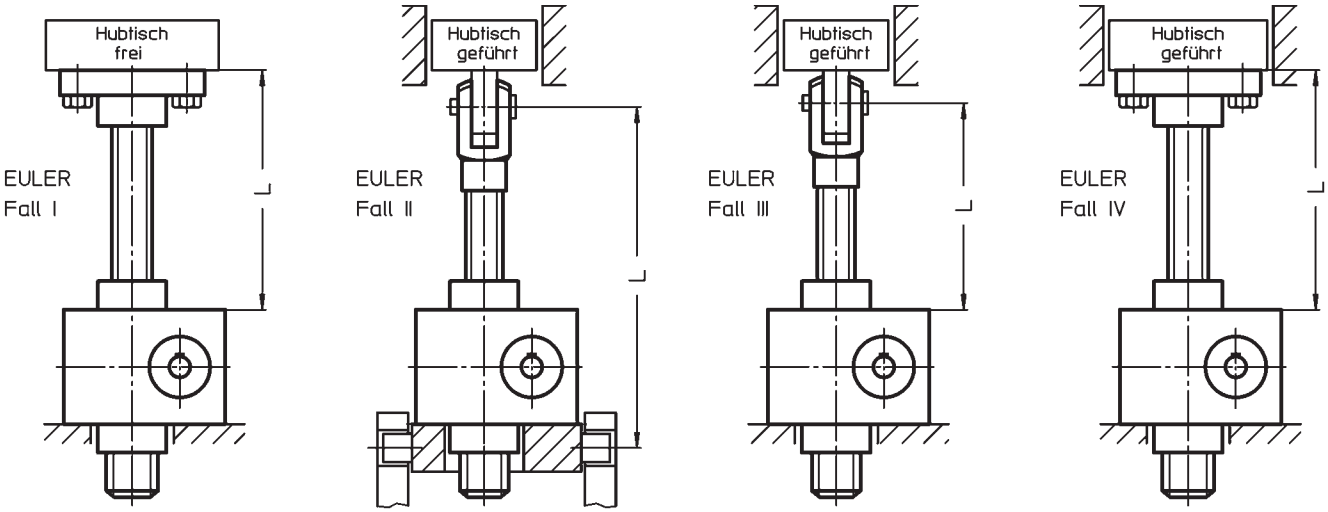
Zudem ist durch den Einsatz eines größeren Spindeldurchmessers bzw. einer 2-gängigen Spindel sowie einer Reduzierung der Hubgeschwindigkeit und/oder der Einschaltdauer eine Verringerung der Verlustleistung möglich. Falls diese Maßnahme nicht ausreichen, ist eine zusätzliche Kühlung vorzusehen.

Eine **Belastungsgrenze** der Hubspindelantriebe stellt bei **Druckbelastung** die Knickung der Gewindespindel dar. In den nachfolgenden Tabellen sind die maximal zulässigen Druckbelastungen in Abhängigkeit von den Einspannbedingungen und der freien Spindellänge „L" aufgeführt. Die Tabellenwerte gelten sowohl für die Grundausführung (**HG**) als auch für die Laufmutterausführung (**HL**). Die Knicklast-Ermittlung wurde nach **EULER** durchgeführt; sie entfällt bei hängender Anordnung der Gewindespindel.
Aus Tabellen 1–4 können für **jeden Belastungsfall** die maximal zulässigen Druckbelastungen entnommen werden. Diese wurden unter Verwendung des jeweils angegebenen Knicksicherheitsbeiwertes ν_K ermittelt. Sollte dieser Knicksicherheitsbeiwert für verschiedene Anwendungsfälle zu hoch oder zu nieder erscheinen, so wird für den gewünschten Sicherheitsbeiwert ν_K' die **Belastung F´** ermittelt:

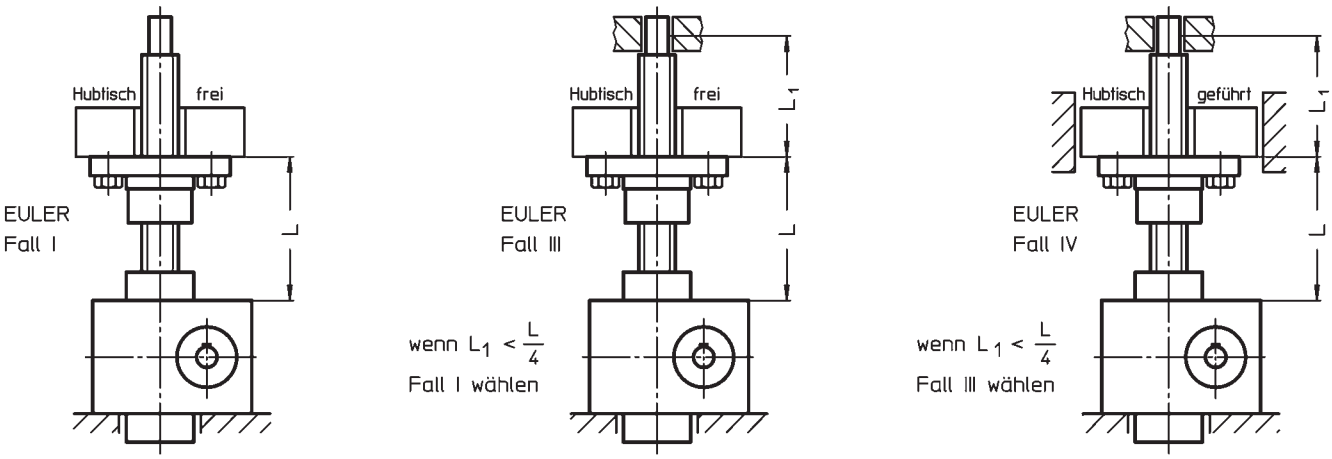
$$F' = F \times \frac{\nu_K}{\nu_K'}$$

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die maximal zulässige Belastung nicht überschritten werden darf (siehe Baugrößentabelle Seite 2).
Nachfolgend sind zur Erläuterung der Belastungsfälle einige Einbaubeispiele mit den dazugehörigen Eulerfällen dargestellt.

Grundausführung **HG**



Laufmutterausführung **HL**

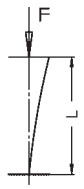


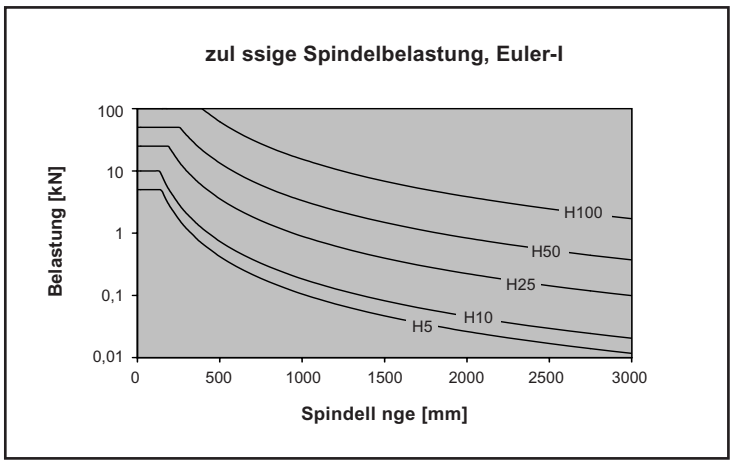
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall I)

Tabelle 1

1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 8 für H5, H10, H25, H50
ν ≈ 6 für H100

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H5	H10	H25	H50	H100
	Tr 18x4	Tr 20x4	Tr 30x6	Tr 40x7	Tr 55x9
100	5	10	25		
110	5	10	25		
120	5	10	25		
130	5	10	25		
140	5	9,5	25		
150	4,7	8,3	25		
160	4,1	7,3	25	Euler Fall I	
170	3,6	6,5	25	50	100
180	3,2	5,8	25	50	100
190	2,9	5,2	25	50	100
200	2,6	4,7	23	50	100
220	2,2	3,9	19	50	100
240	1,8	3,2	16	50	100
260	1,6	2,8	13	50	100
280	1,3	2,4	12	44	100
300	1,2	2,1	10	39	100
350	0,86	1,5	7,4	28	100
400	0,66	1,2	5,7	22	99
500	0,42	0,75	3,6	14	64
600	0,29	0,52	2,5	9,7	44
700	0,21	0,38	1,8	7,1	32
800	0,16	0,29	1,4	5,4	25
900	0,13	0,23	1,1	4,3	20
1000	0,11	0,19	0,91	3,5	16
1200	0,07	0,13	0,63	2,4	11
1400	0,05	0,10	0,46	1,8	8,1
1600	0,04	0,07	0,35	1,4	6,2
1800	-	0,06	0,28	1,1	4,9
2000	-	0,05	0,23	0,87	4,0
2200	-	-	0,19	0,72	3,3
2400	-	-	0,16	0,60	2,8
2600	-	-	0,13	0,52	2,4
2800	-	-	-	0,44	2,0
3000	-	-	-	0,39	1,8



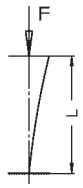
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall I)

Tabelle 1 (Fortsetzung)

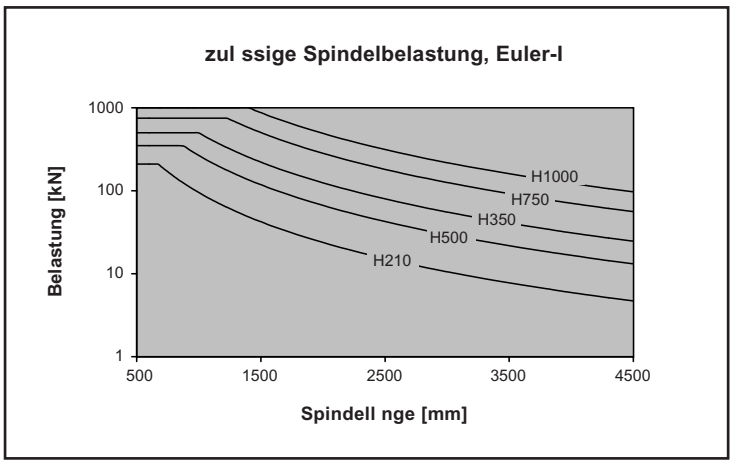
1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 6 für H210, H350, H500
ν ≈ 5 für H750, H1000

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H210	H350	H500	H750	H1000
	Tr 80x10	Tr 100x10	Tr 120x14	Tr 140x16	Tr 160x18
500	210	350	500		
600	210	350	500		
700	186	350	500		
800	142	350	500		
900	112	329	500		
1000	91	266	499		
1100	75	220	412		
1200	63	185	346	750	1000
1300	54	158	295	669	1000
1400	46	136	254	577	1000
1500	40	118	222	503	873
1600	36	104	195	442	768
1700	32	92	173	391	680
1800	28	82	154	349	606
1900	25	74	138	313	544
2000	23	67	125	283	491
2100	21	60	113	257	446
2200	19	55	103	234	406
2300	17	50	94	214	371
2400	16	46	87	196	341
2500	15	43	80	181	314
2600	13	39	74	167	291
2700	12	37	68	155	270
2800	12	34	64	144	251
2900	11	32	59	135	234
3000	10	30	55	126	218
3200	8,9	26	49	110	192
3400	7,9	23	43	98	170
3600	7,0	21	38	87	152
3800	6,3	18	35	78	136
4000	5,7	17	31	71	123
4300	4,9	14	27	61	106
4600	4,3	13	24	53	93
5000	3,6	11	20	45	79



Euler Fall I

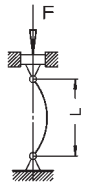


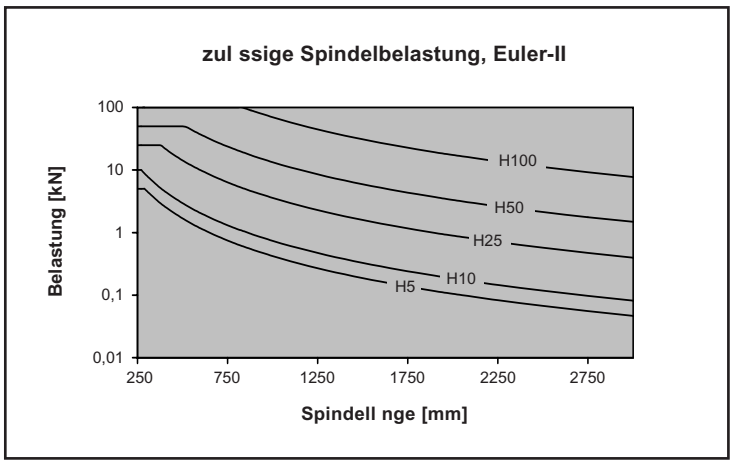
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall II)

Tabelle 2

1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 8 für H5, H10, H25, H50
ν ≈ 6 für H100

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H5	H10	H25	H50	H100
	Tr 18x4	Tr 20x4	Tr 30x6	Tr 40x7	Tr 55x9
150	5	10	25		
175	5	10	25		
200	5	10	25		
250	5	10	25		
300	4,7	8,3	25		
350	3,4	6,1	25		
400	2,6	4,7	23	Euler Fall II	
450	2,1	3,7	18	50	100
500	1,7	3,0	14	50	100
550	1,4	2,5	12	46	100
600	1,2	2,1	10	39	100
650	1,0	1,8	8,6	33	100
700	0,86	1,5	7,4	28	100
750	0,75	1,3	6,4	25	100
800	0,66	1,2	5,7	22	99
900	0,52	0,92	4,5	17	79
1000	0,42	0,75	3,6	14	64
1100	0,35	0,62	3,0	12	53
1200	0,29	0,52	2,5	9,7	44
1300	0,25	0,44	2,1	8,2	38
1400	0,21	0,38	1,8	7,1	32
1500	0,19	0,33	1,6	6,2	28
1600	0,16	0,29	1,4	5,4	25
1700	0,15	0,26	1,3	4,8	22
1800	0,13	0,23	1,1	4,3	20
1900	0,12	0,21	1,0	3,9	18
2000	0,11	0,19	0,91	3,5	16
2200	0,09	0,15	0,75	2,9	13
2400	0,07	0,13	0,63	2,4	11
2600	0,06	0,11	0,54	2,1	9,4
2800	0,05	0,10	0,46	1,8	8,1
3000	0,05	0,08	0,40	1,5	7,1
3250	0,04	0,07	0,34	1,3	6,0
3500	0,03	0,06	0,30	1,1	5,2



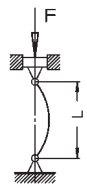
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall II)

Tabelle 2 (Fortsetzung)

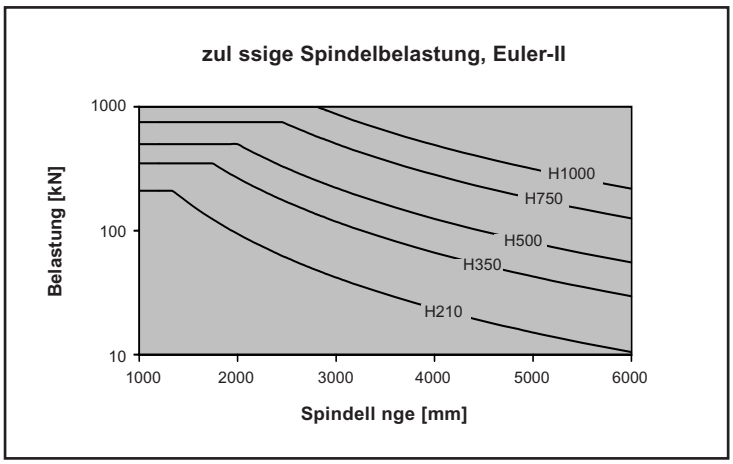
1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 6 für H210, H350, H500
ν ≈ 5 für H750, H1000

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H210	H350	H500	H750	H1000
	Tr 80x10	Tr 100x10	Tr 120x14	Tr 140x16	Tr 160x18
1000	210	350	500		
1100	210	350	500		
1200	210	350	500		
1300	210	350	500		
1400	196	350	500		
1500	171	350	500		
1600	150	350	500		
1700	133	350	500	750	1000
1800	119	329	500	750	1000
1900	106	295	500	750	1000
2000	96	266	499	750	1000
2100	87	241	452	705	1000
2200	79	220	412	642	1000
2300	73	201	377	587	1000
2400	67	185	346	539	1000
2500	61	170	319	497	1000
2600	57	158	295	460	1000
2700	53	146	274	426	1000
2800	49	136	254	396	989
2900	46	127	237	369	922
3000	43	118	222	345	861
3200	38	104	195	303	757
3400	33	92	173	269	670
3600	30	82	154	240	598
3800	27	74	138	215	537
4000	24	67	125	194	484
4200	22	60	113	176	439
4400	20	55	103	160	400
4600	18	50	94	147	366
4800	17	46	87	135	336
5000	15	43	80	124	310
5250	14	39	72	113	281
5500	13	35	66	103	256
6000	11	30	55	86	215



Euler Fall II

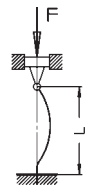


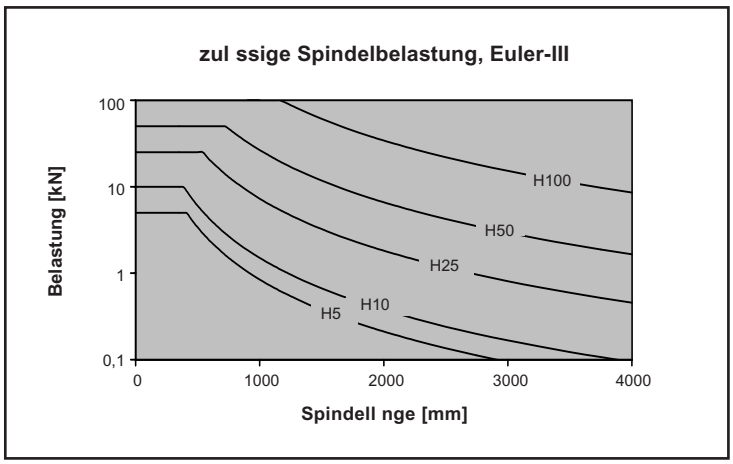
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall III)

Tabelle 3

1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 8 für H5, H10, H25, H50
ν ≈ 6 für H100

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H5	H10	H25	H50	H100
	Tr 18x4	Tr 20x4	Tr 30x6	Tr 40x7	Tr 55x9
200	5,00	10	25		
400	5,00	9,4	25		
420	4,8	8,5	25		
440	4,4	7,8	25		
460	4,0	7,1	25		
480	3,7	6,5	25		
500	3,4	6,0	25	Euler Fall III	
550	2,8	5,0	24	50	100
600	2,3	4,2	20	50	100
700	1,7	3,1	15	50	100
800	1,3	2,4	11	41	100
900	1,0	1,9	9,0	33	100
1000	0,85	1,5	7,3	26	100
1100	0,70	1,2	6,0	22	100
1200	0,59	1,0	5,1	18	95
1300	0,50	0,89	4,3	16	81
1400	0,43	0,77	3,7	14	70
1500	0,38	0,67	3,2	12	61
1600	0,33	0,59	2,8	10	54
1700	0,29	0,52	2,5	9,2	47
1800	0,26	0,46	2,2	8,2	42
1900	0,23	0,42	2,0	7,3	38
2000	0,21	0,38	1,8	6,6	34
2100	0,19	0,34	1,7	6,0	31
2200	0,17	0,31	1,5	5,5	28
2400	0,15	0,26	1,3	4,6	24
2600	0,13	0,22	1,1	3,9	20
2800	0,11	0,19	0,93	3,4	17
3000	0,09	0,17	0,81	2,9	15
3200	0,08	0,15	0,71	2,6	13
3400	0,07	0,13	0,63	2,3	12
3600	0,07	0,12	0,56	2,0	11
3800	0,06	0,10	0,50	1,8	9,5
4000	0,05	0,09	0,46	1,7	8,6



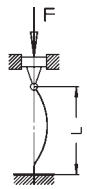
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall III)

Tabelle 3 (Fortsetzung)

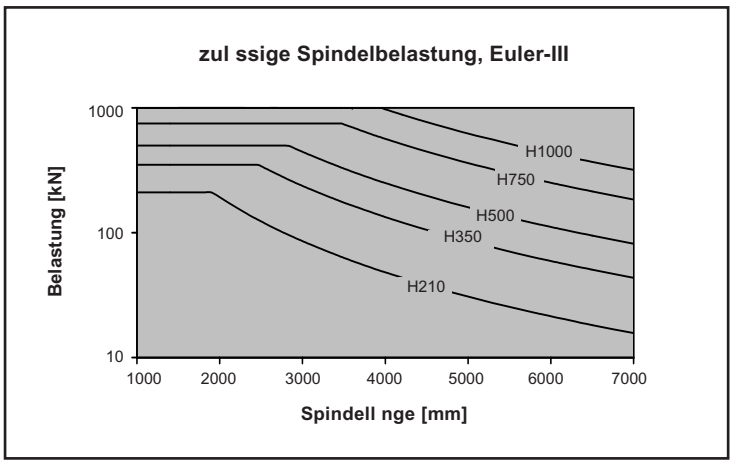
1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 6 für H210, H350, H500
ν ≈ 5 für H750, H1000

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H210	H350	H500	H750	H1000
	Tr 80x10	Tr 100x10	Tr 120x14	Tr 140x16	Tr 160x18
1400	210	350	500		
1500	210	350	500		
1600	210	350	500		
1700	210	350	500		
1800	210	350	500		
1900	210	350	500		
2000	192	350	500		
2100	175	350	500	750	1000
2200	159	350	500	750	1000
2300	146	350	500	750	1000
2400	134	350	500	750	1000
2500	123	342	500	750	1000
2600	114	316	500	750	1000
2700	106	293	500	750	1000
2800	98	272	500	750	1000
2900	92	254	475	750	1000
3000	86	237	444	750	1000
3200	75	209	390	750	1000
3400	67	185	346	750	1000
3600	59	165	308	697	1000
3800	53	148	277	626	1000
4000	48	133	250	565	971
4200	44	121	227	512	881
4400	40	110	206	467	802
4600	36	101	189	427	734
4800	33	93	174	392	674
5000	31	85	160	362	621
5200	28	79	148	334	574
5400	26	73	137	310	533
5600	25	68	127	288	495
5800	23	63	119	269	462
6000	21	59	111	251	431
6500	18	51	95	214	368
7000	16	44	82	184	317



Euler Fall III

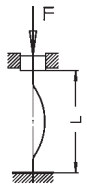


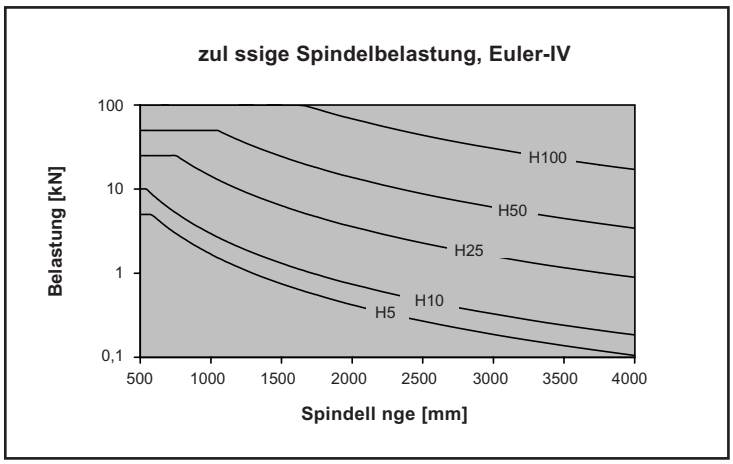
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall IV)

Tabelle 4

1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 8 für H5, H10, H25, H50
ν ≈ 6 für H100

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H5	H10	H25	H50	H100
	Tr 18x4	Tr 20x4	Tr 30x6	Tr 40x7	Tr 55x9
500	5	10	25		
520	5	10	25		
540	5	10	25		
560	5	9,4	25		
580	5	8,8	25		
600	4,7	8,2	25		
650	4,0	7,0	25	Euler Fall IV	
700	3,4	6,0	25	50	100
750	3,0	5,2	25	50	100
800	2,6	4,6	22	50	100
850	2,3	4,1	20	50	100
900	2,1	3,6	18	50	100
950	1,9	3,3	16	50	100
1000	1,7	2,9	14	50	100
1100	1,4	2,4	12	45	100
1200	1,2	2,0	9,9	38	100
1300	1,0	1,7	8,4	32	100
1400	0,86	1,5	7,3	28	100
1500	0,75	1,3	6,3	24	100
1600	0,66	1,2	5,6	21	99
1700	0,58	1,0	4,9	19	88
1800	0,52	0,91	4,4	17	79
1900	0,47	0,82	4,0	15	71
2000	0,42	0,74	3,6	14	64
2200	0,35	0,61	2,9	11	53
2400	0,29	0,51	2,5	9,5	44
2600	0,25	0,44	2,1	8,1	38
2800	0,21	0,38	1,8	7,0	32
3000	0,19	0,33	1,6	6,1	28
3200	0,16	0,29	1,4	5,4	25
3400	0,15	0,26	1,2	4,8	22
3600	0,13	0,23	1,1	4,2	20
3800	0,12	0,20	1,0	3,8	18
4000	0,11	0,18	0,9	3,4	16



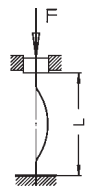
Zulässige Spindelbelastung (Euler Fall IV)

Tabelle 4 (Fortsetzung)

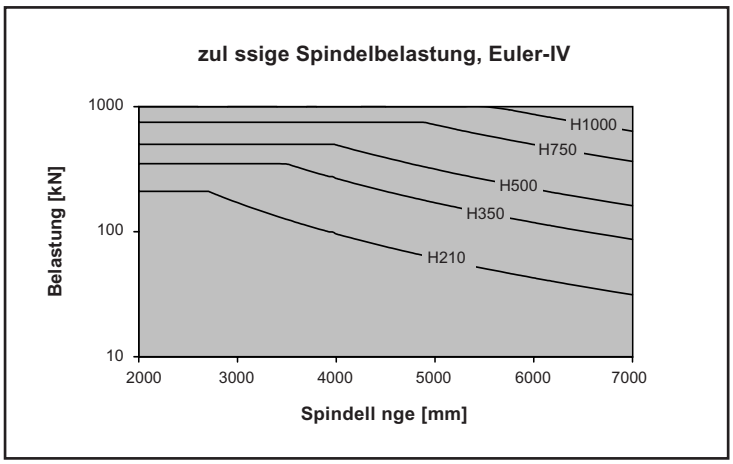
1000 kg = 1 t ≈ 10 kN

Knicksicherheit ν ≈ 6 für H210, H350, H500
ν ≈ 5 für H750, H1000

Spindellänge [mm]	Spindelbelastung [kN]				
	H210	H350	H500	H750	H1000
	Tr 80x10	Tr 100x10	Tr 120x14	Tr 140x16	Tr 160x18
2000	210	350	500		
2100	210	350	500		
2200	210	350	500		
2300	210	350	500		
2400	210	350	500		
2500	210	350	500		
2600	210	350	500		
2700	210	350	500	750	1000
2800	196	350	500	750	1000
2900	183	350	500	750	1000
3000	171	350	500	750	1000
3100	160	350	500	750	1000
3200	150	350	500	750	1000
3300	141	350	500	750	1000
3400	133	350	500	750	1000
3500	125	348	500	750	1000
3600	119	329	500	750	1000
3700	112	311	500	750	1000
3800	106	295	500	750	1000
3900	101	280	500	750	1000
4000	96	266	494	750	1000
4200	87	241	448	750	1000
4400	79	220	408	750	1000
4600	73	201	374	750	1000
4800	67	185	343	750	1000
5000	61	170	316	724	1000
5200	57	158	292	669	1000
5400	53	146	271	621	1000
5600	49	136	252	577	992
5800	46	127	235	538	925
6000	43	118	220	503	864
6250	39	109	202	463	796
6500	36	101	187	428	736
7000	31	87	161	369	635



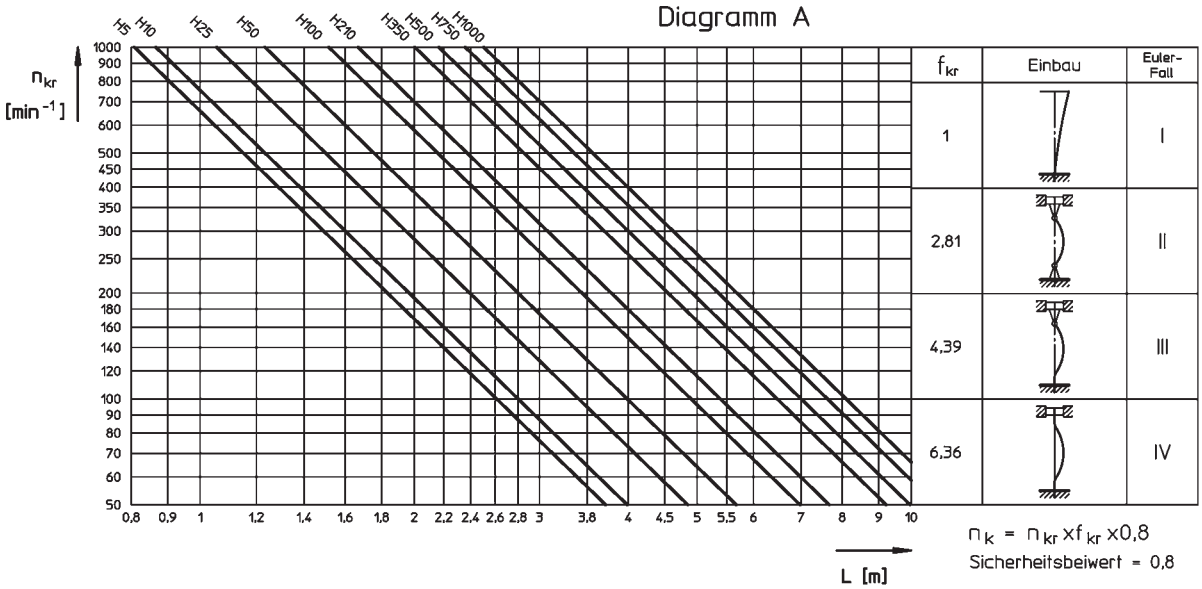
Euler Fall IV

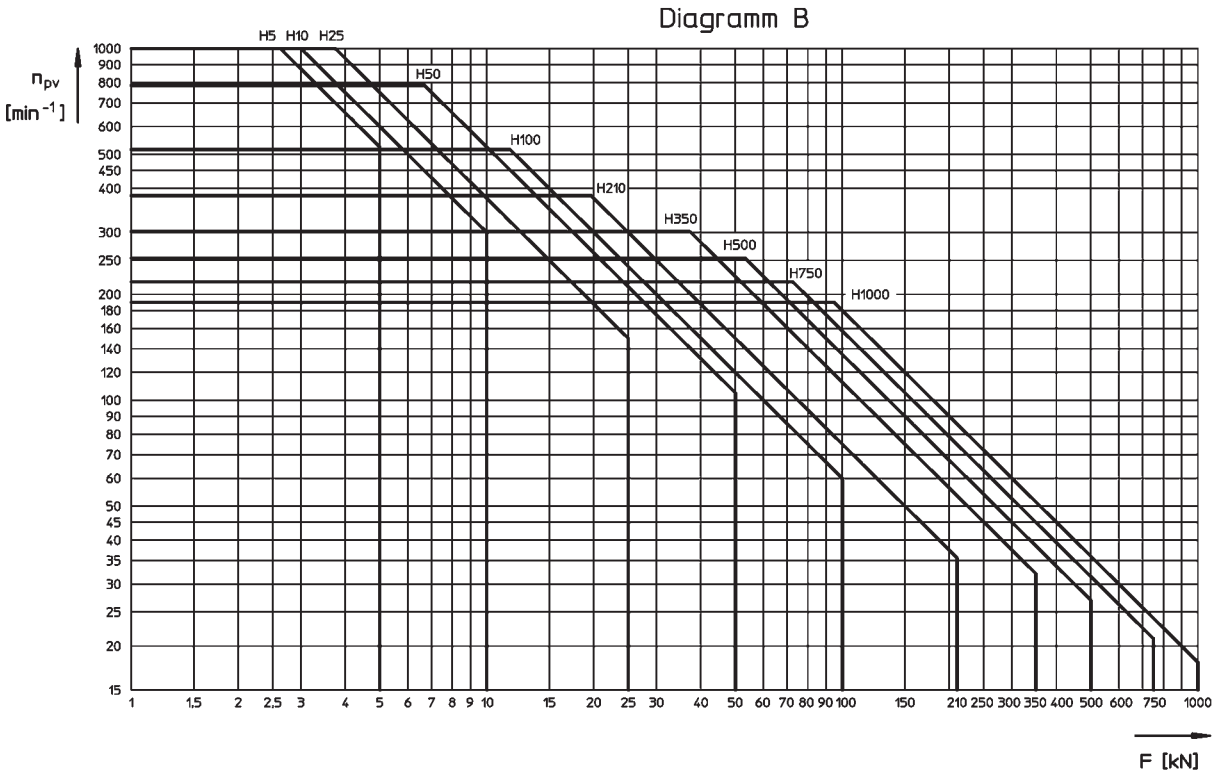


Die Gewindespindeldrehzahl wird durch die beiden Drehzahlen n_{kr} und n_{pv} bestimmt. Die Drehzahl n_{kr} berücksichtigt dabei den Längeneinfluss der Spindel, für n_{pv} ist die spezifische Belastung und die Gleitgeschwindigkeit im Eingriff entscheidend. Die **kleinere** dieser beiden Drehzahlen ergibt die maximal zulässige Gewindespindeldrehzahl n_{zul}.

$$n_{zul} \leq n_k \qquad n_{zul} \leq n_{pv}$$

- Höhere Drehzahlen erfordern Hubgetriebe mit Kugelgewindespindeln.





- Die Werte für n_{pv} sind Richtwerte.
- Höhere Drehzahlen sind möglich, jedoch verstärkt sich dabei der Verschleiß.

Hubgeschwindigkeit – Antriebsdrehzahl – Gewindespindeldrehzahl

Tabelle 5

Kann eine Hubgeschwindigkeit mit beiden Standardübersetzungen realisiert werden, so ist die Übersetzung mit i = 1 mm Hub / Umdrehung am Antrieb wegen des besseren Wirkungsgrades vorzuziehen.

Hubgeschwindigkeit		**Antriebsdrehzahl** [min^{-1}]		**Spindeldrehzahl** [min^{-1}]									
[m/min]	[mm/s]	1mm Hub / 1 U Antrieb	0,25mm Hub / 1 U Antrieb	**H5**	**H10**	**H25**	**H50**	**H100**	**H210**	**H350**	**H500**	**H750**	**H1000**
0,025	0,417	25	100	6,25	6,25	4,17	3,57	2,78	2,50	2,50	1,79	1,56	1,39
0,050	0,833	50	200	12,50	12,50	8,33	7,14	5,56	5,00	5,00	3,57	3,13	2,78
0,075	1,250	75	300	18,75	18,75	12,50	10,71	8,33	7,50	7,50	5,36	4,69	4,17
0,100	1,667	100	400	25,00	25,00	16,67	14,29	11,11	10,00	10,00	7,14	6,25	5,56
0,125	2,083	125	**500**	31,25	31,25	20,83	17,86	13,89	12,50	12,50	8,93	7,81	6,94
0,150	2,500	150	**600**	37,50	37,50	25,00	21,43	16,67	15,00	15,00	10,71	9,38	8,33
0,175	2,917	175	700	43,75	43,75	29,17	25,00	19,44	17,50	17,50	12,50	10,94	9,72
0,200	3,333	200	800	50,00	50,00	33,33	28,57	22,22	20,00	20,00	14,29	12,50	11,11
0,225	3,750	225	900	56,25	56,25	37,50	32,14	25,00	22,50	22,50	16,07	14,06	12,50
0,250	4,167	250	**1000**	62,50	62,50	41,67	35,71	27,78	25,00	25,00	17,86	15,63	13,89
0,275	4,583	275	1100	68,75	68,75	45,83	39,29	30,56	27,50	27,50	19,64	17,19	15,28
0,300	5,000	300	1200	75,00	75,00	50,00	42,86	33,33	30,00	30,00	21,43	18,75	16,67
0,325	5,417	325	1300	81,25	81,25	54,17	46,43	36,11	32,50	32,50	23,21	20,31	18,06
0,350	5,833	350	1400	87,50	87,50	58,33	50,00	38,89	35,00	35,00	25,00	21,88	19,44
0,375	6,250	375	**1500**	93,75	93,75	62,50	53,57	41,67	37,50	37,50	26,79	23,44	20,83
0,400	6,667	400	1600	100,00	100,00	66,67	57,14	44,44	40,00	40,00	28,57	25,00	22,22
0,425	7,083	425	1700	106,25	106,25	70,83	60,71	47,22	42,50	42,50	30,36	26,56	23,61
0,450	7,500	450	1800	112,50	112,50	75,00	64,29	50,00	45,00	45,00	32,14	28,13	25,00
0,475	7,917	475	1900	118,75	118,75	79,17	67,86	52,78	47,50	47,50	33,93	29,69	26,39
0,500	8,333	**500**	2000	125,00	125,00	83,33	71,43	55,56	50,00	50,00	35,71	31,25	27,78
0,550	9,167	550	2200	137,50	137,50	91,67	78,57	61,11	55,00	55,00	39,29	34,38	30,56
0,600	10,000	**600**	2400	150,00	150,00	100,00	85,71	66,67	60,00	60,00	42,86	37,50	33,33
0,650	10,833	650	2600	162,50	162,50	108,33	92,86	72,22	65,00	65,00	46,43	40,63	36,11
0,700	11,667	700	2800	175,00	175,00	116,67	100,00	77,78	70,00	70,00	50,00	43,75	38,89
0,750	12,500	**750**	**3000**	187,50	187,50	125,00	107,14	83,33	75,00	75,00	53,57	46,88	41,67
0,800	13,333	800	3200	200,00	200,00	133,33	114,29	88,89	80,00	80,00	57,14	50,00	44,44
0,850	14,167	850	3400	212,50	212,50	141,67	121,43	94,44	85,00	85,00	60,71	53,13	47,22
0,900	15,000	900	3600	225,00	225,00	150,00	128,57	100,00	90,00	90,00	64,29	56,25	50,00
0,950	15,833	950	-	237,50	237,50	158,33	135,71	105,56	95,00	95,00	67,86	59,38	52,78
1,000	16,667	**1000**	-	250,00	250,00	166,67	142,86	111,11	100,00	100,00	71,43	62,50	55,56
1,100	18,333	1100	-	275,00	275,00	183,33	157,14	122,22	110,00	110,00	78,57	68,75	61,11
1,200	20,000	1200	-	300,00	300,00	200,00	171,43	133,33	120,00	120,00	85,71	75,00	66,67
1,300	21,667	1300	-	325,00	325,00	216,67	185,71	144,44	130,00	130,00	92,86	81,25	72,22
1,400	23,333	1400	-	350,00	350,00	233,33	200,00	155,56	140,00	140,00	100,00	87,50	77,78
1,500	25,000	**1500**	-	375,00	375,00	250,00	214,29	166,67	150,00	150,00	107,14	93,75	83,33
1,600	26,667	1600	-	400,00	400,00	266,67	228,57	177,78	160,00	160,00	114,29	100,00	88,89
1,700	28,333	1700	-	425,00	425,00	283,33	242,86	188,89	170,00	170,00	121,43	106,25	94,44
1,800	30,000	1800	-	450,00	450,00	300,00	257,14	200,00	180,00	180,00	128,57	112,50	100,00
1,900	31,667	1900	-	475,00	475,00	316,67	271,43	211,11	190,00	190,00	135,71	118,75	105,56
2,000	33,333	2000	-	500,00	500,00	333,33	285,71	222,22	200,00	200,00	142,86	125,00	111,11
2,200	36,667	2200	-	550,00	550,00	366,67	314,29	244,44	220,00	220,00	157,14	137,50	122,22
2,400	40,000	2400	-	600,00	600,00	400,00	342,86	266,67	240,00	240,00	171,43	150,00	133,33
2,600	43,333	2600	-	650,00	650,00	433,33	371,43	288,89	260,00	260,00	185,71	162,50	144,44
2,800	46,667	2800	-	700,00	700,00	466,67	400,00	311,11	280,00	280,00	200,00	175,00	155,56
3,000	50,000	**3000**	-	750,00	750,00	500,00	428,57	333,33	300,00	300,00	214,29	187,50	166,67
3,200	53,333	3200	-	800,00	800,00	533,33	457,14	355,56	320,00	320,00	228,57	200,00	177,78
3,400	56,667	3400	-	850,00	850,00	566,67	485,71	377,78	340,00	340,00	242,86	212,50	188,89
3,600	60,000	3600		900,00	900,00	600,00	514,29	400,00	360,00	360,00	257,14	225,00	200,00

Die im Einsatz maximal zulässige Spindeldrehzahl ist längen- und belastungsabhängig und wird durch die Grenzdrehzahl $n_{zul} = f(n_{kr}, n_{pv})$ gemäß den Diagrammen „A“, „B“ (Seite 22) festgelegt.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 4:1 $\eta \approx 30\%$
i = 16:1 $\eta \approx 20\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				5		4,5		4		3,5		3		2,5		2		1	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
3000	3,00	50,00	4 :1	2,19	0,69	1,98	0,62	1,77	0,56	1,56	0,49	1,35	0,43	1,15	0,36	0,94	0,29	0,52	0,16
	0,750	12,50	16 :1	0,88	0,28	0,80	0,25	0,72	0,23	0,64	0,20	0,56	0,18	0,48	0,15	0,40	0,13	0,24	0,08
2800	2,80	46,67	4 :1	2,22	0,65	2,01	0,59	1,80	0,53	1,58	0,46	1,37	0,40	1,16	0,34	0,95	0,28	0,52	0,15
	0,700	11,67	16 :1	0,90	0,26	0,82	0,24	0,74	0,22	0,65	0,19	0,57	0,17	0,49	0,14	0,41	0,12	0,24	0,07
2500	2,50	41,67	4 :1	2,27	0,59	2,05	0,54	1,83	0,48	1,62	0,42	1,40	0,37	1,18	0,31	0,97	0,25	0,53	0,14
	0,625	10,42	16 :1	0,93	0,24	0,84	0,22	0,76	0,20	0,67	0,18	0,59	0,15	0,50	0,13	0,42	0,11	0,25	0,07
2200	2,20	36,67	4 :1	2,32	0,53	2,10	0,48	1,88	0,43	1,65	0,38	1,43	0,33	1,21	0,28	0,99	0,23	0,54	0,13
	0,550	9,17	16 :1	0,94	0,22	0,85	0,20	0,77	0,18	0,68	0,16	0,59	0,14	0,51	0,12	0,42	0,10	0,25	0,06
2000	2,00	33,33	4 :1	2,36	0,50	2,14	0,45	1,91	0,40	1,68	0,35	1,46	0,31	1,23	0,26	1,01	0,21	0,55	0,12
	0,500	8,33	16 :1	0,94	0,20	0,86	0,18	0,77	0,16	0,68	0,14	0,60	0,12	0,51	0,11	0,42	0,09	0,25	0,05
1800	1,80	30,00	4 :1	2,41	0,45	2,18	0,41	1,95	0,37	1,72	0,32	1,49	0,28	1,26	0,24	1,03	0,19	0,56	0,11
	0,450	7,50	16 :1	0,95	0,18	0,86	0,16	0,77	0,15	0,69	0,13	0,60	0,11	0,51	0,10	0,43	0,08	0,25	0,05
1500	1,50	25,00	4 :1	2,50	0,39	2,26	0,36	2,02	0,32	1,78	0,28	1,54	0,24	1,30	0,20	1,06	0,17	0,58	0,09
	0,375	6,25	16 :1	0,96	0,15	0,87	0,14	0,78	0,12	0,69	0,11	0,61	0,10	0,52	0,08	0,43	0,07	0,26	0,04
1200	1,20	20,00	4 :1	2,63	0,33	2,37	0,30	2,12	0,27	1,87	0,23	1,62	0,20	1,36	0,17	1,11	0,14	0,61	0,08
	0,300	5,00	16 :1	0,97	0,12	0,88	0,11	0,79	0,10	0,70	0,09	0,61	0,08	0,53	0,07	0,44	0,05	0,26	0,03
1000	1,00	16,67	4 :1	2,73	0,29	2,47	0,26	2,21	0,23	1,94	0,20	1,68	0,18	1,42	0,15	1,15	0,12	0,63	0,07
	0,250	4,17	16 :1	0,98	0,10	0,89	0,09	0,80	0,08	0,71	0,07	0,62	0,07	0,53	0,06	0,44	0,05	0,26	0,03
800	0,80	13,33	4 :1	2,88	0,24	2,60	0,22	2,32	0,19	2,05	0,17	1,77	0,15	1,49	0,12	1,21	0,10	0,66	0,05
	0,200	3,33	16 :1	1,00	0,08	0,91	0,08	0,82	0,07	0,72	0,06	0,63	0,05	0,54	0,05	0,45	0,04	0,26	0,02
700	0,70	11,67	4 :1	2,97	0,22	2,69	0,20	2,40	0,18	2,11	0,15	1,82	0,13	1,54	0,11	1,25	0,09	0,67	0,05
	0,175	2,92	16 :1	1,01	0,07	0,92	0,07	0,82	0,06	0,73	0,05	0,64	0,05	0,54	0,04	0,45	0,03	0,27	0,02
500	0,50	8,33	4 :1	3,10	0,16	2,80	0,15	2,50	0,13	2,20	0,12	1,90	0,10	1,60	0,08	1,30	0,07	0,70	0,04
	0,125	2,08	16 :1	1,04	0,05	0,94	0,05	0,85	0,04	0,75	0,04	0,65	0,03	0,56	0,03	0,46	0,02	0,27	0,01
300	0,30	5,00	4 :1	3,17	0,10	2,86	0,09	2,56	0,08	2,25	0,07	1,94	0,06	1,63	0,05	1,33	0,04	0,71	0,02
	0,075	1,25	16 :1	1,09	0,03	0,99	0,03	0,89	0,03	0,78	0,02	0,68	0,02	0,58	0,02	0,48	0,02	0,28	0,01
200	0,20	3,33	4 :1	3,23	0,07	2,92	0,06	2,61	0,05	2,29	0,05	1,98	0,04	1,67	0,03	1,35	0,03	0,73	0,02
	0,050	0,83	16 :1	1,13	0,02	1,03	0,02	0,92	0,02	0,82	0,02	0,71	0,01	0,61	0,01	0,50	0,01	0,29	0,01
100	0,10	1,67	4 :1	3,38	0,04	3,05	0,03	2,72	0,03	2,39	0,03	2,07	0,02	1,74	0,02	1,41	0,01	0,76	0,01
	0,025	0,42	16 :1	1,23	0,01	1,12	0,01	1,00	0,01	0,89	0,01	0,77	0,01	0,66	0,01	0,54	0,01	0,31	0,01

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h.
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 4:1 $\eta \approx 30\%$
i = 16:1 $\eta \approx 20\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				10		9		8		7		6		5		4		3	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
3000	3,00	50,00	4 :1	4,6	1,46	4,2	1,32	3,8	1,18	3,3	1,04	2,9	0,90	2,4	0,77	2,0	0,63	1,6	0,49
	0,750	12,50	16 :1	1,9	0,59	1,7	0,53	1,5	0,48	1,4	0,43	1,2	0,37	1,0	0,32	0,8	0,26	0,7	0,21
2800	2,80	46,67	4 :1	4,7	1,38	4,2	1,25	3,8	1,11	3,4	0,98	2,9	0,85	2,5	0,72	2,0	0,59	1,6	0,46
	0,700	11,67	16 :1	1,9	0,56	1,7	0,51	1,6	0,46	1,4	0,40	1,2	0,35	1,0	0,30	0,9	0,25	0,7	0,20
2500	2,50	41,67	4 :1	4,8	1,25	4,3	1,14	3,9	1,02	3,4	0,90	3,0	0,78	2,5	0,66	2,1	0,54	1,6	0,42
	0,625	10,42	16 :1	2,0	0,51	1,8	0,47	1,6	0,42	1,4	0,37	1,2	0,32	1,1	0,28	0,9	0,23	0,7	0,18
2200	2,20	36,67	4 :1	4,9	1,13	4,4	1,02	4,0	0,92	3,5	0,81	3,0	0,70	2,6	0,59	2,1	0,49	1,6	0,38
	0,550	9,17	16 :1	2,0	0,47	1,8	0,42	1,7	0,38	1,5	0,34	1,3	0,29	1,1	0,25	0,9	0,21	0,7	0,16
2000	2,00	33,33	4 :1	5,0	1,05	4,5	0,95	4,0	0,85	3,6	0,75	3,1	0,65	2,6	0,55	2,1	0,45	1,7	0,35
	0,500	8,33	16 :1	2,0	0,43	1,9	0,39	1,7	0,35	1,5	0,31	1,3	0,27	1,1	0,23	0,9	0,19	0,7	0,15
1800	1,80	30,00	4 :1	5,1	0,96	4,6	0,87	4,1	0,78	3,6	0,69	3,2	0,60	2,7	0,50	2,2	0,41	1,7	0,32
	0,450	7,50	16 :1	2,1	0,39	1,9	0,35	1,7	0,32	1,5	0,28	1,3	0,24	1,1	0,21	0,9	0,17	0,7	0,14
1500	1,50	25,00	4 :1	5,3	0,83	4,8	0,75	4,3	0,67	3,8	0,59	3,3	0,52	2,8	0,44	2,3	0,36	1,8	0,28
	0,375	6,25	16 :1	2,1	0,33	1,9	0,30	1,7	0,27	1,5	0,24	1,3	0,21	1,1	0,18	0,9	0,14	0,7	0,11
1200	1,20	20,00	4 :1	5,6	0,70	5,0	0,63	4,5	0,56	4,0	0,50	3,4	0,43	2,9	0,36	2,4	0,30	1,8	0,23
	0,300	5,00	16 :1	2,1	0,27	1,9	0,24	1,7	0,22	1,5	0,19	1,3	0,17	1,1	0,14	0,9	0,12	0,7	0,09
1000	1,00	16,67	4 :1	5,8	0,61	5,2	0,55	4,7	0,49	4,1	0,43	3,6	0,37	3,0	0,32	2,5	0,26	1,9	0,20
	0,250	4,17	16 :1	2,1	0,22	1,9	0,20	1,7	0,18	1,5	0,16	1,3	0,14	1,1	0,12	0,9	0,10	0,7	0,08
800	0,80	13,33	4 :1	6,1	0,51	5,5	0,46	4,9	0,41	4,3	0,36	3,8	0,31	3,2	0,27	2,6	0,22	2,0	0,17
	0,200	3,33	16 :1	2,2	0,18	2,0	0,17	1,8	0,15	1,6	0,13	1,4	0,11	1,2	0,10	1,0	0,08	0,8	0,06
700	0,70	11,67	4 :1	6,3	0,46	5,7	0,42	5,1	0,37	4,5	0,33	3,9	0,28	3,3	0,24	2,7	0,20	2,1	0,15
	0,175	2,92	16 :1	2,2	0,16	2,0	0,15	1,8	0,13	1,6	0,12	1,4	0,10	1,2	0,09	1,0	0,07	0,8	0,06
500	0,50	8,33	4 :1	6,7	0,35	6,1	0,32	5,4	0,28	4,8	0,25	4,1	0,22	3,5	0,18	2,8	0,15	2,2	0,11
	0,125	2,08	16 :1	2,3	0,12	2,0	0,11	1,8	0,10	1,6	0,09	1,4	0,07	1,2	0,06	1,0	0,05	0,8	0,04
300	0,30	5,00	4 :1	6,9	0,22	6,2	0,19	5,5	0,17	4,9	0,15	4,2	0,13	3,6	0,11	2,9	0,09	2,2	0,07
	0,075	1,25	16 :1	2,4	0,07	2,1	0,07	1,9	0,06	1,7	0,05	1,5	0,05	1,3	0,04	1,0	0,03	0,8	0,03
200	0,20	3,33	4 :1	7,0	0,15	6,3	0,13	5,7	0,12	5,0	0,10	4,3	0,09	3,6	0,08	3,0	0,06	2,3	0,05
	0,050	0,83	16 :1	2,5	0,05	2,2	0,05	2,0	0,04	1,8	0,04	1,5	0,03	1,3	0,03	1,1	0,02	0,8	0,02
100	0,10	1,67	4 :1	7,3	0,08	6,6	0,07	5,9	0,06	5,2	0,05	4,5	0,05	3,8	0,04	3,1	0,03	2,4	0,02
	0,025	0,42	16 :1	2,7	0,03	2,4	0,03	2,2	0,02	1,9	0,02	1,7	0,02	1,4	0,01	1,2	0,01	0,9	0,01

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h.
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 6:1 $\eta \approx 28\%$
i = 24:1 $\eta \approx 20\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				25		22,5		20		17,5		15		10		7,5		5	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
3000	3,00	50,00	6 :1	12,2	3,8	11,0	3,4	9,8	3,1	8,6	2,7	7,4	2,3	5,0	1,6	3,9	1,2	2,7	0,84
	0,750	12,50	24 :1	5,0	1,6	4,5	1,4	4,1	1,3	3,6	1,1	3,1	0,97	2,1	0,7	1,7	0,52	1,2	0,37
2800	2,80	46,67	6 :1	12,3	3,6	11,1	3,3	9,9	2,9	8,7	2,6	7,5	2,2	5,1	1,5	3,9	1,1	2,7	0,79
	0,700	11,67	24 :1	5,0	1,5	4,6	1,3	4,1	1,2	3,6	1,1	3,1	0,91	2,1	0,63	1,7	0,49	1,2	0,35
2500	2,50	41,67	6 :1	12,6	3,3	11,4	3,0	10,1	2,7	8,9	2,3	7,7	2,0	5,2	1,4	4,0	1,0	2,8	0,72
	0,625	10,42	24 :1	5,1	1,3	4,6	1,2	4,1	1,1	3,6	0,95	3,1	0,82	2,2	0,57	1,7	0,44	1,2	0,31
2200	2,20	36,67	6 :1	13,0	3,0	11,7	2,7	10,4	2,4	9,2	2,1	7,9	1,8	5,4	1,2	4,1	0,94	2,8	0,65
	0,550	9,17	24 :1	5,1	1,2	4,6	1,1	4,1	0,95	3,6	0,84	3,2	0,73	2,2	0,50	1,7	0,39	1,2	0,28
2000	2,00	33,33	6 :1	13,2	2,8	11,9	2,5	10,6	2,2	9,3	2,0	8,1	1,7	5,5	1,1	4,2	0,87	2,9	0,60
	0,500	8,33	24 :1	5,1	1,1	4,7	0,97	4,2	0,87	3,7	0,77	3,2	0,66	2,2	0,46	1,7	0,36	1,2	0,25
1800	1,80	30,00	6 :1	13,5	2,5	12,2	2,3	10,9	2,1	9,6	1,8	8,2	1,6	5,6	1,1	4,3	0,80	2,9	0,56
	0,450	7,50	24 :1	5,2	0,98	4,7	0,88	4,2	0,79	3,7	0,70	3,2	0,60	2,2	0,42	1,7	0,32	1,2	0,23
1500	1,50	25,00	6 :1	14,1	2,2	12,7	2,0	11,3	1,8	10,0	1,6	8,6	1,3	5,8	0,91	4,4	0,70	3,1	0,48
	0,375	6,25	24 :1	5,2	0,82	4,7	0,74	4,2	0,67	3,7	0,59	3,2	0,51	2,2	0,35	1,7	0,27	1,2	0,19
1200	1,20	20,00	6 :1	14,8	1,9	13,4	1,7	11,9	1,5	10,5	1,3	9,0	1,1	6,1	0,77	4,7	0,59	3,2	0,40
	0,300	5,00	24 :1	5,3	0,67	4,8	0,61	4,3	0,5	3,8	0,48	3,3	0,41	2,3	0,28	1,8	0,22	1,2	0,16
1000	1,00	16,67	6 :1	15,5	1,6	14,0	1,5	12,5	1,3	11,0	1,1	9,4	0,99	6,4	0,67	4,9	0,51	3,3	0,35
	0,250	4,17	24 :1	5,4	0,57	4,9	0,51	4,4	0,5	3,8	0,40	3,3	0,35	2,3	0,24	1,8	0,19	1,3	0,13
800	0,80	13,33	6 :1	16,4	1,4	14,8	1,2	13,1	1,1	11,5	0,97	9,9	0,83	6,7	0,56	5,1	0,43	3,5	0,29
	0,200	3,33	24 :1	5,5	0,46	5,0	0,42	4,4	0,37	3,9	0,33	3,4	0,28	2,3	0,20	1,8	0,15	1,3	0,11
700	0,70	11,67	6 :1	16,4	1,2	14,8	1,1	13,2	0,97	11,6	0,85	10,0	0,73	6,8	0,49	5,1	0,38	3,5	0,26
	0,175	2,92	24 :1	5,6	0,41	5,0	0,37	4,5	0,33	4,0	0,29	3,4	0,25	2,4	0,17	1,8	0,13	1,3	0,09
500	0,50	8,33	6 :1	16,6	0,87	15,0	0,79	13,4	0,70	11,7	0,61	10,1	0,53	6,8	0,36	5,2	0,27	3,6	0,19
	0,125	2,08	24 :1	5,7	0,30	5,2	0,27	4,6	0,24	4,1	0,21	3,5	0,18	2,4	0,13	1,9	0,10	1,3	0,07
300	0,30	5,00	6 :1	17,0	0,53	15,3	0,48	13,7	0,43	12,0	0,38	10,3	0,32	7,0	0,22	5,3	0,17	3,6	0,11
	0,075	1,25	24 :1	6,0	0,19	5,5	0,17	4,9	0,15	4,3	0,13	3,7	0,12	2,5	0,08	2,0	0,06	1,4	0,04
200	0,20	3,33	6 :1	17,4	0,36	15,6	0,33	13,9	0,29	12,2	0,26	10,5	0,22	7,1	0,15	5,4	0,11	3,7	0,08
	0,050	0,83	24 :1	6,3	0,13	5,7	0,12	5,1	0,11	4,5	0,09	3,9	0,08	2,7	0,06	2,0	0,04	1,4	0,03
100	0,10	1,67	6 :1	18,1	0,19	16,3	0,17	14,5	0,15	12,7	0,13	11,0	0,11	7,4	0,08	5,6	0,06	3,9	0,04
	0,025	0,42	24 :1	6,9	0,07	6,2	0,07	5,6	0,06	4,9	0,05	4,2	0,04	2,9	0,03	2,2	0,02	1,6	0,02

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h.
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 7:1 $\eta \approx 28\%$
i = 28:1 $\eta \approx 18\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				50		45		40		35		30		25		20		15	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
3000	3,00	50,00	7 :1	24,0	7,5	21,6	6,8	19,3	6,1	17,0	5,3	14,7	4,6	12,3	3,9	10,0	3,1	7,7	2,4
	0,750	12,50	28 :1	9,8	3,1	8,8	2,8	7,9	2,5	7,0	2,2	6,1	1,9	5,1	1,6	4,2	1,3	3,3	1,0
2800	2,80	46,67	7 :1	24,3	7,1	21,9	6,4	19,6	5,7	17,2	5,0	14,8	4,4	12,5	3,7	10,1	3,0	7,8	2,3
	0,700	11,67	28 :1	9,9	2,9	9,0	2,6	8,1	2,4	7,1	2,1	6,2	1,8	5,2	1,5	4,3	1,3	3,3	0,98
2500	2,50	41,67	7 :1	24,8	6,5	22,4	5,9	20,0	5,2	17,6	4,6	15,2	4,0	12,8	3,3	10,3	2,7	7,9	2,1
	0,625	10,42	28 :1	10,3	2,7	9,3	2,4	8,3	2,2	7,3	1,9	6,4	1,7	5,4	1,4	4,4	1,2	3,4	0,90
2200	2,20	36,67	7 :1	25,4	5,9	23,0	5,3	20,5	4,7	18,0	4,2	15,5	3,6	13,1	3,0	10,6	2,4	8,1	1,9
	0,550	9,17	28 :1	10,6	2,4	9,6	2,2	8,6	2,0	7,6	1,7	6,6	1,5	5,6	1,3	4,5	1,0	3,5	0,81
2000	2,00	33,33	7 :1	25,9	5,4	23,4	4,9	20,9	4,4	18,4	3,8	15,8	3,3	13,3	2,8	10,8	2,3	8,3	1,7
	0,500	8,33	28 :1	10,9	2,3	9,9	2,1	8,8	1,8	7,8	1,6	6,7	1,4	5,7	1,2	4,7	0,98	3,6	0,76
1800	1,80	30,00	7 :1	26,5	5,0	23,9	4,5	21,3	4,0	18,8	3,5	16,2	3,1	13,6	2,6	11,0	2,1	8,4	1,6
	0,450	7,50	28 :1	11,1	2,1	10,1	1,9	9,0	1,7	7,9	1,5	6,9	1,3	5,8	1,1	4,8	0,90	3,7	0,70
1500	1,50	25,00	7 :1	27,6	4,3	24,9	3,9	22,2	3,5	19,5	3,1	16,8	2,6	14,1	2,2	11,4	1,8	8,8	1,4
	0,375	6,25	28 :1	11,3	1,8	10,2	1,6	9,1	1,4	8,0	1,3	7,0	1,1	5,9	0,92	4,8	0,75	3,7	0,59
1200	1,20	20,00	7 :1	29,0	3,6	26,1	3,3	23,3	2,9	20,5	2,6	17,7	2,2	14,8	1,9	12,0	1,5	9,2	1,2
	0,300	5,00	28 :1	11,4	1,4	10,3	1,3	9,2	1,2	8,1	1,02	7,0	0,89	6,0	0,75	4,9	0,61	3,8	0,47
1000	1,00	16,67	7 :1	30,2	3,2	27,2	2,9	24,3	2,5	21,3	2,2	18,4	1,9	15,4	1,6	12,5	1,3	9,5	1,0
	0,250	4,17	28 :1	11,6	1,2	10,5	1,1	9,3	1,0	8,2	0,86	7,1	0,75	6,0	0,63	4,9	0,52	3,8	0,40
800	0,80	13,33	7 :1	31,8	2,7	28,7	2,4	25,6	2,1	22,5	1,9	19,4	1,6	16,3	1,4	13,2	1,1	10,0	0,84
	0,200	3,33	28 :1	11,7	0,98	10,6	0,89	9,5	0,80	8,4	0,70	7,2	0,61	6,1	0,51	5,0	0,42	3,9	0,32
700	0,70	11,67	7 :1	32,9	2,4	29,7	2,2	26,5	1,9	23,2	1,7	20,0	1,5	16,8	1,2	13,6	1,00	10,4	0,76
	0,175	2,92	28 :1	11,9	0,87	10,7	0,79	9,6	0,70	8,5	0,62	7,3	0,54	6,2	0,45	5,0	0,37	3,9	0,29
500	0,50	8,33	7 :1	35,9	1,9	32,4	1,7	28,8	1,5	25,3	1,3	21,8	1,1	18,3	0,96	14,8	0,77	11,3	0,59
	0,125	2,08	28 :1	12,2	0,64	11,0	0,58	9,9	0,52	8,7	0,45	7,5	0,39	6,3	0,33	5,2	0,27	4,0	0,21
300	0,30	5,00	7 :1	37,2	1,2	33,5	1,1	29,9	0,94	26,2	0,82	22,6	0,71	18,9	0,59	15,3	0,48	11,6	0,37
	0,075	1,25	28 :1	12,8	0,40	11,5	0,36	10,3	0,32	9,1	0,29	7,9	0,25	6,6	0,21	5,4	0,17	4,2	0,13
200	0,20	3,33	7 :1	37,9	0,79	34,1	0,72	30,4	0,64	26,7	0,56	23,0	0,48	19,3	0,40	15,6	0,33	11,8	0,25
	0,050	0,83	28 :1	13,3	0,28	12,0	0,25	10,8	0,23	9,5	0,20	8,2	0,17	6,9	0,14	5,6	0,12	4,3	0,09
100	0,10	1,67	7 :1	39,3	0,41	35,4	0,37	31,6	0,33	27,7	0,29	23,9	0,25	20,0	0,21	16,1	0,17	12,3	0,13
	0,025	0,42	28 :1	10,2	0,11	9,2	0,10	8,2	0,09	7,3	0,08	6,3	0,07	5,3	0,06	4,4	0,05	3,4	0,04

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h.
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 9:1 $\eta \approx 24\%$
i = 36:1 $\eta \approx 17\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				100		95		90		85		80		70		60		50	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1500	1,50	25,00	9 :1					56,3	8,8	53,2	8,4	50,2	7,9	44,1	6,9	38,0	6,0	31,9	5,0
	0,375	6,25	36 :1			24,5	3,9	23,3	3,7	22,1	3,5	20,8	3,3	18,3	2,9	15,8	2,5	13,3	2,1
1400	1,40	23,33	9 :1			60,3	8,8	57,2	8,4	54,1	7,9	51,0	7,5	44,8	6,6	38,6	5,7	32,4	4,8
	0,350	5,83	36 :1	25,9	3,8	24,7	3,6	23,4	3,4	22,2	3,2	20,9	3,1	18,4	2,7	15,9	2,3	13,4	2,0
1300	1,30	21,67	9 :1			61,4	8,4	58,2	7,9	55,1	7,5	51,9	7,1	45,6	6,2	39,3	5,4	33,0	4,5
	0,325	5,42	36 :1	26,1	3,5	24,8	3,4	23,5	3,2	22,3	3,0	21,0	2,9	18,5	2,5	16,0	2,2	13,5	1,8
1200	1,20	20,00	9 :1			62,6	7,9	59,4	7,5	56,1	7,1	52,9	6,7	46,5	5,8	40,1	5,0	33,6	4,2
	0,300	5,00	36 :1	26,2	3,3	25,0	3,1	23,7	3,0	22,4	2,8	21,2	2,7	18,6	2,3	16,1	2,0	13,6	1,7
1100	1,10	18,33	9 :1	67,2	7,7	63,9	7,4	60,6	7,0	57,3	6,6	54,1	6,2	47,5	5,5	40,9	4,7	34,3	4,0
	0,275	4,58	36 :1	26,4	3,0	25,1	2,9	23,9	2,7	22,6	2,6	21,3	2,5	18,8	2,2	16,2	1,9	13,7	1,6
1000	1,00	16,67	9 :1	68,8	7,2	65,5	6,9	62,1	6,5	58,7	6,1	55,4	5,8	48,6	5,1	41,9	4,4	35,2	3,7
	0,250	4,17	36 :1	26,6	2,8	25,3	2,7	24,1	2,5	22,8	2,4	21,5	2,2	18,9	2,0	16,3	1,7	13,8	1,4
900	0,90	15,00	9 :1	70,7	6,7	67,2	6,3	63,8	6,0	60,3	5,7	56,9	5,4	49,9	4,7	43,0	4,1	36,1	3,4
	0,225	3,75	36 :1	26,9	2,5	25,6	2,4	24,3	2,3	23,0	2,2	21,7	2,0	19,1	1,8	16,5	1,6	13,9	1,3
800	0,80	13,33	9 :1	72,9	6,1	69,3	5,8	65,7	5,5	62,2	5,2	58,6	4,9	51,5	4,3	44,3	3,7	37,2	3,1
	0,200	3,33	36 :1	27,1	2,3	25,8	2,2	24,5	2,1	23,2	1,9	21,9	1,8	19,3	1,6	16,6	1,4	14,0	1,2
700	0,70	11,67	9 :1	75,5	5,5	71,8	5,3	68,1	5,0	64,4	4,7	60,7	4,5	53,3	3,9	45,9	3,4	38,5	2,8
	0,175	2,92	36 :1	27,5	2,0	26,1	1,9	24,8	1,8	23,5	1,7	22,2	1,6	19,5	1,4	16,8	1,2	14,2	1,0
600	0,60	10,00	9 :1	78,8	4,9	74,9	4,7	71,0	4,5	67,2	4,2	63,3	4,0	55,6	3,5	47,9	3,0	40,1	2,5
	0,150	2,50	36 :1	27,9	1,8	26,5	1,7	25,2	1,6	23,8	1,5	22,5	1,4	19,8	1,2	17,1	1,1	14,4	0,90
500	0,50	8,33	9 :1	82,9	4,3	78,8	4,1	74,8	3,9	70,7	3,7	66,6	3,5	58,5	3,1	50,3	2,6	42,2	2,2
	0,125	2,08	36 :1	28,4	1,5	27,0	1,4	25,6	1,3	24,3	1,3	22,9	1,2	20,1	1,1	17,4	0,91	14,6	0,77
400	0,40	6,67	9 :1	86,8	3,6	82,5	3,5	78,2	3,3	74,0	3,1	69,7	2,9	61,2	2,6	52,7	2,2	44,1	1,8
	0,100	1,67	36 :1	29,0	1,2	27,6	1,2	26,2	1,1	24,8	1,04	23,4	0,98	20,6	0,86	17,8	0,75	15,0	0,63
300	0,30	5,00	9 :1	88,3	2,8	84,0	2,6	79,6	2,5	75,3	2,4	70,9	2,2	62,3	2,0	53,6	1,7	44,9	1,4
	0,075	1,25	36 :1	30,0	0,94	28,5	0,90	27,1	0,85	25,6	0,80	24,2	0,8	21,3	0,67	18,4	0,58	15,4	0,49
200	0,20	3,33	9 :1	90,7	1,9	86,3	1,8	81,8	1,7	77,4	1,6	72,9	1,5	64,0	1,3	55,0	1,2	46,1	0,97
	0,050	0,83	36 :1	31,5	0,66	30,0	0,63	28,4	0,60	26,9	0,56	25,4	0,53	22,3	0,47	19,3	0,40	16,2	0,34
100	0,10	1,67	9 :1	95,9	1,00	91,2	0,95	86,5	0,91	81,7	0,86	77,0	0,81	67,6	0,71	58,1	0,61	48,7	0,51
	0,025	0,42	36 :1	34,6	0,36	33,0	0,35	31,3	0,33	29,6	0,31	27,9	0,29	24,5	0,26	21,1	0,22	17,8	0,19

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h bzw. 10% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 10:1 $\eta \approx 21\%$
i = 40:1 $\eta \approx 14\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				210		180		160		140		120		100		75		50	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1500	1,50	25,00	10 :1					108	17	95	15	82	13	69	11	52	8,2	35	5,6
	0,375	6,25	40 :1					47	7,4	41	6,5	36	5,6	27	4,2	23	3,6	16	2,5
1400	1,40	23,33	10 :1					110	16	97	14	83	12	70	10	53	7,7	36	5,3
	0,350	5,83	40 :1					48	7,0	42	6,2	36	5,3	31	4,5	23	3,4	16	2,4
1300	1,30	21,67	10 :1			126	17	112	15	98	13	85	12	71	9,7	54	7,3	37	5,0
	0,325	5,42	40 :1					49	6,7	43	5,9	37	5,1	31	4,3	24	3,3	17	2,2
1200	1,20	20,00	10 :1			128	16	114	14	100	13	86	11	72	9,1	55	6,9	37	4,7
	0,300	5,00	40 :1					49	6,2	43	5,5	37	4,7	32	4,0	24	3,0	17	2,1
1100	1,10	18,33	10 :1			131	15	117	13	102	12	88	10	74	8,5	56	6,4	38	4,4
	0,275	4,58	40 :1					50	5,7	44	5,0	38	4,3	32	3,7	24	2,8	17	1,9
1000	1,00	16,67	10 :1			134	14	119	13	105	11	90	9,4	76	7,9	57	6,0	39	4,1
	0,250	4,17	40 :1					50	5,2	44	4,6	38	4,0	32	3,3	24	2,6	17	1,8
900	0,90	15,00	10 :1			138	13	123	12	108	10	93	8,7	78	7,3	59	5,5	40	3,8
	0,225	3,75	40 :1					50	4,8	44	4,2	38	3,6	32	3,0	25	2,3	17	1,6
800	0,80	13,33	10 :1	165	14	142	12	126	11	111	9,3	95	8,0	80	6,7	61	5,1	41	3,4
	0,200	3,33	40 :1					51	4,3	45	3,8	39	3,2	32	2,7	25	2,1	17	1,4
700	0,70	11,67	10 :1	171	13	147	11	131	10	115	8,4	99	7,2	83	6,1	63	4,6	43	3,1
	0,175	2,92	40 :1			58	4,2	52	3,8	45	3,3	39	2,9	33	2,4	25	1,8	17	1,3
600	0,60	10,00	10 :1	179	11	153	10	137	8,6	120	7,5	103	6,5	86	5,4	65	4,1	44	2,8
	0,150	2,50	40 :1			59	3,7	52	3,3	46	2,9	40	2,5	33	2,1	25	1,6	17	1,1
500	0,50	8,33	10 :1	188	10	161	8,4	144	7,5	126	6,6	108	5,7	91	4,7	69	3,6	47	2,4
	0,125	2,08	40 :1	69	3,6	59	3,1	53	2,8	47	2,4	40	2,1	34	1,8	26	1,3	18	0,93
400	0,40	6,67	10 :1	200	8,4	172	7,2	153	6,4	134	5,6	116	4,8	97	4,0	73	3,1	50	2,1
	0,100	1,67	40 :1	71	3,0	61	2,5	54	2,3	48	2,0	41	1,7	35	1,4	26	1,1	18	0,76
300	0,30	5,00	10 :1	214	6,7	184	5,8	164	5,1	143	4,5	123	3,9	103	3,2	78	2,4	53	1,7
	0,075	1,25	40 :1	73	2,3	63	2,0	56	1,8	49	1,5	42	1,3	36	1,1	27	0,85	19	0,58
200	0,20	3,33	10 :1	219	4,6	188	3,9	167	3,5	147	3,1	126	2,6	105	2,2	80	1,7	54	1,1
	0,050	0,83	40 :1	76	1,6	65	1,4	58	1,2	51	1,1	44	0,93	37	0,78	28	0,59	19	0,41
100	0,10	1,67	10 :1	229	2,4	196	2,1	175	1,8	153	1,6	132	1,4	110	1,2	83	0,87	56	0,59
	0,025	0,42	40 :1	83	0,87	72	0,75	64	0,67	56	0,59	48	0,51	41	0,42	31	0,32	21	0,22

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h bzw. 5% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmomente/Antriebsleistungen

Tr 100 x 10 Tabelle 12

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 10:1 $\eta \approx 18\%$
i = 40:1 $\eta \approx 11\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				350		300		250		200		180		150		120		80	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1500	1,50	25,00	10 :1							155	24	140	22	117	18	94	15	64	10,1
	0,375	6,25	40 :1			99	16	83	13	67	10	60	9	51	7,9	41	6,4	28	4,4
1400	1,40	23,33	10 :1					197	29	158	23	142	21	119	17	96	14	65	9,5
	0,350	5,83	40 :1			101	15	85	12	68	10	62	9	52	7,6	42	6,1	29	4,2
1300	1,30	21,67	10 :1					200	27	161	22	145	20	121	17	98	13	66	9,0
	0,325	5,42	40 :1	121	16	104	14	87	12	70	10	63	9	53	7,2	43	5,8	29	4,0
1200	1,20	20,00	10 :1					204	26	164	21	148	19	124	16	100	13	68	8,5
	0,300	5,00	40 :1	124	16	106	13	89	11	72	9	65	8,1	54	6,8	44	5,5	30	3,8
1100	1,10	18,33	10 :1					209	24	168	19	151	17	127	15	102	12	69	7,9
	0,275	4,58	40 :1	127	15	109	13	92	11	74	8	67	7,7	56	6,4	45	5,2	31	3,5
1000	1,00	16,67	10 :1					214	22	172	18	155	16	130	14	104	10,9	71	7,4
	0,250	4,17	40 :1	131	14	112	12	94	10	76	8	68	7,1	57	6,0	46	4,8	31	3,3
900	0,90	15,00	10 :1					220	21	177	17	159	15	133	13	107	10,1	73	6,8
	0,225	3,75	40 :1	132	12	113	11	95	9	76	7,2	69	6,5	58	5,4	47	4,4	32	3,0
800	0,80	13,33	10 :1			272	23	227	19	182	15	164	14	138	12	111	9,3	75	6,3
	0,200	3,33	40 :1	133	11	114	10	95	8	77	6,4	69	5,8	58	4,9	47	3,9	32	2,7
700	0,70	11,67	10 :1			282	21	236	17	189	14	171	12	143	10	115	8,4	78	5,7
	0,175	2,92	40 :1	134	10	115	8,5	97	7,1	78	5,7	70	5,1	59	4,3	47	3,5	32	2,4
600	0,60	10,00	10 :1			295	19	246	15	197	12	178	11	149	9,4	120	7,5	81	5,1
	0,150	2,50	40 :1	136	9	117	7,3	98	6	79	4,9	71	4,5	60	3,7	48	3,0	33	2,1
500	0,50	8,33	10 :1	362	19	310	16	259	14	208	11	187	10	157	8,2	126	6,6	85	4,5
	0,125	2,08	40 :1	138	7,2	119	6,2	99	5,2	80	4,2	72	3,8	60	3,2	49	2,6	33	1,7
400	0,40	6,67	10 :1	386	16	332	14	277	12	222	9,3	200	8,4	167	7,0	134	5,6	91	3,8
	0,100	1,67	40 :1	141	5,9	121	5,1	101	4,3	82	3,4	74	3,1	62	2,6	50	2,1	34	1,4
300	0,30	5,00	10 :1	422	13	362	11	302	9	242	7,6	219	6,9	183	5,7	147	4,6	99	3,1
	0,075	1,25	40 :1	145	4,6	125	3,9	104	3,3	84	2,6	76	2,4	64	2,0	51	1,6	35	1,1
200	0,20	3,33	10 :1	450	9,4	386	8,1	322	6,7	258	5,4	233	4,9	195	4,1	156	3,3	105	2,2
	0,050	0,83	40 :1	152	3,2	131	2,7	109	2,3	88	1,8	79	1,7	66	1,4	54	1,1	36	0,76
100	0,10	1,67	10 :1	472	4,9	405	4,2	338	3,5	271	2,8	244	2,6	204	2,1	164	1,7	110	1,15
	0,025	0,42	40 :1	166	1,7	143	1,5	119	1,2	96	1,0	86	0,9	72	0,76	58	0,61	40	0,41

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 20% ED/h bzw. 5% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 14:1 $\eta \approx 18\%$
i = 56:1 $\eta \approx 11\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				500		450		400		350		300		250		200		100	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1500	1,50	25,00	14 :1	363	57	327	51	291	46	255	40	219	34	183	29	147	23	76	12
	0,375	6,25	56 :1											79	12	64	10	33	5,2
1400	1,40	23,33	14 :1	369	54	332	49	296	43	259	38	223	33	186	27	150	22	77	11
	0,350	5,83	56 :1											81	12	65	9,6	34	5,0
1300	1,30	21,67	14 :1	376	51	338	46	301	41	264	36	227	31	190	26	153	21	78	11
	0,325	5,42	56 :1									99	13	83	11	67	9,1	35	4,7
1200	1,20	20,00	14 :1	383	48	345	43	307	39	269	34	231	29	194	24	156	20	80	10,0
	0,300	5,00	56 :1									101	13	85	11	68	8,6	36	4,5
1100	1,10	18,33	14 :1	392	45	353	41	314	36	275	32	237	27	198	23	159	18	81	9,4
	0,275	4,58	56 :1									102	12	85	10	69	7,9	36	4,1
1000	1,00	16,67	14 :1	402	42	362	38	322	34	282	30	243	25	203	21	163	17	83	8,7
	0,250	4,17	56 :1									103	11	86	9,0	69	7,3	36	3,8
900	0,90	15,00	14 :1	413	39	372	35	331	31	290	27	249	23	208	20	167	16	86	8,1
	0,225	3,75	56 :1									104	9,8	87	8,2	70	6,6	36	3,4
800	0,80	13,33	14 :1	426	36	384	32	342	29	299	25	257	22	215	18	173	14	88	7,4
	0,200	3,33	56 :1									105	8,8	88	7,3	71	5,9	37	3,1
700	0,70	11,67	14 :1	442	32	398	29	354	26	311	23	267	20	223	16	179	13	91	6,7
	0,175	2,92	56 :1							123	9,0	106	7,8	89	6,5	71	5,2	37	2,7
600	0,60	10,00	14 :1	462	29	416	26	370	23	324	20	278	17	233	15	187	12	95	6,0
	0,150	2,50	56 :1							125	7,8	107	6,7	90	5,6	72	4,5	38	2,4
500	0,50	8,33	14 :1	487	25	438	23	390	20	342	18	293	15	245	13	197	10	100	5,3
	0,125	2,08	56 :1							127	6,6	109	5,7	91	4,8	74	3,9	38	2,0
400	0,40	6,67	14 :1	520	22	468	20	417	17	365	15	313	13	262	11	210	8,8	107	4,5
	0,100	1,67	56 :1							130	5,4	111	4,7	93	3,9	75	3,1	39	1,6
300	0,30	5,00	14 :1	567	18	511	16	455	14	398	13	342	11	286	9,0	229	7,2	116	3,7
	0,075	1,25	56 :1					152	4,8	134	4,2	115	3,6	96	3,0	77	2,4	40	1,3
200	0,20	3,33	14 :1	582	12	524	11	466	10	408	9	351	7,3	293	6,1	235	4,9	119	2,5
	0,050	0,83	56 :1					159	3,3	140	2,9	120	2,5	101	2,1	81	1,7	42	0,88
100	0,10	1,67	14 :1	612	6,4	551	5,8	490	5,1	430	4,5	369	3,9	308	3,2	247	2,6	125	1,3
	0,025	0,42	56 :1			196	2,1	175	1,8	153	1,6	132	1,4	110	1,2	89	0,93	46	0,48

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 15% ED/h bzw. 5% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 16:1 $\eta \approx 18\%$
i = 64:1 $\eta \approx 11\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				750		700		650		600		500		400		300		200	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1200	1,20	20,00	16 :1	576	72	538	68	500	63	462	58	386	49	310	39	235	29	159	20
	0,300	5,00	64 :1													103	13	70	8,8
1100	1,10	18,33	16 :1	589	68	550	63	511	59	472	54	395	45	317	37	240	28	162	19
	0,275	4,58	64 :1													103	12	70	8,1
1000	1,00	16,67	16 :1	603	63	563	59	524	55	484	51	404	42	325	34	246	26	166	17
	0,250	4,17	64 :1													104	11	71	7,4
900	0,90	15,00	16 :1	620	58	579	55	538	51	497	47	416	39	334	31	252	24	171	16
	0,225	3,75	64 :1											139	13	105	10	71	6,7
800	0,80	13,33	16 :1	640	54	597	50	555	47	513	43	429	36	344	29	260	22	176	15
	0,200	3,33	64 :1											140	12	106	8,9	72	6,0
700	0,70	11,67	16 :1	663	49	619	45	576	42	532	39	444	33	357	26	270	20	182	13
	0,175	2,92	64 :1											141	10	107	7,9	73	5,3
600	0,60	10,00	16 :1	692	43	647	41	601	38	555	35	464	29	372	23	281	18	190	12
	0,150	2,50	64 :1									178	11	143	9,0	109	6,8	74	4,6
500	0,50	8,33	16 :1	729	38	681	36	633	33	585	31	488	26	392	21	296	15	200	10
	0,125	2,08	64 :1									181	9	146	7,6	110	5,8	75	3,9
400	0,40	6,67	16 :1	779	33	727	30	676	28	624	26	521	22	419	18	316	13	213	8,9
	0,100	1,67	64 :1									185	7,7	149	6,2	113	4,7	76	3,2
300	0,30	5,00	16 :1	850	27	794	25	738	23	682	21	569	18	457	14	344	11	232	7,3
	0,075	1,25	64 :1							227	7,1	190	6,0	153	4,8	116	3,6	79	2,5
250	0,25	4,17	16 :1	862	23	805	21	748	20	691	18	577	15	463	12	349	9,1	235	6,1
	0,063	1,04	64 :1							232	6,1	194	5,1	156	4,1	118	3,1	80	2,1
200	0,20	3,33	16 :1	874	18	816	17	758	16	700	15	585	12	469	9,8	354	7,4	238	5,0
	0,050	0,83	64 :1					257	5,4	238	5,0	199	4,2	160	3,3	121	2,5	82	1,7
150	0,15	2,50	16 :1	895	14	836	13	777	12	718	11	599	9,3	481	7,5	362	5,6	244	3,8
	0,038	0,62	64 :1					269	4,2	248	3,8	208	3,2	167	2,6	126	2,0	86	1,3
100	0,10	1,67	16 :1	917	9,6	856	9,0	795	8,3	735	7,7	613	6,4	492	5,2	371	3,9	250	2,6
	0,025	0,42	64 :1			302	3,2	281	2,9	259	2,7	217	2,3	174	1,8	132	1,4	89	0,9
50	0,05	0,83	16 :1	1002	5,2	936	4,9	869	4,6	803	4,2	670	3,5	538	2,8	405	2,1	272	1,4
	0,013	0,21	64 :1	377	2,0	352	1,8	328	1,7	303	1,6	253	1,3	203	1,1	153	0,8	104	0,5

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 15% ED/h bzw. 5% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.

Antriebsdrehmoment T_1 [Nm]
Antriebsleistung P_1 [kW]

mittlerer Wirkungsgrad: i = 18:1 $\eta \approx 18\%$ *)
i = 72:1 $\eta \approx 11\%$

Antriebs-drehzahl	Hubge-schwindigkeit		Über-setzung	Belastung [kN]															
				1000		900		800		700		600		500		400		300	
[1/min]	[m/min]	[mm/s]	i_s	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1	T_1	P_1
1200	1,20	20,00	18 :1			696	87	619	78	543	68	467	59	391	49	315	40	239	30
	0,300	5,00	72 :1													141	18	107	13,5
1100	1,10	18,33	18 :1			711	82	633	73	555	64	477	55	399	46	321	37	244	28
	0,275	4,58	72 :1													143	16	109	12,5
1000	1,00	16,67	18 :1			728	76	649	68	569	60	489	51	409	43	329	34	249	26
	0,250	4,17	72 :1													144	15	109	11,5
900	0,90	15,00	18 :1	831	78	748	71	666	63	584	55	502	47	420	40	338	32	256	24
	0,225	3,75	72 :1													145	14	110	10,4
800	0,80	13,33	18 :1	857	72	772	65	687	58	603	50	518	43	433	36	349	29	264	22
	0,200	3,33	72 :1											181	15	146	12,3	111	9,3
700	0,70	11,67	18 :1	888	65	800	59	713	52	625	46	537	39	449	33	361	26	273	20
	0,175	2,92	72 :1											183	13	148	10,8	112	8,2
600	0,60	10,00	18 :1	927	58	835	52	743	47	652	41	560	35	468	29	377	24	285	18
	0,150	2,50	72 :1											186	11,7	150	9,4	114	7,2
500	0,50	8,33	18 :1	976	51	879	46	783	41	686	36	590	31	493	26	396	21	300	16
	0,125	2,08	72 :1									226	12	189	9,9	152	8,0	116	6,1
400	0,40	6,67	18 :1	1042	44	939	39	836	35	732	31	629	26	526	22	423	18	320	13
	0,100	1,67	72 :1									230	9,6	193	8,1	156	6,5	118	5,0
300	0,30	5,00	18 :1	1137	36	1025	32	912	29	799	25	686	22	574	18	461	14	348	11
	0,075	1,25	72 :1									237	7,5	199	6,2	160	5,0	122	3,8
250	0,25	4,17	18 :1	1155	30	1040	27	926	24	811	21	697	18	582	15	468	12	353	9,2
	0,063	1,04	72 :1									243	6,3	203	5,3	164	4,3	124	3,2
200	0,20	3,33	18 :1	1173	25	1056	22	940	20	824	17	708	15	591	12	475	9,9	359	7,5
	0,050	0,83	72 :1							288	6,0	248	5,2	208	4,4	167	3,5	127	2,7
150	0,15	2,50	18 :1	1200	19	1081	17	962	15	843	13	724	11	605	9,4	486	7,6	367	5,7
	0,038	0,62	72 :1					344	5,3	302	4,7	260	4,0	217	3,4	175	2,7	133	2,1
100	0,10	1,67	18 :1	1228	13	1106	12	984	10	863	9,0	741	7,8	619	6,5	497	5,2	375	3,9
	0,025	0,42	72 :1			403	4,2	359	3,8	315	3,3	271	2,8	227	2,4	183	1,9	138	1,4
50	0,05	0,83	18 :1	1339	7,0	1206	6,3	1073	5,6	940	4,9	807	4,2	674	3,5	541	2,8	409	2,1
	0,013	0,21	72 :1	524	2,7	472	2,5	420	2,2	368	1,9	317	1,7	265	1,4	213	1,1	161	0,8

Die Berechnungswerte gelten für eine Einschaltdauer von 10% ED/h bzw. 5% ED/h (grau).
Die angegebenen Drehmomente und Leistungen sind Nennwerte.
Beim Anfahren aus dem Stillstand sind kurzzeitig die 2-3 fachen Drehmomente erforderlich.
Bei Drehstrommotoren ist diese Bedingung in der Regel gegeben.
*) technische Anpassung der Übersetzung vorbehalten

Der Gesamtwirkungsgrad von Hubspindelantrieben ist neben dem Spindelwirkungsgrad entscheidend von den wertmäßig schwer erfassbaren äußeren Einbau- und Betriebsbedingungen (Verkanten, Verschmutzung, Mangelschmierung, usw.) abhängig.

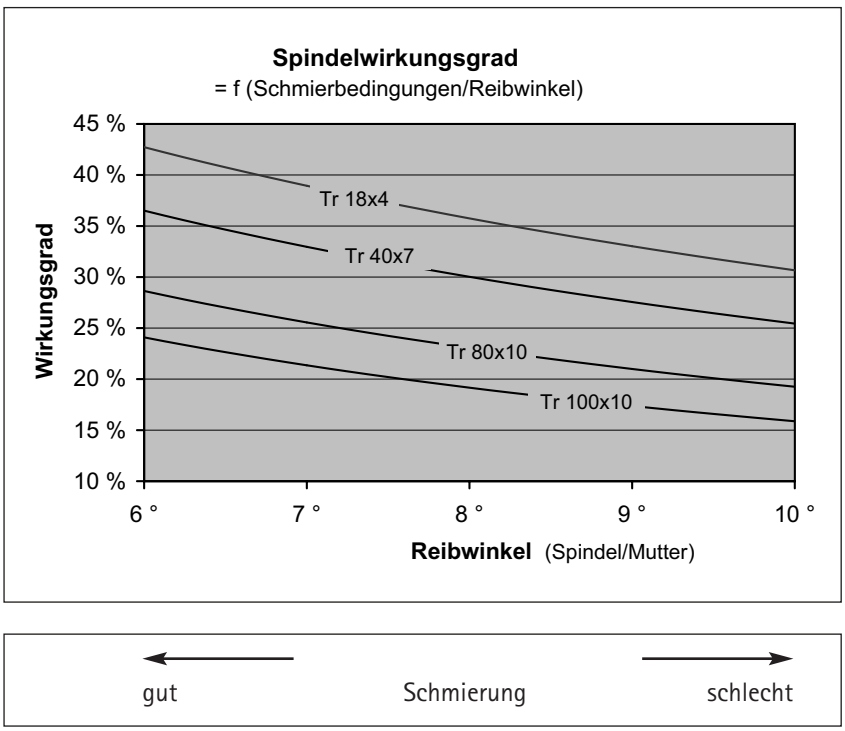
Der Wirkungsgrad von Spindel und Schnecke wird mittels Steigungswinkel und Reibwinkel ermittelt, wobei der Reibwinkel neben der Materialpaarung (Stahl/Bronze) auch von den vorliegenden tribologischen Verhältnissen, der Oberflächengüte der Bauteile und dem Grad des Einlaufzustandes bestimmt wird. Entscheidend am Gesamtwirkungsgrad des Getriebes ist der Spindelwirkungsgrad, welcher einen für den Hebe- und Senkvorgang (Seite 35) unterschiedlichen funktionalen Verlauf aufweist.

Wird das Hubspindelgetriebe in der Anwendung verspannt, oder die notwendige Schmierung der Gewindespindel nicht sachgerecht und regelmäßig durchgeführt, erhöht sich die Verlustleistung erheblich. Möglicherweise reichen dann die für den Nennbetrieb angegebenen Hubleistungen nicht mehr aus, weshalb entsprechende Zuschläge in der Antriebsleistung bei der Projektierung zu berücksichtigen sind.

Als Berechnungsgrundlage gilt ein Reibwinkel $\rho \approx 6°$ (Gleitreibungszahl $\mu = 0{,}1$) für eine geschmierte Materialpaarung Stahl/Bronze. Ist die Spindeloberfläche verschmutzt oder beschädigt, vergrößert sich der Reibwert. Unter Mangelschmierung (Trockenlauf) verschlechtert sich der Reibwinkel ρ der Funktionspaarung Spindel/Laufmutter bis auf 10° ($\mu = 0{,}17$) oder mehr, was eine Wirkungsgradverschlechterung der Spindel, und somit auch des Getriebes, um ca. 30% gegenüber dem Normalbetrieb erzwingt.

Reibwert	Reibwinkel
0,07	4 °
0,09	5 °
0,10	6 °
0,12	7 °
0,14	8 °
0,16	9 °
0,17	10 °

Diagramm: Trapezgewindespindel Reibwinkel / Wirkungsgrad



Dargestellt wird der Hebewirkungsgrad verschiedener Spindelabmessungen in Abhängigkeit vom Reibwinkel. Der Spindelwirkungsgrad wird auch von den tribologisch besser werdenden Bedingungen höherer Hubgeschwindigkeiten bzw. Umfangsgeschwindigkeiten im Eingriff Spindel/Mutter günstig beeinflusst.
In der praktischen Anwendung kann der sich einstellende Betriebswirkungsgrad des Getriebes stark streuen.
Eine exakte Wirkungsgradangabe zur Spindel und zum Gesamtgetriebe ist unter Berücksichtigung obiger Sachverhalte somit nur eingeschränkt machbar.

Selbsthemmung

Grundsätzlich haben selbsthemmende Getriebe immer einen schlechten Wirkungsgrad. Die Hubspindelgetriebe sind mit Spindelsteigungswinkeln zwischen 1,92° und 4,55° ausgeführt und können unter Beachtung folgender Eigenschaften und Betriebsbedingungen als selbsthemmend eingestuft werden. Bei Hubspindelantrieben wird unterschieden zwischen dem Hebe- und dem Senkwirkungsgrad, wobei für die Selbsthemmung nur der Senkwirkungsgrad der Trapezgewindespindel entscheidend ist.

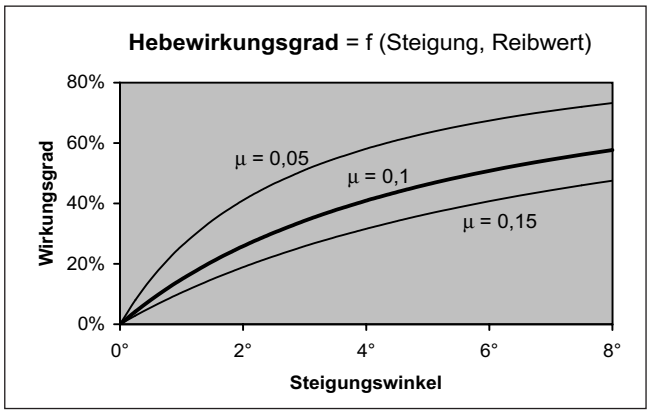
Statische Selbsthemmung oder Selbsthemmung aus dem Stillstand liegt vor, wenn der Anlaufwirkungsgrad kleiner 50% ist. Ein Antreiben aus dem Stillstand durch Belastung der Spindel ist dann rein rechnerisch nicht mehr gegeben, da der Senkwirkungsgrad der Spindel < 0% wird. In der Praxis kann diese Selbsthemmung aber durch von außen wirkende Erschütterungen aufgehoben werden, wodurch ein Anlaufen des Getriebes bei belasteter Spindel dennoch eintreten kann. Die Reibung der Gewindepaarung hat entscheidenden Einfluss auf die Selbsthemmung des Gewindes. Da die Reibverhältnisse jedoch nicht exakt bestimmt werden können, zum Reibwert selbst einige Annahmen zu treffen sind, ist auch eine eindeutige Grenze nicht zu ziehen, ab welchen Bedingungen die Selbsthemmung gesichert eintritt. Vielmehr sind Übergangsbereiche und verschiedene Hemmungseigenschaften zu bewerten.

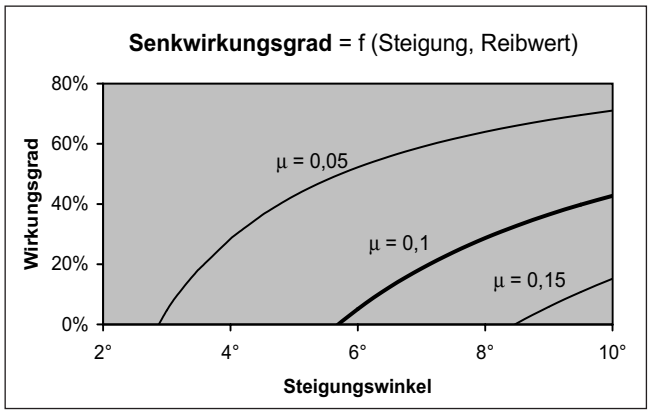
Nicht selbsthemmend werden in der Praxis Anwendungen mit Spindelsteigungen > 4,5° eingestuft, da dann die Bedingung Spindelsteigungswinkel < Reibwinkel nur noch grenzwertig erfüllt ist.

Bedingt selbsthemmend sind Anwendungen mit einem Spindelsteigungswinkel zwischen 2,5° und 4,5°. Hier liegt aus geometrischer Sicht zwar Selbsthemmung vor, jedoch kann diese durch Vibrationen, Erschütterungen oder optimalen Gleitbedingungen beeinträchtigt werden. Im Zweifelsfalle ist eingangsseitig eine Motorbremse vorzusehen.

Dynamische Selbsthemmung oder Selbsthemmung aus der Bewegung erfordert erfahrungsgemäß Steigungswinkel <2,5°. Diese Eigenschaft ist bei Hubspindelgetrieben ab Baugrösse H350 gegeben.

Für verschiedene Steigungswinkel und Reibwerte ergeben sich folgende Hebe- und Senkwirkungsgrade:





Einsatz der Hubspindelgetriebe bei Anforderungen an die Selbsthemmung:

Getriebe / Trapezgewindespindel			Selbsthemmung			
Getriebe-grösse	Trapez-gewinde-spindel	Steigungs-winkel γ	keine Selbst-hemmung	bedingt im Stillstand	im Stillstand	aus der Bewegung
H 5	Tr 18x4	4,55°	•			
H 10	Tr 20x4	4,05°		•		
H 25	Tr 30x6	4,05°		•		
H 50	Tr 40x7	3,49°		•		
H 100	Tr 55x9	3,25°		•		
H 210	Tr 80x10	2,43°			•	
H 350	Tr 100x10	1,92°			•	•
H 500	Tr 120x14	2,26°			•	•
H 750	Tr 140x16	2,21°			•	•
H 1000	Tr 160x18	2,17°			•	•

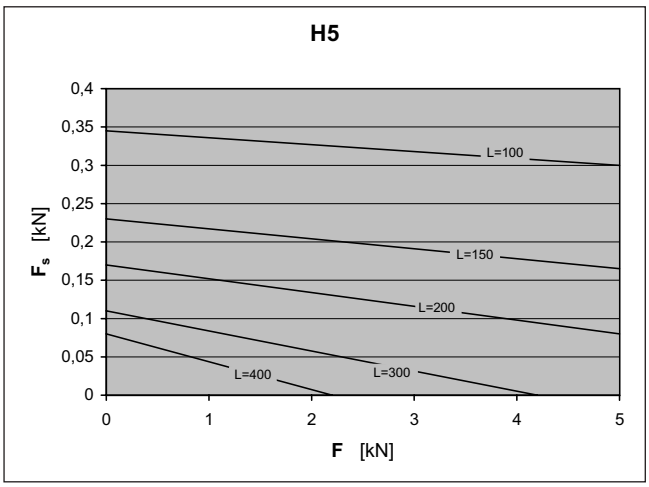
Seitenkraft F_s
Die zulässige Seitenkraft F_s ist abhängig von der Axialbelastung **F** und der freien Spindellänge **L**.

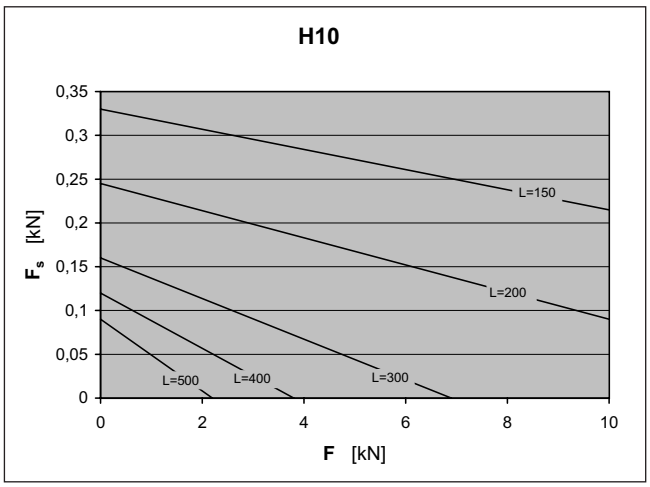
Zugbelastung:
– wird die Gewindespindel auf Zug belastet gilt:

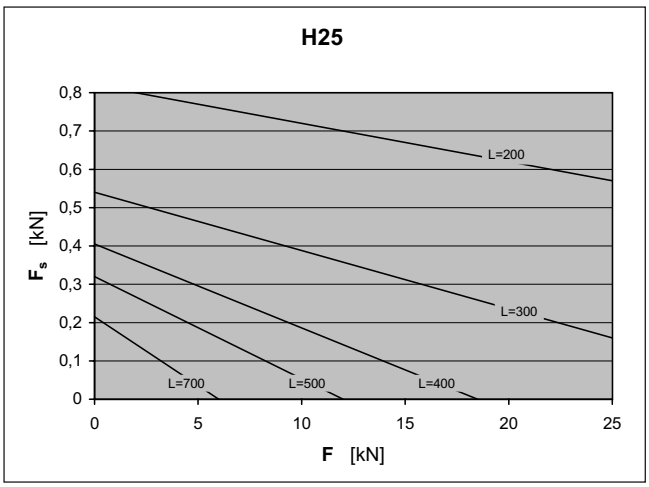
Getriebe	H5	H10	H25	H50	H100	H210	H350	H500	H750	H1000
Ts_{max} [Nm]	35	50	200	400	2000	3500	10000	17000	26000	40000

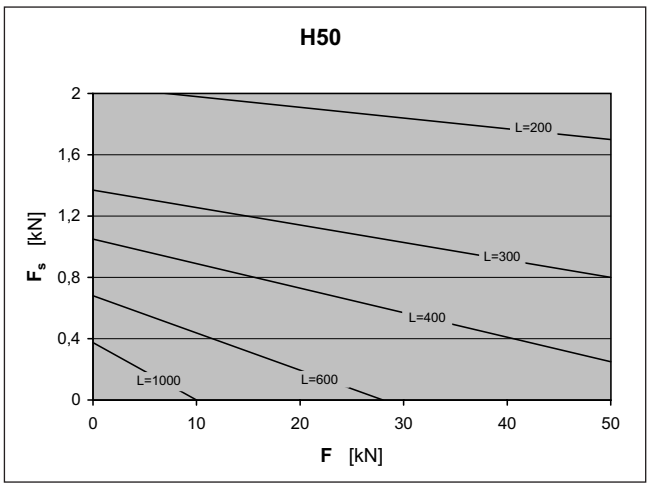
Das Produkt der einsatzabhängigen Größen F_s [N] und L [m] darf dabei den Wert Ts_{max} [Nm] nicht übersteigen.

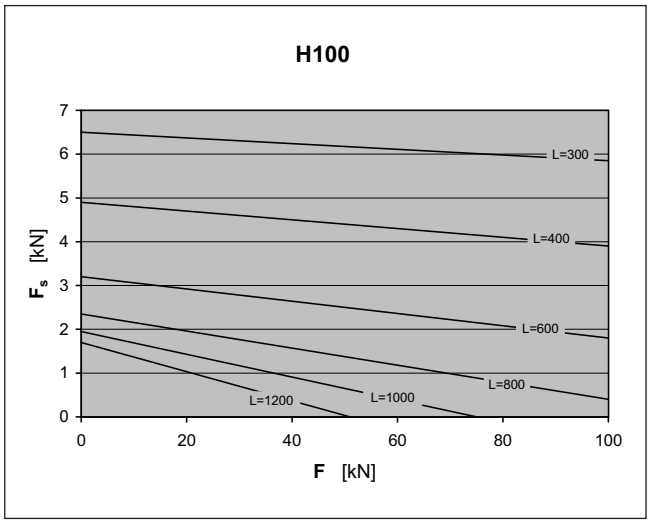
Druckbelastung:
– wird die Gewindespindel auf Druck belastet gelten bei ruhender Belastung die nachfolgenden Diagramme. Sicherheitsbeiwerte von 3...4 sind hierbei berücksicht.
– während des Verfahrens sollte die Seitenkraft maximal 50% der Diagrammwerte (ruhende Belastung) erreichen.
– Laufmutterhubgetriebe sollten für die Aufnahme von Seitenkräften grundsätzlich mit **„eingebautem Gegenlager"** eingesetzt werden.

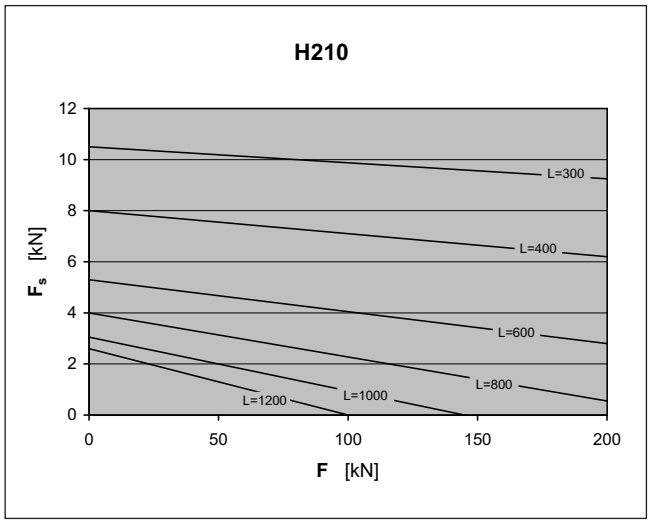


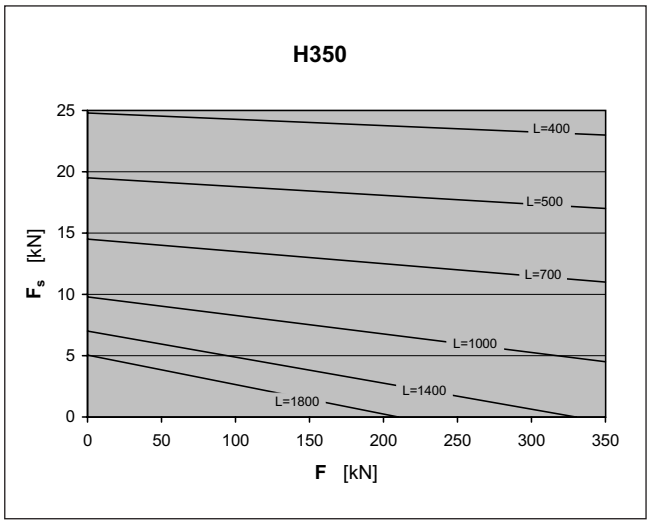


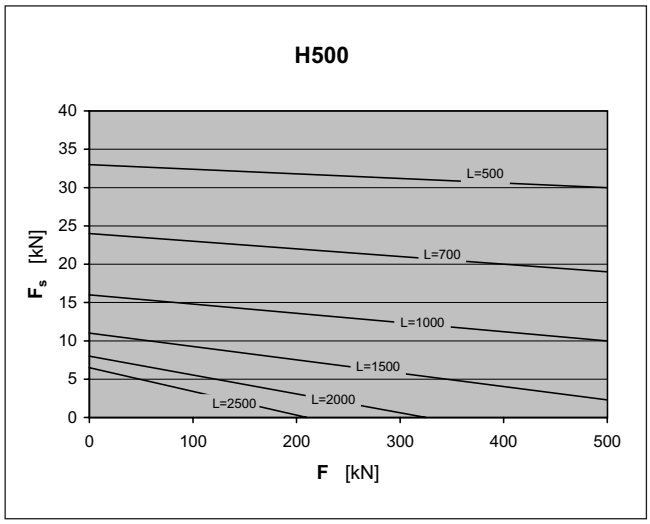


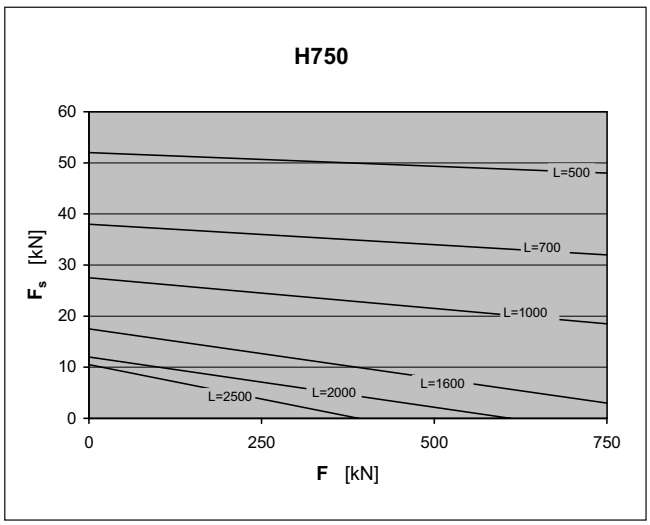


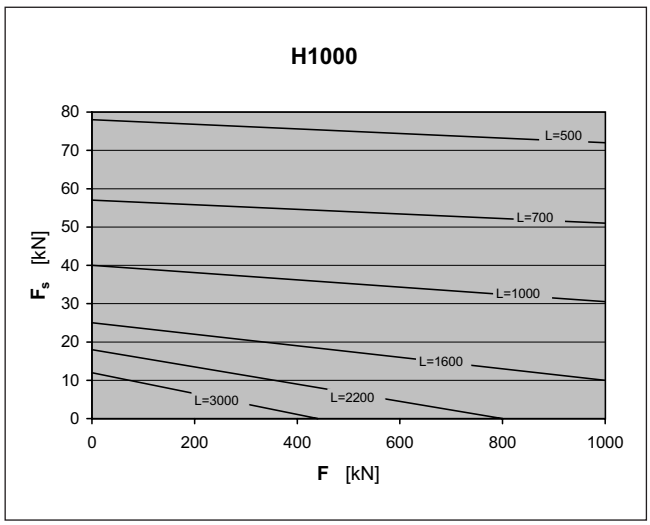

H100
Fs [kN]
F [kN]
L=300
L=400
L=600
L=800
L=1000
L=1200


H210
Fs [kN]
F [kN]
L=300
L=400
L=600
L=800
L=1000
L=1200

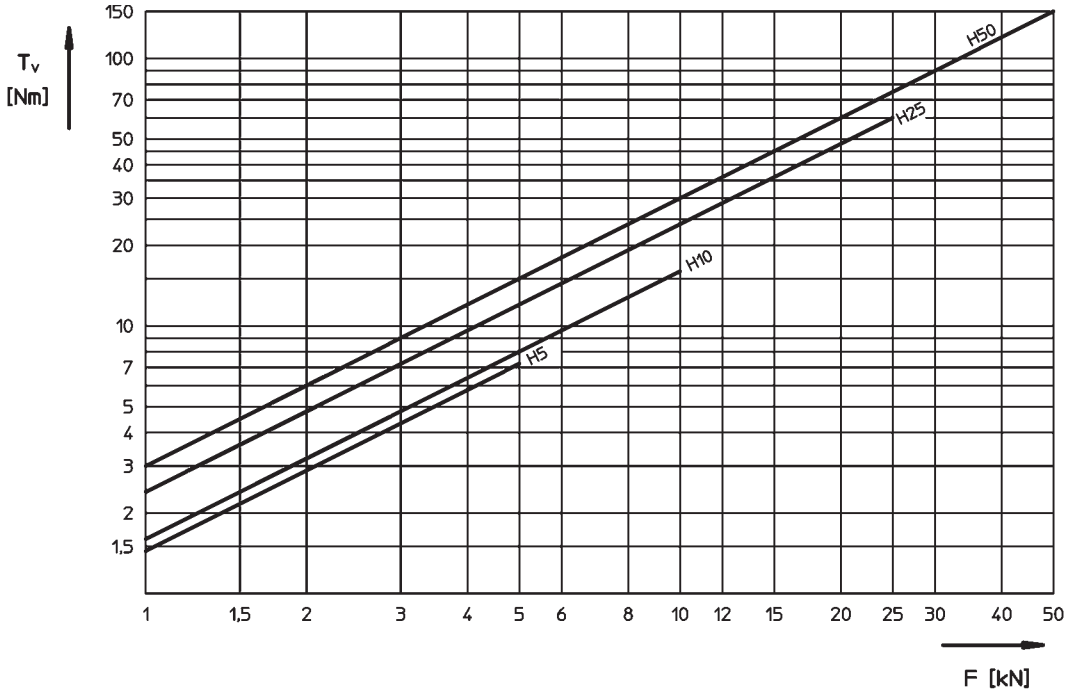

H350
Fs [kN]
F [kN]
L=400
L=500
L=700
L=1000
L=1400
L=1800

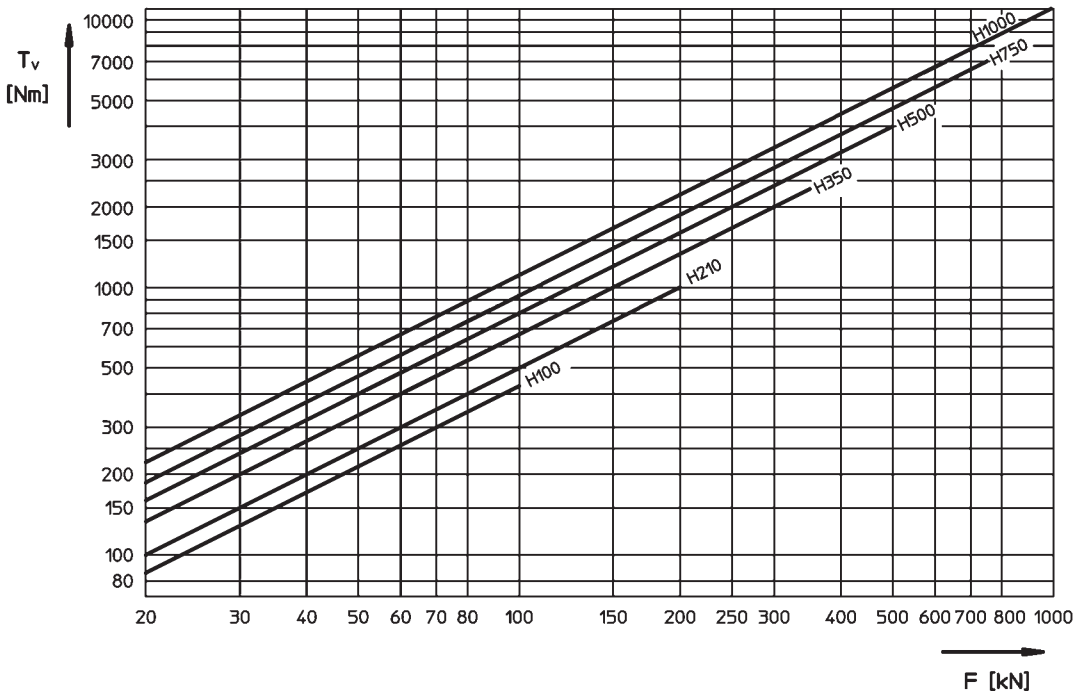

H500
Fs [kN]
F [kN]
L=500
L=700
L=1000
L=1500
L=2000
L=2500


H750
Fs [kN]
F [kN]
L=500
L=700
L=1000
L=1600
L=2000
L=2500


H1000
Fs [kN]
F [kN]
L=500
L=700
L=1000
L=1600
L=2200
L=3000

Das auftretende Verdrehmoment T_V ist abhängig von der Belastung F. Bei Hubspindelantrieben in Grundausführung **HG** muss deshalb die Gewindespindel (bei der Laufmutterausführung **HL** die Mutter) gegen Verdrehen durch die beim Heben und unter Last auftretenden Momente gesichert werden. Diese Verdrehmomente müssen sowohl von der Verbindung Hubspindelantrieb-Last als auch von den Führungen übernommen werden. So wird z. B. eine Axialbewegung der Laufmutter nur duch das „Festhalten" derselben auf der rotierenden Spindel eingeleitet. Die hierfür notwendigen Kräfte und Momente sind durch eine geeignete Verdrehsicherung aufzunehmen. **Bei Getrieben mit integrierter Verdrehsicherung brauchen diese Verdrehmomente nicht berücksichtigt werden,** die Reaktionskräfte werden innerhalb des Getriebeaufbaues aufgenommen. In allen anderen Anwendungen muss der Anlagenaufbau diese Verdrehmomente abstützen.





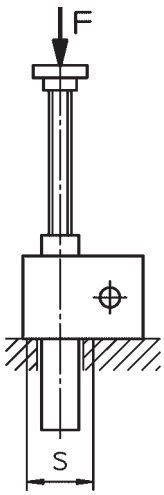
Masse und Schmiermittelmengen (Richtwerte)

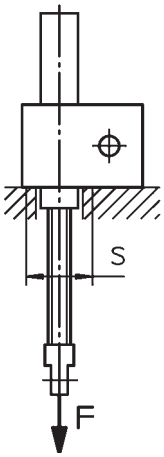
Hubspindelantriebe	Einheit	H5	H10	H25	H50	H100	H210	H350	H500	H750	H1000
Masse Hubgetriebe (ohne Gewindespindel)	[kg]	1,2	2,1	6,5	17	35	50	75	150	250	320
Masse Trapezgewindespindel je 1000 mm Länge	[kg/m]	1,6	2,0	4,5	8,2	15,7	34,7	55,6	78,7	107,6	140,6
Fettmenge pro Getriebefüllung	[cm^3]	50	80	180	450	900	1600	2800	5500	8000	15000

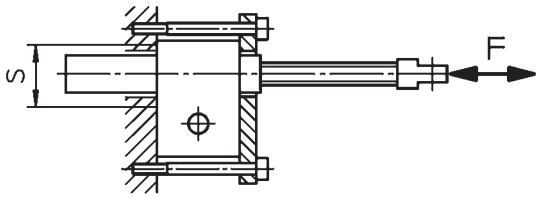
→ Ölsorten und Viskositäten nach Tabelle Seite 61

Befestigung

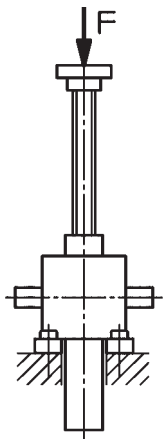
ZZ - Hubspindelantriebe können grundsätzlich an beiden zur Gewindespindelachse rechtwinkeligen Planseiten angeschraubt werden (Seite „D" oder „A").
Die Befestigung sollte so gewählt werden, dass die belastete Getriebeseite im Durchmesserbereich **S** unterstützt wird. Kleine Durchgangsbohrungen **S** sind anzustreben, da diese eine für das Getriebe günstige Lastabstützung bieten.







bei Stoßbelastung

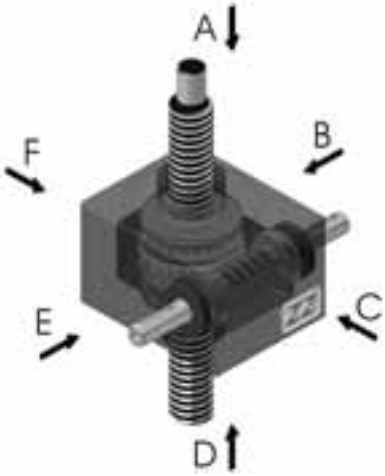


mit Fußleisten

Alle Hubspindelgetriebevarianten können über Fußleisten montiert werden.

Bezeichnung der Getriebeflächen

Bei einseitiger Schneckenwelle und beim Anbau von Fußleisten oder eines Motorflansches, muss bei der Bestellung die gewünschte Seite angegeben werden.

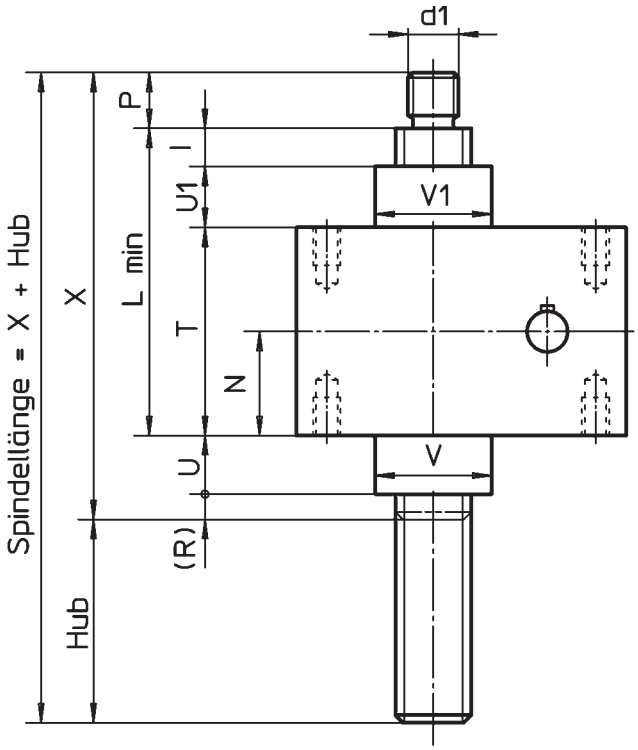


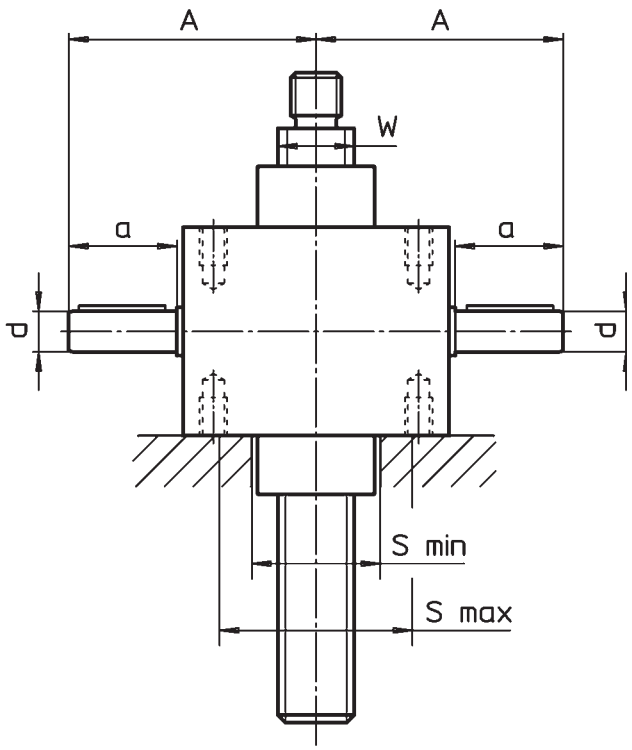
– einseitige Schneckenwelle (Seite B, E)
– einseitiger Motoranbau (Seite B, E)

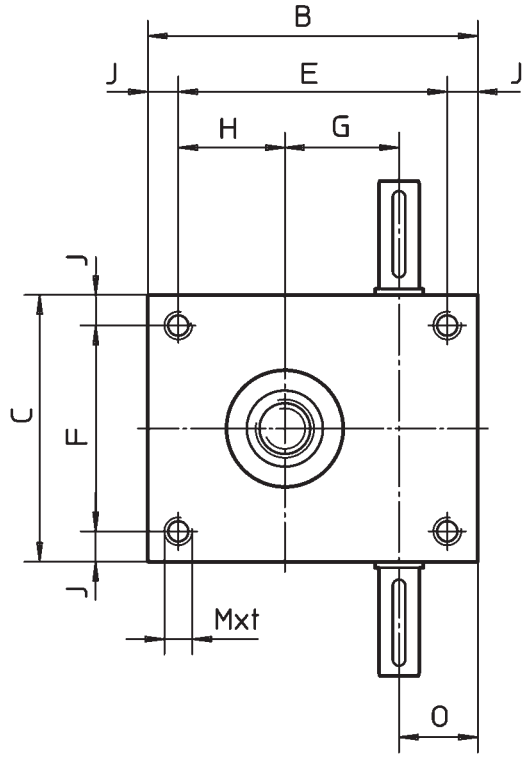
– Anbau Fußleisten (Seite A, D)
– Gehäuseanschraubung (Seite A, D)

Maßtabelle für ZZ-Hubspindelgetriebe

Grundausführung HG







S min = minimaler Durchgang
- für Hubgetriebe ohne Schutzrohr

S max = maximal zulässige Durchgangsbohrung
- wegen Mindestauflagefläche Gehäuse

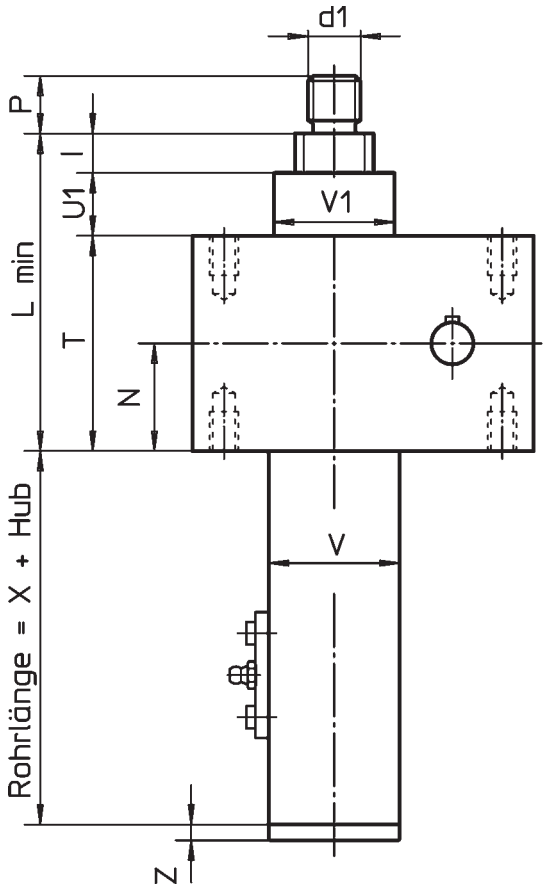
Passfedermaße DIN 6885/1
Wellen mit Zentrierbohrung DIN 332-D

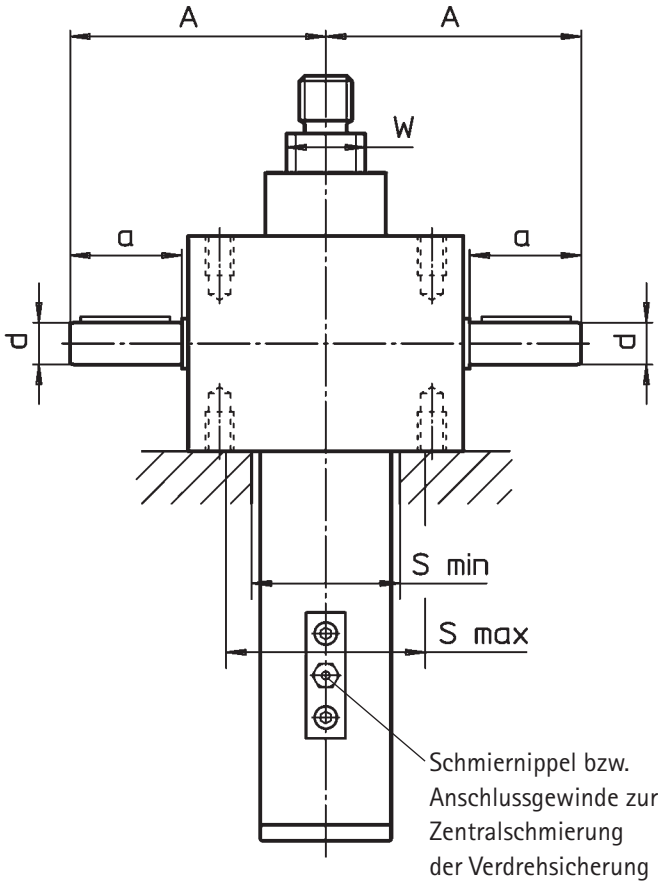
Maße und Darstellung unverbindlich,
Änderungen vorbehalten.

Maß	Getriebegröße									
	HGM	HGM	HGA	HGA	HGA	HGZ	HGZ	HGZ	HGZ	HGZ
	5	10	25	50	100	210	350	500	750	1000
a	22,5	25,5	43	45	65	60	65	80	85	105
Ød $_{k6}$	10	14	16	20	25	32	38	48	55	60
d1	M12	M14	M20	M30	M36	M52	M72x6	M100x6	M110x6	M120x6
A	60	70	97,5	120	150	175	190	250	285	335
B	80	100	130	180	200	250	290	370	450	510
C	72	85	105	145	165	220	244	330	390	450
E	60	78	106	150	166	200	230	300	360	410
F	52	63	81	115	131	170	184	260	300	350
G	25	32	45	63	71	80	100	135	170	200
H	21	29	42	63	66	85	97	120	140	165
I	4	7	15	15	15	20	20	30	30	30
J	10	11	12	15	17	25	30	35	45	50
L_{min}	78	100	121	164	218	225	275	330	322	410
Mxt	M8x12	M8x13	M10x16	M12x20	M20x32	M24x35	M30x50	M30x50	M42x55	M42x65
N	32	37	41	58	80	80	100	120	125	150
O	24	28	31	39	46	60	63	80	95	95
P	19	20	22	29	48	50	70	80	90	100
R	ca.10	ca.10	ca.10	ca.10	ca.10	ca.10	ca.10	ca.10	ca.20	ca.20
ØS_{min}	31	40	47	61	86	112	142	175	235	235
ØS_{max}	45	55	95	120	150	200	230	290	340	410
T	62	75	82	116	160	160	200	240	250	300
U	12	18	23	30	40	45	55	60	42	80
U1	12	18	24	33	43	45	55	60	42	80
ØV	30	39	46	60	85	110	140	170	230	230
ØV1	30	39	46	60	85	140	170	170	230	230
W	Tr18x4	Tr20x4	Tr30x6	Tr40x7	Tr55x9	Tr80x10	Tr100x10	Tr120x14	Tr140x16	Tr160x18
X	120	150	175	235	315	330	410	480	480	610

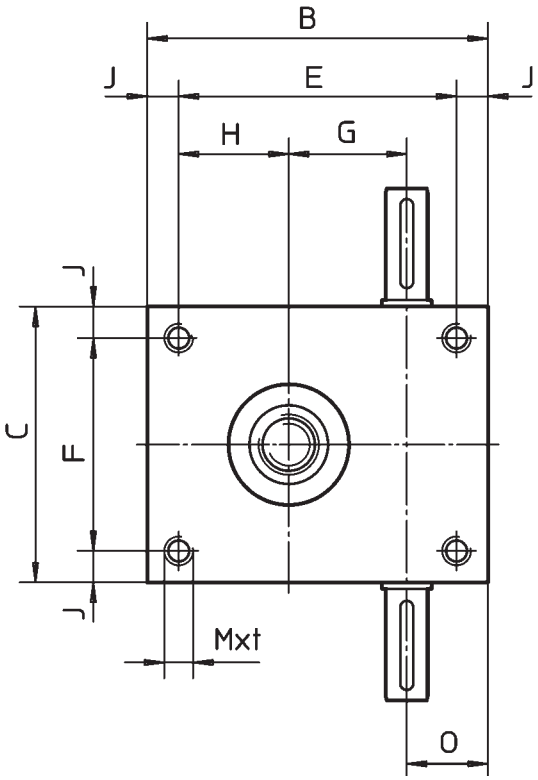
Maßtabelle für ZZ-Hubspindelgetriebe

mit Verdrehsicherung HV





Schmiernippel bzw. Anschlussgewinde zur Zentralschmierung der Verdrehsicherung (ab Getriebegr. HV25, Anbau optional)



S min = minimaler Durchgang
– für Durchgangsöffnung □ Smin
– für Durchgangsbohrung Ø Smin
S max = maximal zulässige Durchgangsbohrung
– wegen Mindestauflagefläche Gehäuse

Passfedermaße DIN 6885/1
Wellen mit Zentrierbohrung DIN 332-D

Maße und Darstellung unverbindlich,
Änderungen vorbehalten.

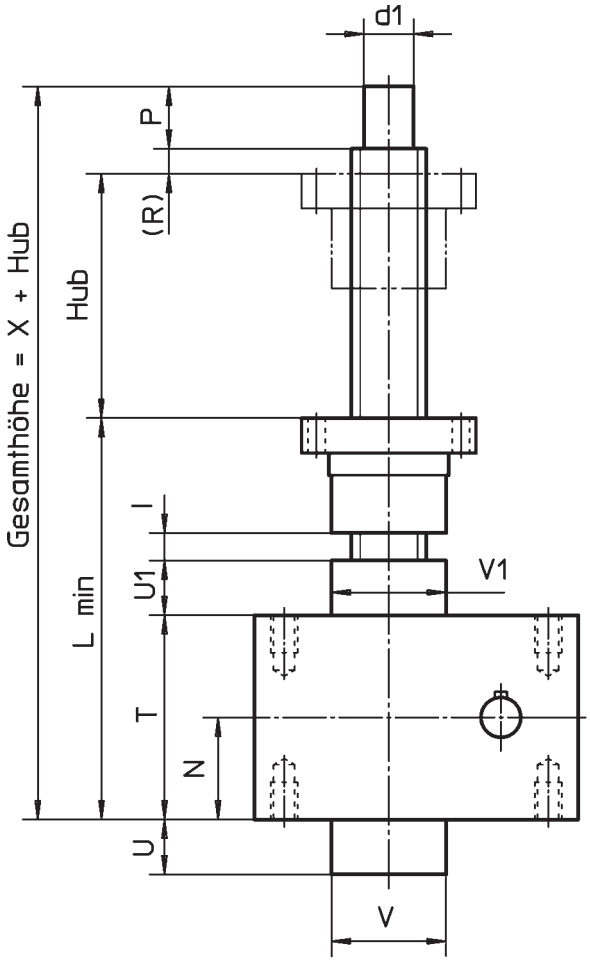
Maßtabelle für ZZ-Hubspindelgetriebe

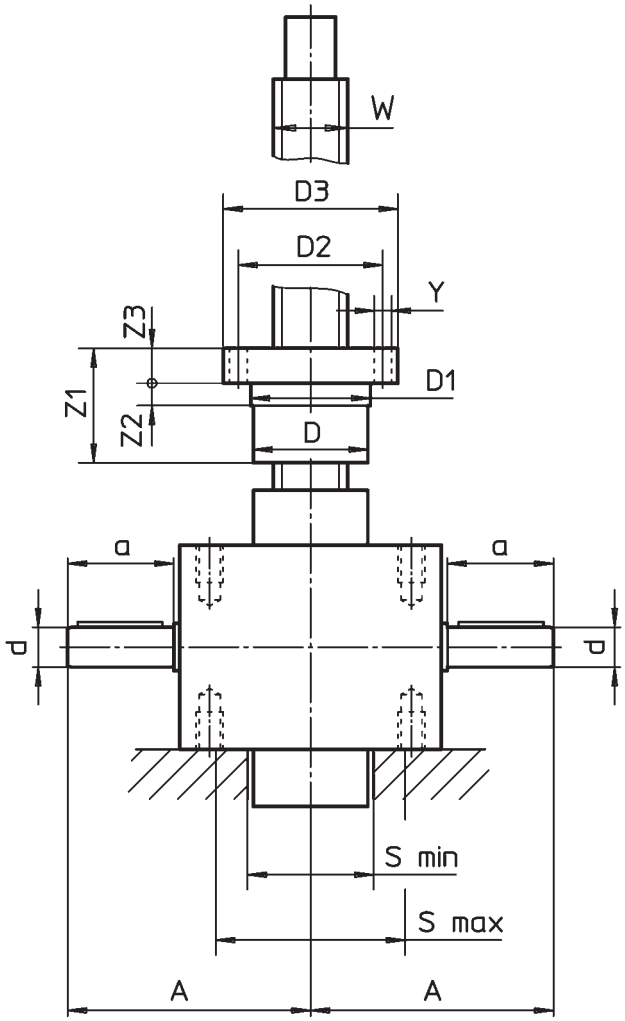
mit Verdrehsicherung HV

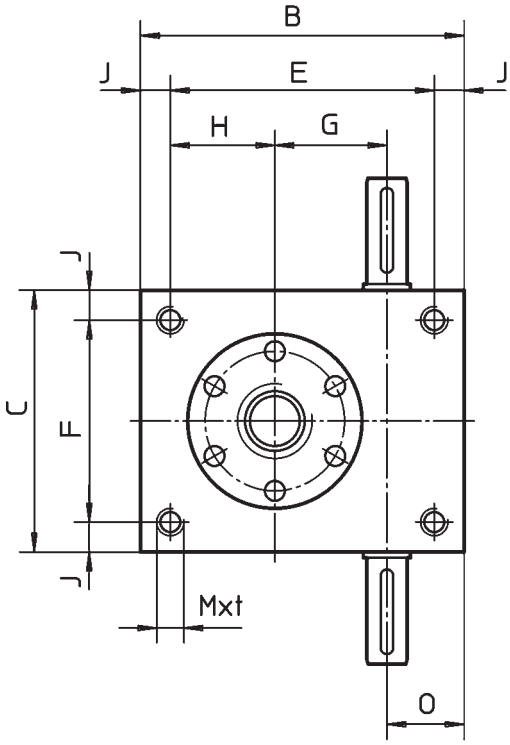
Maß	Getriebegröße									
	HVM	HVM	HVA	HVA	HVA	HVZ	HVZ	HVZ	HVZ	HVZ
	5	10	25	50	100	210	350	500	750	1000
a	22,5	25,5	43	45	65	60	65	80	85	105
Ød $_{k6}$	10	14	16	20	25	32	38	48	55	60
d1	M12	M14	M20	M30	M36	M52	M72x6	M100x6	M110x6	M120x6
A	60	70	97,5	120	150	175	190	250	285	335
B	80	100	130	180	200	250	290	370	450	510
C	72	85	105	145	165	220	244	330	390	450
E	60	78	106	150	166	200	230	300	360	410
F	52	63	81	115	131	170	184	260	300	350
G	25	32	45	63	71	80	100	135	170	200
H	21	29	42	63	66	85	97	120	140	165
I	4	7	15	15	15	20	20	30	30	30
J	10	11	12	15	17	25	30	35	45	50
L_{min}	78	100	116	159	213	225	275	320	320	410
Mxt	M8x12	M8x13	M10x16	M12x20	M20x32	M24x35	M30x50	M30x50	M42x55	M42x65
N	32	37	41	58	80	80	100	120	125	150
O	24	28	31	39	46	60	63	80	95	95
P	19	20	22	29	48	50	70	80	90	100
□S_{min}	33	43	58	80	100	126	156	176	272	236
ØS_{min}	33	43	70	98	126	152	194	226	272	310
ØS_{max}	45	55	95	120	150	200	230	290	340	410
T	62	75	82	116	160	160	200	240	250	300
U1	12	18	24	33	43	45	55	60	42	80
V	Ø32	Ø42	□50	□70	□90	□110	□140	□160	□200	□220
ØV1	30	39	46	60	85	110	170	170	230	230
W	Tr18x4	Tr20x4	Tr30x6	Tr40x7	Tr55x9	Tr80x10	Tr100x10	Tr120x14	Tr140x16	Tr160x18
X	21	30	95	100	120	120	125	150	150	200
Z	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Maßtabelle für ZZ-Hubspindelgetriebe

Laufmutterausführung HL







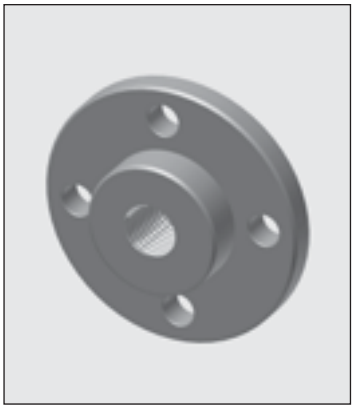
S min = minimaler Durchgang
– für Hubgetriebe ohne Schutzrohr
S max = maximal zulässige Durchgangsbohrung
– wegen Mindestauflagefläche Gehäuse

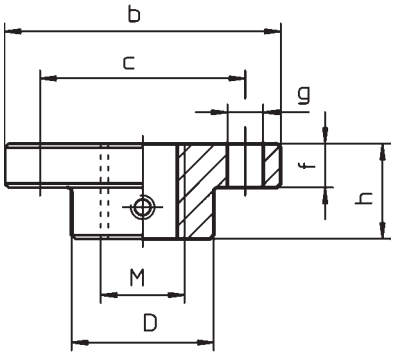
Passfedermaße DIN 6885/1
Wellen mit Zentrierbohrung DIN 332-D

Maße und Darstellung unverbindlich,
Änderungen vorbehalten.

Maß	Getriebegröße									
	HLM	HLM	HLA	HLA	HLA	HLZ	HLZ	HLZ	HLZ	HLZ
	5	10	25	50	100	210	350	500	750	1000
a	22,5	25,5	43	45	65	60	65	80	85	105
Ød $_{k6}$	10	14	16	20	25	32	38	48	55	60
Ød1 $_{j7}$	12	15	20	25	40	55	75	100	110	120
A	60	70	97,5	120	150	175	190	250	285	335
B	80	100	130	180	200	250	290	370	450	510
C	72	85	105	145	165	220	244	330	390	450
ØD	28	32	38	63	72	108	138	168	198	228
ØD1 $_{h9}$	28	32	38	63	72	110	140	170	200	230
ØD2	38	45	50	78	90	155	200	240	270	320
ØD3	48	55	62	95	110	200	250	300	330	390
E	60	78	106	150	166	200	230	300	360	410
F	52	63	81	115	131	170	184	260	300	350
G	25	32	45	63	71	80	100	135	170	200
H	21	29	42	63	66	85	97	120	140	165
I	12	15	15	15	15	20	20	30	30	30
J	10	11	12	15	17	25	30	35	45	50
L_{min}	130	152	166	231	305	325	425	510	565	650
M x t	M8x12	M8x13	M10x16	M12x20	M20x32	M24x35	M30x50	M30x50	M42x55	M42x65
N	32	37	41	58	80	80	100	120	125	150
O	24	28	31	39	46	60	63	80	95	95
P	15	20	25	30	45	70	100	120	150	200
R	ca.12	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15	ca.15
$ØS_{min}$	31	40	-	-	-	105	145	175	210	240
$ØS_{max}$	45	55	95	120	150	200	230	290	340	410
T	62	75	82	116	160	160	200	240	250	300
U	12	18	-	-	-	40	25	45	55	65
U1	12	18	23	30	40	45	55	60	75	80
ØV	30	39	-	-	-	100	140	170	200	230
ØV1	30	39	46	60	85	110	140	170	200	230
W	Tr18x4	Tr20x4	Tr30x6	Tr40x7	Tr55x9	Tr80x10	Tr100x10	Tr120x14	Tr140x16	Tr160x18
X	157	187	205	270	370	410	540	645	730	865
ØY	6x Ø6	6x Ø7	6x Ø7	6x Ø9	6x Ø11	4x Ø26	6x Ø26	6x Ø33	8x Ø33	8x Ø39
Z1	44	44	46	70	90	100	150	180	210	240
Z2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Z3	12	12	14	16	20	25	30	35	40	50

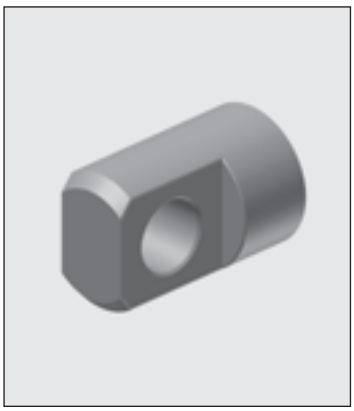
Kopfplatte

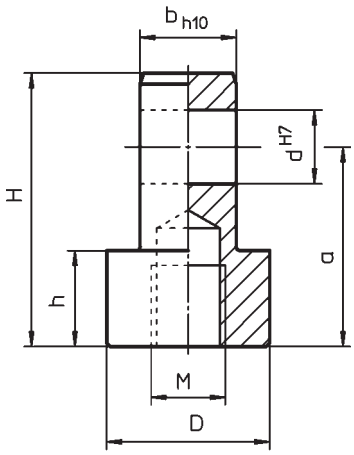




Maß	Getriebegröße									
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
Øb	65	80	90	110	150	200	250	300	330	390
Øc	48	60	67	85	117	155	200	240	270	320
ØD	29,3	38,7	46	60	85	110	140	170	200	230
M	M12	M14	M20	M30	M36	M52	M72 x6	M100 x6	M110 x6	M120 x6
Øg	4x Ø9	4x Ø11	4x Ø11	4x Ø13	4x Ø17	4x Ø26	6x Ø26	6x Ø33	8x Ø33	8x Ø39
h	20	21	23	30	50	52	72	82	92	105
f	7	8	10	15	20	25	30	35	40	50

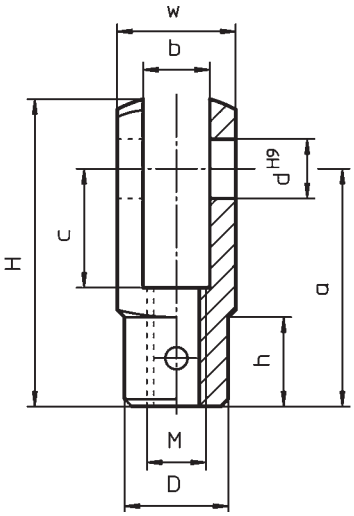
Gelenkkopf





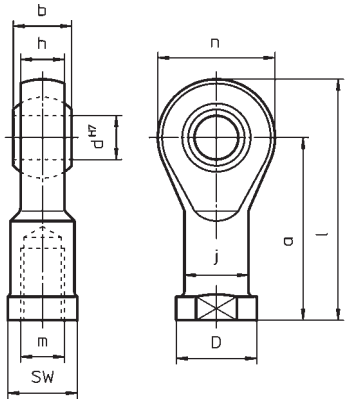
Maß	Getriebegröße									
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
H	50	60	100	125	145	150	240	300	340	380
ØD	36	36	46	60	85	110	140	170	200	230
b_{h10}	16	20	30	35	40	75	110	120	140	160
h	20	20	40	50	65	50	90	100	140	140
a	35	40	75	90	108	100	165	200	240	260
$Ød^{H7}$	12	14	20	30	35	60	80	100	120	140
M	M12	M14	M20	M30	M36	M52	M72 x6	M100 x6	M110 x6	M120 x6

Gabelkopf



Maß	Getriebegröße				
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100
M	M12	M14	M20	M30	M36
H	61	72	105	160	188
w	24	28	40	60	70
b	12	14	20	30	36
c	24	28	40	60	72
a	48	56	80	120	144
ØD	20	24,5	34	52	60
$Ød^{H9}$	12	14	20	30	35
h	18	22	30	42	54

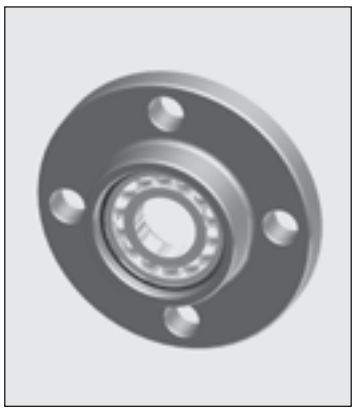
Kugelgelenkkopf

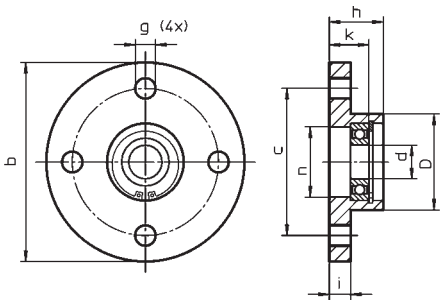


Maß	Getriebegröße				
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100
a	50	57	77	110	125
b	16	19	25	37	43
h	12	13,5	18	25	28
l	66	75	102	145	165
m	M12	M14	M20	M30	M36
n	32	36	50	70	80
Ød^{H7}	12	14	20	30	35
Øj	17,5	20	27,5	40	46
ØD	22	25	34	50	58
SW	19	22	32	41	50

Einsatz nur bei Getrieben mit Verdrehsicherung

Gegenlagerplatte

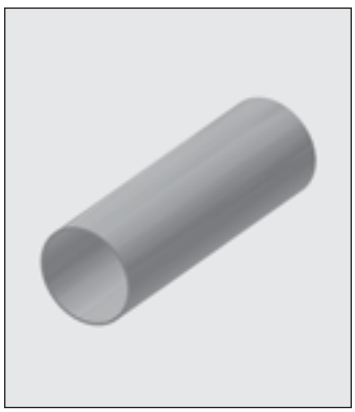


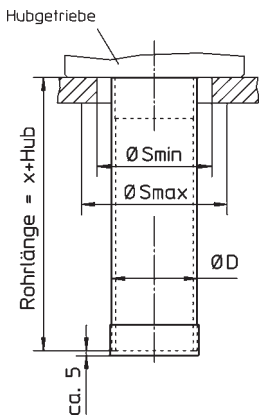


Maß	Getriebegröße				
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100
Øb	65	80	90	110	150
Øc	48	60	67	85	117
Øg	9	11	11	13	17
ØD	30	39	46	60	85
Ød	12	15	20	25	40
Øn	20	28	32	42	60
i	7	8	10	15	20
h	20	21	23	30	50
k	13	17	19	22	35
Lager	61901.2RS	6002.2RS	61904.2RS	6005.2RS	6008.2RS

Die Gegenlagerplatte führt das freie Spindelende bei der Laufmutterausführung, erhöht die Knickbelastbarkeit der Spindel und verbessert die Laufruhe. Das Wälzlager ist abgedichtet.

Schutzrohr aus PVC und Stahl für Grundausführung HG





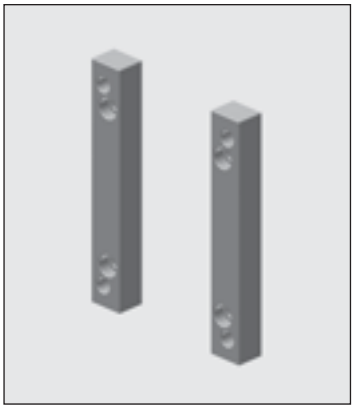
Schutzrohr PVC

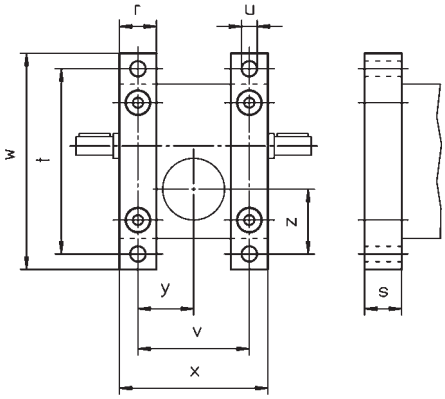
Maß	HGM 5	HGM 10	HGA 25	HGA 50	HGA 100	HGZ 210	HGZ 350	HGZ 500	HGZ 750	HGZ 1000
ØD	-	-	50	75	110	125	160	180	-	-
$ØS_{min}$	-	-	85	110	140	140	175	185	-	-
$ØS_{max}$	-	-	95	120	150	200	230	290	-	-
X	-	-	50	55	65	75	85	100	-	-

Schutzrohr Stahl

Maß	HGM 5	HGM 10	HGA 25	HGA 50	HGA 100	HGZ 210	HGZ 350	HGZ 500	HGZ 750	HGZ 1000
ØD	32	42	50	65	90	115	145	180	200	245
$ØS_{min}$	35	45	60	75	100	130	160	195	235	260
$ØS_{max}$	45	55	95	120	150	200	230	290	340	410
X	21	30	50	55	65	75	85	100	90	130

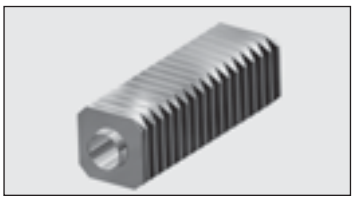
Fußleiste



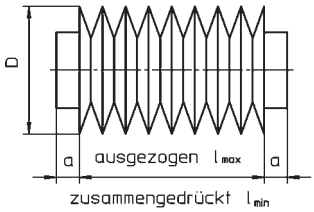


Maß	Getriebegröße									
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
r	20	20	30	30	40	50	70	70	90	90
Øu	8,5	8,5	11	13,5	22	26	33	33	45	45
s	16	16	20	20	35	50	50	70	90	90
x	72	83	111	145	171	220	270	330	390	440
v	52	63	81	115	131	170	210	260	300	350
w	120	140	170	230	270	355	415	550	650	710
t	100	120	150	204	236	310	360	470	560	620
y	26	31,5	40,5	57,5	65,5	85	105	130	150	175
z	41	50	64	90	101	140	162	205	240	270

Faltenbalg



Faltenbalg mit beidseitigen Stulpen und Spannband



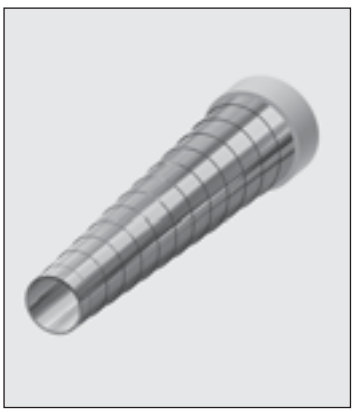
– bei l_{max} > 1000 Faltenbalg mit Auszugssperre
– bei horizontalem Einbau:
l_{max} > 400 Faltenbalg mit Stützringen

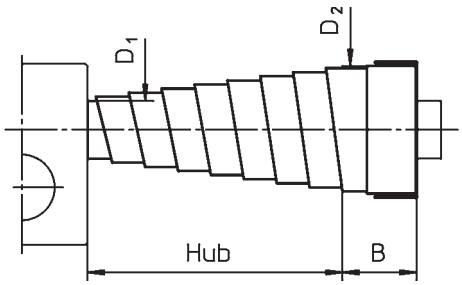
Der Faltenbalg schützt die Spindel vor Schmutz- und Staubeinwirkung.

Material: Foliengerippe mit Gewebe kaschiert, PVC Beschichtung, wasserdicht

Maß	Getriebegröße									
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
a	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20
$ØD_{max}$	80	80	100	125	150	190	190	210	260	295
l_{min}	ca. 18% von l_{max}									

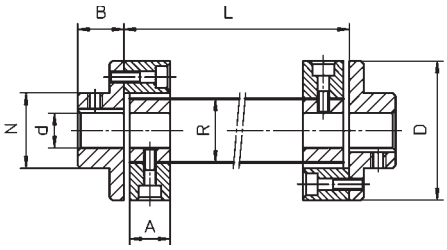
Spiralfederabdeckung





Spiralfederabdeckungen schützen die Spindel vor Verschmutzung und Beschädigung durch grobe und scharfkantige Partikel.
Bei vertikalem Einbau wird empfohlen, den großen Durchmesser nach oben, bei horizontalem Einbau in Richtung des Schmutzanfalls zu montieren.
Die richtige Dimensionierung der Spiralfeder mit den erforderlichen Zentrierflanschen (D_1, D_2) erfolgt projektbezogen.
Das Maß „B" = minimale Höhe der Spiralfeder im zusammengedrückten Zustand.

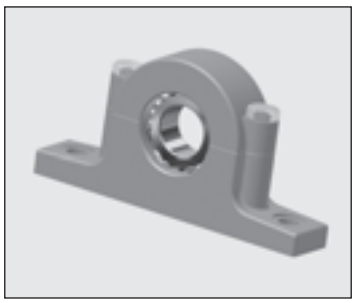
Gelenkwellen Bauform X – G

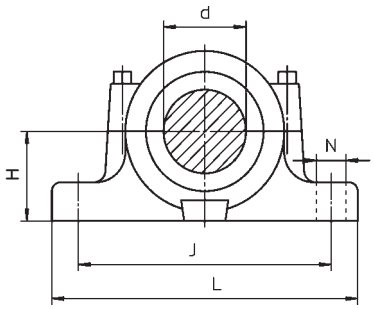


Größe	X-G1	X-G2	X-G4	X-G8	X-G16	X-G25	X-G30
T_N [Nm]	10	30	60	120	240	370	550
A	18	24	25	30	35	40	50
Ød_{min}	8	10	12	12	15	15	20
Ød_{max}	25	38	45	55	70	85	100
ØD	56	85	100	120	150	170	200
L	Länge abhängig vom Anwendungsfall						
B	24	28	30	42	50	55	66
ØN	36	55	65	80	100	115	140
ØR	30	40	45	60	70	85	100

Die Gelenkwellen der Bauform X-G sind drehsteif, gestatten eine drehzahlabhängige Winkelverlagerung und können ohne axiale Verschiebung der Getriebeelemente radial ein- und ausgebaut werden. Die Verbindungswellen werden von ZZ in Länge und Größe festgelegt und einbaufertig geliefert. Je nach Länge und Einbaubedingungen werden Stehlager mitgeliefert. Für einen einwandfreien Rundlauf ist die genaue axiale Ausrichtung der Wellen und der Stehlager in beiden Achsen erforderlich.

Stehlager

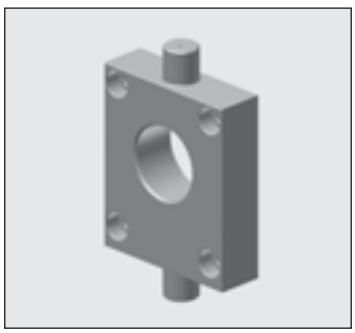


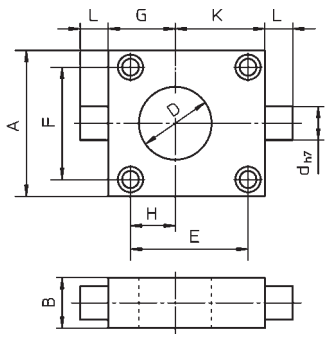


Kurz-zeichen	für Wellen-Ø	Ød	H	J	L	N
SNA 507	30	30	50	150	185	13
SNA 509	40	40	60	170	205	15
SNA 510	45	45	60	170	205	15
SNA 513	60	60	80	230	275	18
SNA 516	70	70	95	260	315	22
SNA 519	85	85	112	290	345	22
SNA 522	100	100	125	350	410	26

Die 2-teiligen Gehäuse aus Grauguss werden mit den Lagereinheiten einbaufertig geliefert. Bei Mehrfachlagerungen von langen Gelenkwellen mit Stehlagern, darf nur ein Stehlager als Festlager ausgeführt sein. Alle anderen Lager sind als Loslager vorzusehen, damit Verspannungen der Gelenkwelle vermieden werden.

Kardanadapter

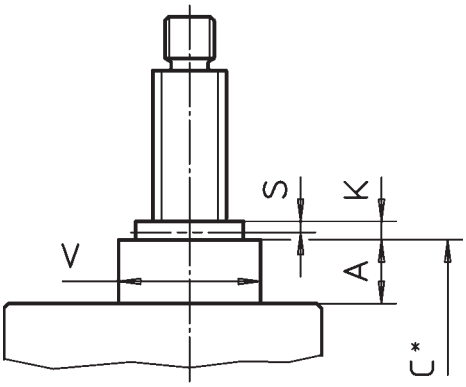




Maß	Getriebegröße							
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100	HZ 210	HZ 350	HZ 500
B	20	25	30	40	50	80	90	100
Ød_{h7}	15	20	25	35	45	70	80	90
D	34	43	85	110	140	155	195	225
H	21	29	42	63	66	85	97	120
E	60	78	106	150	166	200	230	300
F	52	63	81	115	131	170	184	260
A	72	85	105	145	165	220	244	330
G	31	40	54	78	83	110	127	155
K	49	60	76	102	117	140	163	215
L	15	20	20	30	35	50	60	75

Der Kardanadapter gestattet die Schwenkbewegungen der Hubspindelgetriebe um eine Achse. Lagerungen mit doppeltem Kardan sind möglich, bedürfen aber einer detaillierten Projektierung.

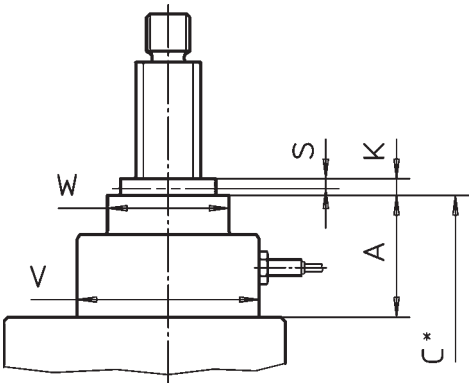
Sicherheitsmutter HG, HV



Maß	Getriebegröße		
	HA 25	HA 50	HA 100
A	24	33	43
K	2 ±0,5	2,5 ±0,6	3 ±0,75
C *	106	149	203
ØV	46	60	85
S	1,2	1,4	1,8

S – zulässiger Verschleißweg
* Maß C bezogen auf Unterseite Getriebe (Anschraubfläche)

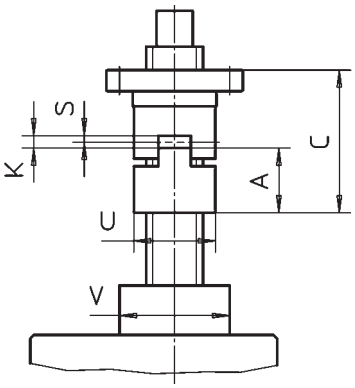
Sicherheitsmutter HG, HV mit Endschalter



Maß	Getriebegröße		
	HA 25	HA 50	HA 100
A	49,5	61	81,5
K	2 ±0,5	2,5 ±0,6	3 ±0,75
C *	ca. 131,5	ca. 177	ca. 241,5
ØW	46	60	85
ØV	84	112	137
S	1,2	1,4	1,8

S – zulässiger Verschleißweg
* Maß C bezogen auf Unterseite Getriebe (Anschraubfläche)

Sicherheitsmutter HL

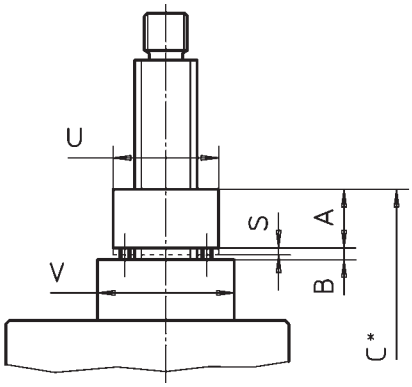


Maß	Getriebegröße		
	HA 25	HA 50	HA 100
A	26,5	37,5	49,5
K	2 ±0,5	2,5 ±0,6	3 ±0,75
C	69 ±0,5	103,5 ±0,6	134 ±0,75
ØU	38	50	70
ØV	46	60	85
S	1,2	1,4	1,8

S – zulässiger Verschleißweg
K – Abstand im Neuzustand
– Auslieferereinstellmaß ist auf Sicherheitsmutter eingraviert

Prinzip der **ZZ-Sicherheitsmutter** bei **HG**, **HV**- und **HL**-Antrieben
Die im Normalbetrieb lastfrei mitlaufende Sicherheitsmutter übernimmt im Notfall, wenn z.B. die Tragmutter zu stark verschlissen ist, die Funktion der lastführenden Gewindespindelmutter. Damit wird ein unbeabsichtigtes Durchrutschen der Spindel (HG, HV) bzw. der Laufmutter (HL) verhindert. Ein weiterer Betrieb ist nach dieser Funktionsverlagerung nicht mehr zulässig. Die Anlage kann aber zur Instandsetzung in die Wartungsposition zurückgefahren werden.
Durch den Abstand **K** wird der Verschleiß kontrolliert. Sobald sich das Maß **K** um den Abstand **S** (Verschleißgrenze) verändert, sollte das Schneckenrad bzw. die Laufmutter ausgetauscht werden.

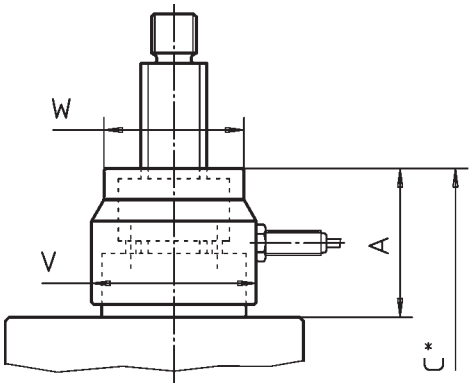
Sicherheitsmutter HG, HV



Maß	Getriebegröße				
	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
A	55	75	95	115	135
B	6	6	8	9	10
C *	264	363	403	416	525
ØV	140	170	170	230	230
ØU	110	140	165	195	225
S	2	2	2,8	3,2	3,6

S – zulässiger Verschleißweg
* Maß C bezogen auf Unterseite Getriebe (Anschraubfläche)

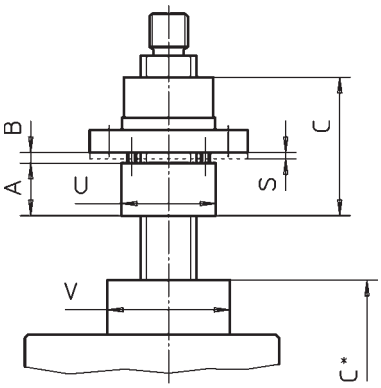
Sicherheitsmutter HG, HV mit Endschalter



Maß	Getriebegröße				
	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
A	115	145	145	-	-
C *	275	345	385	-	-
ØW	140	170	200	-	-
ØV	158	188	217	-	-
S	2	2	2,8	3,2	3,6

S – zulässiger Verschleißweg
* Maß C bezogen auf Unterseite Getriebe (Anschraubfläche)

Sicherheitsmutter HL

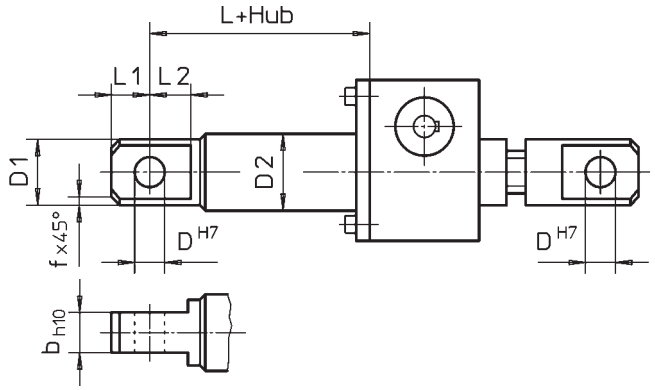


Maß	Getriebegröße				
	HZ 210	HZ 350	HZ 500	HZ 750	HZ 1000
A	55	75	95	115	135
B	6	6	8	9	10
C	159	229	283	334	385
C *	205	255	300	325	380
ØU	110	140	165	195	225
ØV	110	140	170	200	230
S	2	2	2,8	3,2	3,6

S – zulässiger Verschleißweg
K – Abstand im Neuzustand
– Ausliefereinstellmaß ist auf Sicherheitsmutter eingraviert

Prinzip der **ZZ-Sicherheitsmutter** bei **HG**, **HV**- und **HL**-Antrieben
Die im Normalbetrieb lastfrei mitlaufende Sicherheitsmutter übernimmt im Notfall, wenn z.B. die Tragmutter zu stark verschlissen ist, die Funktion der lastführenden Gewindespindelmutter. Damit wird ein unbeabsichtigtes Durchrutschen der Spindel (HG, HV) bzw. der Laufmutter (HL) verhindert. Ein weiterer Betrieb ist nach dieser Funktionsverlagerung nicht mehr zulässig. Die Anlage kann aber zur Instandsetzung in die Wartungsposition zurückgefahren werden.
Durch den Abstand **K** wird der Verschleiß kontrolliert. Sobald sich das Maß **K** um den Abstand **S** (Verschleißgrenze) verändert, sollte das Schneckenrad bzw. die Laufmutter ausgetauscht werden.

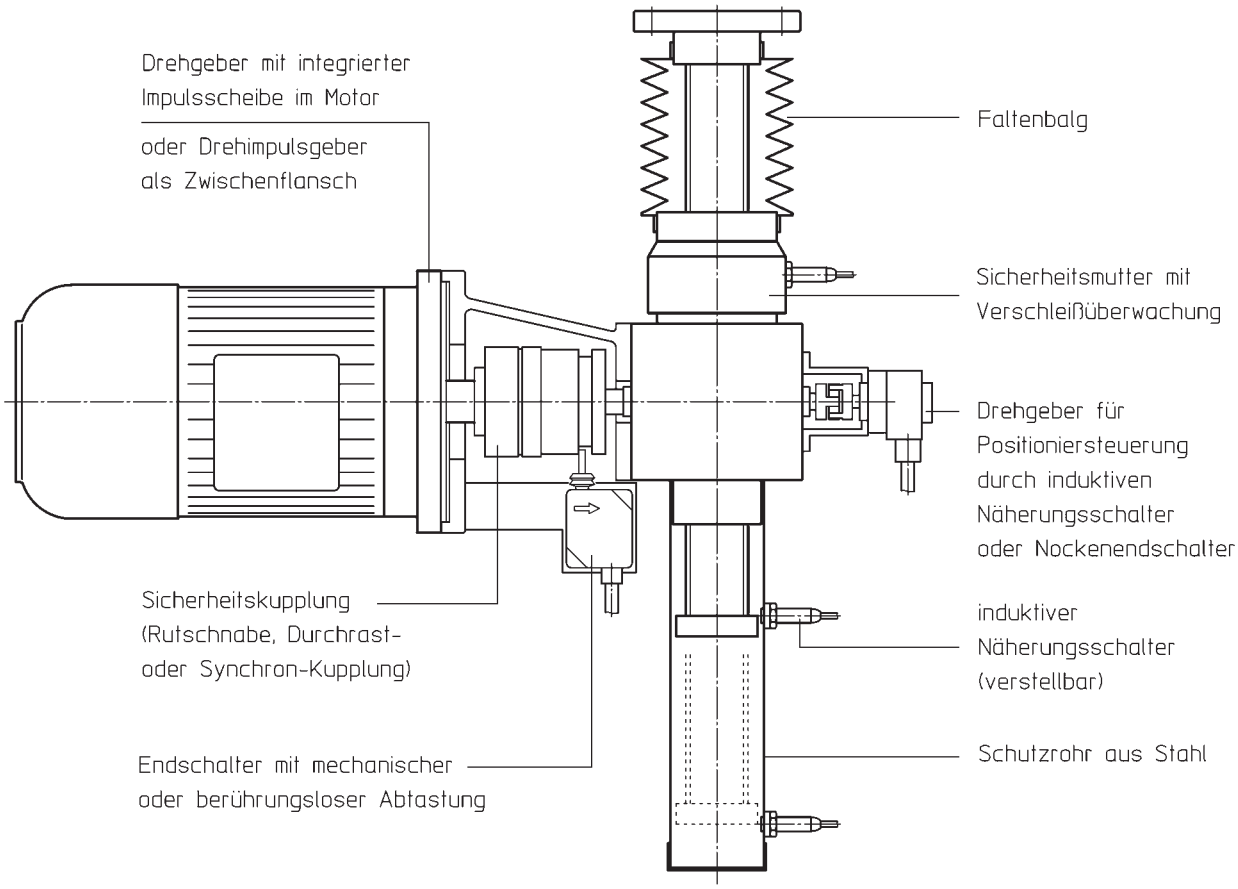
Hubgetriebe HG mit Schwenkelement



Maß	Getriebegröße				
	HM 5	HM 10	HA 25	HA 50	HA 100
Ø D^{H7}	12	14	20	30	35
Ø D1	36	43	53	68	85
Ø D2	38	48,5	57	73	102
L	75	95	105	120	150
L1	15	20	25	35	40
L2	18	25	30	40	50
f	2,5	3	3,5	4	5
b_{h10}	16	20	30	35	40

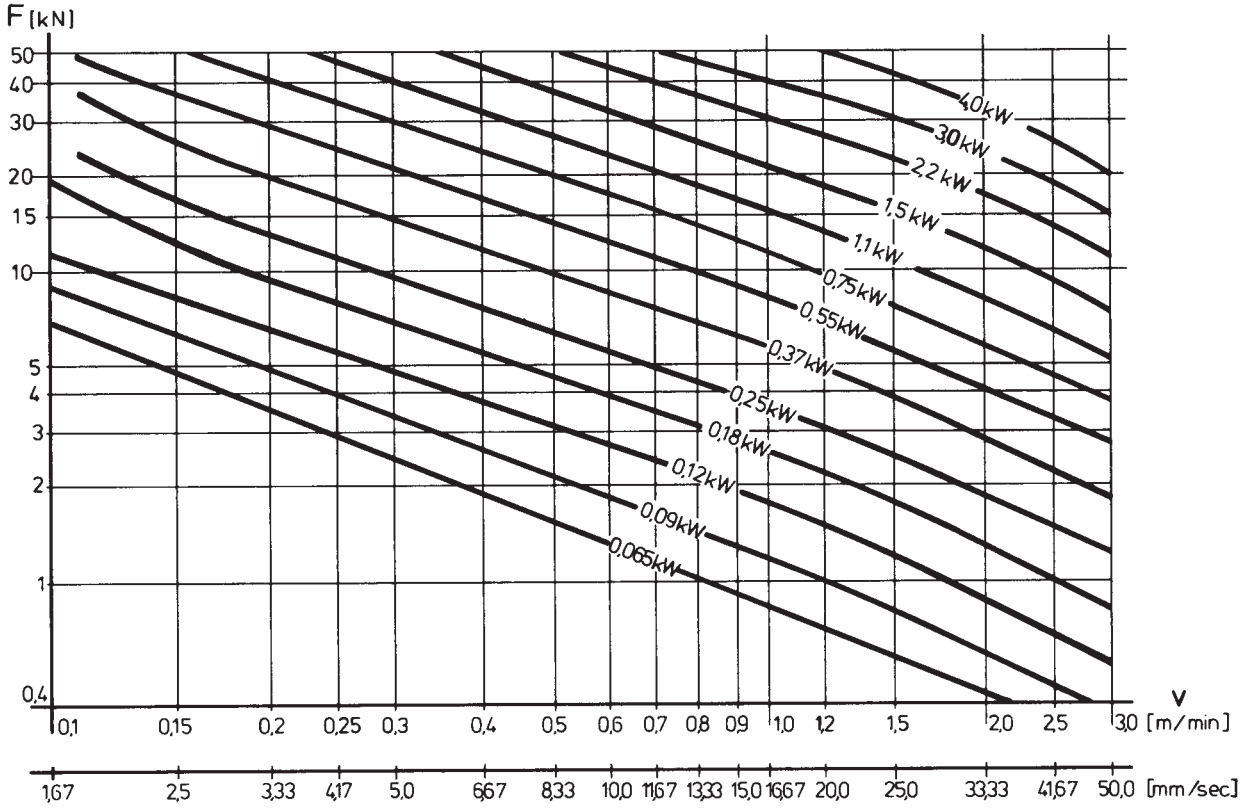
Mit diesem Schwenkelement können Standardhubgetriebe eingesetzt werden, wenn die Hubbewegung mit einer Schwenk- oder Kippbewegung überlagert wird. Dabei wird das am Schwenkelement montierte Getriebe und das mit einem Gelenkkopf erweiterte Spindelende jeweils in einem Drehgelenk gelagert.

Überwachungseinrichtungen

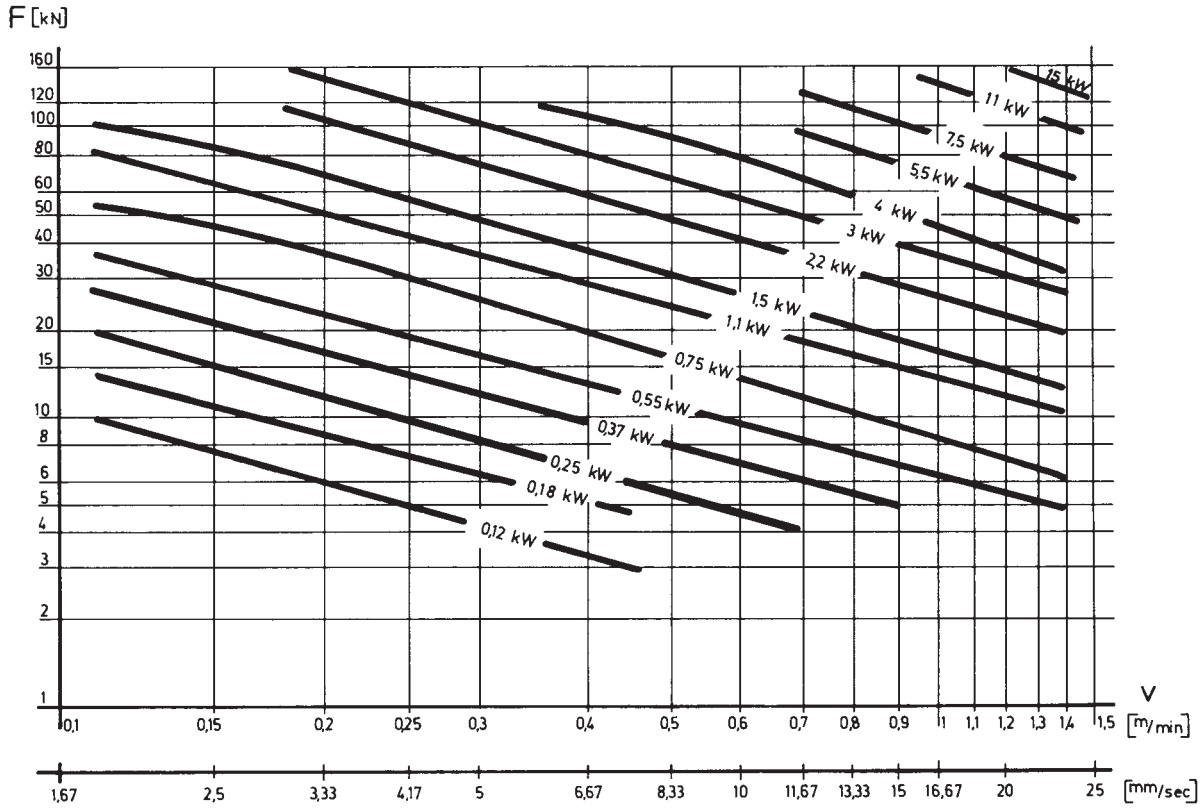


Die wichtigsten Überwachungskriterien sind:
- Verschleißüberwachung Spindel/Mutter
- Positionsüberwachung des aktuellen Hubes
- Kontrolle der Endpositionen der Hubbewegung
- Spindelauslaufsperre
- eingangsseitige Drehmomentkontrolle
- Überlastschutz

Leistungskurven für Hubgetriebe FH5 bis FH50



Leistungskurven für Hubgetriebe FH100 und FH210

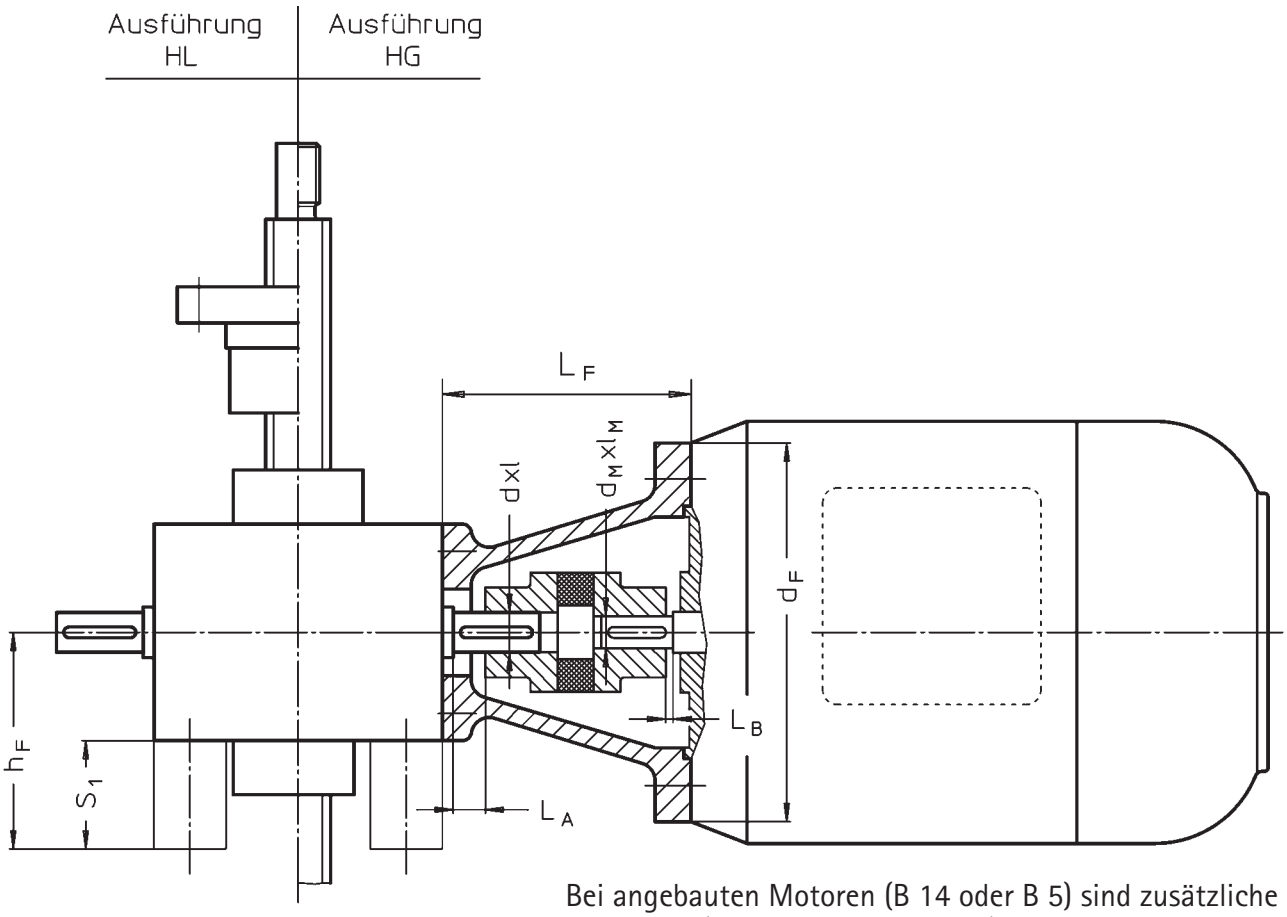


- Die Tabelle zeigt ausgehend von der Motorleistung die **zulässige Getriebebelastung.**
- Bei **fettgedruckten** Werten wird die Belastungsgrenze des Getriebes erreicht.
- Grau gekennzeichnete Motor-Hubgetriebe-Kombinationen erfordern einen Sondermotorflansch bzw. eine technischen Klärung.
- Für **Standardkombinationen** gilt die Zeichnung auf Seite 56 und die Tabelle auf Seite 57.

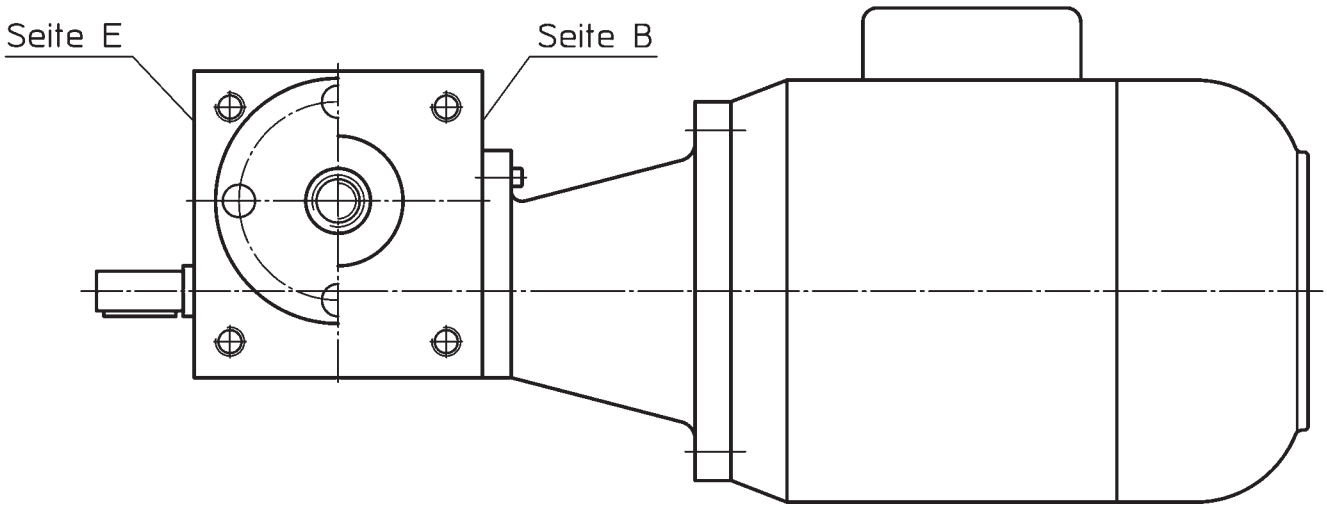
Motor				Hubgeschwindigkeit		Hub pro Umdrehung [mm]	zulässige Belastung [kN]					
P_M [kW]	Baugröße	[U/min]	T_N [Nm]	[m/min]	[mm/s]		HM5	HM10	HA25	HA50	HA100	HZ210
0,12	80 S/12	440	2,6	0,11	1,83	0,25	**5**	**10**	13,1	11,8	11,1	9,2
	71 S/8	670	1,71	0,17	2,79	0,25	**5**	8,6	8,6	7,7	-	-
	63 L/6	890	1,29	0,22	3,71	0,25	**5**	6,5	6,5	5,8	-	-
	63 S/4	1340	0,86	0,34	5,58	0,25	4,3	4,3	4,3	3,9	-	-
	80 S/12	440	2,6	0,44	7,33	1	4,9	3,3	3,3	2,9	2,8	-
	71 S/8	670	1,71	0,67	11,17	1	3,2	2,1	2,1	1,9	-	-
	56 L/2	2800	0,41	0,70	11,67	0,25	2,1	2,1	2,1	-	-	-
	63 L/6	890	1,29	0,89	14,83	1	2,4	1,6	1,6	1,5	-	-
	63 S/4	1340	0,86	1,34	22,33	1	1,6	1,1	1,1	1,0	-	-
	56 L/2	2800	0,41	2,80	46,67	1	0,8	0,5	-	-	-	-
0,18	80 L/12	420	4,1	0,11	1,75	0,25	**5**	**10**	20,6	18,5	17,5	14,4
	71 L/8	675	2,55	0,17	2,81	0,25	**5**	**10**	12,8	11,5	-	9,0
	71 S/6	910	1,89	0,23	3,79	0,25	**5**	9,5	9,5	8,5	-	-
	63 L/4	1350	1,27	0,34	5,63	0,25	**5**	6,4	6,4	5,8	-	-
	80 L/12	420	4,1	0,42	7,00	1	**5**	5,1	5,1	4,6	4,4	-
	71 L/8	675	2,55	0,68	11,25	1	4,8	3,2	3,2	2,9	-	-
	63 S/2	2790	0,62	0,70	11,63	0,25	3,1	3,1	3,1	2,8	-	-
	71 S/6	910	1,89	0,91	15,17	1	3,6	2,4	2,4	2,1	-	-
	63 L/4	1350	1,27	1,35	22,50	1	2,4	1,6	1,6	1,4	-	-
	63 S/2	2790	0,62	2,79	46,50	1	1,2	0,8	0,8	-	-	0,5
0,25	90 L/12	420	5,7	0,11	1,75	0,25	**5**	**10**	25,0	25,7	24,3	20,0
	80 S/8	680	3,5	0,17	2,83	0,25	**5**	**10**	17,6	15,9	15,0	12,4
	71 L/6	925	2,6	0,23	3,85	0,25	**5**	**10**	13,0	11,7	11,0	9,1
	71 S/4	1390	1,72	0,35	5,79	0,25	**5**	8,6	8,6	7,8	7,3	-
	90 L/12	420	5,7	0,42	7,00	1	**5**	7,1	7,1	6,4	6,1	-
	80 S/8	680	3,5	0,68	11,33	1	**5**	4,4	4,4	4,0	3,8	-
	63 L/2	2800	0,85	0,70	11,67	0,25	4,3	4,3	4,3	3,9	-	-
	71 L/6	925	2,6	0,93	15,42	1	4,9	3,2	3,2	2,9	2,8	-
	71 S/4	1390	1,72	1,39	23,17	1	3,2	2,2	2,2	1,9	1,8	-
	63 L/2	2800	0,85	2,80	46,67	1	1,6	1,1	1,1	1,0	-	-
0,37	100 L/12	430	8,2	0,11	1,79	0,25	-	-	**25**	37,2	35,1	28,9
	80 L/8	680	5,2	0,17	2,83	0,25	**5**	**10**	**25**	23,5	22,2	18,3
	80 S/6	920	3,85	0,23	3,83	0,25	**5**	**10**	19,3	17,4	16,4	13,5
	71 L/4	1390	2,55	0,35	5,79	0,25	**5**	**10**	12,8	11,5	10,9	8,9
	100 L/12	430	8,2	0,43	7,17	1	**5**	**10**	10,3	9,3	8,8	7,2
	80 L/8	680	5,2	0,68	11,33	1	**5**	6,5	6,5	5,9	5,6	-
	71 S/2	2790	1,27	0,70	11,63	0,25	**5**	6,4	6,4	5,7	-	-
	80 S/6	920	3,85	0,92	15,33	1	**5**	4,8	4,8	4,3	4,1	-
	71 L/4	1390	2,55	1,39	23,17	1	4,8	3,2	3,2	2,9	2,7	-
	71 S/2	2790	1,27	2,79	46,50	1	2,4	1,6	1,6	1,4	-	-
0,55	100 L/12a	450	11,7	0,11	1,88	0,25	-	-	**25**	50,0	49,9	41,1
	90 L/8	670	7,8	0,17	2,79	0,25	-	**10**	**25**	35,5	33,5	27,6
	80 L/6	910	5,8	0,23	3,79	0,25	**5**	**10**	29,0	26,1	24,7	20,3
	80 S/4	1380	3,8	0,35	5,75	0,25	**5**	**10**	19,1	17,2	16,3	13,4
	100 L/12a	450	11,7	0,45	7,50	1	**5**	**10**	14,7	13,2	12,5	10,3
	90 L/8	670	7,8	0,67	11,17	1	**5**	**10**	9,9	8,9	8,4	-
	71 L/2	2810	1,87	0,70	11,71	0,25	**5**	9,4	9,4	8,5	-	-
	80 L/6	910	5,8	0,91	15,17	1	**5**	7,3	7,3	6,5	6,2	-
	80 S/4	1380	3,8	1,38	23,00	1	**5**	4,8	4,8	4,3	4,1	-
	71 L/2	2810	1,87	2,81	46,83	1	3,5	2,3	2,3	2,1	-	-

- Die Tabelle zeigt ausgehend von der Motorleistung die **zulässige Getriebebelastung.**
- Bei **fettgedruckten** Werten wird die Belastungsgrenze des Getriebes erreicht.
- Grau gekennzeichnete Motor-Hubgetriebe-Kombinationen erfordern einen Sondermotorflansch bzw. eine technischen Klärung.
- Für **Standardkombinationen** gilt die Zeichnung auf Seite 56 und die Tabelle auf Seite 57.

Motor				Hubgeschwindigkeit		Hub pro Umdrehung [mm]	zulässige Belastung [kN]					
P_M [kW]	Baugröße	[U/min]	T_N [Nm]	[m/min]	[mm/s]		HM5	HM10	HA25	HA50	HA100	HZ210
0,75	112 M/12	440	16,3	0,11	1,83	0,25	-	-	**25**	**50**	69,5	57,3
	100 L/8	690	10,4	0,17	2,88	0,25	-	-	**25**	**50**	44,3	36,5
	90 S/6	915	7,8	0,23	3,81	0,25	-	**10**	**25**	35,4	33,4	27,5
	80 L/4	1390	5,2	0,35	5,79	0,25	**5**	**10**	**25**	23,3	22,0	18,1
	112 M/12	440	16,3	0,44	7,33	1	**5**	**10**	**25**	28,6	24,5	21,5
	100 L/8	690	10,4	0,69	11,50	1	**5**	**10**	18,3	18,3	15,7	13,7
	80 S/2	2780	2,6	0,70	11,58	0,25	**5**	**10**	12,9	11,7	-	-
	90 S/6	915	7,8	0,92	15,25	1	**5**	**10**	13,8	13,8	11,8	10,3
	80 L/4	1390	5,2	1,39	23,17	1	**5**	9,7	9,1	9,1	7,8	6,8
	80 S/2	2780	2,6	2,78	46,33	1	4,9	4,9	4,5	4,5	-	-
1,1	132 S/12	460	23	0,12	1,92	0,25	-	-	**25**	**50**	97,6	80,3
	100 L/8a	690	15,2	0,17	2,88	0,25	-	-	**25**	**50**	65,0	53,6
	90 L/6	910	11,5	0,23	3,79	0,25	-	-	**25**	**50**	49,3	40,6
	90 S/4	1400	7,5	0,35	5,83	0,25	-	**10**	**25**	33,9	32,1	26,4
	132 S/12	460	23	0,46	7,67	1	**5**	**10**	**25**	40,2	34,4	30,1
	100 L/8a	690	15,2	0,69	11,50	1	**5**	**10**	**25**	26,8	23,0	20,1
	80 L/2	2810	3,7	0,70	11,71	0,25	**5**	**10**	18,8	16,9	-	-
	90 L/6	910	11,5	0,91	15,17	1	**5**	**10**	20,3	20,3	17,4	15,2
	90 S/4	1400	7,5	1,40	23,33	1	**5**	**10**	13,2	13,2	11,3	9,9
	80 L/2	2810	3,7	2,81	46,83	1	**5**	7,0	6,6	6,6	-	-
1,5	132 M/12	455	31,5	0,11	1,90	0,25	-	-	**25**	**50**	135	111
	112 M/8	710	20	0,18	2,96	0,25	-	-	**25**	**50**	86,2	71,0
	100 L/6	950	15,1	0,24	3,96	0,25	-	-	**25**	**50**	64,4	53,1
	90 L/4	1410	10,2	0,35	5,88	0,25	-	-	**25**	46,0	43,4	35,7
	132 M/12	455	31,5	0,46	7,58	1	-	**10**	**25**	**50**	47,5	41,5
	112 M/8	710	20	0,71	11,83	1	**5**	**10**	**25**	35,5	30,4	26,6
	90 S/2	2850	5	0,71	11,88	0,25	**5**	**10**	**25**	22,7	-	-
	100 L/6	950	15,1	0,95	15,83	1	**5**	**10**	**25**	26,5	22,7	19,9
	90 L/4	1410	10,2	1,41	23,50	1	**5**	**10**	17,9	17,9	15,3	13,4
	90 S/2	2850	5	2,85	47,50	1	**5**	9,5	8,8	8,8	-	-
2,2	132 S/8	710	29,5	0,18	2,96	0,25	-	-	**25**	**50**	**100**	104
	112 M/6	950	22	0,24	3,96	0,25	-	-	**25**	**50**	**100**	77,8
	100 L/4	1420	14,8	0,36	5,92	0,25	-	-	**25**	**50**	63,2	52,1
	160 MK/12	470	44,5	0,47	7,83	1	-	**10**	**25**	**50**	67,4	59,0
	90 L/2	2835	7,4	0,71	11,81	0,25	**5**	**10**	**25**	33,5	31,7	-
	132 S/8	710	29,5	0,71	11,83	1	**5**	**10**	**25**	**50**	44,6	39,0
	112 M/6	950	22	0,95	15,83	1	**5**	**10**	**25**	38,9	33,3	29,2
	100 L/4	1420	14,8	1,42	23,67	1	**5**	**10**	**25**	26,0	22,3	19,5
	90 L/2	2835	7,4	2,84	47,25	1	**5**	**10**	13,0	13,0	-	-
3	132 M/8	710	40,5	0,18	2,96	0,25	-	-	**25**	**50**	**100**	142
	132 S/6	955	30	0,24	3,98	0,25	-	-	**25**	**50**	**100**	106
	100 L/4a	1420	20	0,36	5,92	0,25	-	-	**25**	**50**	86,2	71,0
	160 M/12	470	61	0,47	7,83	1	-	-	**25**	**50**	91,9	80,4
	100 L/2	2850	10,1	0,71	11,88	0,25	-	-	**25**	45,5	-	-
	132 M/8	710	40,5	0,71	11,83	1	-	**10**	**25**	**50**	60,8	53,2
	132 S/6	955	30	0,96	15,92	1	**5**	**10**	**25**	**50**	45,2	39,6
	100 L/4a	1420	20	1,42	23,67	1	**5**	**10**	**25**	35,5	30,4	26,6
	100 L/2	2850	10,1	2,85	47,50	1	**5**	**10**	17,7	17,7	-	-
4	112 M/4	1420	27	0,36	5,92	0,25	-	-	**25**	**50**	**100**	94,6
	160 L/12	475	80	0,48	7,92	1	-	-	**25**	**50**	**100**	106,1
	132 M/8a	710	54	0,71	11,83	1		**10**	**25**	**50**	81,1	71,0
	132 M/6	955	40	0,96	15,92	1	-	**10**	**25**	**50**	60,3	52,8
	112 M/4	1420	27	1,42	23,67	1	**5**	**10**	**25**	47,3	40,6	35,5
	112 M/2	2900	13,2	2,90	48,33	1	**5**	**10**	**25**	23,2	-	-



Bei angebauten Motoren (B 14 oder B 5) sind zusätzliche Fußleisten (Abmessungen Seite 48) zur besseren Getriebemontage (Bodenfreiheit Motor) hilfreich.



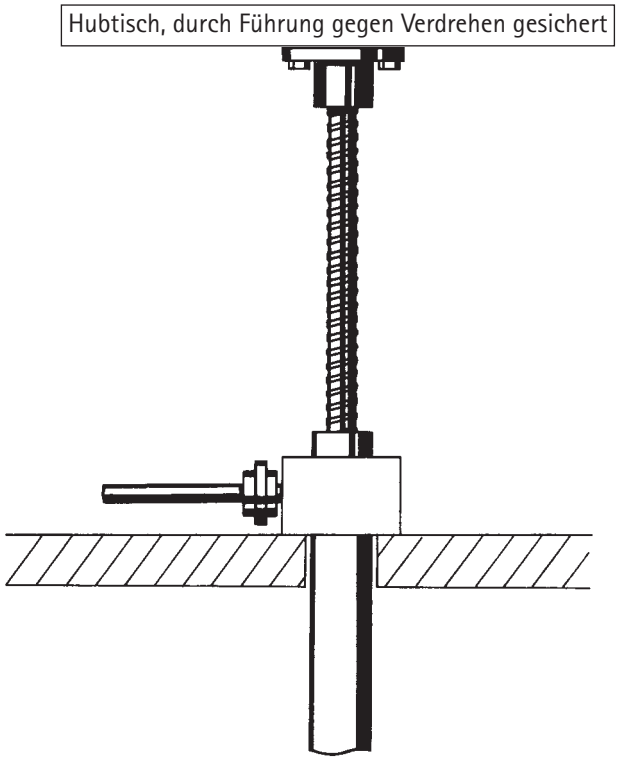
- In der Standardanordnung wird der Motor auf Seite „B" (Seite 39) angebaut.

Hauptabmessungen für Hubgetriebe mit Flansch, Kupplung und Motor

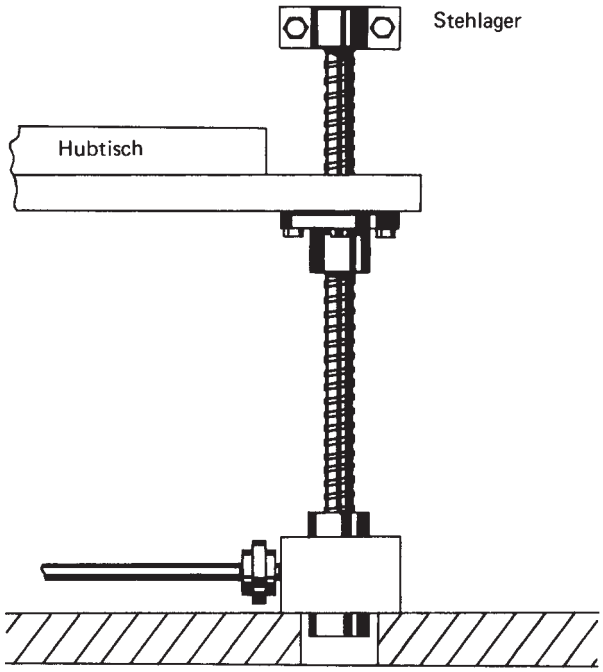
Getriebe	Motor Baugröße	Kupplung	Getriebeabmessung							
			d_F	d x l	d_M x l_M	L_F	L_A	L_B	h_F	S_1
FHM 5	63 B14	KU-14 Al-D	90	10x22,5	11x23	53	5	11,5	82	50
	71 B14		105		14x30	60	5	18,5	82	50
FHM 10	63 B14	KU-19 Al-D	90	14x25,5	11x23	90	12	10	77	40
	71 B14		120		14x30	90	8,5	13,5	77	40
	80 B14		120		19x40	90	8,5	13,5	97	60
	90S B14		120		24x50	102	8,5	25,5	97	60
FHA 25	63 B14	KU-24 Al-D	120	16x43	11x23	105	20	5	81	40
	71 B14		140		14x30	105	20	5	81	40
	80 B14		120		19x40	105	15	10	101	60
	90 B14		140		24x50	105	10	15	101	60
	100 B14		160		28x60	118	8	30	101	60
FHA 50	71 B14	KU-24 Al-D	140	20x45	14x30	102	21,5	0	98	40
	80 B14		120		19x40	102	11,5	10	98	40
	90 B14		140		24x50	122	21,5	20	98	40
	90 B14		160		24x50	122	21,5	20	98	40
	100 B14		160		28x60	122	11,5	30	118	60
	112 B14		160		28x60	122	11,5	30	118	60
FHA 100	90 B14	KU-28 Al-D	160	25x65	24x50	140	19	18,5	130	50
	100 B14		160		24x50	140	22,5	25	130	50
	112 B14		160		24x50	140	22,5	25	130	50
	132 B14		160		38x80	160	22,5	45	140	60
FHZ 210	100 B14	KU-28 Al-D	250	32x60	28x60	143	20	25	130	50
	112 B14		250		28x60	143	20	25	130	50
	132 B5		250		38x80	170	45	27	140	60

Ausführungsbeispiel: Hubgetriebe mit Motorflansch, Kupplung und Drehstrommotor

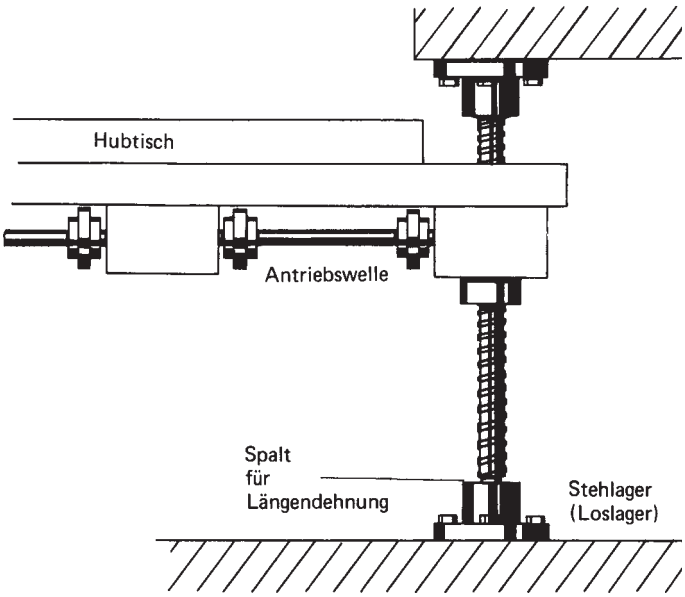
Hubspindelantrieb Grundausführung HG
- axial bewegliche Gewindespindel, mit Schutzrohr, ohne Verdrehsicherung



Hubspindelantrieb Laufmutterausführung HL
- drehende Spindel, Mutter verfährt axial



Hubspindelantrieb Grundausführung HG
- Spindel hängend befestigt, Getriebe verfährt axial, ohne Schutzrohr



Abdeckung

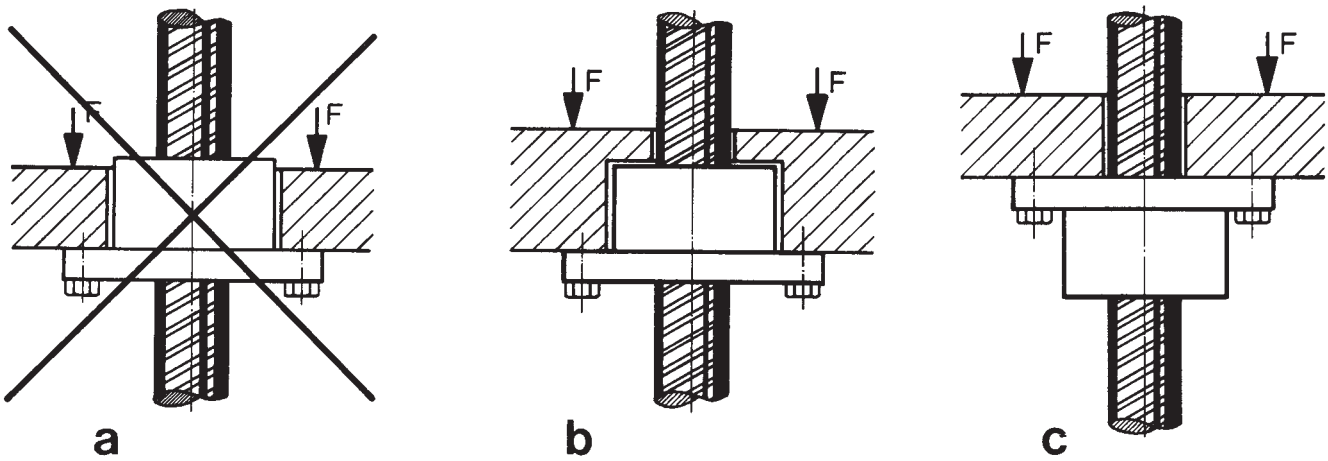
Die Gewindespindel ist vor Beschädigung und Verschmutzung zu schützen. Ebenso dürfen keine Flüssigkeiten in das Getriebe eindringen. Deswegen empfehlen wir die Abdeckung der Gewindespindel durch einen Faltenbalg.
Die Blocklänge des zusammengedrückten Faltenbalges beträgt ca. 18% des Hubes. Bei horizontalem Einbau des Getriebes muss ein langer Faltenbalg zusätzlich auf der Spindel abgestützt werden.

Hubbegrenzung

Beide Endlagen des Hubes müssen durch Endschalter (o. ä.) abgesichert werden. Wir empfehlen, das Getriebe gegen ein unbeabsichtigtes oder zu weites Ausfahren der Spindel bzw der Laufmutter mittels einer werksseitig angebrachten Auslaufsperre zu sichern.

Laufmuttereinbau

Aus Sicherheitsgründen empfehlen wir, den Einbau der Laufmutter konstruktiv so zu gestalten, dass durch eine mögliche Überbelastung im Betrieb kein Abreißen des Flansches erfolgen kann.

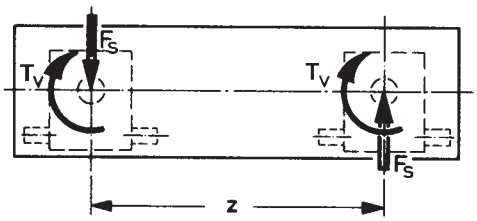


Seitenkräfte

Das Einwirken von Seitenkräften auf die Spindel sollte vermieden werden. Treten diese dennoch auf, so sollte die Laufmutterausführung HL immer mit eingebautem Gegenlager (ab HL210) bestellt werden. Die Lagerung des freien Spindelendes muss durch ein Loslager erfolgen.

Seitenkräfte entstehen auch, wenn durch die Anordnung von mehreren Hubspindelgetrieben die Verdrehmomente gegenseitig aufgenommen werden.

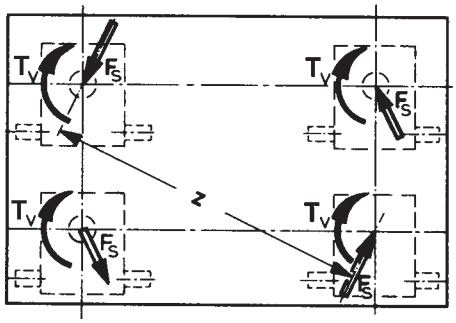
Bei 2 Hubspindelantrieben



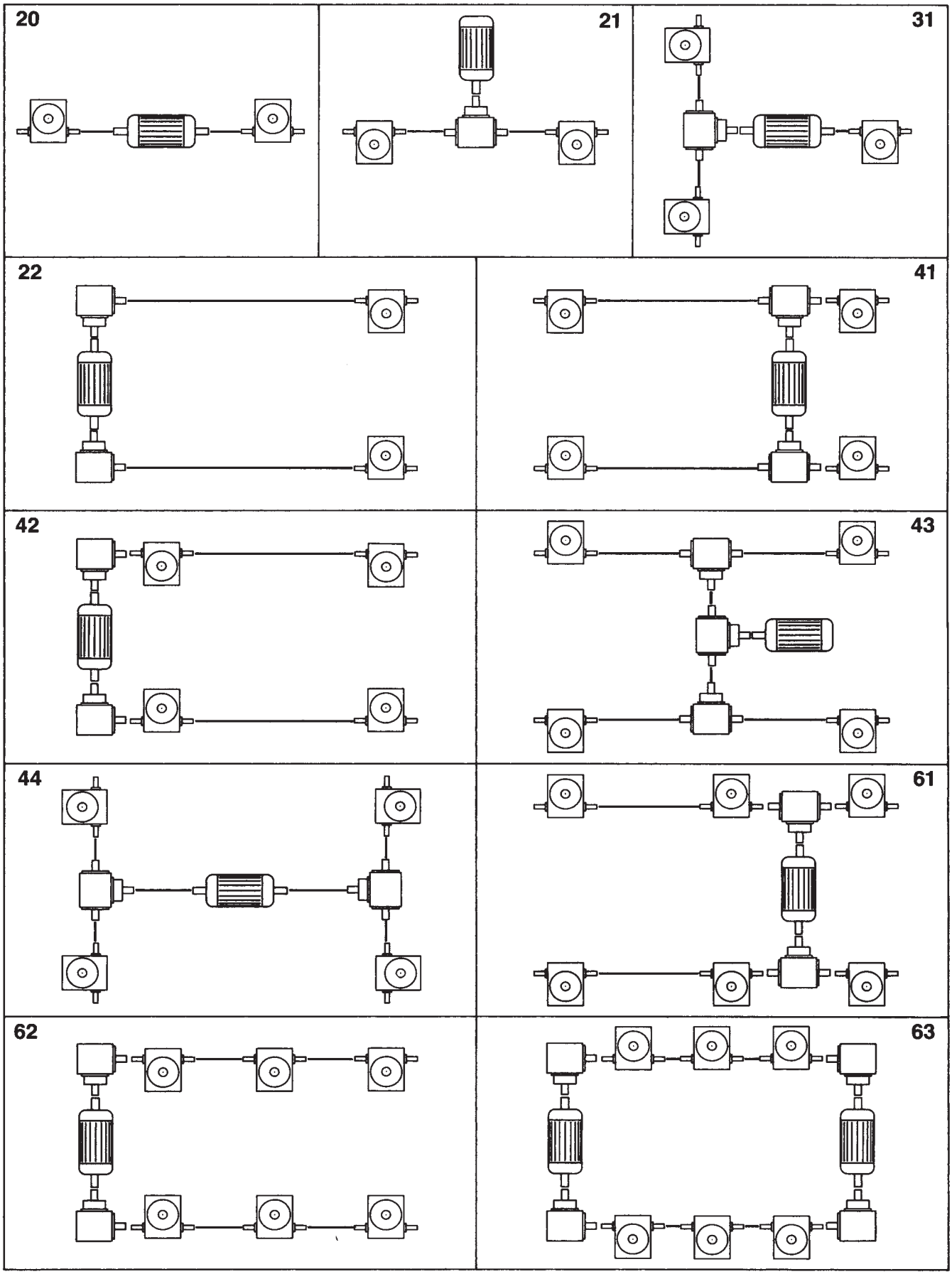
$$F_s = \frac{2 \cdot T_v}{z}$$

$$F_s = \frac{2 \cdot T_v}{z}$$

Bei 4 Hubspindelantrieben



Anlagenkombinationen von ZZ-Hubspindelantrieben



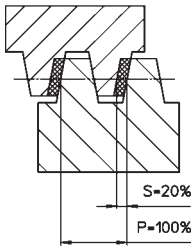
Axialspiel der Spindel

Beim Betrieb der Hubspindelantriebe ergibt sich durch Verschleiß (abhängig von der Last und Hubgeschwindigkeit) ein Axialspiel an der Gewindespindel. Dieser Verschleiß ist zu kontrollieren.
Erreicht das Axialspiel der Spindel die Grenzwerte der nachstehenden Tabelle, muss das Getriebe überholt werden. Es sind dann die Bronzemutter (Laufmutter bzw. Schneckenrad) sowie evtl. die Gewindespindel auszutauschen. Zweckmäßigerweise erfolgt diese Überholung im Werk.

Getriebe	HM5	HM10	HA25	HA50	HA100	HZ210	HZ350	HZ500	HZ750	HZ1000
max. Axialspiel der Gewindespindel im Neuzustand [mm]	0,20	0,20	0,25	0,26	0,30	0,31	0,31	0,38	0,40	0,43
max. Axialspiel der Gewindespindel inkl. Verschleiß [mm]	1,00	1,00	1,45	1,66	2,10	2,31	2,31	3,18	3,60	4,03
maximal zulässiger Verschleiß [mm]	0,80	0,80	1,20	1,40	1,80	2,00	2,00	2,80	3,20	3,60

Achtung

Bei wechselwirkender Axialbelastung halbiert sich der zulässige Verschleißweg!



P = Gewindesteigung
S = maximaler Verschleiß ca. 20% der jeweiligen Spindelsteigung

Schmierung

- Hubgetriebe der Größe HM5 und HM10 erhalten serienmäßig eine Fettfüllung (Polyglykolbasis, Konsistenzklasse NLGI 00).
- Hubgetriebe ab der Größe 25 (HA25...HZ1000) können wahlweise mit Fett oder Öl befüllt werden – die Auswahl erfolgt anwendungsbezogen nach Drehzahl, Belastung und Einschaltdauer
- die zulässige Betriebstemperatur liegt im Bereich –15°C bis +80°C

Auswahl der Ölsorte und Viskosität

(getriebetypische Schmiermittelmenge, s. S. 39)

Faktor Achsabstand x Drehzahl	Viskosität - Umgebungstemperatur - Schmierstofftyp							
	Mineral-Öl		Polyglykol-Öl			PAO/HC-Öl		
G [mm] x n_1 [U/min]	+10°C	-20°C	+ 30°C	-10°C	-30°C	+30°C	-15°C	-40°C
	+50°C	+20°C	+100°C	+40°C	+20°C	+80°C	+40°C	-10°C
< 100 000	VG 680	VG 220	VG 680	VG 460	VG 220	VG 680	VG 460	VG 150
> 100 000	VG 460	VG 220	VG 460	VG 460	VG 220	VG 460	VG 460	VG 150

G = Achsabstand Schneckenradsatz [mm] (siehe Maßtabellen S. 40-45)
n_1 = mittlere Antriebsdrehzahl der Schneckenwelle [U/min]

- Bei Umgebungstemperaturen unterhalb –30°C und oberhalb 60°C sind besondere Anforderungen an Werkstoffe, Schmierstoffe und Dichtungsmaterialien zu stellen.
- Der Einsatz bei tiefen Temperaturen erhöht deutlich die erforderliche Antriebsleistung, was bei der Projektierung berücksichtigt werden muss.

Achtung !

- Polyglykol-Schmierstoffe sind nicht mit anderen Qualitäten verträglich
- Die Spindel ist mit Hochleistungsfett der Konsistenzklasse NLGI 2 DIN 51818 eingefettet.

Zahlenwertgleichungen zur Bestimmung und Umrechnung der Werte von:

- Belastung F [kN],
- Eingangsleistung P_1 [kW]
- Eingangsdrehmoment T_1 [Nm]
- Eingangsdrehzahl n_1 [U/min]
- Hubgeschwindigkeit v [m/min] oder [mm/s]
- Spindelsteigung S [mm]
- Spindeldrehzahl n_{sp} [U/min]
- Wirkungsgrad η [%]
- Getriebeübersetzung i [1]

$$P_1\,[kW] = \frac{F\,[kN] \cdot v\,[mm/s]}{10 \cdot \eta\,[\%]}$$

$$F\,[kN] = \frac{10 \cdot P_1\,[kW] \cdot \eta\,[\%]}{v\,[mm/s]}$$

$$P_1\,[kW] = \frac{F\,[kN] \cdot v\,[m/min]}{0{,}6 \cdot \eta\,[\%]}$$

$$v\,[mm/s] = \frac{n_{sp}\,[U/min] \cdot S\,[mm]}{60}$$

$$T_1\,[Nm] = \frac{9549 \cdot P_1\,[kW]}{n_1\,[U/min]}$$

$$v\,[m/min] = \frac{n_1\,[U/min] \cdot S\,[mm]}{i \cdot 1000}$$

$$\left[\frac{m}{min}\right] = 16{,}67 \cdot \left[\frac{mm}{s}\right]$$

$$\eta\,[\%] = \frac{F\,[kN] \cdot v\,[mm/s]}{10 \cdot P_1\,[kW]}$$

Umrechnung der zulässigen Belastung auf andere Eulerfälle unter Beibehaltung der Spindellänge

EULER -1	EULER -2	EULER -3	EULER -4
1	4	8	16
0,25	**1**	2	4
0,125	0,5	**1**	2
0,063	0,25	0,5	**1**

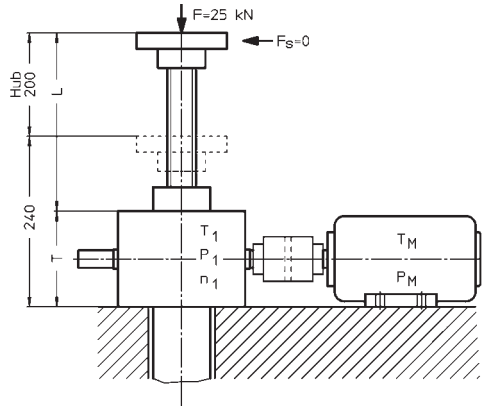
- die zulässige Belastung ist abhängig von der jeweiligen Einspannsituation der Spindel (Eulerfall)
- Beispiel:
  - Euler-4 kann gegenüber Euler-1 die 16fache Last aufnehmen (bei gleicher Spindellänge)
  - Euler-2 darf bei gleicher Spindellänge gegenüber Euler-3 nur 50% der Belastung aufnehmen

Umrechnung der zulässigen Spindellänge auf andere Eulerfälle unter Beibehaltung der Belastung

EULER -1	EULER -2	EULER -3	EULER -4
1	2	2,8	4
0,5	**1**	1,4	2
0,35	0,7	**1**	1,4
0,25	0,5	0,7	**1**

- die zulässige Spindellänge ist abhängig von der Einspannsituation der Spindel (Eulerfall)
- Beispiel:
  - bei Euler-4 darf gegenüber Euler-1 die zul. Spindellänge 4x so lang sein
  - bei Euler-2 darf die Spindellänge gegenüber Euler-3 nur 0,7x so lang sein

Gegeben:
Belastung F = 25 kN
Anordnung gemäß Skizze
Hubgeschwindigkeit v = 1,5m/min
Hubspindelantrieb in Grundausführung



Gesucht:
Getriebegröße HG
Übersetzung
Antriebsmoment
Antriebsleistung

Lösung: entsprechend Berechnungsreihenfolge Seite 10.

1. Erforderlich ist Hubspindelantrieb in Grundausführung mit Kopfplatte, Gewindespindel ist nicht geführt, Belastung F = 25 kN.

2. Für F = 25 kN aus Tabelle Seite 2: → erforderlich ist ein Hubspindelantrieb HGA 25 oder größer (HGA50 oder HGA 100).
   Freie Spindellänge L entsprechend Gleichungen Seite 8: (siehe Maßblätter Seite 40 - 45).

		HGA 25	HGA 50	HGA 100
$L_{e\,min} = L_{min} + h$ (ohne Faltenbalg)	L_{min} h	121 23	164 30	218 50
	$L_{e\,min}$ L_e aus Einbauskizze	144 240	194 240	268 240

Bei HGA 100 ist $L_{e\,min}$ größer als der zur Verfügung stehende Bauraum
$L_a = L_e + L_{Hub} = 240 + 200 = 440$ mm

		HGA 25	HGA 50
$L = L_a - T$	L_a	440	440
	T (aus Maßblatt S. 40-41)	82	116
	L =	358	324

3. Knickfall (Seite 13), Euler Fall-I (Spindel ungeführt), somit Belastung gemäß Tabelle 1 Seite 14

4. Aus Tabelle 1
   für HGA 25 mit L = 358 → F = 7,4 kN bei L = 350
   für HGA 50 mit L = 324 → F = 28 kN bei L = 350
   Für F = 25 kN ist somit HGA 25 nicht ausreichend → gewählt wird die Größe HGA 50

5. Aus Diagramm „A" für L = 330 mm = 0,33 m (unkritische Länge) → $n_{kr} > 1000\ min^{-1}$
   mit $n_k = n_{kr} \cdot f_{kr} \cdot 0{,}8 = 1000 \cdot 1 \cdot 0{,}8$ → $n_k = 800\ min^{-1}$ (Seite 22)
   Aus Diagramm "B" für 25 kN und Getriebegröße HGA50 → $n_{pv} = 210\ min^{-1}$
   n_{zul} ist die kleinere der beiden Drehzahlen n_k bzw. n_{pv} → $n_{zul} = 210\ min^{-1}$

6. Aus Tabelle 5 Seite 23 : Spindeldrehzahl $n_{sp} < n_{zul}$ → für $n_{sp} = 210\ min^{-1}$, Größe HGA 50
   Übersetzung 1mmHub/Umdr. Antrieb → v = 1,5m/min → Antriebsdrehzahl $n_1 = 1500\ min^{-1}$

7. Aus Tabelle 9 für $1500\ min^{-1}$ und F = 25 kN → $T_1 = 14{,}1$ Nm → $P_1 = 2{,}2$ kW

8. weitere Belastungen oder Momente sind nicht zu berücksichtigen, da Seitenkräfte $F_s \sim 0$

9. Verdrehmoment T_v aus Diagramm Seite 38 für F= 25 kN bei HGA 50 → $T_v = 80$ Nm
   → dieses Moment muss direkt vom Getriebe oder durch eine Verdrehsicherung im Anlagenaufbau aufgenommen werden.

→ <u>bestellt wird:</u> Hubspindelantrieb HV50 (mit Verdrehsicherung, da keine Führung der Last vorgesehen ist), i= 7:1, L_a = 440 mm, Hub 200, mit Kopfplatte, Kupplung, Motor

ANFRAGEBOGEN

ZZ-Antriebe GmbH
An der Tagweide 12
D- 76139 Karlsruhe

Telefon 0721/6205-0
Telefax 0721/6205-10
Info@zz-antriebe.de
www.zz-antriebe.de

Firma _____
Sachb. /Abt. _____
Straße _____
PLZ / Ort _____
Telefon _____
Telefax _____
E-Mail _____
Datum _____

☐ **Anfrage zu Hubspindelgetriebe(n) / Hubanlage(n)**
☐ **Kontaktaufnahme**
☐ **Kataloganforderung** ☐ Kegelradgetriebe ☐ Hubgetriebe ☐ Schrittgetriebe
☐ Verzahnungen ☐ Kurven ☐ Gesamtprogramm

Lastdaten

Belastungsrichtung ☐ Druck
☐ Zug
☐ Druck und Zug

Belastungsart ☐ Last nicht geführt ☐ Eulerfall-1
☐ Last geführt ☐ Eulerfall-2 ☐ Eulerfall-3 ☐ Eulerfall-4

Hubkraft gesamt statisch_____ kN dynamisch_____ kN
Hubkraft je Getriebe statisch_____ kN dynamisch_____ kN
Hubgeschwindigkeit _____ ☐ m/min ☐ mm/s

Einbaulage ☐ vertikal ☐ Spindel nach oben ☐ Spindel nach unten
☐ horizontal
☐ Neigungswinkel _____° (mit Skizze)

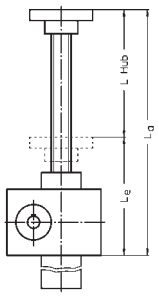
Befestigung ☐ Seite D ☐ Seite A (siehe Katalogseite 39)

Anzahl der Zyklen (↓↑) _____ ☐ pro Tag ☐ pro Schicht (8 h) ☐ pro Stunde ☐ Monat

Einbaudaten

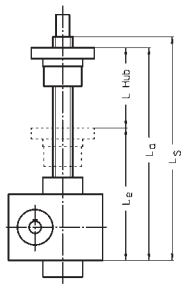
L_a max. _____ mm Hub _____ mm
L_e _____ mm L_S_____ mm

Übersetzung ☐ 1 mm Hub / 1 Umdr. Antrieb ☐ 0,25 mm Hub / 1 Umdr. Antrieb



☐ Grundausführung HG
☐ Verdrehsicherung durch Einbau gegeben

☐ Hubspindelantrieb mit Verdrehsicherung



☐ Laufmutterausführung HL
☐ mit eingebautem Gegenlager bei Nennenswerten Seitenkräften
☐ Loslager am freien Spindelende

Zubehör

☐ Kopfplatte	☐ Faltenbalg	☐ Kupplungen	☐ Motorflansch
☐ Gelenkkopf	☐ Schutzrohr	☐ Verbindungswelle	☐ Gegenlagerplatte
☐ Gabelkopf	☐ Spiralfeder	☐ Stehlager	☐ ZZ-Kegelradgetriebe
☐ Fußleisten	☐ Kugelgelenkkopf	☐ Kardanadapter	☐ _____

Zusätzliche Angaben

sonstige Belastungen: Seitenkräfte ☐ _____
Stöße/ Vibrationen ☐ _____
Umgebung: Temperatur _____°C bis _____°C
Staub ☐ _____
Feuchtigkeit ☐ _____Spindel rostfrei: ja ☐ nein ☐

Sonstiges:_____ _____

Verkaufs- und Lieferbedingungen

Es gelten unsere Lieferbedingungen, bzw. die „Allgemeinen Bedingungen für die Lieferung von Getrieben und Antriebselementen". Die Abmessungen und Darstellungen sind nicht streng verbindlich. Änderungen der Konstruktion, Abbildungen, Größen, Gewichte, technische Angaben usw. bleiben vorbehalten.

Stand 09/2004.

Unser Produktions-Programm

ZZ-Kegelradgetriebe
bis 7000 Nm Nennmoment bzw.
500 kW Leistung. Baureihe Servoline®
für hochdynamische Antriebe

ZZ-Hubspindelgetriebe
mit Trapez- oder Kugelgewindespindel
für Belastungen bis 1000 kN

ZZ-Kurvengetriebe
als Globoid-, Zylinder- oder
Scheibenkurvengetriebe
mit Pendel- oder Schrittfunktion

ZZ-Spiralkegelräder
in - Palloid-Verzahnung
- Zyklo-Palloid-Verzahnung
- HPG-S Verzahnung

ZZ-Kurven
als - Globoid-Kurve
- Axialkurve
- Radialkurve

ZZ-Sondergetriebe
für vielseitigen Einsatz in
unterschiedlichsten Anwendungen

ZZ-Antriebe GmbH
An der Tagweide 12
76139 Karlsruhe
Telefon +(49)7 21.62 05-0
Telefax +(49)7 21.62 05-10
info@zz-antriebe.de
www.zz-antriebe.de