

## 3.4 Maximum Emergency Torque ( $T_{em}$ )

Emergency stop and shock load may be accompanied by torque values higher than the nominal value. The maximum permissible torque value is provided in Tab. 3.4. It should be noted that its occurrence is accidental and rare, and in no way can it become a component part of a regular working cycle.

## 3.4 Zulässiges Not-Aus-Drehmoment ( $T_{em}$ )

Das Drehmoment bei der Not-aus- oder bei Schlagbelastung durch Kollision kann höher als der Nennwert sein. Der maximal zulässige Wert dieses Moments ist in der Tabelle 3.4 angegeben. Diese Belastung tritt zufällig und selten auf und sollte unter keinen Umständen Bestandteil eines normalen Betriebszyklus sein.

Tab. 3.4: Permissible torque at acceleration, breaking and an emergency stop /  
Zulässiges Beschleunigungs- und Bremsmoment und Not-Aus-Drehmoment

Size	Max torque during acceleration and breaking $T_{max}$	Permissible torque at emergency stop $T_{em}$
Grösse	Zulässiges Beschleunigungs- und Brems-Drehmoment $T_{max}$	Zulässiges Not-Aus-Drehmoment $T_{em}$
TS 60 - TS 110	2 x rated torque ( $T_R$ ) 2 x Nenn-Drehmoment ( $T_R$ )	5 x rated torque ( $T_R$ ) 5 x Nenn-Drehmoment ( $T_R$ )
TS 140 - TS 300	2.5 x rated torque ( $T_R$ ) 2.5 x Nenn-Drehmoment ( $T_R$ )	

## 3.5 Allowable Radial-Axial Load and Tilting Moment on the Output Flange

The radial and axial load exert independently due to the output roller bearings. The rated radial load ( $F_r$ ) is provided in the Rating Table in chapter 2. The tilting moment (Fig. 3.6) is expressed as follows:

$$M_c = F_r \times a + F_a \times b$$

a arm of action  $F_r$  [m]      $F_r$  radial load [N]  
b arm of action  $F_a$  [m]      $F_a$  axial load [N]  
 $M_c$  tilting moment [Nm]

## 3.5 Zulässige Belastung der TwinSpin-Getriebe

Die zulässige Radialbelastung  $F_r$  ist in den techn. Daten (Kapitel 2) angegeben. Die Radial- und Axialbelastungswerte sind voneinander unabhängig dank der Bauart der Ausgangsrollenlagern. Das Kippmoment nach Abb.3.6 wird wie folgt bestimmt:

a Hebelarm  $F_r$  [m]      $F_r$  Radialkraft [N]  
b Hebelarm  $F_a$  [m]      $F_a$  Axialkraft [N]  
 $M_c$  Kippmoment [Nm]

The allowable load for the tilting moment ( $M_c$ ) and the axial force ( $F_a$ ) is given in Fig. 3.5 the point whose coordinates ( $M_c$ ,  $F_a$ ) lies in the area under the line of the selected reducer. For example, with TS 170 TB, at an output speed of 15 rpm and  $L_{10}$ =6000 [hrs], if the tilting moment is  $M_c$ =1500 [Nm], then the axial force may be max 10.7 [kN] (see Fig. 3.5). The allowable radial and axial loads respectively, characterize the allowable dynamic load which can exert on a reducer.

For any detailed calculations of the given conditions please contact the sales department or your local sales representative.

Die zulässige kombinierte Belastung durch das Kippmoment  $M_c$  und die Axialkraft  $F_a$  ist in Abb. 3 dargestellt. Die Koordinaten ( $M_c$ ,  $F_a$ ) des Betriebspunktes müssen unter der Linie des entsprechenden Getriebes liegen. Ein Beispiel: Für TS170T und  $L_{10}$ =6000 St. kann bei einem Kippmoment  $M_c$ =1500 [Nm] die maximale Axialkraft 10,7 kN sein. Die zulässige Radial- und/oder Axial-Belastung charakterisieren zulässige dynamische Belastung, die aufs Getriebe wirken kann.

Zwecks beliebiger detaillierten Berechnungen anhand gegebener Bedingungen, bitte, setzen Sie sich unserer Vertriebsabteilung oder unseren Vertriebsvertretungen in Verbindung.

# TwinSpin Performance characteristics

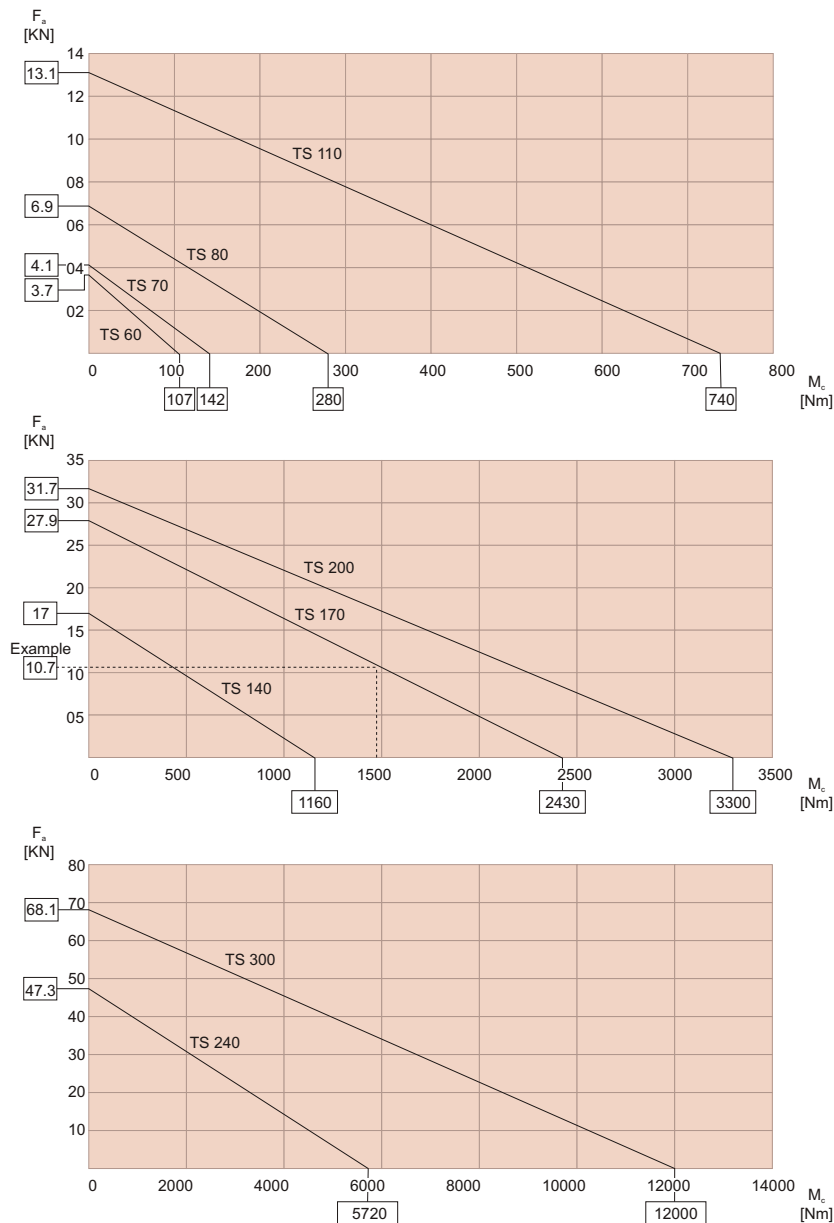


Fig. 3.5: Relationship between the tilting moment and the axial force /  
Beziehung zwischen dem Kippmoment und der Axialkraft

### 3.6 Tilting Rigidity and Deflection Angle of the Output Flange

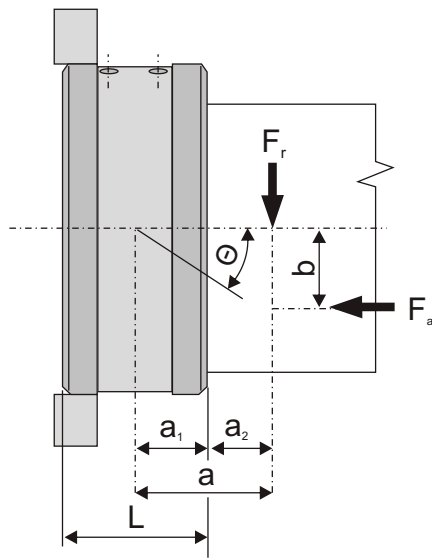
The TwinSpin reducers can stand external forces and moment loads due to the integrated output radial-axial bearings.

When the output flange is loaded, the flange deflection angle is proportional to the respective tilting moment. The moment rigidity ( $M_t$ ) is a tilting moment at which the output flange deflects by the angle  $\Theta = 1'$ . The  $M_t$  values are given in the Rating Table in chapter 2. The tilting angle ( $\Theta$ ) of the output flange (Fig. 3.6) can be determined as follows:

### 3.6 Kippsteifigkeit und Kippwinkel des Abtriebsflansches

Die TwinSpin-Getriebe können hohe äußere Kräfte und Momente mit den integrierten Radial-Axial-Lagern aufnehmen.

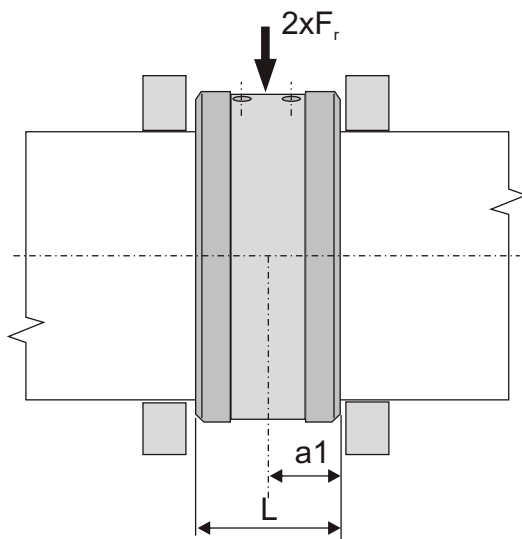
Bei der Belastung des Ausgangsflansches ist der Kippwinkel des Flansches proportional dem Kippmoment. Die Kippsteifigkeit  $M_t$  ist das Kippmoment, bei dem der Ausgangsflansch um den Winkel  $\Theta = 1'$  gekippt wird. Die  $M_t$ -Werte sind im Kapitel 2 angegeben. Der Kippwinkel des Ausgangsflansches (Abb.3.6) wird wie folgt bestimmt:



$$\Theta = \frac{F_r \times a + F_a \times b}{M_t}$$

- Θ output flange tilting angle [arcmin]
- $M_t$  moment rigidity [Nm/arcmin]
- $F_r$  radial load [N]
- $F_a$  axial load [N]
- $a$  arm of action  $F_r$  [m]
- $a = a_1 + a_2$
- $a_1 = L / 2$
- $b$  arm of action  $F_a$  [m]

- Θ Ausgangsflanschkippwinkel [arcmin]
- $M_t$  Momentfestigkeit [Nm/arcmin]
- $F_r$  Radialbelastung [N]
- $F_a$  Axialbelastung [N]
- $a$  Hebelarm  $F_r$  [m]
- $a = a_1 + a_2$
- $a_1 = L / 2$
- $b$  Hebelarm  $F_a$  [m]



Output flange is fixed from both side.  
**Radial load is  $2x F_r$ .**  
 Ausgangsflansch wird von beiden Seiten fixiert.  
**Radialkraft darf somit bis auf  $2x F_r$  ansteigen.**

Fig. 3.6: Load and the tilting moment on the output flange /  
 Belastung und Ausgangsflanschkippwinkel

### 3.7 Torsional Stiffness, Lost Motion and Backlash

If the input shaft and the case are fixed and a torque is applied to the output flange, then the load diagram has a shape of a hysteresis curve (Fig. 3.7a).

Lost motion (LM) is a pitch angle of the output flange at  $\pm 3\%$  nominal torque measured on the centerline of the hysteresis curve (Fig. 3.7a).

### 3.7 Verdrehsteifigkeit, Lost Motion und Umkehrspiel

Wenn die Eingangswelle und das Gehäuse gegen das Verdrehen gesichert werden und der Ausgangsflansch durch ein Zu- und Abnehmendes Drehmoment belastet wird, erhält man für den Verlauf des Drehwinkels der Abtriebsflansche die Hysteresekurve (Abb. 3.7a).

Die "Lost Motion" ist der Drehwinkel des Ausgangsflansches bei einem Drehmoment von  $\pm 3\%$  des nominellen Drehmomentes, gemessen an der Mittellinie der Hysteresekurve (Abb.3.7a).

# TwinSpin Performance characteristics

TwinSpin

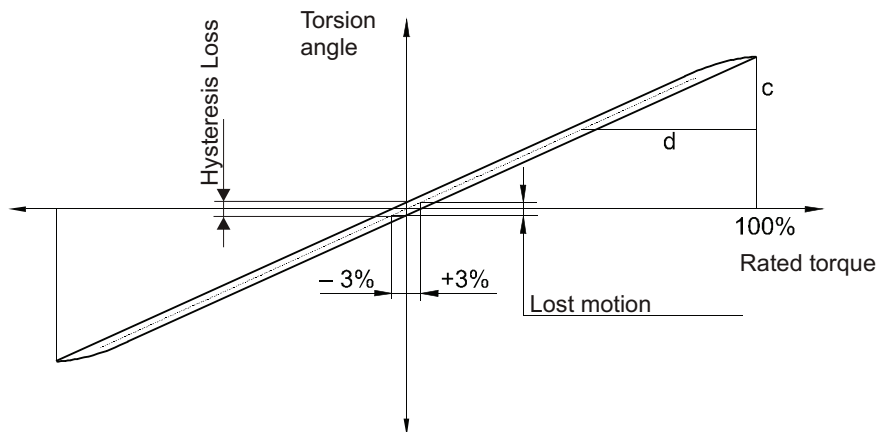


Fig. 3.7a: Hysteresis curve and the definition of stiffness / Hysteresekurve mit Definition Steifigkeit und Lost Motion

Torsional stiffness ( $k_t$ ) is defined as follows:

$$k_t = \frac{d}{c}$$

Die Verdrehsteifigkeit ( $k_t$ ) wird wie folgt definiert:

The torsional stiffness and lost motion values are provided in Rating Table in chapter 2. The torsional stiffness values are statistical values for the particular reduction ratio. Bearing reducers with hysteresis and lost motion of  $\leq 0.6$  [arcmin] can be supplied on request.

The hysteresis characteristic of TS 140-139-TB with the lost motion under 0.5 [arcmin] is illustrated in Fig. 3.7b.

Die Werte der Verdrehsteifigkeit und der Lost Motion sind im Kapitel 2 angegeben.

Die oben angegebenen Verdrehsteifigkeitswerte sind Mittelwerte für das jeweilige Übersetzungsverhältnis. Getriebe mit Lost Motion von  $\leq 0.6$  arcmin können auf Wunsch geliefert werden. Die Hysteresekennlinie eines TS 140-139-TB mit Lost Motion unter 0.5 arcmin ist in Abb.3.7b dargestellt..

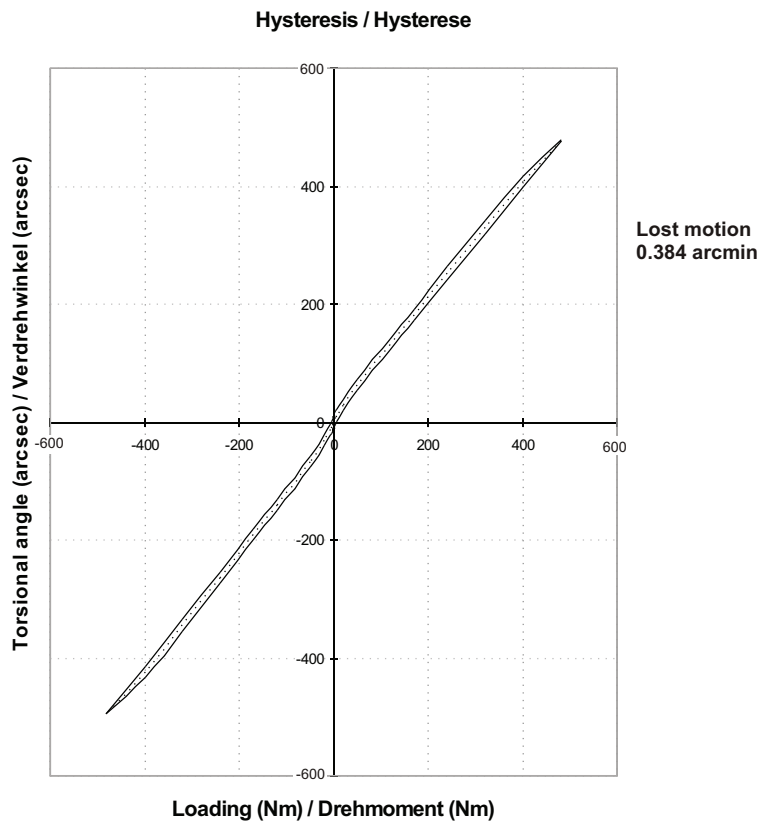


Fig. 3.7b: Hysteresis curve of TS 140-139-TB / Hysteresekurve TS 140-139-TB

## 3.8 Tolerances of Connecting Parts

As according to the Standard DIN 42955 R

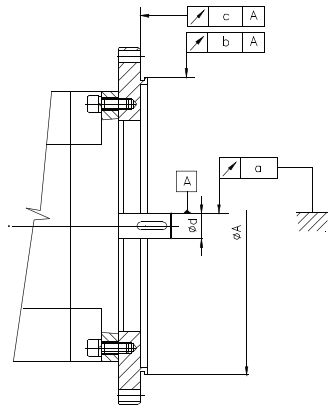


Fig. 3.8: Required tolerances T Model/  
Geforderte Abweichungen T-Reihe

## 3.8 Toleranzen der Einbauteile

Nach der Norm DIN 42955 R

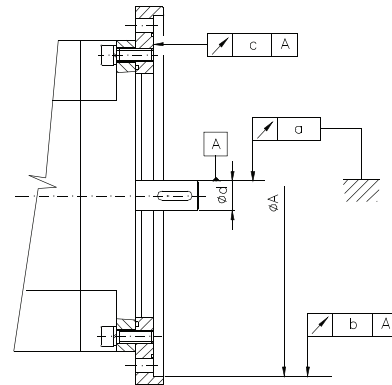


Fig. 3.8b: Required tolerances T Model/  
Geforderte Abweichungen T-Reihe

- a) valid for / Gültigkeit für TS 70, TS110, TS140, TS170, TS200.  
b) valid for / Gültigkeit für TS60, TS80, TS240, TS300.

Tab. 3.8: T series - model required tolerances / T Baureihe - Ausführung - Anschlußtoleranzen

Size Baugröße	a	b	c	ø d	ø A
TS 60	0,015	0,040	0,038	6 k6	63 H7
TS 70	0,018	0,040	0,038	11 k6	59,3 g6
TS 80	0,015	0,050	0,038	8 k6	80 H7
TS 110	0,018	0,050	0,044	14 k6	93 g6
TS 200	0,021	0,060	0,058	24 k6	170 g6
TS 240	0,021	0,063	0,058	28 k6	240 H7
TS 300	0,021	0,063	0,064	28 k6	300 H7

## 3.9 Circumferential & Front Run-Out Values of TwinSpin Bearing Reducers

## 3.9 Rund- und Stirnlaufabweichungen der TwinSpin Präzisionsgetriebe

Tab. 3.9: T series circumferential and front run-out values of TwinSpin bearing reducers [mm] /  
T-Ausführung, Rund- und Stirnlaufwerte - Herstellwerte (siehe Fig. 3.9)

Size Baugröße	T	Z	R	A	C	D
TS 60	0.007	0.020	0.015	63 h7	15.5 H6	6 H7
TS 70	0.007	0.020	0.015	70 h7	26 H6	11 H7
TS 80	0.007	0.020	0.015	80 h7	22.3 H6	8 H7
TS 110	0.008	0.025	0.015	110 h7	32 H6	14 H7
TS 140	0.009	0.025	0.015	140 h7	42 H6	19 H7
TS 170	0.010	0.025	0.015	170 h7	47 H6	24 H7
TS 200	0.010	0.035	0.020	200 h7	52 H6	24 H7
TS 240	0.013	0.040	0.020	240 h7	57 H6	28 H7
TS 300	0.013	0.040	0.020	300 h7	60 H6	28 H7

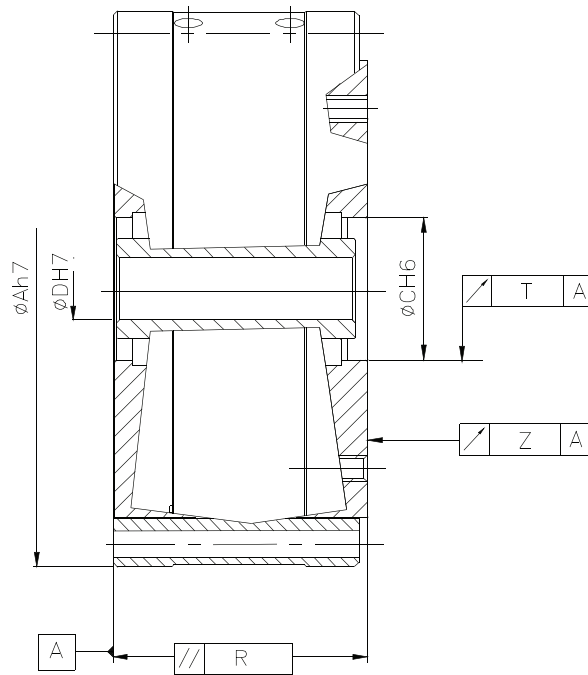


Fig. 3.9: Circumferential and front run-out values of TwinSpin bearing reducers / Rund- und Stirnlaufabweichungen der TwinSpin Präzisionsgetriebe

T- radial run-out of the centering diameter of the output flange in respect to the axial face of the input side of the case, during the rotation of the flange.

Z - axial run-out of the output flange in respect to the axial face of the input side of the case, during the rotation of the flange.

R- circumferential offset values of the flanges.

T- Radiallaufabweichung des Ausgangsflansches im Bezug auf Axialkraft auf der Eingangsseite des Gehäuses bei der Drehbewegung des Flansches.

Z- Stirnlaufabweichung des Ausgangsflansches im Bezug auf Axialkraft auf der Eingangsseite des Gehäuses bei der Drehbewegung des Flansches.

R- Gesamtlafabweichung der Flansche.

### 3.10 Vibrations

Vibration is a torsional vibration indicated in a peripheral direction of an inertia load driven by the reduction gear. Low vibration is extremely important for applications where high precision contouring is required. For example, the tool center point of the end point of robot has to follow desired trajectory as close as possible. If robot joints vibrate, the trajectory tracking is poor. Added axes of a machine tool is another application example when very high running smoothness of a reducer is required.

Accelerometer installed on a defined lever arm registers the vibration of an inertia load. Reference measurement of peripheral acceleration and position deviation is shown in Fig. 3.10

TwinSpin runs extremely smoothly. For input speed higher than 500 rpm peripheral deviation is about 10  $\mu\text{m}$ . The external diameter amplitude's value of the bearing reducer LFD/LFA will settle down by reaching and exceeding the input speed 900 rpm. Because of this reason we have chosen max. input speed 900 rpm for evaluation of the torsional vibration.

### 3.10 Schwingungen

In Umfangsrichtung einer trägen Masse, die von einem Getriebe angetrieben wird, treten Torsionsschwingungen auf. Eine geringe Schwingungsbelastung ist aber wesentlich bei Anwendungen, bei denen eine Kontur präzise verfolgt werden muss. So muss z.B. der Werkzeug-Mittelpunkt am Ende einer Roboterhand einer Sollbahn so genau wie möglich folgen. Wenn Robotergelenke vibrieren, ist die Bahnverfolgung schlecht. Zusätzliche Achsen an einer Werkzeugmaschine sind ein weiteres Beispiel für die Notwendigkeit eines sehr ruhigen Laufes des Getriebes.

Referenzmessungen der Umfangsbeschleunigung und Lageabweichungen sind in Abb. 3.10 dargestellt. Ein Beschleunigungsgeber an einem definierten Hebelarm nimmt dabei die Schwingungen einer trägen Masse auf.

TwinSpin-Getriebe laufen außerordentlich ruhig. Bei Antriebsdrehzahlen über 500 rpm ist die Umfangsamplitude nur etwa 10  $\mu\text{m}$ . Der Amplitudenwert LFD/LFA des Außendurchmessers des Präzisionsgetriebes wird beim Erreichen und über Überschreiten der Eingangsdrehzahl von 900 U/min. abklingend stabilisieren. Daher haben wir die maximale Eingangsdrehzahl von 900 rpm zwecks der Beurteilung der Torsionsvibrationen ausgewählt.

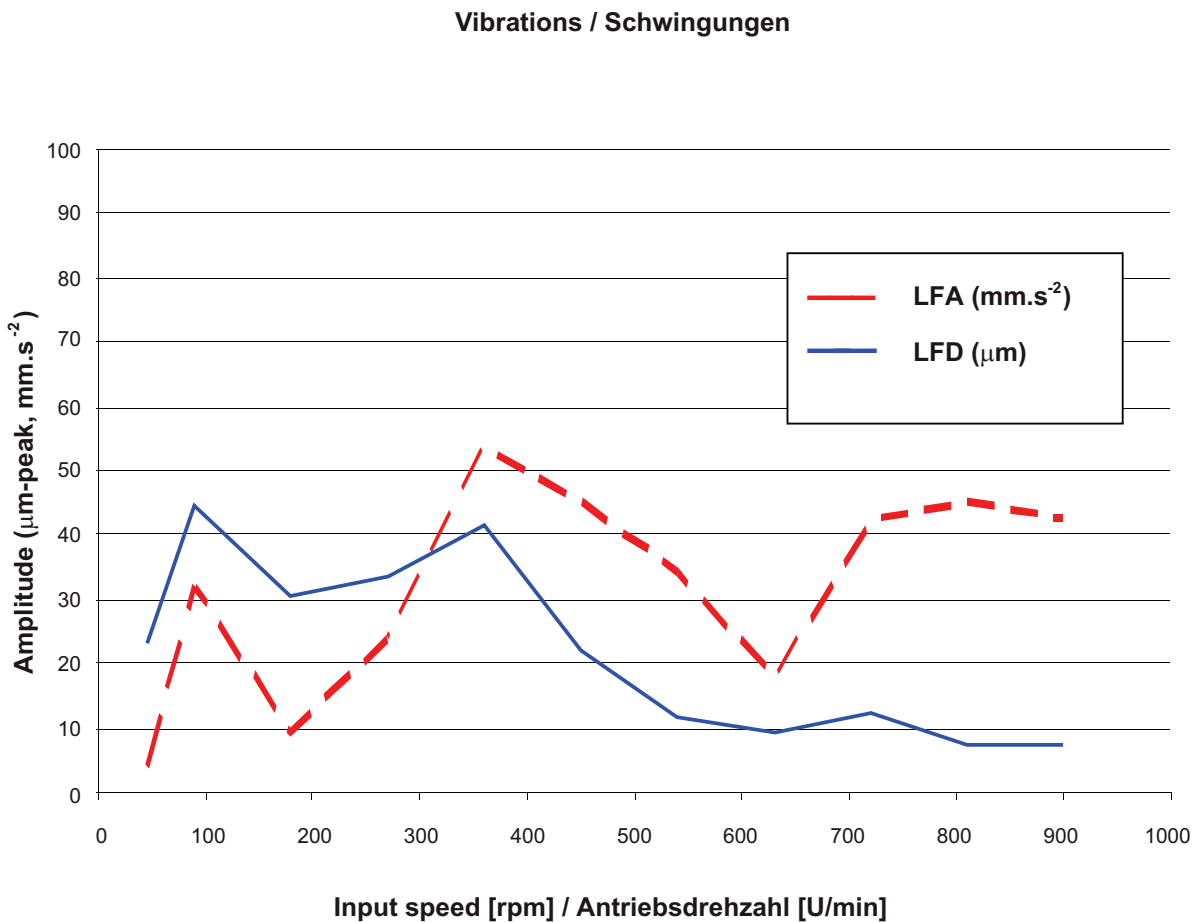


Fig. 3.10: Vibrations of the TS 170-105-TC / Schwingungen eines TS 170-105-TC

### 3.11 Angular Transmission Accuracy

Angular transmission error is the difference between a theoretical output angle of rotation and the actual angle of rotation. The angular transmission error for TwinSpin bearing reducers is typically 1 arcmin or less. For geometrical reasons the TwinSpin models smaller than TS 110 will have a moderately higher angular transmission error. Fig. 3.11 shows an example of the angular transmission error measured on a specific TwinSpin reducer. The influence of load on the angular transmission accuracy is relatively low.

### 3.11 Drehwinkelübertragungsgenauigkeit

Der Winkelübertragungsfehler ist die Differenz zwischen dem theoretischen Drehwinkel und dem tatsächlichen Drehwinkel einer Welle. Der Winkelübertragungsfehler der TwinSpin-Getriebe ist 1 arcmin. Aufgrund deren Geometrie, die TwinSpin-Getriebe-Ausführungen kleiner als TS 110 werden mäßig größeren Drehwinkelübertragungsfehler haben. Abb. 3.11 enthält die Meßwerte des Drehwinkelübertragungsfehlers eines TwinSpin-Getriebes. Der Einfluß der Belastung auf die Drehwinkelübertragungsgenauigkeit ist relativ klein.

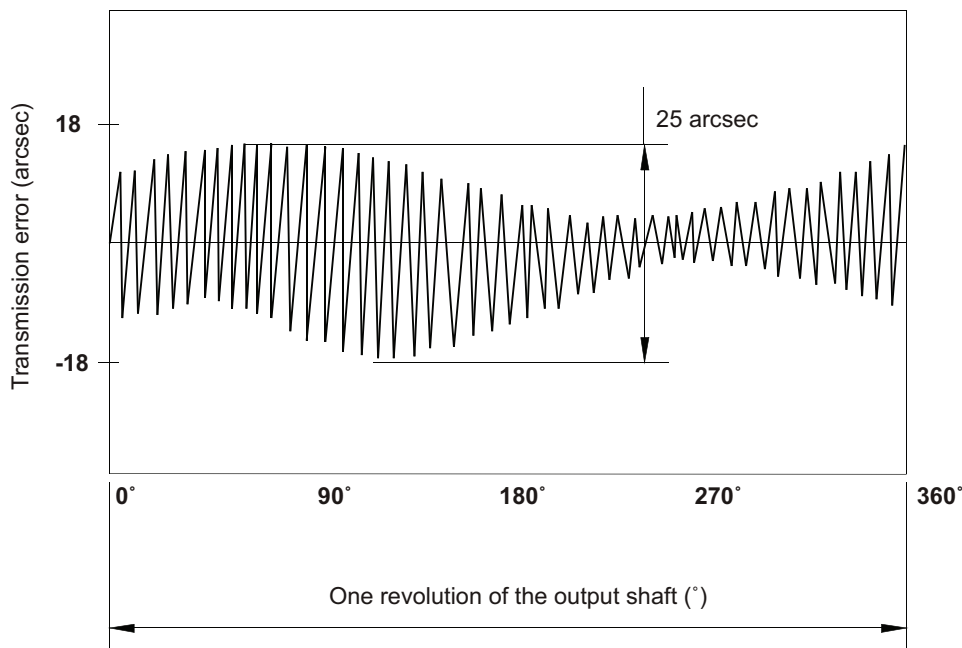


Fig. 3.11: Angular transmission error measurement /  
Meßwerte der Drehwinkelfehler

### Measuring conditions / Messbedingungen

Model: TS 140-139-TB      Getriebe TS 140-139-TB  
Load conditions: no load      ohne Belastung

### 3.12 No-load Starting Torque

The no-load starting torque is a quasi-static torque required to start rotation of the input shaft, if no load is applied to the output flange. Rating tables provide average values for starting torque, statistically evaluated from current production tests. Attributes in table refer only temperature 20°C.

For temperature of the gear box lower than 20°C will be higher no-load starting torque. For specific application, please consult at manufacturer.

### 3.13 Back-driving Torque

Back-driving torque is the torque applied on the output flange that is required to start rotation of the input shaft left under no load. Chapter 2 provides average values for back-driving torque, statistically evaluated from current production tests.

### 3.12 Anlaufmoment

Das Anlaufmoment ist ein quasistatisches, zum Einleiten der Drehbewegung der Getriebe-Eingangswelle notwendiges Drehmoment, wenn auf den Ausgangsflansch keine Belastung wirkt. Durchschnittliche Anlaufmomentwerte, die auf den statistischen Prüfungen der laufenden Produktion beruhen. Umgebungstemperatur ist nur 20°C. Niedrigere Temperatur als 20°C des Getriebegehäuses wird ein Anstieg des Anlaufmomentes zur Folge haben. Die spezial Forderungen, besprechen Sie bitte, möglichst immer mit dem Hersteller.

### 3.13 Rückdrehmoment

Das Rückdrehmoment ist das auf den Abtriebsflansch wirkende Moment, das zum Einleiten einer Drehbewegung der Antriebswelle ohne Belastung notwendig ist. Kapitel 2 gibt aus laufender Produktion ermittelte Rückdrehmomentmittelwerte an.



## 3.14 Maximum Tilting Moment of the Input Shaft ( $M_{cin}$ )

Since the input shaft is supported on both sides by roller bearings, radial loads  $F_{rin}$  may be applied to the input shaft. The tilting moment on the input shaft, resulting from radial load (Fig. 3.14), can be calculated as follows:

$$M_{cin} = F_{rin} \times a$$

$M_{cin}$  allowable tilting moment [Nm]  
 $F_{rin}$  radial load [N]  
 $a$  arm of action [m]

Allowable tilting moment  $M_{cin}$  on the input shaft are provided in Tab. 3.14

## 3.14 Zulässiges Kippmoment der Eingangswelle ( $M_{cin}$ )

Da die Eingangswelle des TwinSpin-Getriebe an beiden Enden durch Rollenlager gelagert ist, kann sie Radialkräfte aufnehmen (Abb.3.14). Das Kippmoment, verursacht durch eine Radialkraft, wird in der folgenden Weise berechnet:

$$M_{cin} = F_{rin} \times a$$

$M_{cin}$  zulässiges Kippmoment [Nm]  
 $F_{rin}$  Radialbelastung [N]  
 $a$  Hebelarm [m]

Zulässige Werte des Kippmoments  $M_{cin}$  sind in Tabelle 3.14 angegeben.

Tab. 3.14: Allowable tilting moment  $M_{cin}$  on the input shaft under rated conditions as per Rating tables in chap.2 / Zulässiges Eingangswelle-Kippmoment  $M_{cin}$  unter Standardbedingungen wie nach Kapitel 2.

Size / Baugröße	$M_{cin}$ [Nm]
TS 60	6
TS 70	11
TS 80	16
TS 110	35
TS 140	68
TS 170	126
TS 200	157
TS 240	260
TS 300	378

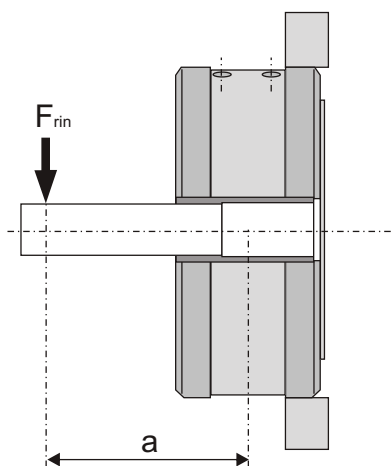


Fig. 3.14: Radial load of the input shaft / Radialbelastung der Eingangswelle

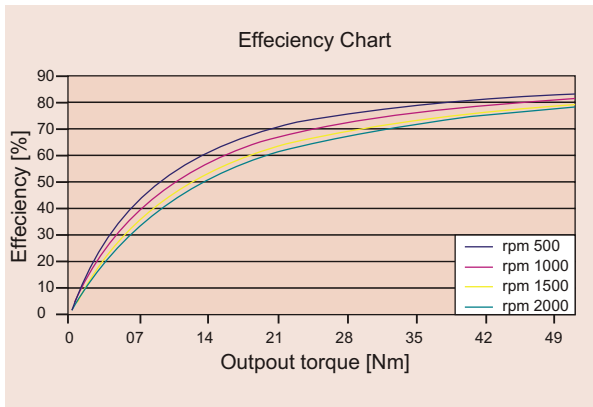
## 3.15 Efficiency Chart

The efficiency of the TwinSpin bearing reducer depends on the given lost motion, input speed, load, the grease temperature, and the TwinSpin size. Fig. 3.15 shows an example of an efficiency curves of bearing reducer.

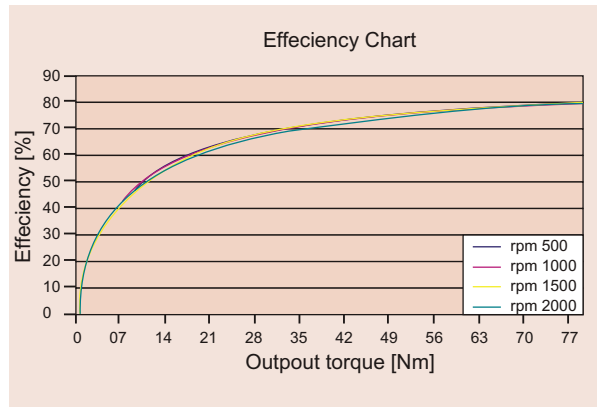
## 3.15 Wirkungsgraddiagramm

Der Wirkungsgrad hängt von Eingangsdrehzahl, Belastung, Schmiermittel und dessen Temperatur sowie der Getriebegröße und -übersetzung ab. Abbildung 3.15 zeigt die Wirkungsgradkurven des Getriebes.

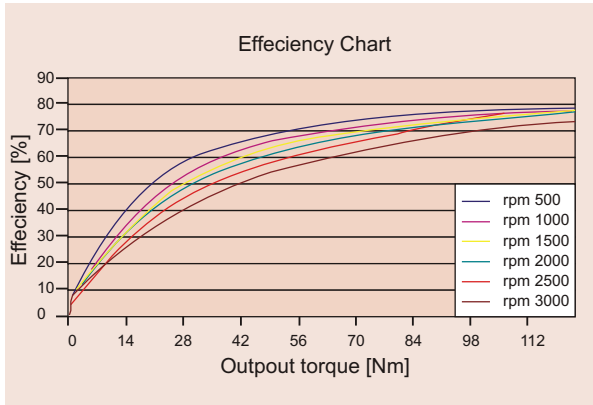
# TwinSpin Performance characteristics



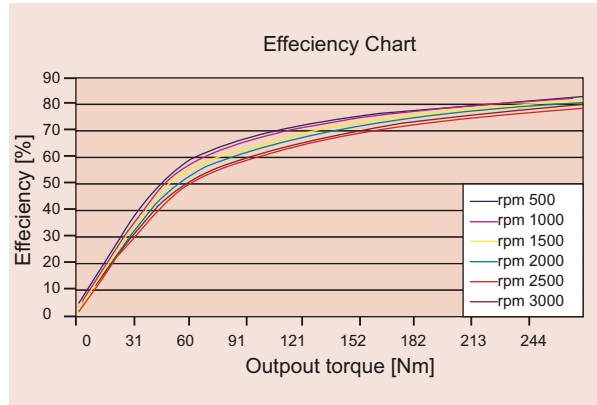
$N_R=50\text{Nm}$   
 $H = 0,70 \text{ arcmin}$   
 $LM = 0,38 \text{ arcmin}$   
 TS 70/87 - TB  
 Temperature NT BR / Temperatur /Getriebe/ = 45 °C



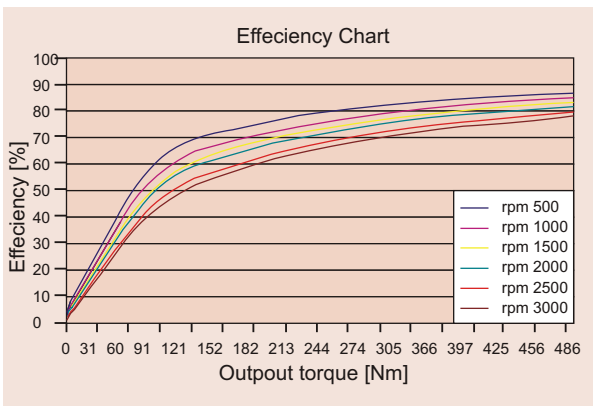
$N_R=78\text{Nm}$   
 $H = 0,87 \text{ arcmin}$   
 $LM = 1,0 \text{ arcmin}$   
 TS 80/97 - TB  
 Temperature NT BR / Temperature NT BR = 45 °C



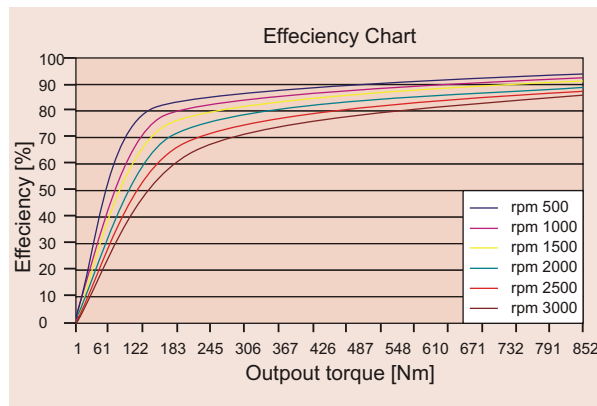
$N_R=122\text{Nm}$   
 $H = 0,43 \text{ arcmin}$   
 $LM = 0,34 \text{ arcmin}$   
 TS 110/89 - TA  
 Temperature NT BR / Temperature NT BR = 45 °C



$N_R=268\text{Nm}$   
 $H = 0,50 \text{ arcmin}$   
 $LM = 1,0 \text{ arcmin}$   
 TS 140/69 - TA  
 Temperature NT BR / Temperature NT BR = 60 °C



$N_R=495\text{Nm}$   
 $H = 1,0 \text{ arcmin}$   
 $LM = 0,85 \text{ arcmin}$   
 TS 170/125 TC  
 Temperature NT BR / Temperature NT BR = 60 °C



$N_R=890\text{Nm}$   
 $H = 0,71 \text{ arcmin}$   
 $LM = 0,48 \text{ arcmin}$   
 TS 200/125 TC  
 Temperature NT BR / Temperature NT BR = 60 °C

Fig. 3.15: Efficiency charts / Wirkungsgraddiagramm

## 3.16 Rotary Direction and Reduction Ratio

In the following equations,  $+i_{out}$  represents input and output rotation in one direction,  $-i_{out}$  represents input and output rotation in the opposite direction. The available reduction ratio "i" values are provided in the rating tables in chapter 2.

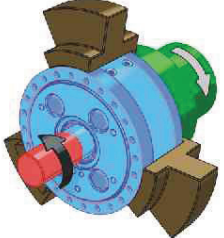
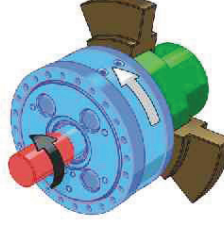
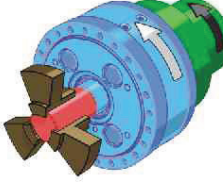
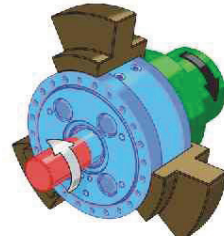
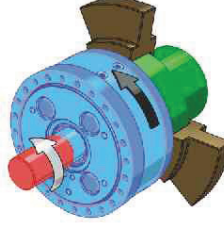
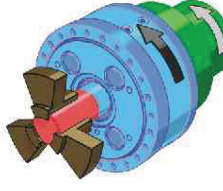

$$i_{out} = \frac{\text{speed}_{input}}{\text{speed}_{output}}$$

## 3.16 Drehrichtung und Übersetzungsverhältnisse

In den nachfolgenden Gleichungen steht  $+i_{ges}$  für Eingangs- und Ausgangsdrehung in der gleichen Richtung,  $-i_{ges}$  steht für Eingangs- und Ausgangsdrehung in entgegengesetzter Richtung. Die "i" Werte sind im Kapitel 2 angegeben.

$$i_{ges} = \frac{\text{Eingangsdrehzahl}}{\text{Ausgangsdrehzahl}}$$

Tab. 3.16: Rotary direction and reduction ratio / Drehrichtung und Übersetzung abhängig von Antriebsart

<p>Speed Reduction Antrieb Drehrichtung Übersetzung</p>			
	<p><b>Input / Antrieb:</b> Input shaft / Eingangswelle <b>Output / Abtrieb:</b> Output flange / Abtriebflansch <b>Fixed / Fest:</b> Case / Gehäuse</p>	<p><b>Input / Antrieb:</b> Input shaft / Eingangswelle <b>Output / Abtrieb:</b> Case / Gehäuse <b>Fixed / Fest:</b> Output flange / Abtriebflansch</p>	<p><b>Input / Antrieb:</b> Output flange / Eingangswelle <b>Output / Abtrieb:</b> Case / Gehäuse <b>Fixed / Fest:</b> Input shaft / Eingangswelle</p>
	$i_{out} = -i$	$i_{out} = i+1$	$i = \frac{i+1}{i}$
<p>Speed Acceleration Antrieb Drehrichtung Übersetzung</p>			
	<p><b>Input / Antrieb:</b> Output flange / Abtriebflansch <b>Output / Abtrieb:</b> Input shaft / Eingangswelle <b>Fixed / Fest:</b> Case / Gehäuse</p>	<p><b>Input / Antrieb:</b> Case / Gehäuse <b>Output / Abtrieb:</b> Input shaft / Eingangswelle <b>Fixed / Fest:</b> Output flange / Abtriebflansch</p>	<p><b>Input / Antrieb:</b> Case / Gehäuse <b>Output / Abtrieb:</b> Output flange / Abtriebflansch <b>Fixed / Fest:</b> Input shaft / Eingangswelle</p>
	$i = -\frac{1}{i}$	$i = \frac{1}{i+1}$	$i = \frac{i}{i+1}$
<p>Differential configuration Antrieb Drehrichtung Übersetzung</p>	 <p data-bbox="454 1960 710 2004"><b>All three parts can rotate Drei-Wellen-Getriebe</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div data-bbox="933 1713 1093 1758"><b>Input / Antrieb:</b></div> <div data-bbox="1133 1668 1189 1780" style="margin: 0 10px;">↑</div> <div data-bbox="933 1836 1109 1870"><b>Output / Abtrieb:</b></div> <div data-bbox="1133 1792 1189 1904" style="margin: 0 10px;">↑</div> <div data-bbox="933 1960 1061 1982"><b>Fixed / Fest:</b></div> <div data-bbox="1117 1926 1220 2038" style="margin: 0 10px;">↓</div> </div>		

### 4. Selection Procedure

#### 4.1 Working Cycle Diagram

$T_1$  maximum output torque at acceleration [Nm]  
 $T_2$  output torque at constant speed [Nm]  
 $T_3$  maximum output torque at deceleration [Nm]  
 $T_{max}$  max. output torque at emergency stop [Nm]

$t_1$  acceleration time [s<sup>-1</sup>]  
 $t_2$  constant motion time [s<sup>-1</sup>]  
 $t_3$  deceleration time [s<sup>-1</sup>]  
 $t_4$  idle time [s<sup>-1</sup>]  
 $t$  working cycle time [s<sup>-1</sup>]

$n_1$  average input speed at acceleration [rpm]  
 $n_2$  input speed at constant motion [rpm]  
 $n_3$  average input speed at deceleration [rpm]  
 $n_{max}$  maximum input speed [rpm]

$F_r$  radial output flange load [N]  
 $F_{r1}, F_{r2}, F_{r3}$  radial output flange load during acceleration, during constant speed and during deceleration [N]  
 $F_a$  axial output flange load [N]  
 $a$  radial load effects arm  $F_r$  [m]  
 $b$  axial load effects arm  $F_a$  [m]  
 $i$  reduction ratio

#### 4.1 Arbeitszyklus

$T_1$  max. Ausgangsdrehmoment bei der Beschleunigung [Nm]  
 $T_2$  Ausgangsdrehmoment bei Konstantfahrt [Nm]  
 $T_3$  max. Ausgangsdrehmoment bei Bremsung [Nm]  
 $T_{max}$  max. Ausgangsdrehmoment bei Kollision [Nm]

$t_1$  Anlaufzeit [s<sup>-1</sup>]  
 $t_2$  Konstantbewegungszeit [s<sup>-1</sup>]  
 $t_3$  Bremsungszeit [s<sup>-1</sup>]  
 $t_4$  Ruhezeit [s<sup>-1</sup>]  
 $t$  gesamte Zykluszeit [s<sup>-1</sup>]

$n_1$  mittlere Drehzahl bei der Beschleunigung [rpm]  
 $n_2$  Eingangsdrehzahl bei Konstantfahrt [rpm]  
 $n_3$  mittlere Eingangsdrehzahl bei Bremsung [rpm]  
 $n_{max}$  maximale Eingangsdrehzahl [rpm]

$F_r$  Radialbelastung des Ausgangsflansches [N]  
 $F_{r1}, F_{r2}, F_{r3}$  Radialbelastung des Ausgangsflansches bei Beschleunigung, konstanter Drehzahl und bei Bremsung [N]  
 $F_a$  Axialbelastung des Ausgangsflansches [N]  
 $a$  Hebelarmarm der Radialbelastung  $F_r$  [m]  
 $b$  Hebelarmarm der Axialbelastung  $F_a$  [m]  
 $i$  Übersetzungsverhältnis

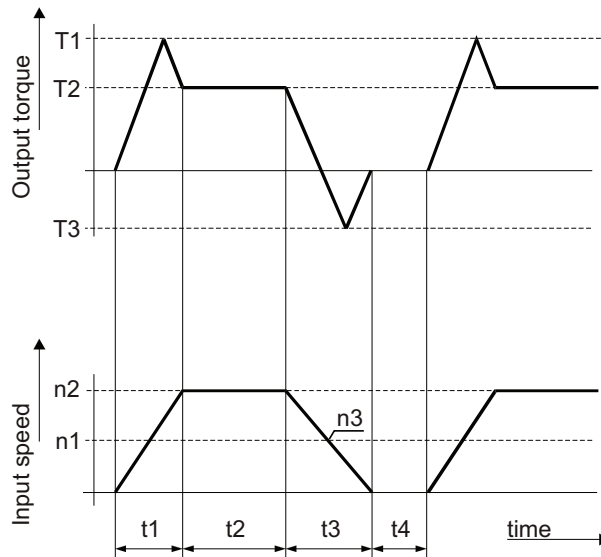


Fig. 4.1: Working cycle / Arbeitszyklus

In case the working cycle is different from the one shown, please supply the drawing and values of your working cycle. These values are important, so that we can effectively determine the lifetime of the TS bearing reducer.

Im Falle, dass Ihr Arbeitszyklus sich von dem dargestellten Zyklus unterscheidet, senden Sie uns bitte die relevanten Werte. Wir können dann für Sie die Lebensdauer des TwinSpin-Getriebes berechnen.

## 4.2 Selection Flowchart

## 4.2 Flussdiagramm zur Getriebe-Auswahl

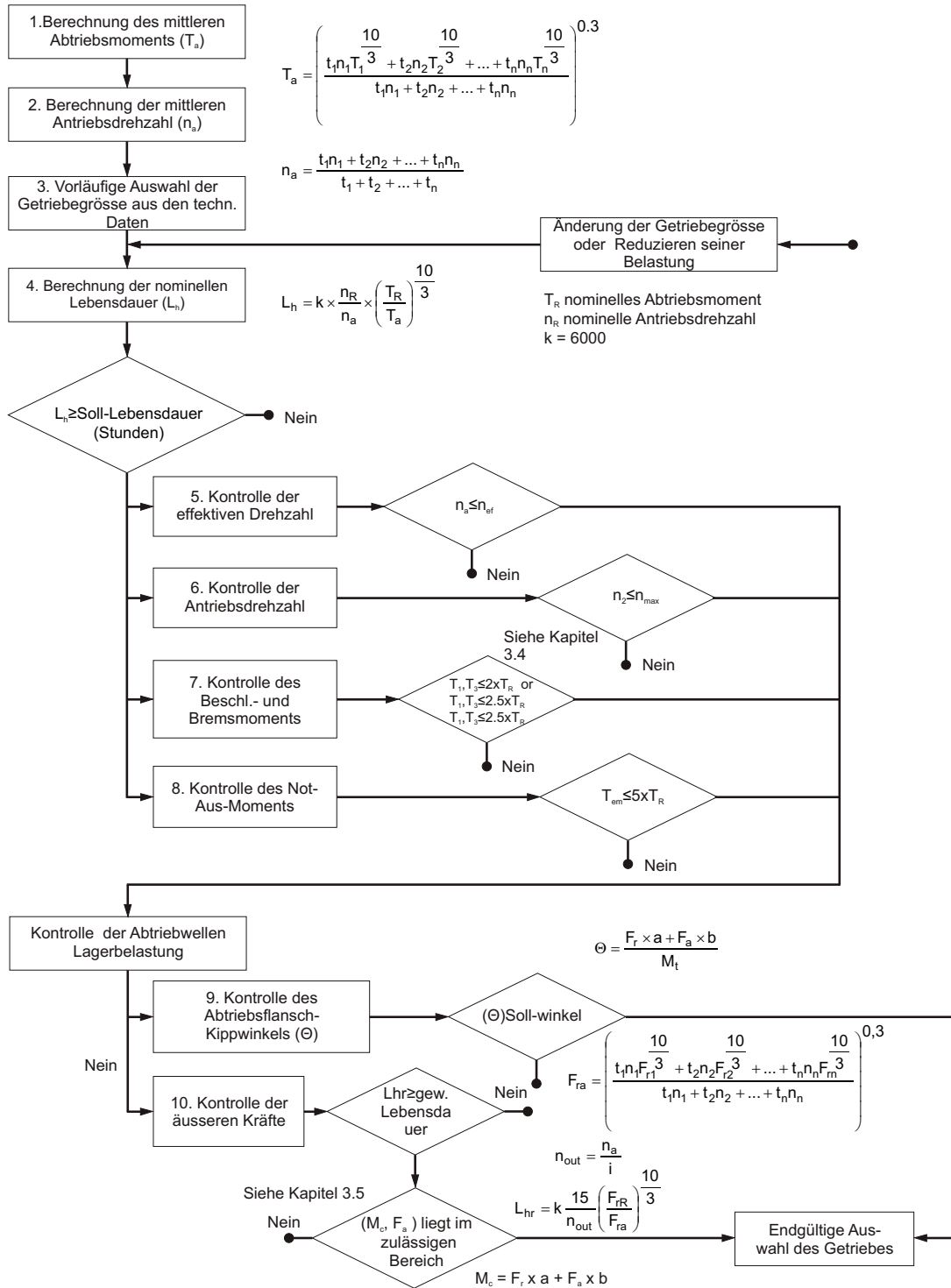


Fig. 4.2 Flussdiagramm

# TwinSpin Selection Procedure

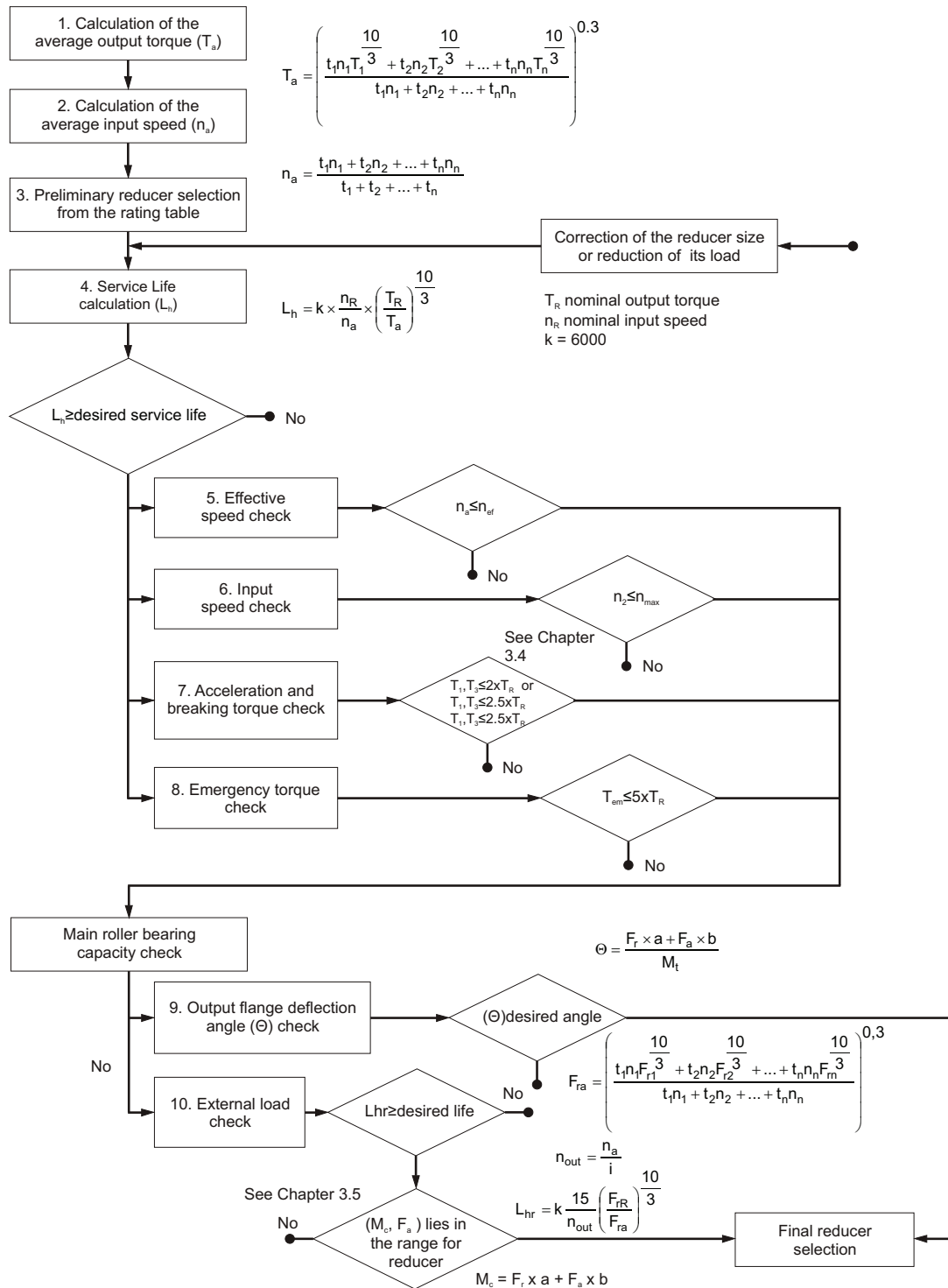


Fig. 4.2 Flowchart

## 4.3 Selection Example

## 4.3 Auswahlbeispiel

### • Input data – Selection conditions

Acceleration torque	$T_1=420 \text{ Nm}$
Constant torque	$T_2=310 \text{ Nm}$
Breaking torque	$T_3=520 \text{ Nm}$
Emergency torque	$T_{em}=1500 \text{ Nm}$
Avg. accel. input speed	$n_1=1500 \text{ rpm}$
Constant input speed	$n_2=3000 \text{ rpm}$
Avg. breaking input speed	$n_3=1500 \text{ rpm}$
Radial load	$F_r=1500 \text{ N}$
Axial load	$F_a=1500 \text{ N}$
Radial force tilting arm	$a_2=0.15 \text{ m}$
Axial force tilting arm	$b=0.2 \text{ m}$
Max. Allowable output flange deflection angle	$\Theta_{max}=3 \text{ arcmin.}$
Acceleration time	$t_1=0.3 \text{ sec.}$
Constant speed time	$t_2=0.5 \text{ sec.}$
Breaking time	$t_3=0.2 \text{ sec.}$

### • Eingabedaten - Auswahlbedingungen

Beschleunigungsmoment	$T_1=420 \text{ Nm}$
Konstantmoment	$T_2=310 \text{ Nm}$
Bremsmoment	$T_3=520 \text{ Nm}$
Not-Aus-Moment	$T_{em}=1500 \text{ Nm}$
Mittlere Beschleunigungsdrehzahl	$n_1=1500 \text{ rpm}$
Drehzahl Konstantfahrt	$n_2=3000 \text{ rpm}$
Mittlere Bremsdrehzahl	$n_3=1500 \text{ rpm}$
Radialkraft	$F_r=1500 \text{ N}$
Axialkraft	$F_a=1500 \text{ N}$
Radialkraft-Hebelarm	$a_2=0.15 \text{ m}$
Axialkraft-Hebelarm	$b=0.2 \text{ m}$
Max. zulässiger Abtriebsflansch-Ablenk Winkel	$\Theta_{max}=3 \text{ arcmin}$
Beschleunigungszeit	$t_1=0.3 \text{ Sek.}$
Zeit der Konstantgeschwindigkeit	$t_2=0.5 \text{ Sek.}$
Bremszeit	$t_3=0.2 \text{ Sek.}$

### • Calculation example

### • Berechnungsbeispiel

1. Calculation of average output torque ( $T_a$ )

1. Berechnung des mittleren Abtriebsmoments ( $T_a$ )

$$T_a = \left( \frac{0.3 \times 1500 \times 420^{\frac{10}{3}} + 0.5 \times 3000 \times 310^{\frac{10}{3}} + 0.2 \times 1500 \times 520^{\frac{10}{3}}}{0.3 \times 1500 + 0.5 \times 3000 + 0.2 \times 1500} \right)^{0.3} = 379.6 \text{ Nm}$$

2. Calculation of average input speed ( $n_a$ )

2. Berechnung der mittleren Antriebsdrehzahl ( $n_a$ )

$$n_a = \frac{0.3 \times 1500 + 0.5 \times 3000 + 0.2 \times 1500}{0.3 + 0.5 + 0.2} = 2250 \text{ rpm}$$

3. Preliminary reducer selection from the rating table (Chapter 2): **TS170141TC**

3. Vorläufige Auswahl des Getriebes aus den techn. Daten (Kapitel 2): **TS170141TC**

Technical specifications of the reducer selected:

Spezifikation des ausgewählten Getriebes:

Rated torque	$T_R = 495 \text{ Nm}$
Rated input speed	$n_R = 2\ 000 \text{ rpm}$
Max. torque	$T_{max} = 1\ 238 \text{ Nm}$
Emergency torque	$T_{em} = 2\ 475 \text{ Nm}$
Effective input speed	$n_{ef} = 2\ 500 \text{ rpm}$
Max. input speed	$n_{max} = 4\ 000 \text{ rpm}$
Tilting stiffness	$M_t = 705 \text{ Nm/arcmin.}$
Max. tilting moment ( $F_a=0$ )	$M_{cmax} = 2\ 430 \text{ Nm}$
Max. radial force	$F_{rmax} = 19\ 300 \text{ N}$
Max. axial force ( $M_c=0$ )	$F_{amax} = 27\ 900 \text{ N}$

Nennmoment	$T_R = 495 \text{ Nm}$
Nominale Antriebsdrehz.	$n_R = 2\ 000 \text{ rpm}$
Maximales Moment	$T_{max} = 1\ 238 \text{ Nm}$
Not-Aus-Moment	$T_{em} = 2\ 475 \text{ Nm}$
Effektive Antriebsdrehz.	$n_{ef} = 2\ 500 \text{ rpm}$
Max. Antriebsdrehz.	$n_{max} = 4\ 000 \text{ rpm}$
Kippsteifigkeit	$M_t = 705 \text{ Nm/arcmin}$
Max. Kippmoment ( $F_a=0$ )	$M_{cmax} = 2\ 430 \text{ Nm}$
Max. Radialkraft	$F_{rmax} = 19\ 300 \text{ N}$
Max. Axialkraft ( $M_c=0$ )	$F_{amax} = 27\ 900 \text{ N}$

4. Service life calculation ( $L_n$ )

4. Lebensdauerberechnung ( $L_n$ )

$$L_n = 6000 \times \frac{2000}{2250} \times \left( \frac{495}{379.6} \right)^{\frac{10}{3}} = 12919 \text{ hrs}$$

5. Effective speed check ( $n_a, n_{ef}$ )

5. Kontrolle der effektiven Drehzahl ( $n_a, n_{ef}$ )

$$(n_a = 2\ 250 \text{ rpm}) < (2\ 500 \text{ rpm} = n_{ef}) \text{ OK}$$

6. Input speed check ( $n_2, n_{max}$ )

6. Kontrolle der Antriebsdrehzahl ( $n_2, n_{max}$ )

$$(n_2 = 3000 \text{ rpm}) < (n_{max} = 4000 \text{ rpm}) \text{ OK}$$

# TwinSpin Selection Procedure

7. Accelerating and braking torque check ( $T_1, T_3, T_{max}$ )

7. Kontrolle des Beschleunigungs- und Bremsmoments ( $T_1, T_3, T_{max}$ )

$$(T_1 = 420\text{Nm}) < (T_{max} = 1\,238\text{Nm}) \text{ OK}$$

$$(T_3 = 520\text{Nm}) < (T_{max} = 1\,238\text{Nm}) \text{ OK}$$

8. Emergency braking torque check ( $T_{em}$ )

8. Kontrolle des Not-Aus-Moments ( $T_{em}$ )

$$(T_{em} = 1500\text{ Nm}) < 2475\text{ Nm OK}$$

9. Output flange tilting angle check ( $\Theta$ )

9. Kontrolle des Abtriebsflansch-Kippwinkels ( $\Theta$ )

$$(\Theta = \frac{1500 \times 0.1885 + 1500 \times 0.2}{705} = \frac{582.75}{705} = 0^\circ 0' 49'' < (\Theta_{max} = 3') \text{ OK}$$

10. External load check ( $F_r, F_a, M_c$ )

10. Kontrolle der äusseren Belastungen ( $F_r, F_a, M_c$ )

**Tilting arm** (see fig. 3.6)

**Hebelarm** (Siehe Abb.3.6)

$$a = a_1 + a_2;$$

$$a_1 = L/2 = 77\text{ mm}/2 = 38.5\text{ mm} = 0.0385\text{ m}$$

$$a = 0.0385 + 0.15 = 0.1885\text{ m}$$

$$(F_r = 1500\text{ N}) < (F_{max} = 19\,300\text{ N}) \text{ OK}$$

**Service life calculation ( $L_{hr}$ ) at radial force  $F_r = 1500\text{ N}$**

**Lebensdauerkalkulation ( $L_{hr}$ ) bei einer Radialkraft von  $F_r = 1500\text{ N}$**

Output speed / Abtriebsdrehzahl

$$n_{out} = \frac{2250}{141} = 15.95$$

$$L_{hr} = 6000 \times \frac{15}{15.95} \times \left( \frac{19250}{1500} \right)^3 = 27.9 \times 10^6 \text{ hrs.}$$

**Tilting moment on the output flange**

**Kippmoment am Abtriebsflansch**

$$M_c = 1500 \times 0.1885 + 1500 \times 0.2 = 582.75\text{ Nm}$$

**Maximum allowable tilting moment at axial force  $F_a = 1500\text{ N}$**

**Maximales zulässiges Kippmoment bei einer Axialkraft von  $F_a = 1500\text{ N}$**

$$M_{c\text{allow.}} = M_{c\text{max}} - \frac{M_{c\text{max}} \times F_a}{F_{a\text{max}}} = 2430 - \frac{2430 \times 1500}{27900} = 2300\text{ Nm}$$

$$(M_c = 582.75) < (M_{c\text{allow}} = 2300\text{ Nm}) \text{ OK}$$

Based on Chapter 3.5, a point with the coordinates of ( $M_c, F_a$ ), i.e. (582.75 Nm; 1.5 kN), lies inside the range for the selected TS 170 reducer.

Entspr. Kapitel 3.5, liegt ein Punkt mit den Koordinaten ( $M_c, F_a$ ), d.h. (582.75 Nm; 1.5 kN), im Bereich des ausgewählten Getriebes TS 170.

Since all the requirements have been met, selection of the TS 170-141-TC reducer is correct.

Da alle Anforderungen erfüllt sind, ist die Auswahl des Reduziergetriebes TS 170-141-TC richtig.

For easier selection of the TwinSpin bearing reducer, you can request the TwinSpin Selection Assistant selection software or you can directly download it from our Internet web page [www.spinea.sk](http://www.spinea.sk).

Zu einer bequemen Auswahl eines TwinSpin-Getriebes steht Ihnen die Auswahlsoftware "TwinSpin Selection Assistant" zur Verfügung, die Sie bestellen oder direkt aus unserer Internetseite [www.spinea.sk](http://www.spinea.sk) herunterladen können.