



Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT

Vorwort

Ultra Precision Drives

In Antriebssystemen z. B für Roboter, Werkzeugmaschinen und in der Industrieautomation sind Getriebe eine Schlüsselkomponente, welche die Positionier- und Wiederholgenauigkeit, Lebensdauer und die Dynamik der Gesamtlösung wesentlich mitbestimmen.

Für die Industrieautomation sind die Steigerung der Präzision, die Reduzierung von Taktzeiten und Verlängerung der Maschinenlaufzeiten von globaler Bedeutung und das über alle Branchen hinweg. Daher hat Schaeffler seine Entwicklungskompetenzen, Produktionstechnologien, Produkte und Services im Bereich der Präzisionswellgetriebe unter dem Dach Ultra Precision Drives zusammengefasst.

Produkte mit diesem Label übertreffen den aktuellen Stand der Technik und stellen mitunter auch den Benchmark im Markt. Nichts weniger als das ist unser Anspruch.

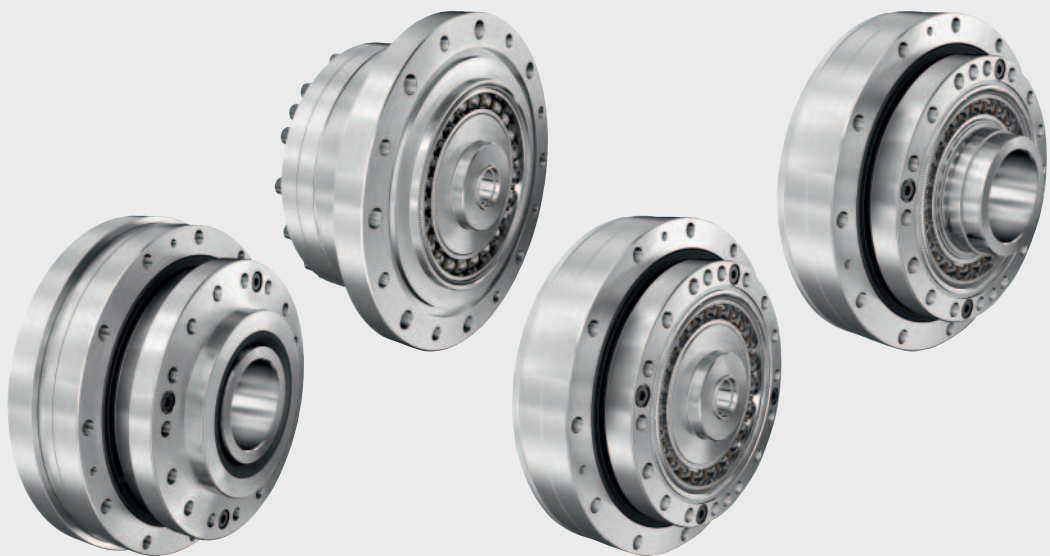
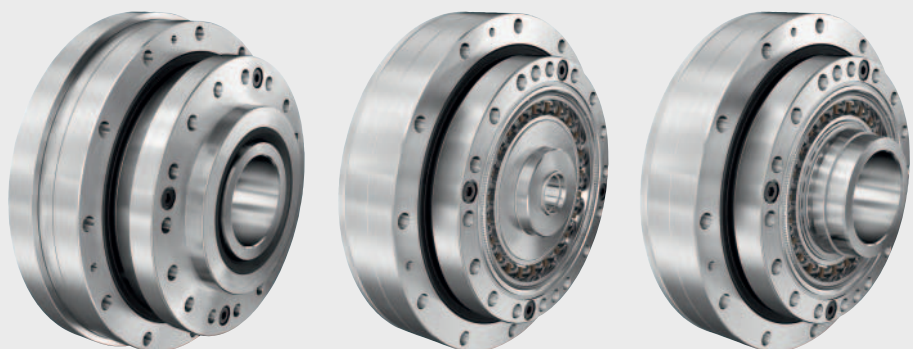
Unsere Ultra Precision Drives decken mit zwei Getriebegattungen, Präzisionswellgetrieben und Präzisionsplanetengetrieben, einen Nenn Drehmomentbereich von 10 Nm bis über 7 000 Nm ab. Damit stehen der Industrie Präzisionswellgetriebe für kleine Cobots bis zu großen Industrierobotern, für Neben- und Hauptachsen in Werkzeugmaschinen und Positionierantriebe für verschiedenste Automationsaufgaben zur Auswahl.

Präzisionswellgetriebe

In dieser Broschüre werden die Präzisionswellgetriebe mit den beiden Baureihen High Torque RT1 und Standard Torque RT2 detailliert beschrieben. Diese decken derzeit einen maximalen Drehmomentbereich von 18 Nm bis 484 Nm ab. Beide Baureihen verfügen über vergleichbare Baugrößen und Varianten. Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 übertreffen die Baureihe Standard Torque RT2 bei den Drehmomenten durchschnittlich um 30% und bei der Lebensdauer um 40%. Präzisionswellgetriebe der Baureihe Standard Torque RT2 zeichnen sich durch ein umfangreiches Portfolio an Baugrößen, Varianten und Getriebeuntersetzungen aus. Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 sind außerdem mit einer integrierten Drehmomentsensorik als RT1-T erhältlich, die keine zusätzliche Elastizität in den Antriebsstrang einbringt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Übersicht.....	5
Technische Grundlagen.....	6
Präzisionswellgetriebe RT1	42
Präzisionswellgetriebe RT2	60
Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T	84
Glossar.....	94



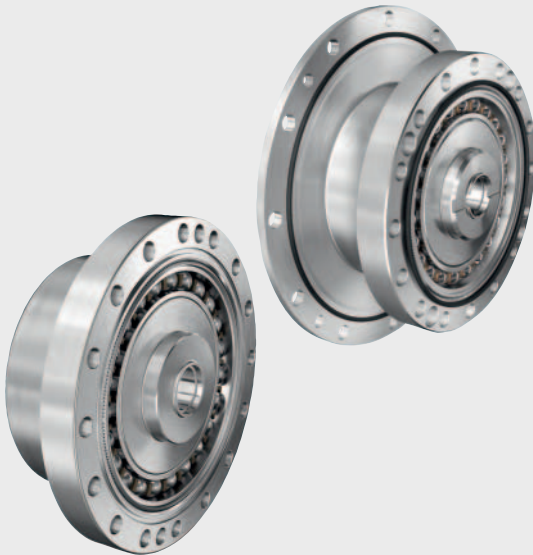


**Präzisionswellgetriebe
High Torque RT1**

- Baugrößen:
14, 17, 20, 25, 32
- Getriebeuntersetzungen:
50, 80, 100, 120, 160
- Maximales Drehmoment:
23 Nm bis 484 Nm

**Variante:
HAT**

- Ausführung:
CS, BHS, BMS, UHS



**Präzisionswellgetriebe
Standard Torque RT2**

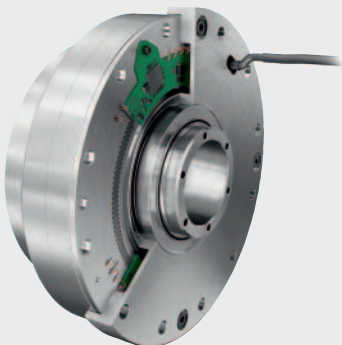
- Baugrößen:
14, 17, 20, 25, 32
- Getriebeuntersetzungen:
50, 80, 100, 120, 160
- Maximales Drehmoment:
18 Nm bis 372 Nm

**Variante:
HAT**

- Ausführung:
CS, BHS, BMS, UHS

**Variante:
CUP**

- Ausführung:
CS, BMS



**Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe
High Torque RT1-T**

- Baugrößen:
14, 17, 25, 32
- Getriebeuntersetzungen:
100, 160
- Maximales Drehmoment:
36 Nm bis 484 Nm

**Variante:
HAT**

- Ausführung:
UHS-T

Technische Grundlagen

Aufbau und Funktionsprinzip

Baureihen und Ausführungen

Getriebevorauswahl

Getriebeauslegung

Lebensdauer

Schmierung

Torsionswinkel

Wirkungsgrad

Abtriebslager

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Technische Grundlagen

	Seite
Aufbau und Funktionsprinzip	
Aufbau	8
Funktionsprinzip.....	9
Baureihen und Ausführungen	
Lebenslange Präzision	10
Ausführungen	10
Getriebevorauswahl	
Anwendung	12
Vorauswahl Präzisionswellgetriebe.....	12
Antriebs- und Abtriebsanordnung.....	12
Getriebeauslegung	
Drehmomentbasierte Auslegung	14
Durchschnittliches Abtriebsdrehmoment.....	14
Maximales Abtriebsdrehmoment	15
Kollisionsmoment	15
Durchschnittliche Antriebsdrehzahl.....	16
Maximale Antriebsdrehzahl.....	16
Steifigkeitsbasierte Auslegung	17
Lebensdauer	
Lebensdauer Wave Generator Lager	18
Lebensdauer Abtriebslager	20
Zulässiges statisches Kippmoment.....	23
Schmierung	
Schmiermittel	25
Schmiermittelgebrauchsdauer und Temperatureinfluss	25
Torsionswinkel	
Ermittlung des Torsionswinkels.....	27
Wirkungsgrad	
.....	28
Abtriebslager	
Daten der Abtriebslager	29
Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe	
Aufbau	32
Komponenten	32
Drehmomentsensor mit Sensotect-Beschichtung	32
Konzept.....	33
Drehmomentsensor.....	33
Funktionale Sicherheit.....	33
Messung.....	33
Genauigkeit	33
Performance-Steigerung und höhere Sensitivität.....	34
Vergleich	36
Integrierter Drehmomentsensor (Schaeffler Lösung).....	36
Externer Drehmomentsensor (Marktgängige Lösung).....	37
Sensorkonzept und Torsionssteifigkeit	38

Aufbau und Funktionsprinzip

Aufbau Die Präzisionswellgetriebe der Baureihen RT bestehen aus drei Hauptkomponenten.

Der Wave Generator ist ein elliptisches Antriebselement mit vormontiertem Dünnringlager. Der flexible, torsionssteife Flexspline mit Außenverzahnung umgibt den Wave Generator. Der Circular Spline legt sich als starres Hohlrad um den Flexspline.

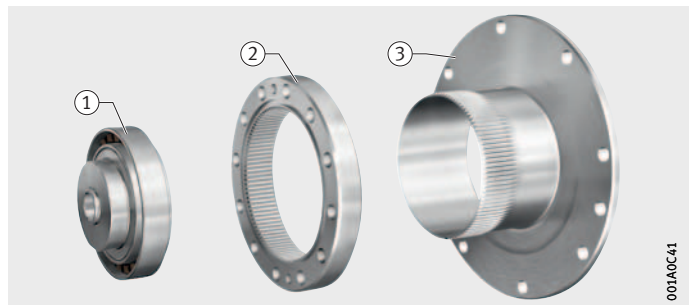
Die Außenverzahnung des Flexspline greift in die Innenverzahnung des Circular Spline ein. Die Innenverzahnung hat funktionsbedingt zwei Zähne mehr als die Außenverzahnung.

Der Flexspline ist in zwei unterschiedlichen Bauformen als Variante HAT oder Variante CUP ausführbar. Bei der Variante HAT ist der Boden des Flexspline nach außen geführt. Dadurch entsteht eine große Durchgangsöffnung, sodass der Einsatz großer Hohlwellen möglich ist. Bei der Variante CUP ist der Boden des Flexspline nach innen geführt. Diese Bauform wird vorwiegend beim Aufbau kompakter Antriebssysteme verwendet.

Je nach Ausführung wird das Präzisionswellgetriebe mit weiteren Komponenten ergänzt, zum Beispiel mit Abtriebslager, Eingangswelle und Gehäuse für die schnelle und einfache Integration in die Anwendung. Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 sind mit integriertem Drehmomentsensor zur Messung von auftretenden Kräften verfügbar.

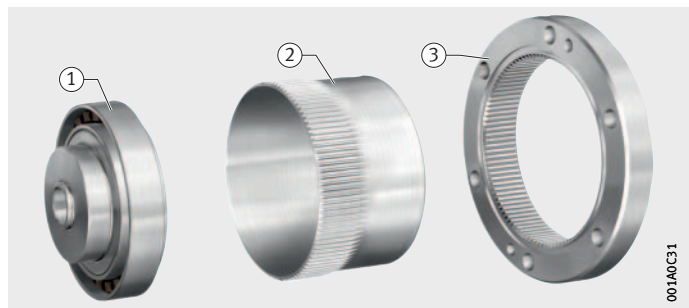
- ① Wave Generator
- ② Circular Spline
- ③ Flexspline

Bild 1
Bauteile
Component Set, Variante HAT



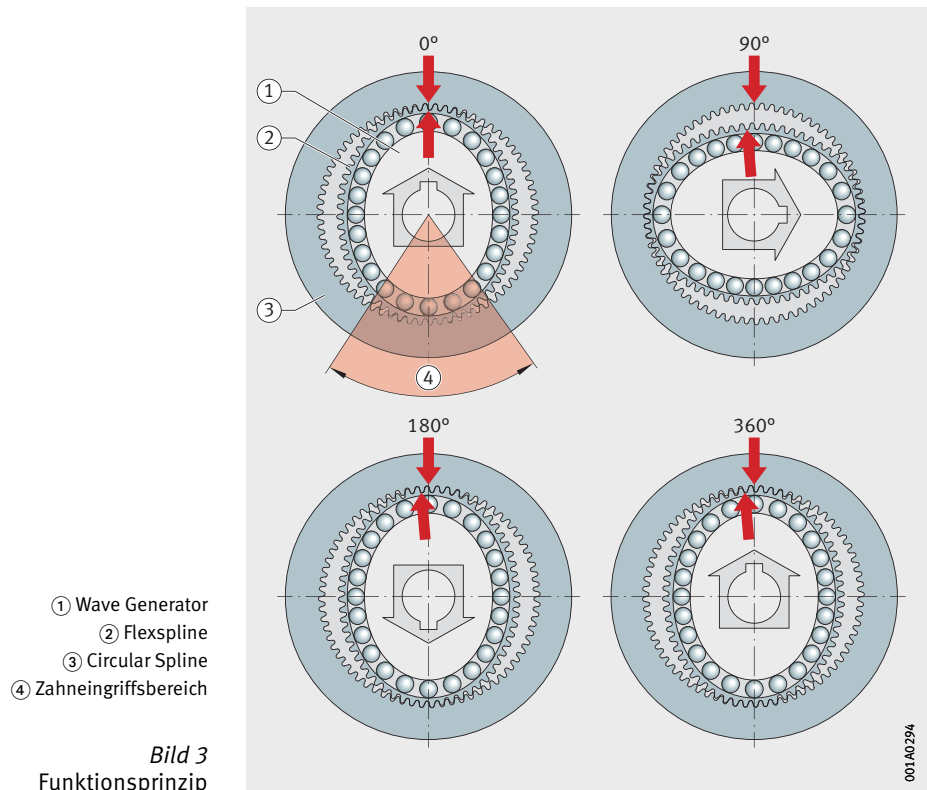
- ① Wave Generator
- ② Flexspline
- ③ Circular Spline

Bild 2
Bauteile
Component Set, Variante CUP



Funktionsprinzip

Der Flexspline nimmt nach der Montage die gleiche elliptische Form wie der Wave Generator an. Der drehende Wave Generator erzeugt eine umlaufende Verformung des Flexspline. Die Außenverzahnung des Flexspline greift an der Hochachse der Ellipse in die Innenverzahnung des Circular Spline über zwei große, einander symmetrisch gegenüberliegenden Zahneingriffsbereiche ein. Der drehende Wave Generator bewirkt einen permanent umlaufenden Zahneingriff der Innenverzahnung in die Außenverzahnung. Da der Flexspline zwei Zähne weniger aufweist als der Circular Spline, bewegen sich Flexspline und Circular Spline pro Eingangsumdrehung um zwei Getriebezähne relativ zueinander.



Baureihen und Ausführungen

Lebenslange Präzision

Die Präzisionswellgetriebe der Baureihen High Torque RT1 und Standard Torque RT2 zeichnen sich durch höchste Positioniergenauigkeit über die gesamte Lebensdauer aus. Charakteristisch sind ihr geringes Gewicht und die kompakte Bauweise. Die spiel- und verschleißfreie Verzahnung sowie eine hohe Drehmomentdichte ermöglichen besonders kompakte Antriebslösungen für sehr hohe Lasten.

Die Baureihe High Torque RT1 zeichnet sich durch erhöhte Leistungsfähigkeit aus und erreicht im Vergleich zur Baureihe Standard Torque RT2 ein bis zu 30% höheres Drehmoment und eine bis zu 40% gesteigerte Lebensdauer. Die Ausführung UHS-T (Baureihe RT1-T) bietet mit dem integrierten Drehmomentensensor eine exakte Drehmomentmessung.

Die Baureihe Standard Torque RT2 bietet eine umfangreiche Varianz an Baugrößen, Getriebeuntersetzungen und Ausführungen.

Typische Anwendungsbereiche sind:

- Robotik und Handling
- Medizintechnik
- Industriemaschinen
- Werkzeugmaschinen

Ausführungen

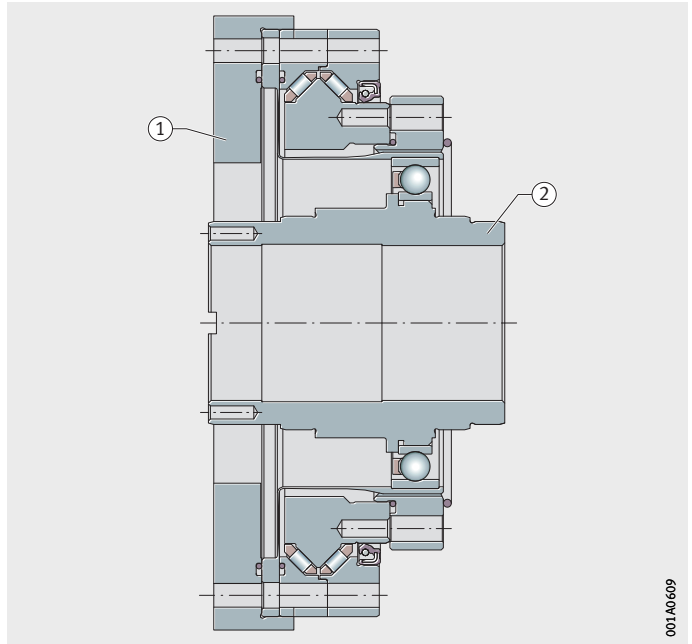
Die Präzisionswellgetriebe RT bieten eine große Vielfalt an Baugrößen, Getriebeuntersetzungen und sind in drei Ausführungen erhältlich:

- Component Set (CS):
 - besteht aus den drei Hauptkomponenten eines Wellgetriebes
- Basic Unit (BHS, BMS):
 - enthält zusätzlich ein hochbelastbares Abtriebslager
- Unit (UHS, UHS-T):
 - vollständig vormontiert und abgedichtet, wahlweise mit integriertem Drehmomentensensor

Die Präzisionswellgetriebe sind mit einer großen Hohlwelle zum Anbau eines Hohlwellenmotors (Ausführung BHS, UHS), zum direkten Motoranbau (Ausführung BMS) oder mit integriertem Drehmomentensensor (Ausführung UHS-T) verfügbar.

- ① Abtriebsflansch
- ② Getriebeeingang für Hohlwellenmotor

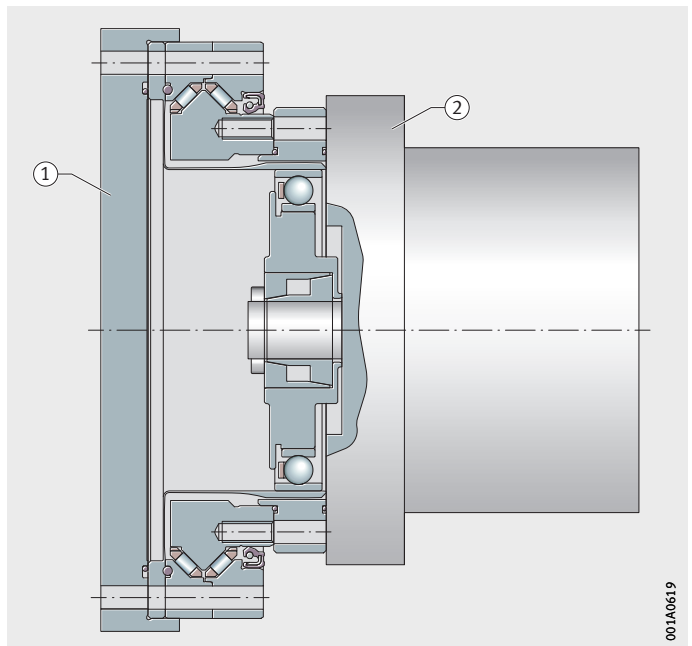
Bild 1
Präzisionswellgetriebe
mit großer Hohlwelle



001A0609

- ① Abtriebsflansch
- ② Motor

Bild 2
Präzisionswellgetriebe
zum direkten Motoranbau



001A0619

Getriebevorauswahl

Anwendung Wellgetriebe können in unterschiedlichen Branchen und Anwendungsgebieten zum Einsatz kommen. Das Wellgetriebe wird entsprechend dem erforderlichen Drehmoment oder der benötigten Steifigkeit ausgewählt.

Vorauswahl Präzisionswellgetriebe

Die folgenden Hinweise sollen eine Hilfestellung zur Vorgehensweise bei der Auswahl eines Präzisionswellgetriebes geben:

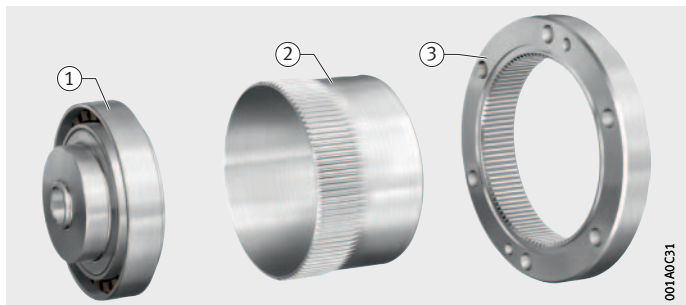
- Auswahl der Ausführung:
 - CS:
Component Set
 - BHS:
Basic Unit mit Hohlwelle
 - BMS:
Basic Unit für Motorwelle
 - UHS:
Unit mit Hohlwelle
 - UHS-T:
Unit mit Hohlwelle und mit integriertem Drehmomentsensor
- Bestimmung des maximalen Drehmoments und des durchschnittlichen Drehmoments:
 - Die Getriebegröße hängt von den Drehmomenten und vom vorhandenen Bauraum ab:
14, 17, 20, 25, 32
- Bestimmung der maximalen Drehzahl und der durchschnittlichen Drehzahl:
 - Die Getriebeuntersetzung hängt von den Drehzahlen ab:
50, 80, 100, 120, 160

Antriebs- und Abtriebs- anordnung

Mit Präzisionswellgetrieben der Baureihen RT sind verschiedene Antriebs- und Abtriebsanordnungen realisierbar, aus denen sich unterschiedliche Getriebeuntersetzungen ergeben.

- ① Wave Generator
- ② Flexspline
- ③ Circular Spline

Bild 1
Hauptkomponenten
eines Präzisionswellgetriebes



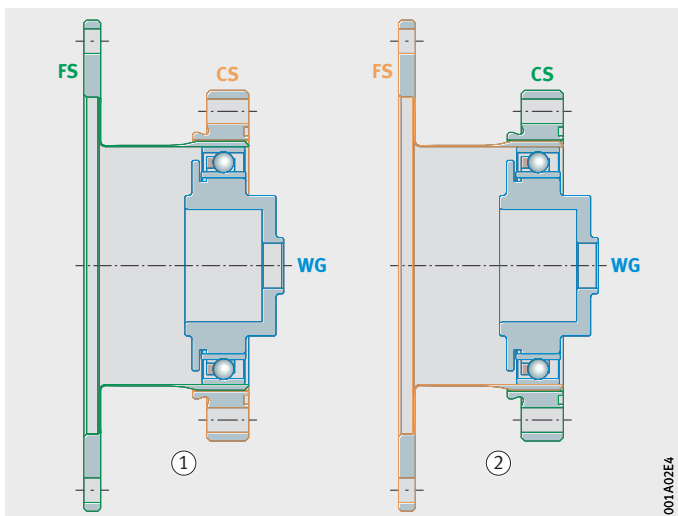
Getriebeuntersetzung

$$i = \frac{\text{Antriebsdrehzahl}}{\text{Abtriebsdrehzahl}}$$

Die Werte für die typische Getriebeuntersetzung ergeben sich aus der Antriebsanordnung.

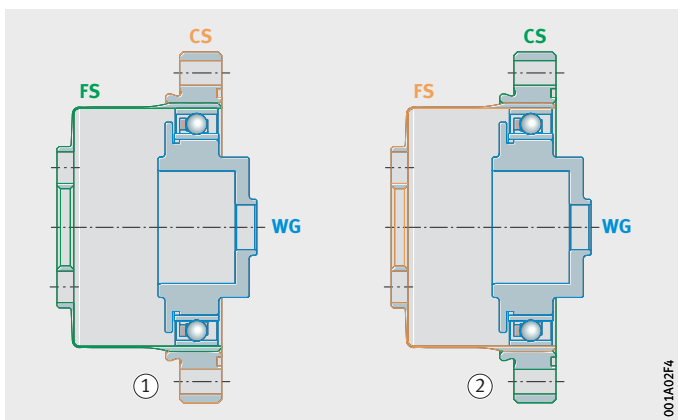
- ① Antriebsanordnung 1
- ② Antriebsanordnung 2

Bild 2
Variante HAT



- ① Antriebsanordnung 1
- ② Antriebsanordnung 2

Bild 3
Variante CUP



Getriebeuntersetzung des Präzisionswellgetriebes und Drehrichtung

Merkmal	Antriebsanordnung	
	1	2
Getriebeuntersetzung	$= -\frac{i}{1}$	$= \frac{i+1}{1}$
Wave Generator	Eingang	Eingang
Flexspline	Ausgang	Fix
Circular Spline	Fix	Ausgang
Drehrichtung Eingang versus Ausgang	Drehrichtungsumkehr	Gleiche Drehrichtung

Getriebeauslegung

Drehmomentbasierte Auslegung

Das folgende Verfahren beschreibt die lastzyklusbasierte Dimensionierung eines Wellgetriebes.

Für die Auslegung des Wellgetriebes müssen folgende Werte in dieser Reihenfolge ermittelt werden:

- Durchschnittliches Abtriebsdrehmoment $T_{out\ av}$
- Maximales Abtriebsdrehmoment $T_{out\ max}$
- Kollisionsmoment $T_{out\ K}$
- Durchschnittliche Antriebsdrehzahl $n_{in\ av}$
- Maximale Eingangsrehzahl $n_{in\ max}$

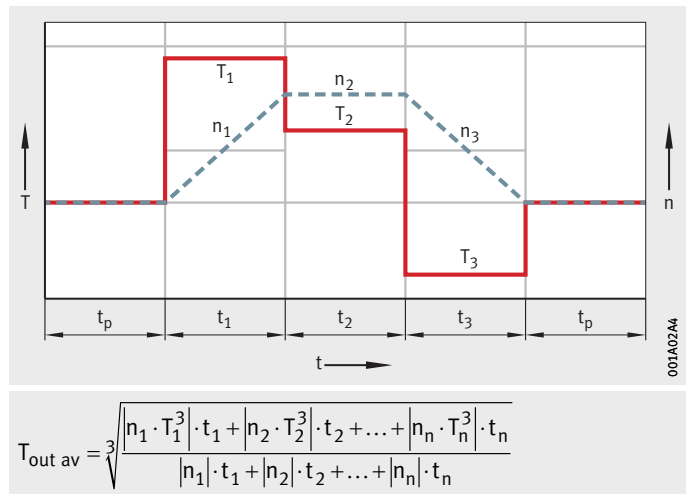
Die im Verfahren angegebenen Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden. Können die Grenzwerte mit der gewählten Getriebegröße nicht eingehalten werden, muss eine größere Getriebegröße gewählt werden.

Durchschnittliches Abtriebsdrehmoment

Im ersten Schritt wird das durchschnittliche Abtriebsdrehmoment ermittelt, das während des Belastungszyklus auf das Wellgetriebe wirkt.

T = Drehmoment
n = Drehzahl
t = Zeit

Bild 1
Belastungszyklus



Das ermittelte durchschnittliche Abtriebsdrehmoment der Belastung $T_{out\ av}$ wird mit dem durchschnittlichen Drehmoment des Wellgetriebes T_A verglichen.

Dabei darf das durchschnittliche Abtriebsdrehmoment $T_{out\ av}$ den Wert aus dem technischen Datenblatt T_A nicht überschreiten.

$$T_{out\ av} \leq T_A$$

$T_{out\ av}$	Nm
Durchschnittliches Drehmoment der Belastung	
n_n, n_1, n_2	min^{-1}
Drehzahlabschnitte der Belastung	
T_n, T_1, T_2	Nm
Drehmomentabschnitte der Belastung	
t_n, t_1, t_2	s
Zeitabschnitte der Belastung	
T_A	Nm
Durchschnittliches Drehmoment	

Maximales Abtriebsdrehmoment



Das ermittelte maximale Abtriebsdrehmoment $T_{out\ max}$ der Belastung gibt das momentan notwendige Beschleunigungs- und Verzögerungsdrehmoment im Belastungszyklus an.

Das maximale Abtriebsdrehmoment $T_{out\ max}$ der hochdynamischen Anwendung darf das maximale Drehmoment T_R des Wellgetriebes nicht überschreiten.

$$T_{out\ max} \leq T_R$$

$T_{out\ max}$	Nm
Maximales Drehmoment der Belastung	
T_R	Nm
Maximales Drehmoment	

Kollisionsmoment

Bei einem Not-Stopp im Betrieb kann das Wellgetriebe einem kurzen Kollisionsdrehmoment $T_{out\ K}$ ausgesetzt sein. Eine Beschädigung des Getriebes und damit eine reduzierte Lebensdauer ist dabei nicht ausgeschlossen. Die Anzahl der auftretenden Not-Stopps im Betrieb muss auf einen Mindestwert beschränkt werden und unter dem angegebenen Kollisionsdrehmoment T_M des Wellgetriebes liegen.

$$T_{out\ K} \leq T_M$$

$T_{out\ K}$	Nm
Kollisionsdrehmoment im Betrieb	
T_M	Nm
Kollisionsdrehmoment	

Getriebeauslegung

Durchschnittliche Antriebsdrehzahl

Um eine möglichst lange Lebensdauer des Wave Generator Lagers zu gewährleisten, darf die durchschnittliche Antriebsdrehzahl $n_{in\ av}$ während eines Belastungszyklus die durchschnittliche Antriebsdrehzahl $n_{av\ max}$ des Wellgetriebes nicht übersteigen.

$$n_{in\ av} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_p} \cdot i$$

$$n_{in\ av} = n_{out\ av} \cdot i$$

$$n_{in\ av} \leq n_{av\ max}$$

$n_{in\ av}$ min^{-1}
Durchschnittliche Antriebsdrehzahl

n_n, n_1, n_2 min^{-1}
Drehzahlabschnitte der Belastung

t_n, t_1, t_2, t_p s
Zeitabschnitte der Belastung

i –
Getriebeuntersetzung

$n_{out\ av}$ min^{-1}
Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl

$n_{av\ max}$ min^{-1}
Maximale durchschnittliche Antriebsdrehzahl

Maximale Antriebsdrehzahl

Die im Belastungszyklus ermittelte maximale Antriebsdrehzahl $n_{in\ max}$ darf die maximale Antriebsdrehzahl n_{max} des Wellgetriebes nicht überschreiten. Aufgrund der auftretenden Erwärmung darf die maximale Antriebsdrehzahl n_{max} nur kurzzeitig im Belastungszyklus angewendet werden.

$$n_{in\ max} = n_{out\ max} \cdot i$$

$$n_{in\ max} \leq n_{max}$$

$n_{in\ max}$ min^{-1}
Maximale Eingangsdrehzahl der Belastung

$n_{out\ max}$ min^{-1}
Maximale Abtriebsdrehzahl der Belastung

i –
Getriebeuntersetzung

n_{max} min^{-1}
Maximale Antriebsdrehzahl des Wellgetriebes

Steifigkeitsbasierte Auslegung

In speziellen Anwendungsfällen ist eine hohe Steifigkeit wichtiger als die lastzyklusbasierende Dimensionierung des Wellgetriebes, zum Beispiel:

- Medizintechnik
- Metallbearbeitung
- Optik

Die steifigkeitsbasierte Auslegung des Wellgetriebes muss immer zusätzlich zur drehmomentbasierten Auslegung erfolgen, um die Resonanzfrequenz der Anwendung zu bestimmen.

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K_1}{J}}$$

$$n_n = f_n \cdot 30 \text{ min}^{-1}$$

f_n	Hz
Resonanzfrequenz	
K_1	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
J	kg·m ²
Last Trägheitsmoment	
n_n	min ⁻¹
Drehzahl	

Erfahrungswerte für f_n

Anwendung	Resonanzfrequenz f_n ≥ Hz
Achsen in der Robotik	8
Standard-Anwendungen im Maschinenbau	15
Bearbeitungsachsen in Werkzeugmaschinen	20

Lebensdauer

Lebensdauer Wave Generator Lager

Die Lebensdauer des Wave Generator Lagers wird entsprechend nachfolgender Vorgehensweise (DIN ISO 281) berechnet.

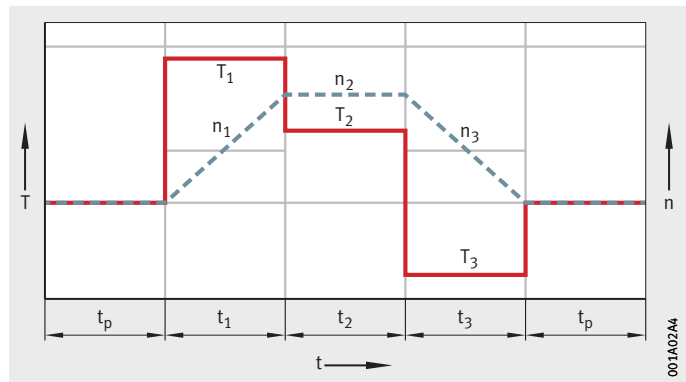
Die Referenzwerte sind das Nennausgangsdrehmoment aus den technischen Daten und eine Referenzeingangsdrehzahl von $n_N = 2\,000 \text{ min}^{-1}$.

$$L_{10} = L_n \cdot \frac{n_N}{n_{in\ av}} \cdot \left(\frac{T_N}{T_{out\ av}} \right)^3$$

Baureihe	Ausführung	Nennlebensdauer L_n h	Referenzdrehzahl n_N min^{-1}	Umdrehungen Wave Generator Lager
RT1	CS, BHS, BMS, UHS	10 000	2 000	$1,2 \cdot 10^9$
RT1-T	UHS-T	10 000	2 000	$1,2 \cdot 10^9$
RT2	CS, BHS, BMS, UHS	7 000	2 000	$0,84 \cdot 10^9$

T = Drehmoment
n = Drehzahl
t = Zeit

Bild 1
Belastungszyklus



001A02A4

$$n_{in\ av} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \cdot i$$

$$T_{out\ av} = \sqrt[3]{\frac{|n_1 \cdot T_1^3| \cdot t_1 + |n_2 \cdot T_2^3| \cdot t_2 + \dots + |n_n \cdot T_n^3| \cdot t_n}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}}$$

L_{10}	h
Lebensdauer	
L_n	h
Nennlebensdauer	
n_N	min^{-1}
Nennndrehzahl	
T_N	Nm
Nennndrehmoment	
$n_{in\ av}$	min^{-1}
Durchschnittliche Eingangsrehzahl	
$T_{out\ av}$	Nm
Durchschnittliches Drehmoment der Belastung	
n_n, n_1, n_2	min^{-1}
Drehzahlabschnitte der Belastung	
t_n, t_1, t_2, t_p	s
Zeitabschnitte der Belastung	
i	-
Getriebeübersetzung	
T_n, T_1, T_2	Nm
Drehmomentabschnitte der Belastung	

Lebensdauer

Lebensdauer Abtriebslager

Die Lebensdauer im kontinuierlichen Betrieb und im Schwenk-
betrieb wird mit folgenden Formeln ermittelt.

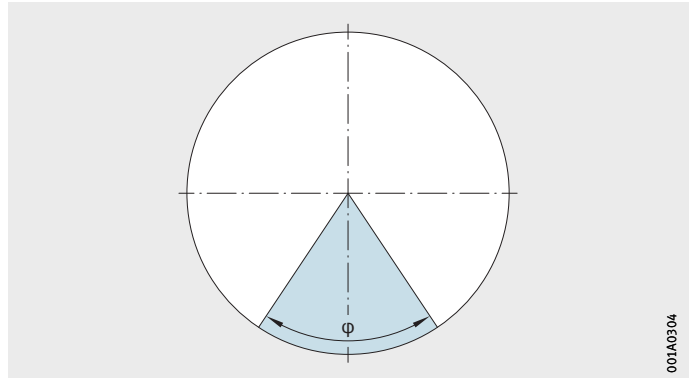
$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_{av}} \cdot \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^B$$

$$L_{oc} = \frac{10^6}{60 \cdot n_{oc}} \cdot \frac{180}{\varphi} \cdot \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^B$$

L_{10}	h
Lebensdauer	
B	-
Lebensdauerexponent	
C	N
Dynamische radiale Tragzahl	
n_{av}	min ⁻¹
Durchschnittliche Drehzahl	
f_w	-
Betriebsfaktor	
P_c	N
Dynamische äquivalente Lagerbelastung	
L_{oc}	h
Lebensdauer bei Schwenkbewegung	
n_{oc}	-
Anzahl Schwingungen pro Minute	
φ	°
Schwenkwinkel	

Zyklus = $2 \cdot \varphi$

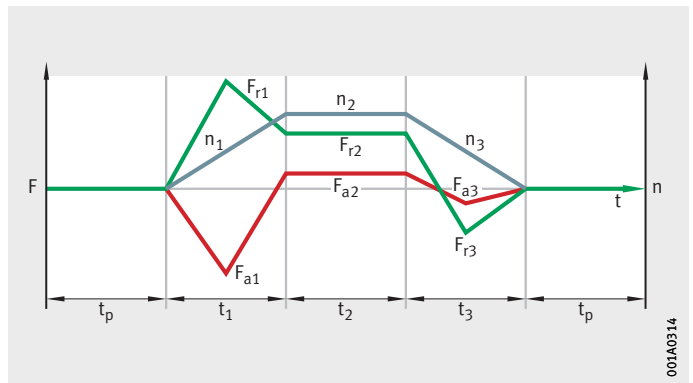
Bild 2
Zyklus im Schwenkbetrieb



001A0304

F = Last
 t_1, t_2, t_3, t_p = Zeitabschnitte
der Belastung
 n, n_1, n_2, n_3 = Drehzahlabschnitte
der Belastung
 F_{r1}, F_{r2}, F_{r3} = Radiale Kraftabschnitte
der Belastung
 F_{a1}, F_{a2}, F_{a3} = Axiale Kraftabschnitte
der Belastung

Bild 3
Diagramm Lagerbelastung



001A0314

Lebensdauer

$$n_{\text{out av}} = \frac{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_p}$$

$$F_{a \text{ av}} = \left(\frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot (F_{a1})^B + |n_2| \cdot t_2 \cdot (F_{a2})^B + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot (F_{an})^B}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n} \right)^{\frac{1}{B}}$$

$$F_{r \text{ av}} = \left(\frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot (F_{r1})^B + |n_2| \cdot t_2 \cdot (F_{r2})^B + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot (F_{rn})^B}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n} \right)^{\frac{1}{B}}$$

$$M_{\text{av}} = \left(\frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot (M_1)^B + |n_2| \cdot t_2 \cdot (M_2)^B + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot (M_n)^B}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n} \right)^{\frac{1}{B}}$$

$$P_C = x \cdot \left(F_{r \text{ av}} + \frac{2M_{\text{av}}}{d_M} \right) + y \cdot F_{a \text{ av}}$$

$n_{\text{out av}}$	min^{-1}
Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl	
n_n, n_1, n_2	min^{-1}
Drehzahlabschnitte der Belastung	
t_n, t_1, t_2, t_p	s
Zeitabschnitte der Belastung	
B	-
Lebensdauerexponent	
$F_{a \text{ av}}$	N
Durchschnittliche Axialkraft	
F_{an}, F_{a1}, F_{a2}	N
Axiale Kraftabschnitte der Belastung	
$F_{r \text{ av}}$	N
Durchschnittliche Radialkraft	
F_{rn}, F_{r1}, F_{r2}	N
Radiale Kraftabschnitte der Belastung	
M_{av}	Nm
Durchschnittliches Kippmoment	
M_n, M_1, M_2	N
Kippmoment	
P_C	N
Dynamische äquivalente Lagerbelastung	
x	-
Radiallastfaktor	
y	-
Axiallastfaktor	
d_M	mm
Mittlerer Lagerdurchmesser	

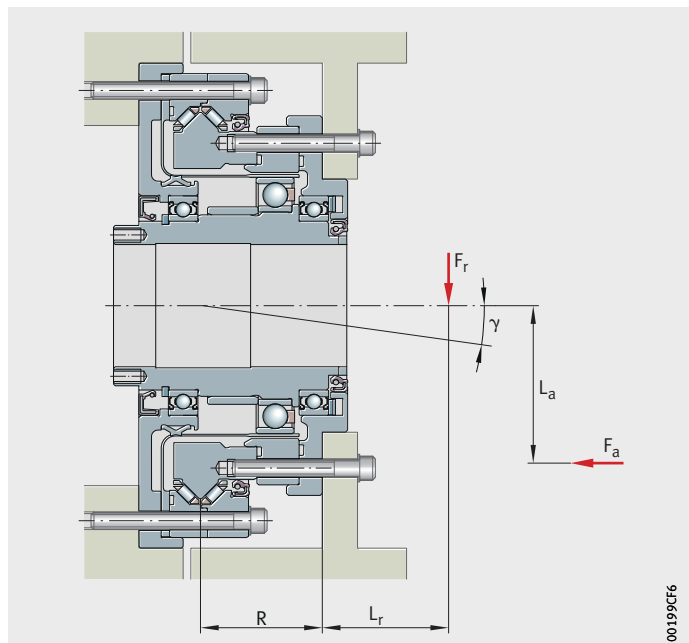
Auswahl	Lastfaktor	
	radial x	axial y
$\frac{F_{a\ av}}{F_{r\ av} + \frac{2M_{av}}{d_M}} \leq 1,5$	1	0,45
$\frac{F_{a\ av}}{F_{r\ av} + \frac{2M_{av}}{d_M}} > 1,5$	0,67	0,67
Lagertyp	Exponent B	
Nadellager	$\frac{10}{3}$	
Betriebsbedingungen	Betriebsfaktor f_w	
	von	bis
Keine Stöße, keine Vibrationen	1	1,2
Normale Belastung	1,2	1,5
Stöße, Vibrationen	1,5	3

Zulässiges statisches Kippmoment

Das zulässige statische Kippmoment wird im Fall einer statischen Last wie folgt berechnet.

- F_r = Radialkraft
- γ = Kippwinkel
- L_a = Abstand
- F_a = Axialkraft
- R = Abstand zum Lagermittelpunkt
- L_r = Abstand

Bild 4
Skizze zur Kippmomentberechnung



Lebensdauer

$$M = F_r \cdot (L_r + R) + F_a \cdot L_a$$

$$f_s = \frac{C_0}{P_0}$$

$$P_0 = x \cdot \left(F_r + \frac{2M}{d_M} \right) + y \cdot F_a$$

$$M_0 = \frac{d_M \cdot C_0}{2 \cdot f_s}$$

M	Nm
Kippmoment	
F_r	N
Radialkraft	
L_r, L_a	m
Abstand	
R	m
Abstand zum Lagermittelpunkt	
F_a	N
Axialkraft	
f_s	–
Statischer Sicherheitsfaktor	
C_0	N
Statische radiale Tragzahl	
P_0	N
Statische äquivalente Lagerbelastung	
x	–
Radiallastfaktor	
y	–
Axiallastfaktor	
d_M	m
Mittlerer Lagerdurchmesser	
M_0	Nm
Zulässiges statisches Kippmoment	

Betriebsbedingung	Statischer Sicherheitsfaktor f_s	
	von	bis
Normale Belastung	1,5	2
Stöße, Schwingungen	2	3

$$\gamma = \frac{M}{K_B}$$

γ	arcmin
Kippwinkel	
M	Nm
Kippmoment	
K_B	Nm/arcmin
Kippsteifigkeit	

Schmierung

Schmiermittel

Technische Daten und Lebensdauer der Wellgetriebe sind vor allem vom verwendeten Schmiermittel abhängig. Leistungsdaten und Eigenschaften der Wellgetriebe können nur bei Verwendung freigegebener Schmiermittel gewährleistet werden.

Merkmale	Schmiermittel L325	
Temperaturbereich Schmiermittel	-15 °C bis +135 °C	
Betriebsbereich Getriebe	0 °C bis +40 °C	
Grundöl	Mineralöl	
Verdicker	Lithiumseife	
Farbe	gelb	
Konsistenzklasse	2	
Grundölviskosität	+40 °C	37 mm ² /s
	+100 °C	5,5 mm ² /s
Tropfpunkt	≥ +190 °C	

Sicherheitsdatenblatt und technische Daten sind auf Anfrage erhältlich.

Schmiermittelgebrauchsdauer und Temperatureinfluss

Schmiermitteltemperatur < +35 °C

Die Eigenschaften der Wellgetriebe werden vor allem durch den Zustand des verwendeten Schmiermittels beeinflusst.

Für Anwendungen, bei denen die folgenden Bedingungen gelten, ist die initiale Schmierung des Wellgetriebes für die gesamte Lebensdauer L_n ausreichend:

- Nenndrehmoment und Nenndrehzahl (2 000 min⁻¹) werden im Nutzungszyklus nicht überschritten.
- Die Schmiermitteltemperatur übersteigt < +35 °C nicht.

Erhöhte Schmiermitteltemperatur

Für Anwendungen mit erhöhter Schmiermitteltemperatur wird ein Schmiermittelaustausch zum Erhalt der Getriebeeigenschaften empfohlen. Dabei gilt:

- High Torque RT1:
 - Schmiermitteltemperatur \geq +35 °C
- Standard Torque RT2:
 - Schmiermitteltemperatur \geq +40 °C

Schmierung

Die Anzahl der Wellgetriebe-Umdrehungen bis zum Schmiermittelaustausch wird wie folgt berechnet.

Für Anwendung mit $T_{out\ av} \leq T_N$:

$$WGT_{grease\ N} = 6 \cdot 10^9 \cdot e^{-(0,046 \cdot \vartheta_{grease})}$$

Für Anwendungen mit $T_{out\ av} > T_N$:

$$WGT_{grease} = 6 \cdot 10^9 \cdot e^{-(0,046 \cdot \vartheta_{grease})} \cdot \left(\frac{T_N}{T_{out\ av}} \right)^3$$

$WGT_{grease\ N}$ – Anzahl Wellgetriebe-Umdrehungen bei $T_{out\ av} \leq T_N$

ϑ_{grease} °C Temperatur Schmiermittel

WGT_{grease} – Anzahl Wellgetriebe-Umdrehungen bei $T_{out\ av} > T_N$

T_N Nm Nenndrehmoment

$T_{out\ av}$ Nm Durchschnittliches Drehmoment der Belastung

Das Intervall in Stunden bis zum Schmiermittelaustausch wird wie folgt berechnet:

$$GCI = \frac{WGT}{n_{in\ av} \cdot 60}$$

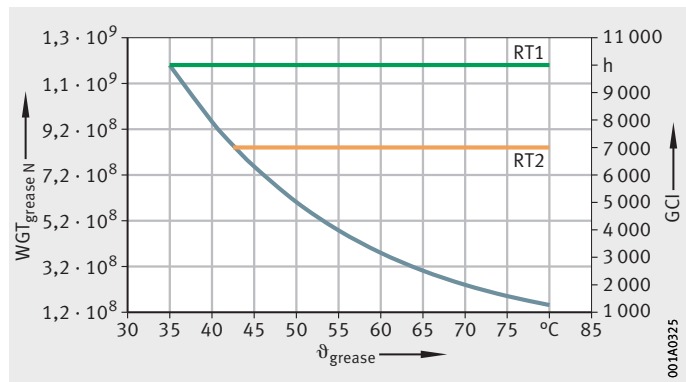
GCI h Zeitdauer bis zum Schmiermittelaustausch

WGT – Anzahl der Wellgetriebe-Umdrehungen

$n_{in\ av}$ min⁻¹ Durchschnittliche Eingangsrehzahl

$WGT_{grease\ N}$ = Anzahl Wellgetriebe-Umdrehungen bei $T_{out\ av} \leq T_N$
 ϑ_{grease} = Temperatur Schmiermittel
 GCI = Zeitdauer bis zum Schmiermittelaustausch

Bild 1
 Baureihen RT1, RT2
 Schmiermittelaustauschintervall
 bei Nenndrehmoment



Torsionswinkel

Ermittlung des Torsionswinkels

Der Torsionswinkel am Getriebeausgang im Belastungsfall mit Drehmoment T wird mit folgenden Formeln berechnet.

Drehmomentbereiche

$T \leq T_1$	$T_1 \leq T \leq T_2$	$T > T_2$
$\varphi = \frac{T}{K_1}$	$\varphi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T - T_1}{K_2}$	$\varphi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T_2 - T_1}{K_2} + \frac{T - T_2}{K_3}$

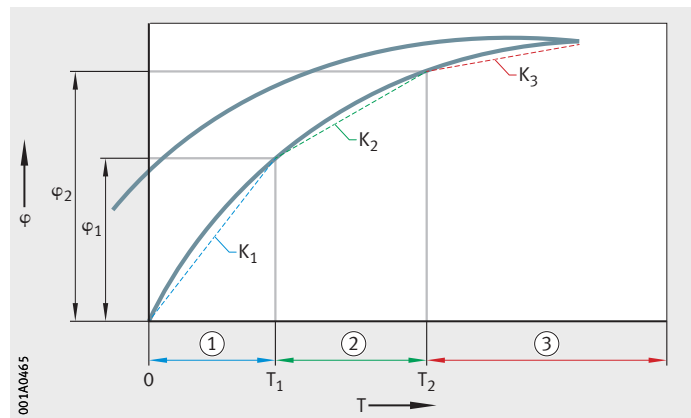
T	Nm
Drehmoment	
T_1	Nm
Drehmomentlimit 1	
T_2	Nm
Drehmomentlimit 2	
φ	rad
Winkel	
K_1, K_2, K_3	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	

Baugröße	Drehmoment	
	T_1	T_2
14	2	6,9
17	3,9	12
20	7	25
25	14	48
32	29	108

φ = Winkel
 T = Drehmoment
 T_1 = Drehmomentlimit 1
 T_2 = Drehmomentlimit 2
 K_1, K_2, K_3 = Torsionssteifigkeit

- ① Unterer Drehmomentbereich
- ② Mittlerer Drehmomentbereich
- ③ Oberer Drehmomentbereich

Bild 1
Ermittlung des Torsionswinkels



Wirkungsgrad

Angegeben ist der Wirkungsgrad bei Schmierung mit Standard Schmiermittel, Belastung mit Nenndrehzahl und Nenndrehmoment und einer Getriebetemperatur von +20 °C.

Ausführung CS

Baugröße	Getriebeuntersetzung				
	i				
	50 %	80 %	100 %	120 %	160 %
14	71	71	67	–	–
17	78	77	77	74	–
20	78	77	77	74	70
25	78	77	77	74	70
32	78	77	77	74	70

Ausführung BHS, BMS

Baugröße	Getriebeuntersetzung				
	i				
	50 %	80 %	100 %	120 %	160 %
14	66	66	62	–	–
17	73	72	72	69	–
20	73	72	72	69	65
25	73	72	72	69	65
32	73	72	72	69	65

Streuung etwa 3%.

Ausführung UHS

Baugröße	Getriebeuntersetzung				
	i				
	50 %	80 %	100 %	120 %	160 %
14	49	47	47	–	–
17	50	48	48	46	–
20	51	49	49	47	40
25	53	51	51	49	42
32	55	53	53	51	44

Streuung etwa 3%.

Ausführung UHS-T

Baugröße	Getriebeuntersetzung	
	i	
	100 %	160 %
14	47	–
17	48	–
20	49	40
25	51	42
32	53	44

Streuung etwa 3%.

Abtriebslager

Daten der Abtriebslager

Die zweireihigen Schrägnadellager der Baureihe XZU sind hinsichtlich Laufverhalten, Kippsteifigkeit, Tragfähigkeit und Kompaktheit genau auf die hohen Anforderungen für die Präzisionswellgetriebe ausgelegt.

Die Nadelrollen in dem zweireihigen Schrägnadellager XZU werden in einer optimierten Käfigkonstruktion geführt, sodass keine Reibung zwischen den einzelnen Wälzelementen auftritt. Die hohe Tragfähigkeit des Abtriebslagers kann hohe Lasten aufnehmen und macht in vielen Fällen eine weitere Stützlagerungen überflüssig. Das kippsteife zweireihige Schrägnadellager XZU hält das Präzisionswellgetriebe frei von äußeren Belastungen und sorgt damit für eine lange Lebensdauer und eine gleichbleibende Genauigkeit.



Bild 1
Explosionsdarstellung
Abtriebslager XZU

Abtriebslager

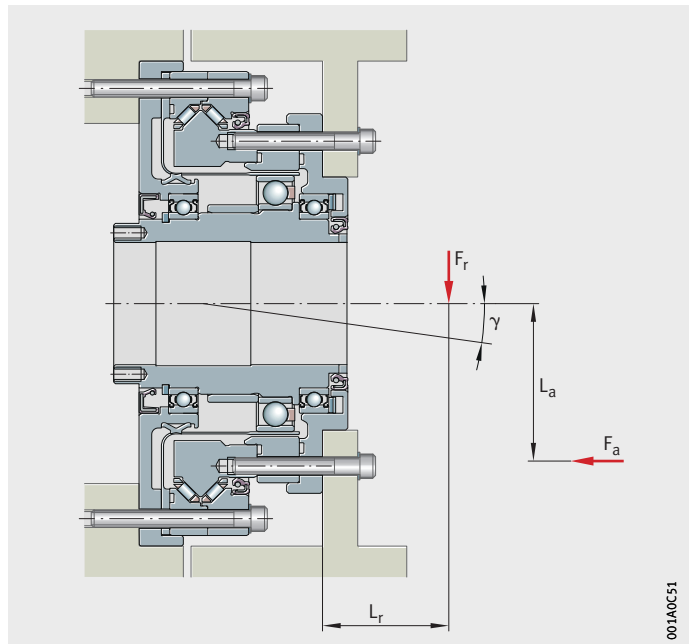
Abtriebslager XZU-H für Ausführung BHS, BMS, UHS, UHS-T

Merkmale	Symbol	Einheit	Baugröße				
			14	17	20	25	32
Mittlenkreis \varnothing	d_M	mm	54,5	63,7	73,3	89,1	116,4
Abstand ¹⁾	R	mm	9,8	10,7	11,5	13,4	15,4
Dynamische radiale Tragzahl ²⁾	C	N	4 850	8 800	10 500	13 300	23 700
Statische radiale Tragzahl	C_0	N	11 900	21 900	27 000	35 000	72 000
Dynamische axiale Tragzahl	C_a	N	6 800	12 400	14 800	18 800	33 000
Statische axiale Tragzahl	C_{0a}	N	29 500	55 000	68 000	88 000	180 000
Zulässiges dynamisches Kippmoment ³⁾	$M_{dyn\ max}$	Nm	74	124	187	258	580
Zulässiges statisches Kippmoment ⁴⁾	M_0	Nm	162	348	494	778	2 090
Zulässige Axiallast ⁵⁾	F_A	N	3 510	6 410	7 650	9 720	17 070
Zulässige Radiallast ⁵⁾	F_R	N	2 500	4 550	5 430	6 870	12 250
Kippsteifigkeit ⁶⁾	K_B	Nm/arcmin	30	55	91	150	460

- 1) Abstand des Lagermittelpunkts zur Anschraubfläche am Innenring.
- 2) Zur Lebensdauerberechnung mit dynamischer äquivalenter Radialbelastung P_C .
- 3) $M_{dyn\ max}$ beschreibt das maximal zulässige Kippmoment im dynamischen Zustand und bezieht sich nicht auf die Lebensdauer des Lagers.
- 4) Gilt für eine statische Belastung und einen Sicherheitsfaktor von $f_s = 2$.
- 5) Zulässige Belastung für $L_{h\ 10} = 10\ 000$ h, bei $n_{av} = 15\ \text{min}^{-1}$, jeweils $M = 0$ und F_r bzw. $F_a = 0$, reine Axial- oder Radiallast.
- 6) Ermittelte Werte aus Simulation.

F_r = Radialkraft
 γ = Kippwinkel
 L_a = Abstand
 F_a = Axialkraft
 L_r = Abstand

Bild 2
 Abtriebslager XZU-H für
 Ausführung BHS, BMS, UHS, UHS-T



001A0C51

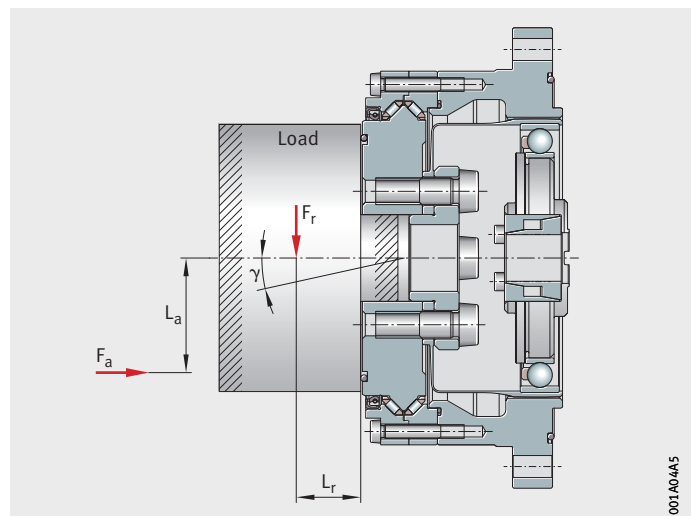
Abtriebslager XZU-C für Ausführung BMS

Merkmale	Symbol	Einheit	Baugröße				
			14	17	20	25	32
Mittlenkreis \varnothing	d_M	mm	37	45	54,5	67	89,1
Abstand ¹⁾	R	mm	9,4	9,4	9,4	10,6	12,4
Dynamische radiale Tragzahl ²⁾	C	N	3 900	4 300	4 850	9 300	13 300
Statische radiale Tragzahl	C_0	N	7 800	9 500	11 900	24 100	35 000
Dynamische axiale Tragzahl	C_a	N	5 500	6 000	6 800	13 100	18 800
Statische axiale Tragzahl	C_{0a}	N	19 600	23 800	29 500	60 000	88 000
Zulässiges dynamisches Kippmoment ³⁾	$M_{dyn\ max}$	Nm	41	64	91	156	313
Zulässiges statisches Kippmoment ⁴⁾	M_0	Nm	75	106	162	403	778
Zulässige Axiallast ⁵⁾	F_A	N	2 840	3 100	3 510	6 770	9 720
Zulässige Radiallast ⁵⁾	F_R	N	2 010	2 220	2 500	4 810	6 870
Kippsteifigkeit ⁶⁾	K_B	Nm/arcmin	17	30	50	91	150

- 1) Abstand des Lagermittelpunkts zur Anschraubfläche am Innenring.
- 2) Zur Lebensdauerberechnung mit dynamischer äquivalenter Radialbelastung P_C .
- 3) $M_{dyn\ max}$ beschreibt das maximal zulässige Kippmoment im dynamischen Zustand und bezieht sich nicht auf die Lebensdauer des Lagers.
- 4) Gilt für eine statische Belastung und einen Sicherheitsfaktor von $f_s = 2$.
- 5) Zulässige Belastung für $L_{h\ 10} = 10\ 000\ h$, bei $n_{av} = 15\ min^{-1}$, jeweils $M = 0$ und F_r bzw. $F_a = 0$, reine Axial- oder Radiallast.
- 6) Ermittelte Werte aus Simulation.

F_a = Axialkraft
 L_a = Abstand
 γ = Kippwinkel
 F_r = Radialkraft
 L_r = Abstand

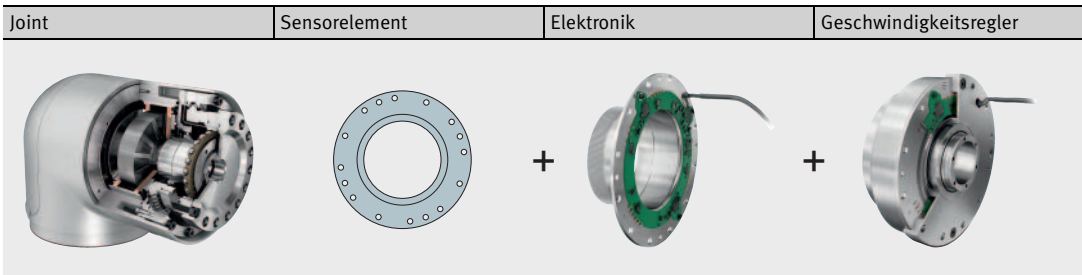
Bild 3
Abtriebslager XZU-C für
Ausführung BMS



Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Aufbau Das sensorisierte Präzisionswellgetriebe mit integriertem Drehmomentsensor ist für Anwendungen, bei denen eine hohe Sensitivität erforderlich ist, besonders geeignet.

Komponenten Das sensorisierte Präzisionswellgetriebe besteht aus einem präzisen Wellgetriebe, einem Drehmomentsensor und einer Sensorelektronik, die das Drehmomentsignal direkt vom Flexspline abnimmt.



Drehmomentsensor mit Sensotect-Beschichtung

Sensotect ist eine sensorische Beschichtung, die eine Funktionserweiterung von Bauteilen ermöglicht.

Dieses Schichtsystem wird zur kontinuierlichen Kraft- und Drehmomentenmessung an zwei- und dreidimensionalen Bauteilgeometrien eingesetzt. Die Sensotect-Beschichtung wird mit der PVD-Technologie und anschließender Laserstrukturierung direkt auf die Bauteiloberfläche aufgebracht.

Konzept Drehmomentsensor

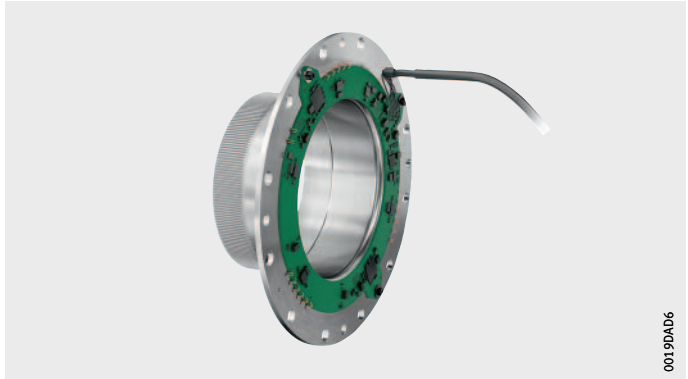


Bild 1
Flexspline mit
integrierter Steuer- und Signal-
aufbereitungselektronik

Auf den Flexspline ist ein System von Dehnungsmessstreifen direkt auf dem Flanschabschnitt aufgebracht (Sensotect-Beschichtung). Die Sensotect-Technologie kombiniert Standard-DMS-Material mit der Möglichkeit der individuellen Anpassung der Struktur an die Verformungseigenschaften.

Die Steuer- und Signalaufbereitungselektronik ist ebenfalls direkt an den Flexspline angepasst, um die Länge der Verbindungsleitungen so kurz wie möglich zu halten.

Die Signale aller Dehnungsmessstreifen werden von einem neuronalen Netzwerk verarbeitet, auf dem eine Multi-Layer-Perceptron-KI läuft.

Funktionale Sicherheit

Der Drehmomentsensor wurde entwickelt, um Anforderungen an die funktionale Sicherheit bis zu ISO 13849 Kategorie 3 PL c zu unterstützen. Er verfügt über eine redundante Mehrkanalausführung und weitere Funktionen, wie zum Beispiel:

- Plausibilitätsprüfung in der Schnittstelle (Cyclic Redundancy Check, Lifecounter)
- Mikrocontroller vorbereitet für Funktionale Sicherheit
- Erkennung von Drahtbrüchen

Messung

Eine präzise Messung sehr kleiner Kraft- und Drehmomentänderungen in den Gelenken durch Einsatz von sensorisierten Präzisionswellgetrieben unterstützt das „smooth direct teaching“ und macht die Bedienung wesentlich einfacher.

Genauigkeit

Die meisten Einflussfaktoren wirken außerhalb des Sensorelements und beeinflussen dadurch die Genauigkeit.

Jedes sensorisierte Präzisionswellgetriebe wird vor der Auslieferung an den Kunden inklusive der Einflüsse auf die Messkette kalibriert und anschließend geprüft. Hierdurch wird eine Genauigkeit von 1,5% Full Scale vom Hauptmessbereich auf das gesamte Präzisionswellgetriebe garantiert.

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Performance-Steigerung und höhere Sensitivität

Die Sensotect-Beschichtung mit einer Schichtdicke von $10\ \mu\text{m}$ bietet eine hervorragende Langzeitstabilität und ist unempfindlich gegenüber Temperatureinflüssen. Durch die Sensotect-Beschichtung ist eine direkte Drehmomentmessung mit hoher Empfindlichkeit bei minimaler Abweichung bei Hysterese und Linearitätsabweichung möglich. Da das sensorisierte Präzisionswellgetriebe keinen zusätzlichen Bauraum benötigt, hat es keinen Einfluss auf das mechanische System und die Torsionssteifigkeit. Die Vorteile dieser Technik zeigen sich zum Beispiel bei Cobots.

Cobots sind bisher aufgrund ihrer schlanken Bauform und ihrer höheren Elastizität im Vergleich zu den größeren Industrierobotern deutlich benachteiligt. Bei größeren Beschleunigungen schwingt die schlanke Cobot-Struktur spürbar, vor allem beim Positionieren mit maximaler Abbremsung. Vorteile durch hohe Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mit kurzen Taktzeiten gehen durch längeres Einschwingen beim Positionieren verloren.

Der Einsatz des sensorisierten Präzisionswellgetriebes in jedem Gelenk eines Cobots in Verbindung mit steuerungstechnischen Schwingungskompensationen der Roboter-Hersteller bietet eine aktive Schwingungskompensation mit verbesserter Dynamik und höheren Geschwindigkeiten bei gleichzeitiger Positionsgenauigkeit.

Die Messung der Kraft- und Drehmomentänderungen in den Gelenken unterstützt zudem auch die Selbstoptimierung der Cobots.



Bild 2
Cobot mit
Präzisionswellgetriebe RT1-T

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Vergleich

Bei externen Drehmomentsensoren kann durch die zusätzlich eingebrachte Elastizität die Torsionssteifigkeit eines Gelenkes auf 25% bis 60% des ursprünglichen Wertes sinken. Bei dem von Schaeffler entwickelten Konzept bleibt die Torsionssteifigkeit des Gelenkes zu 100% erhalten.

Bei Wellgetrieben mit externem Drehmomentsensor beeinflussen viele Faktoren die Messkette. Sensorisierte Präzisionswellgetriebe von Schaeffler werden vor Auslieferung unter Berücksichtigung der Einflüsse auf die Messkette kalibriert und geprüft.

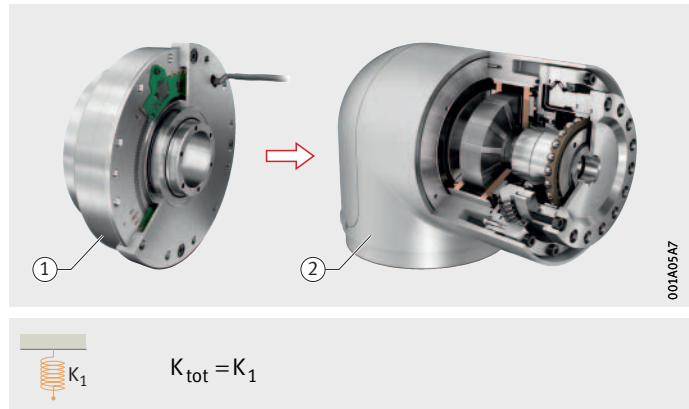
Die Unterschiede der beiden Konzepte sind im Folgenden beschrieben.

Integrierter Drehmomentensensor (Schaeffler Lösung)

Mit der Flexspline wird ein bereits vorhandenes Bauteil im Antriebsstrang genutzt. Die Messung der Drehmomente kann ohne zusätzliches elastisches Element erfolgen.

- ① Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T
- ② Cobot Joint

Bild 3
Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T als integrale Komponente eines Joints



Merkmale bei der Verwendung des sensorisierten Präzisionswellgetriebes von Schaeffler:

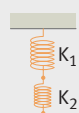
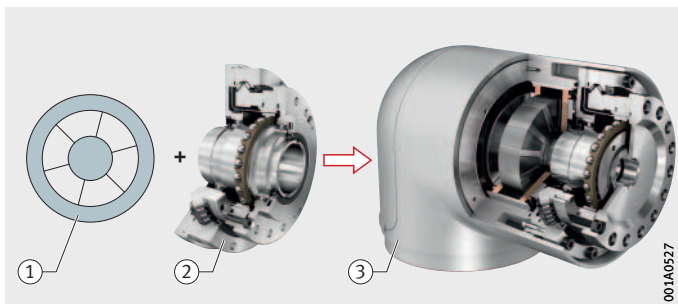
- Systemsteifigkeit bleibt bei 100%
- Zusätzliches Gewicht circa 10 g
- Kein zusätzlich benötigter Bauraum
- Kein negativer Einfluss auf die relevanten Gelenkparameter
- Garantierte Messgenauigkeit von 1,5% Full Scale vom Hauptmessbereich auf das gesamte Präzisionswellgetriebe

Externer Drehmomentsensor (Marktgängige Lösung)

Die Messung der Drehmomente erfolgt mit einem zusätzlichen elastischen Element.

- ① Sensor
- ② Präzisionswellgetriebe
- ③ Cobot Joint

Bild 4
Externer Torque Sensor
als zusätzliches elastisches
Element



$$K_{\text{tot}} = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

Merkmale bei der Verwendung eines externen Torque Sensors:

- Reduzierung der Systemsteifigkeit auf ca. 25% bis 60%
- Zusätzliches Gewicht circa 200 g
- Zusätzlich benötigter Bauraum circa 15 mm
- Messgenauigkeit des externen Drehmomentsensors sinkt unter dem Einfluss vieler externer Faktoren auf das gesamte Wellgetriebe.

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Sensorkonzept und Torsionssteifigkeit

Den Einfluss der Torsionssteifigkeit von internen und externen Drehmomentsensoren auf das dynamische Verhalten soll ein Vergleich dieser beiden Konzepte in einem Extremfall verdeutlichen. Dabei beschleunigt der Motor jeweils ein Massenträgheitsmoment von $7,6 \text{ kgm}^2$ von Null und bremst den Antrieb wieder bis zum Stillstand.

Als Basis dient hier das Präzisionswellgetriebe RT1-T von Schaeffler mit integriertem Drehmomentsensor.

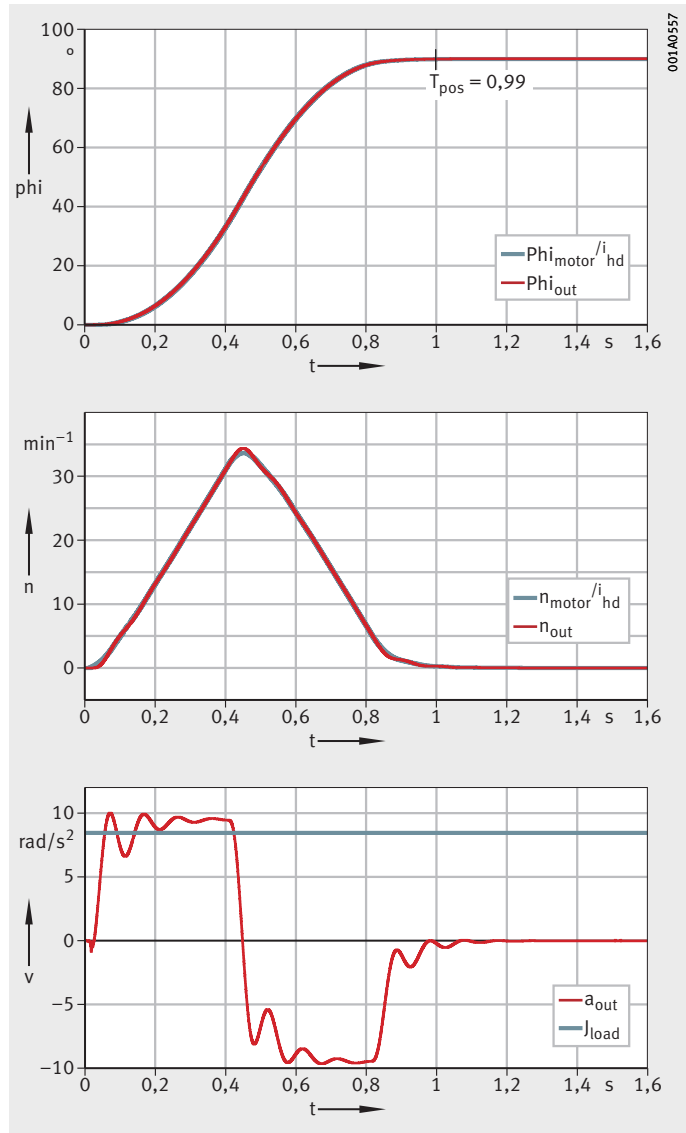


Bild 5
Präzisionswellgetriebe RT1-T
mit internem Sensor

Als Vergleichsbasis dient hier das Präzisionswellgetriebe RT1 von Schaeffler mit externer Sensorik.

Die Positionierzeit liegt bei 1 s. Es zeigt sich ein deutlich instabiles Verhalten mit sehr großen Beschleunigungsspitzen.

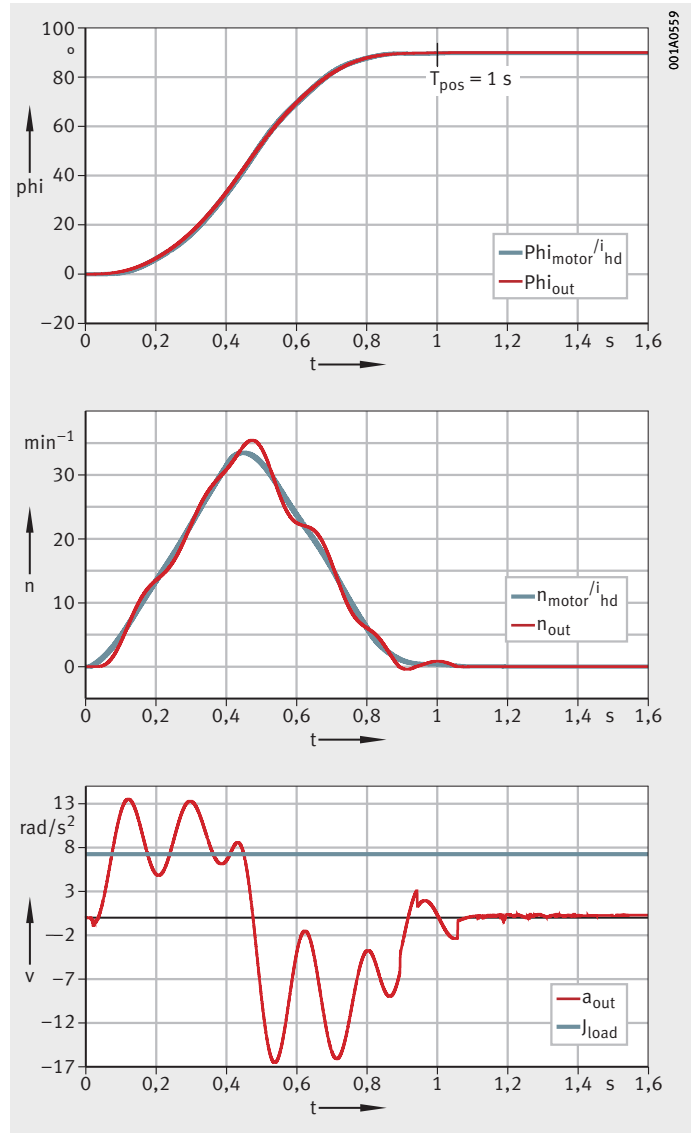


Bild 6
Präzisionswellgetriebe RT1
mit externem Sensor

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe

Um das dynamische Verhalten zu verbessern, wurden in dieser Simulation die Regelparameter angepasst. So konnten die Beschleunigungsspitzen reduziert werden, allerdings zu Lasten der Positionierzeit, diese steigt auf 1,298 s.

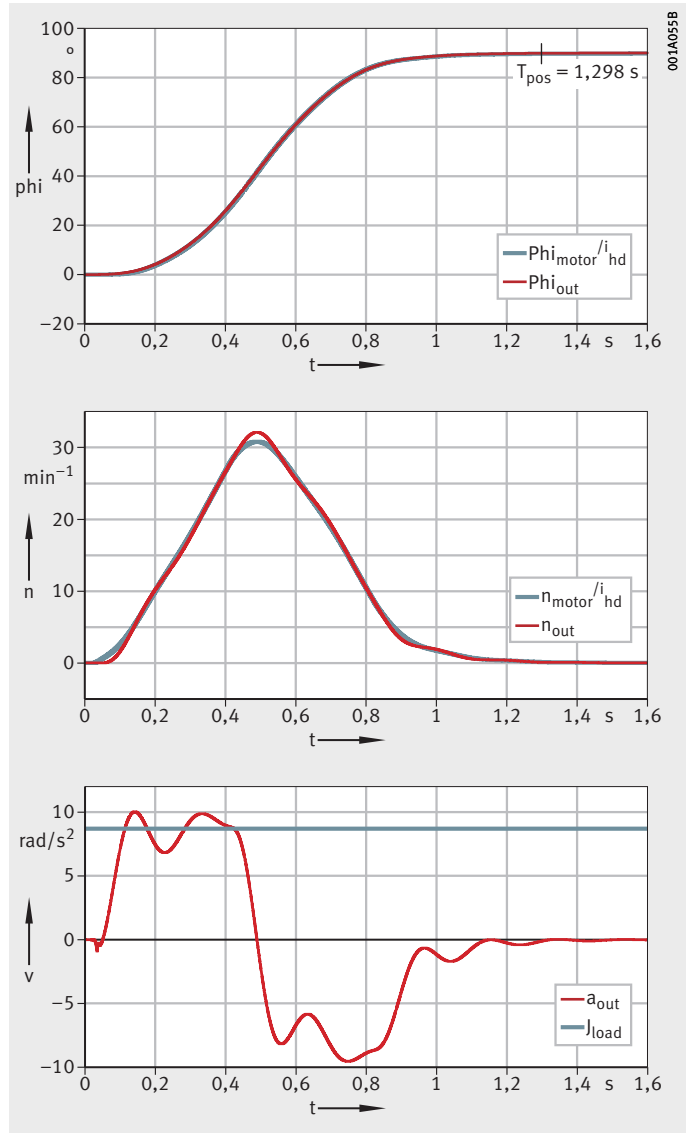


Bild 7
Präzisionswellgetriebe RT1
mit externem Sensor

Die Simulation wurde für die Drehachse eines einzigen Gelenkes durchgeführt. Selbstverständlich sind die Verhältnisse bei sechs Gelenken mit ihren veränderlichen räumlichen Lagen eines Cobots wesentlich komplexer und die Auswirkungen sehr viel größer. Das vereinfachende Beispiel verdeutlicht jedoch den positiven Einfluss von Drehmomentsensoren auf die Positionierzeit, wenn diese die Torsionssteifigkeit des Gelenkes nicht reduzieren.

SCHAEFFLER

Präzisionswellgetriebe RT1

High Torque

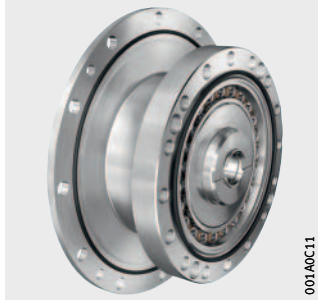
Präzisionswellgetriebe RT1

	Seite
Produktübersicht	Präzisionswellgetriebe RT1 44
Merkmale 45
	Component Set (CS)..... 46
	Basic Unit Hollow Shaft (BHS) 47
	Basic Unit Motor Shaft (BMS) 48
	Unit Hollow Shaft (UHS) 49
Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung	Bestellbeispiel..... 50
	Bestellbezeichnung 50
Erläuterungen der Formelzeichen 51
Maßtabellen	Präzisionswellgetriebe
	Baureihe RT1-H-..CS 52
	Baureihe RT1-H-..BHS 54
	Baureihe RT1-H-..BMS 56
	Baureihe RT1-H-..UHS..... 58

Produktübersicht Präzisionswellgetriebe RT1

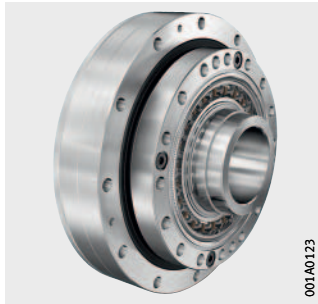
Component Set

H...-CS



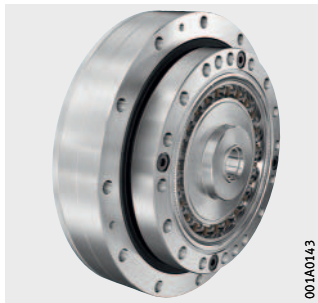
Basic Unit Hollow Shaft

H...-BHS



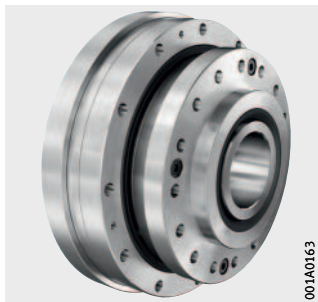
Basic Unit Motor Shaft

H...-BMS



Unit Hollow Shaft

H...-UHS



Präzisionswellgetriebe RT1

Merkmale

Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 sind kompakte, leichte Getriebe mit einer hohen Positioniergenauigkeit.

Auf geringem Bauraum lassen sie sehr hohe Drehmomente bei lebenslanger Präzision zu. Der Drehmomentbereich reicht von 23 Nm bis 484 Nm. Die Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 gibt es in fünf verschiedenen Baugrößen und mit fünf verschiedenen Getriebeuntersetzungen. Verfügbar ist sie als Component Set, Variante HAT.

Im Vergleich zur Baureihe Standard Torque RT2 zeichnet sich die Baureihe High Torque RT1 durch ein bis zu 30% höheres Drehmoment und eine bis zu 40% gesteigerte Lebensdauer aus.

Ausführung	Getriebeeigenschaft		
	Variante HAT	Abtriebslager	Antriebsseite
Component Set CS	●	–	direkter Motoranbau mit Klemmelement
Basic Unit Hollow Shaft BHS	●	●	mit Hohlwelle
Basic Unit Motor Shaft BMS	●	●	direkter Motoranbau mit Klemmelement
Unit Hollow Shaft UHS	●	●	abgedichtete Getriebebox mit Gehäuse und Hohlwelle

Präzisionswellgetriebe RT1

Component Set (CS)

Die Ausführung CS ist die Basisversion aller Getriebevarianten und besteht aus den drei wesentlichen Hauptkomponenten eines Wellgetriebes:

- Wave Generator
- Flexspline
- Circular Spline

Die Präzisionswellgetriebe der Baureihe RT1 basieren auf dem Component Set, Variante HAT. Diese Variante ist besonders geeignet für Anwendungen, bei denen eine große Hohlwelle gefordert wird. Das Component Set, Variante HAT, bietet, bei geringem Gewicht und kompakten Abmessungen, eine exzellente Positioniergenauigkeit und eine lebenslange Präzision. Gehäuse, Abtriebslagerung und Eingangswelle können entsprechend der Anforderung konfiguriert werden und lassen sich für die gewünschte Antriebslösung anpassen.

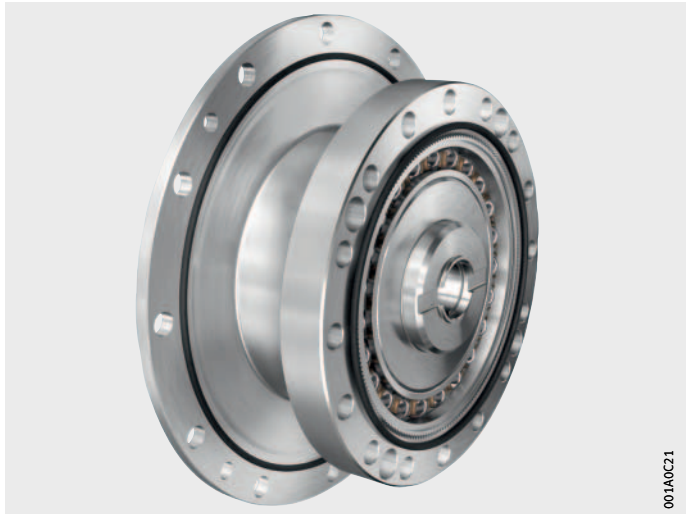


Bild 1
RT1-H-...-CS

001A0C21

Basic Unit Hollow Shaft (BHS)

Die Ausführung BHS besteht aus einem Component Set, Variante HAT, und einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager.

Besonderes Merkmal dieser Ausführung ist die zentrische Hohlwelle, durch die zum Beispiel eine mechanische Welle oder notwendige Energieversorgungskabel geführt werden können.

Die Hohlwelle, das geringe Gewicht und die kurze Baulänge verringern in vielen Anwendungsfällen den Konstruktionsaufwand.



Bild 2
RT1-H...-BHS

001A0506

Präzisionswellgetriebe RT1

Basic Unit Motor Shaft (BMS)

Die Ausführung BMS besteht aus einem Component Set, Variante HAT, einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager, und einem integrierten Klemmelement zum Motoranbau.

Durch das integrierte Klemmelement wird eine spielfreie und kostengünstige Verbindung zwischen Motorwelle und Präzisionswellgetriebe sichergestellt. Das präzise und kippsteife Abtriebslager und die einfache Motoranbindung minimieren mögliche Einbaufehler.



Bild 3
RT1-H-...-BMS

001A0AC5

Unit Hollow Shaft (UHS)

Die Ausführung UHS besteht aus einem Component Set, Variante HAT, und einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager.

Die vollständig abgedichtete Ausführung UHS ist für den axialen oder parallelen Motoranbau geeignet und lässt sich mit geringem Aufwand für Konstruktion und Montage in die Applikation integrieren.

Besonderes Merkmal dieser Ausführung ist die zentrische Hohlwelle, durch die zum Beispiel eine mechanische Welle oder notwendige Energieversorgungskabel geführt werden können.



Bild 4
RT1-H-...-UHS

001A04E6

Präzisionswellgetriebe RT1

Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung

Aufbau der Bestellbezeichnung für Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1.

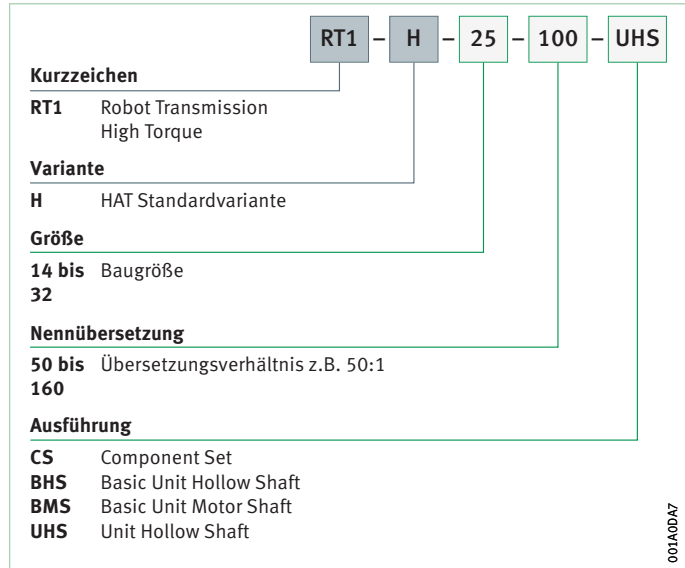


Bild 5
Aufbau der Bestellbezeichnung

Bestellbeispiel

Baureihe High Torque RT1
Variante HAT
Baugröße
Übersetzungsverhältnis zum Beispiel 100:1
Basic Unit Hollow Shaft

RT1
H
25
100
UHS

Bestellbezeichnung

RT1-H-25-100-UHS

Erläuterung der Formelzeichen

Die Erläuterungen beziehen sich auf die Angaben in der folgenden Produkttabellen.

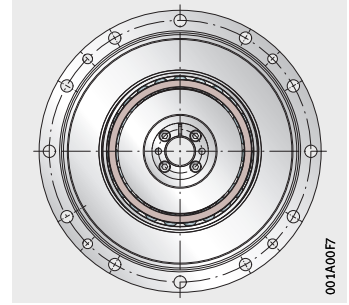
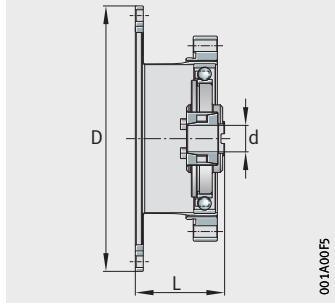
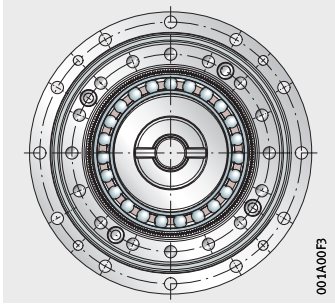
i	–
Getriebeuntersetzung	
T_R	Nm
Maximales Drehmoment	
T_A	Nm
Durchschnittliches Drehmoment	
T_N	Nm
Nenn Drehmoment	
T_M	Nm
Kollisionsdrehmoment	
n_{max}	min^{-1}
Maximale Antriebsdrehzahl	
$n_{av\ max}$	min^{-1}
Durchschnittliche Antriebsdrehzahl	
φ_{TA}	arcmin
Übertragungsgenauigkeit	
φ_R	arcmin
Wiederholungsgenauigkeit	
φ_H	arcmin
Hystereseverlust	
J	$10^{-4}\ kg\cdot m^2$
Massenträgheitsmoment	
K_1	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_2	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_3	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
T_{NLST}	mNm
Lastfreies Anlaufdrehmoment bei +20 °C	
T_{NLRT}	mNm
Lastfreies Laufdrehmoment bei +20 °C und 2 000 min^{-1}	
T_{BT}	Nm
Rückdrehmoment bei +20 °C	
m	kg
Masse	
D	nm
Durchmesser	
L	mm
Länge	
d	nm
Wellendurchmesser	

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT1-H...-CS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT1-H-14-CS	50	23	9	7	46	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	36	14	10	70					< 1
RT1-H-17-CS	50	44	34	21	91	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	70	51	31	143					< 1
	120	70	51	31	112					< 1
RT1-H-20-CS	100	107	64	52	191	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
RT1-H-25-CS	50	127	72	51	242	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	100	204	140	87	369					< 1
	120	217	140	87	395					< 1
RT1-H-32-CS	80	395	217	153	738	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
	120	459	281	178	892					< 1
	160	484	281	178	892					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-ecommerce.com/downloads/robotics/RT1-H...-CS.zip>



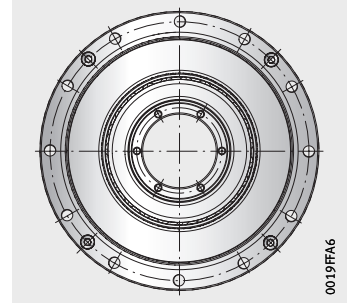
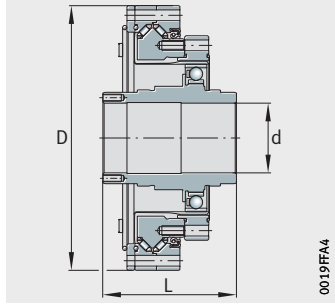
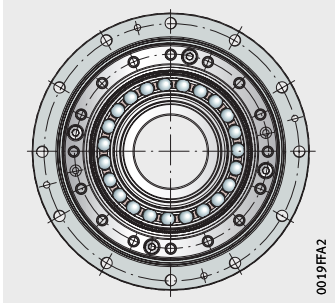
J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,11	70	23,5	6
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,18	80	26,5	8
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89	0,31	90	29	9
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	0,48	110	34	11
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
1,34	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5	0,89	142	42	14
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT1-H...-BHS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT1-H-14-BHS	50	23	9	7	46	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	36	14	10	70					< 1
RT1-H-17-BHS	50	44	34	21	91	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	70	51	31	143					< 1
	120	70	51	31	112					< 1
RT1-H-20-BHS	100	107	64	52	191	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
RT1-H-25-BHS	50	127	72	51	242	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	100	204	140	87	369					< 1
	120	217	140	87	395					< 1
RT1-H-32-BHS	80	395	217	153	738	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
	120	459	281	178	892					< 1
	160	484	281	178	892					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-ecommerce.com/downloads/robotics/RT1-H...-BHS.zip>



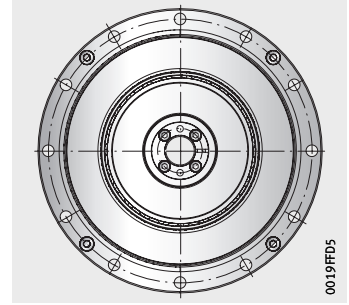
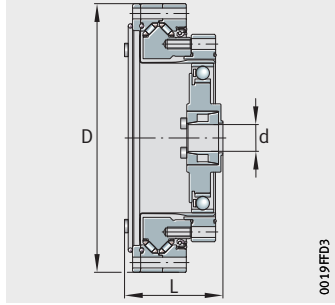
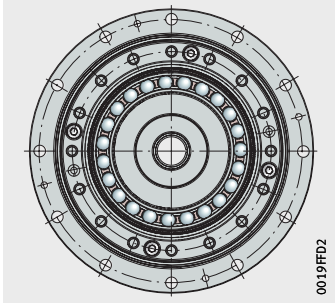
J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,08	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,41	70	52,5	14
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,17	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,59	80	56,5	19
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,35	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89	0,83	90	51,5	21
1,01	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	1,39	110	55,5	29
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
2,37	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5	2,87	142	65,5	36
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT1-H...-BMS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT1-H-14-BMS	50	23	9	7	46	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	36	14	10	70					< 1
RT1-H-17-BMS	50	44	34	21	91	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	70	51	31	143					< 1
	120	70	51	31	112					< 1
RT1-H-20-BMS	100	107	64	52	191	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
RT1-H-25-BMS	50	127	72	51	242	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	100	204	140	87	369					< 1
	120	217	140	87	395					< 1
RT1-H-32-BMS	80	395	217	153	738	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 1
	120	459	281	178	892					< 1
	160	484	281	178	892					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-ecommerce.com/downloads/robotics/RT1-H...-BMS.zip>



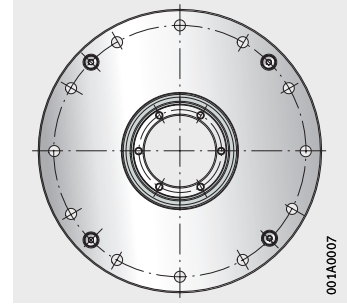
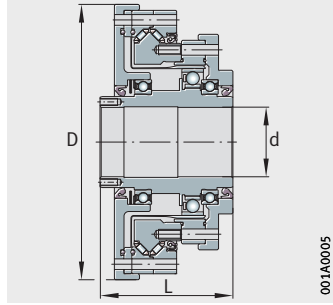
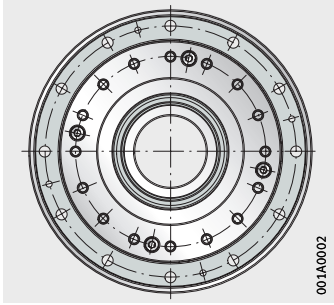
J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,37	70	28,5	6
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,52	80	33	8
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89	0,72	90	33,5	9
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	1,2	110	37	11
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
1,34	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5	2,53	142	44	14
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT1-H...-UHS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT1-H-14-UHS	50	23	9	7	46	8 500	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	36	14	10	70					< 1
RT1-H-17-UHS	50	44	34	21	91	7 300	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 2
	100	70	51	31	143					< 1
	120	70	51	31	112					< 1
RT1-H-20-UHS	100	107	64	52	191	6 000	1 000	< 1	< ±0,1	< 1
RT1-H-25-UHS	50	127	72	51	242	5 600	1 000	< 1	< ±0,1	< 2
	100	204	140	87	369					< 1
	120	217	140	87	395					< 1
RT1-H-32-UHS	80	395	217	153	738	4 800	1 000	< 1	< ±0,1	< 1
	120	459	281	178	892					< 1
	160	484	281	178	892					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-ecommerce.com/downloads/robotics/RT1-H...-UHS.zip>



J 10 ⁻⁴ kg·m ²	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,08	3 400	4 700	5 700	88	101	4,63	0,67	74	52,5	14
	4 700	6 100	7 100	69	100	7,26				
0,17	8 100	11 000	13 000	270	260	14,2	0,92	84	56,5	19
	10 000	14 000	16 000	240	260	25,3				
	10 000	14 000	16 000	240	260	30,3				
0,35	16 000	25 000	29 000	320	370	33,7	1,35	95	51,5	21
1,01	25 000	34 000	44 000	560	604	29,5	2,05	115	55,5	29
	31 000	50 000	57 000	490	600	51,6				
	31 000	50 000	57 000	480	599	60,6				
2,37	67 000	110 000	120 000	740	1 002	62,3	4,14	147	65,5	36
	67 000	110 000	120 000	680	999	85,8				
	67 000	110 000	120 000	670	997	113				

SCHAEFFLER

Präzisionswellgetriebe RT2

Standard Torque

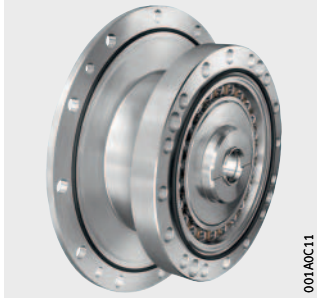
Präzisionswellgetriebe RT2

	Seite
Produktübersicht	Präzisionswellgetriebe RT2 62
Merkmale 63
	Component Set (CS)..... 64
	Basic Unit Hollow Shaft (BHS) 66
	Basic Unit Motor Shaft (BMS) 67
	Unit Hollow Shaft (UHS) 68
Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung	Bestellbeispiel..... 69
	Bestellbezeichnung 69
Erläuterungen der Formelzeichen 70
Maßtabellen	Präzisionswellgetriebe
	Baureihe RT2-H-.-CS 72
	Baureihe RT2-C-.-CS 74
	Baureihe RT2-H-.-BHS..... 76
	Baureihe RT2-H-.-BMS 78
	Baureihe RT2-C-.-BMS 80
	Baureihe RT2-H-.-UHS..... 82

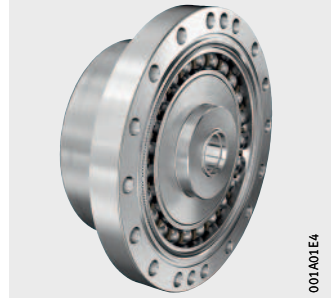
Produktübersicht Präzisionswellgetriebe RT2

Component Set
Variante HAT
Variante CUP

H...-CS

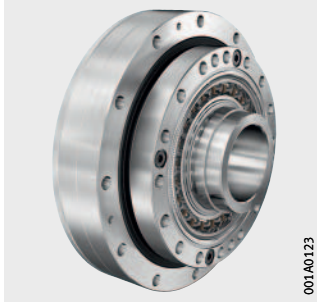


C...-CS



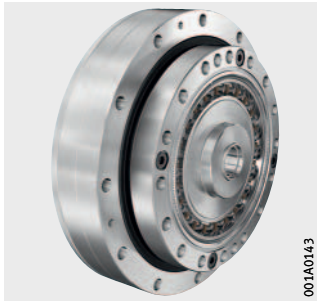
Basic Unit Hollow Shaft

H...-BHS

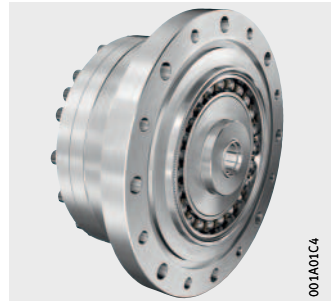


Basic Unit Motor Shaft

H...-BMS

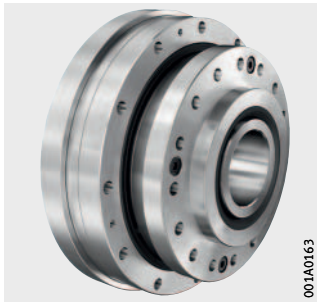


C...-BMS



Unit Hollow Shaft

H...-UHS



Präzisionswellgetriebe RT2

Merkmale

Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT2 sind kompakte, leichte Getriebe mit einer hohen Positioniergenauigkeit. Auf geringem Bauraum lassen sie sehr hohe Drehmomente bei lebenslanger Präzision zu. Der Drehmomentbereich reicht von 18 Nm bis 372 Nm. Die Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT2 gibt es in fünf verschiedenen Baugrößen und mit fünf verschiedenen Getriebeuntersetzungen. Verfügbar sind sie als Component Set, Variante HAT und Variante CUP.

Ausführung	Getriebeeigenschaft			
	Variante HAT	Variante CUP	Abtriebslager	Antriebsseite
Component Set CS	●	●	–	direkter Motoranbau mit Klemmelement
Basic Unit Hollow Shaft BHS	●	–	●	mit Hohlwelle
Basic Unit Motor Shaft BMS	●	●	●	direkter Motoranbau mit Klemmelement
Unit Hollow Shaft UHS	●	–	●	abgedichtete Getriebebox mit Gehäuse und Hohlwelle

Präzisionswellgetriebe RT2

Component Set (CS)

Die Ausführung CS ist die Basisversion aller Getriebevarianten und besteht aus den drei wesentlichen Hauptkomponenten eines Wellgetriebes:

- Wave Generator
- Flexspline
- Circular Spline

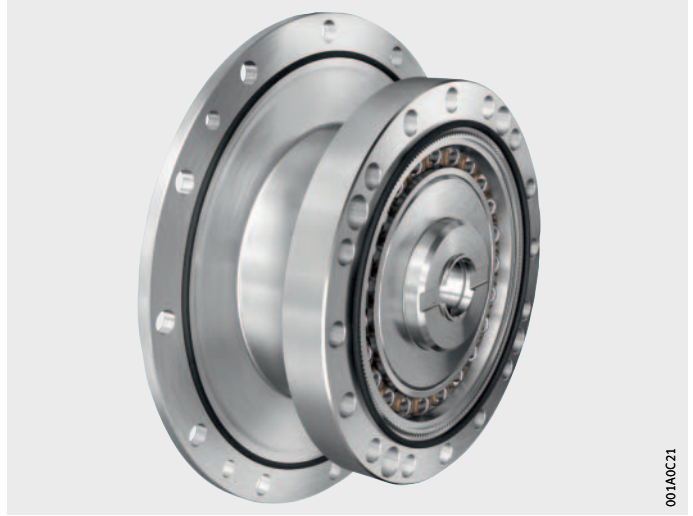
Die Ausführung CS ist in zwei Varianten erhältlich als:

- Variante HAT
für Anwendungen, bei denen eine große zentrische Hohlwelle gefordert ist

- Variante CUP
zur Realisierung kompakter, leichter Antriebssysteme

Beide Varianten werden ohne Gehäuse, Eingangswelle und Abtriebslager geliefert und bieten somit viele Freiheitsgrade für kreative Antriebslösungen. Die Ausführung CS bietet, bei geringem Gewicht und kompakten Abmessungen, eine exzellente Positioniergenauigkeit und eine lebenslange Präzision.

Bild 1
RT2-H...CS



001A0C21

Bild 2
RT2-C...CS



001A0F6

Präzisionswellgetriebe RT2

Basic Unit Hollow Shaft (BHS)

Die Ausführung BHS besteht aus einem Component Set, Variante HAT, und einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager.

Besonderes Merkmal dieser Ausführung ist die zentrische Hohlwelle, durch die zum Beispiel eine mechanische Welle oder notwendige Energieversorgungskabel geführt werden können.

Die Hohlwelle, das geringe Gewicht und die kurze Baulänge verringern in vielen Anwendungsfällen den Konstruktionsaufwand.

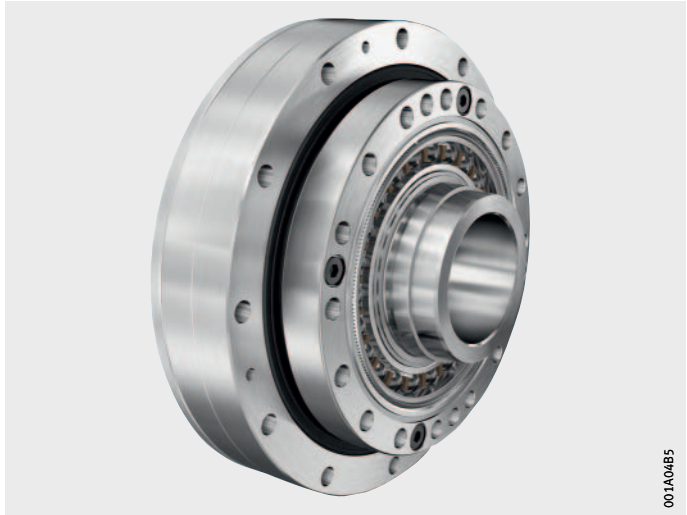


Bild 3
RT2-...-BHS

001A04E5

Basic Unit Motor Shaft (BMS)

Die Ausführung BMS besteht aus einem Component Set, Variante HAT oder Variante CUP, einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager, und einem integrierten Klemmelement zum Motoranbau.

Durch das integrierte Klemmelement wird eine spielfreie und kostengünstige Verbindung zwischen Motorwelle und Präzisionswellgetriebe sichergestellt. Das präzise und kippsteife Abtriebslager und die einfache Motoranbindung minimieren mögliche Einbaufehler.



Bild 4
RT2-H...-BMS

001A04C5



Bild 5
RT2-C...-BMS

001A04D6

Präzisionswellgetriebe RT2

Unit Hollow Shaft (UHS)

Die Ausführung UHS besteht aus einem Component Set, Variante HAT, und einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager.

Die vollständig abgedichtete Ausführung UHS ist für den axialen oder parallelen Motoranbau geeignet und lässt sich mit geringem Aufwand für Konstruktion und Montage in die Applikation integrieren.

Besonderes Merkmal dieser Ausführung ist die zentrische Hohlwelle, durch die zum Beispiel eine mechanische Welle oder notwendige Energieversorgungskabel geführt werden können.



Bild 6
RT2-H-...-UHS

001_A0_AE6

**Bestellbeispiel,
Bestellbezeichnung**

Aufbau der Bestellbezeichnung für Präzisionswellgetriebe der Baureihe Standard Torque RT2.

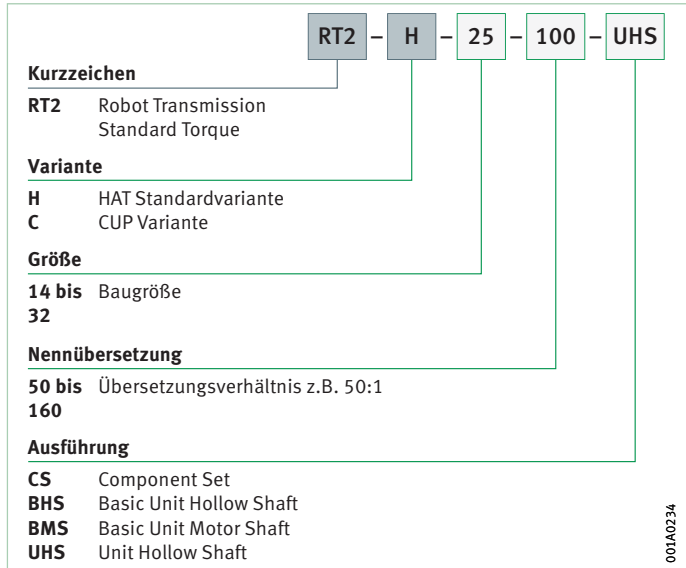


Bild 7
Aufbau der Bestellbezeichnung

Bestellbeispiel

Baureihe Standard Torque RT2
 Variante HAT
 Baugröße
 Übersetzungsverhältnis zum Beispiel 100:1
 Basic Unit Hollow Shaft

RT2
 H
 25
 100
 UHS

Bestellbezeichnung

RT2-H-25-100-UHS

Präzisionswellgetriebe RT2

Erläuterung der Formelzeichen

Die Erläuterungen beziehen sich auf die Angaben in der folgenden Produkttabellen.

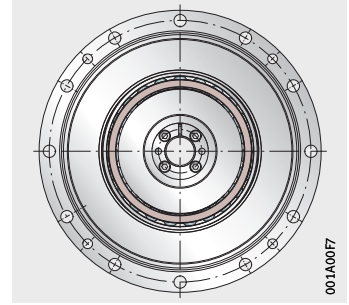
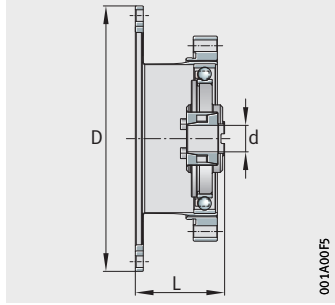
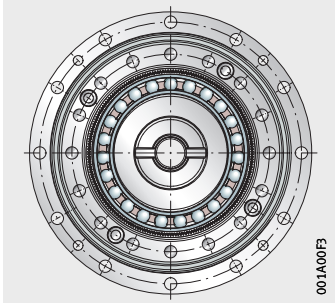
i	–
Getriebeuntersetzung	
T_R	Nm
Maximales Drehmoment	
T_A	Nm
Durchschnittliches Drehmoment	
T_N	Nm
Nenn Drehmoment	
T_M	Nm
Kollisionsdrehmoment	
n_{max}	min^{-1}
Maximale Antriebsdrehzahl	
$n_{av\ max}$	min^{-1}
Durchschnittliche Antriebsdrehzahl	
φ_{TA}	arcmin
Übertragungsgenauigkeit	
φ_R	arcmin
Wiederholgenauigkeit	
φ_H	arcmin
Hystereseverlust	
J	$10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
Massenträgheitsmoment	
K_1	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_2	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_3	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
T_{NLST}	mNm
Lastfreies Anlaufdrehmoment bei +20 °C	
T_{NLRT}	mNm
Lastfreies Laufdrehmoment bei +20 °C und 2 000 min^{-1}	
T_{BT}	Nm
Rückdrehmoment bei +20 °C	
m	kg
Masse	
D	nm
Durchmesser	
L	mm
Länge	
d	nm
Wellendurchmesser	

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-H...-CS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-H-14-CS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-H-17-CS	50	34	26	16	70	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-H-20-CS	50	56	34	25	98	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-H-25-CS	50	98	55	39	186	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-H-32-CS	50	216	108	76	382	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-H...-CS.zip>



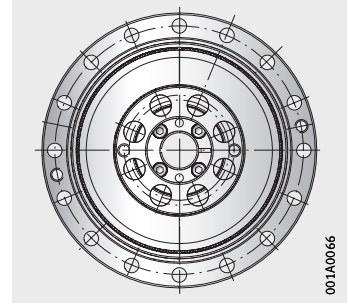
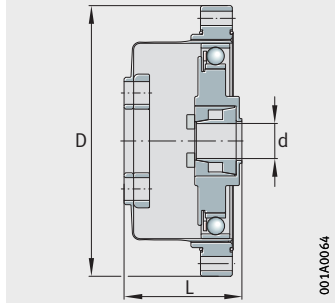
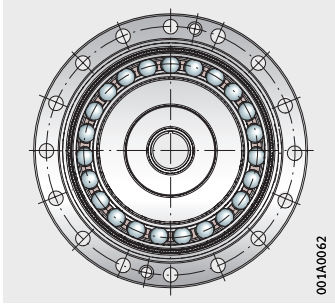
J 10 ⁻⁴ kg·m ²	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,11	70	23,5	6
	4 700	6 100	7 100	24	35	2,02				
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,18	80	26,5	8
	10 000	14 000	16 000	33	51	2,78				
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	13 000	18 000	23 000	66	107	3,47	0,31	90	29	9
	16 000	25 000	29 000	41	106	3,45				
	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89				
	16 000	25 000	29 000	33	105	4,17				
	16 000	25 000	29 000	29	104	4,88				
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	0,48	110	34	11
	31 000	50 000	57 000	77	196	6,48				
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
	31 000	50 000	57 000	55	194	9,26				
1,34	54 000	78 000	98 000	260	407	13,7	0,89	142	42	14
	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5				
	67 000	110 000	120 000	150	400	15,8				
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-C...-CS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-C-14-CS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-C-17-CS	50	34	26	16	70	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-C-20-CS	50	56	34	25	98	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-C-25-CS	50	98	55	39	186	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-C-32-CS	50	216	108	76	382	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-C...-CS.zip>



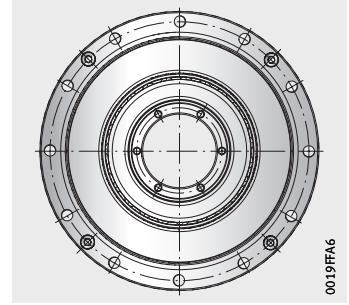
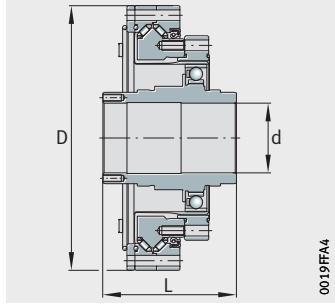
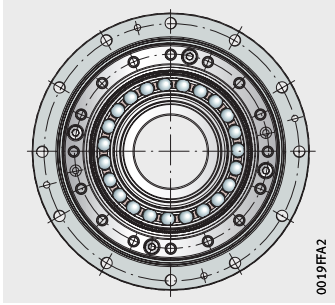
J 10 ⁻⁴ kg·m ²	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,1	50	28,5	6
	4 700	6 100	7 100	24	35	2,02				
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,14	60	33	8
	10 000	14 000	16 000	33	51	2,78				
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	13 000	18 000	23 000	66	107	3,47	0,23	70	33,5	9
	16 000	25 000	29 000	41	106	3,45				
	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89				
	16 000	25 000	29 000	33	105	4,17				
	16 000	25 000	29 000	29	104	4,88				
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	0,38	85	37	11
	31 000	50 000	57 000	77	196	6,48				
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
	31 000	50 000	57 000	55	194	9,26				
1,34	54 000	78 000	98 000	260	407	13,7	0,87	110	44	14
	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5				
	67 000	110 000	120 000	150	400	15,8				
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-H...-BHS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-H-14-BHS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-H-17-BHS	50	34	26	16	70	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-H-20-BHS	50	56	34	25	98	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-H-25-BHS	50	98	55	39	186	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-H-32-BHS	50	216	108	76	382	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-H...-BHS.zip>



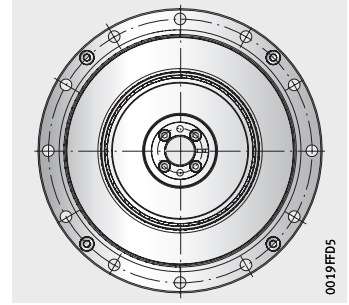
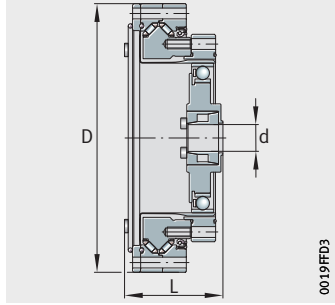
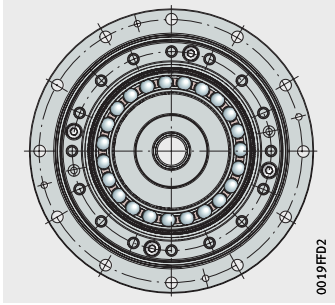
J 10 ⁻⁴ kg·m ²	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,08	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,41	70	52,5	14
	4 700	6 100	7 100	24	35	2,02				
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,17	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,59	80	56,5	19
	10 000	14 000	16 000	33	51	2,78				
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,35	13 000	18 000	23 000	66	107	3,47	0,83	90	51,5	21
	16 000	25 000	29 000	41	106	3,45				
	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89				
	16 000	25 000	29 000	33	105	4,17				
	16 000	25 000	29 000	29	104	4,88				
1,01	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	1,39	110	55,5	29
	31 000	50 000	57 000	77	196	6,48				
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
	31 000	50 000	57 000	55	194	9,26				
2,37	54 000	78 000	98 000	260	407	13,7	2,87	142	65,5	36
	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5				
	67 000	110 000	120 000	150	400	15,8				
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-H...-BMS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-H-14-BMS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-H-17-BMS	50	34	26	16	70	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-H-20-BMS	50	56	34	25	98	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-H-25-BMS	50	98	55	39	186	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-H-32-BMS	50	216	108	76	382	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-H...-BMS.zip>



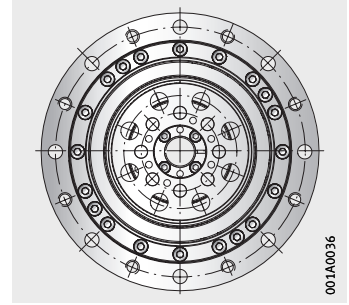
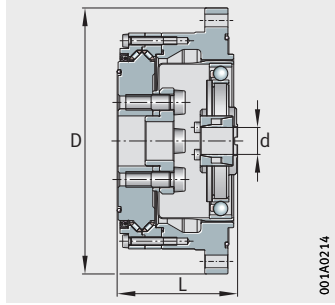
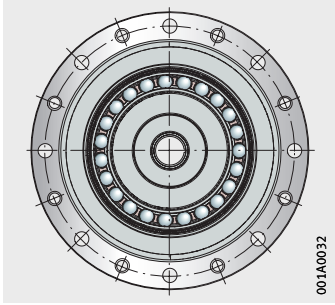
J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,37	70	28,5	6
	4 700	6 100	7 100	24	35	2,02				
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,52	80	33	8
	10 000	14 000	16 000	33	51	2,78				
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	13 000	18 000	23 000	66	107	3,47	0,72	90	33,5	9
	16 000	25 000	29 000	41	106	3,45				
	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89				
	16 000	25 000	29 000	33	105	4,17				
	16 000	25 000	29 000	29	104	4,88				
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	1,2	110	37	11
	31 000	50 000	57 000	77	196	6,48				
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
	31 000	50 000	57 000	55	194	9,26				
1,34	54 000	78 000	98 000	260	407	13,7	2,53	142	44	14
	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5				
	67 000	110 000	120 000	150	400	15,8				
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-C...-BMS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-C-14-BMS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-C-17-BMS	50	34	26	16	70	7 300	3 500	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-C-20-BMS	50	56	34	25	98	6 000	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-C-25-BMS	50	98	55	39	186	5 600	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-C-32-BMS	50	216	108	76	382	4 800	3 500	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-C...-BMS.zip>



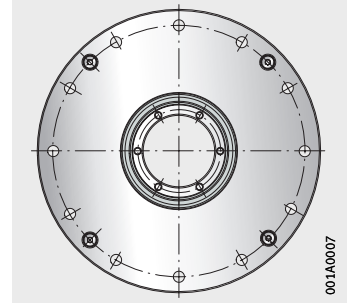
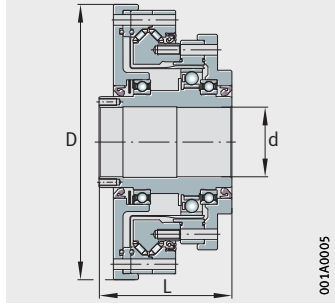
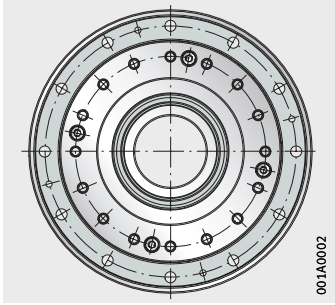
J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,036	3 400	4 700	5 700	33	36	1,74	0,49	73	41	6
	4 700	6 100	7 100	24	35	2,02				
	4 700	6 100	7 100	21	35	2,21				
0,065	8 100	11 000	13 000	61	53	2,68	0,62	79	45	8
	10 000	14 000	16 000	33	51	2,78				
	10 000	14 000	16 000	29	51	3,06				
	10 000	14 000	16 000	27	51	3,41				
0,155	13 000	18 000	23 000	66	107	3,47	0,89	93	45,5	9
	16 000	25 000	29 000	41	106	3,45				
	16 000	25 000	29 000	37	105	3,89				
	16 000	25 000	29 000	33	105	4,17				
	16 000	25 000	29 000	29	104	4,88				
0,36	25 000	34 000	44 000	120	199	6,32	1,4	107	52	11
	31 000	50 000	57 000	77	196	6,48				
	31 000	50 000	57 000	69	195	7,26				
	31 000	50 000	57 000	63	195	7,96				
	31 000	50 000	57 000	55	194	9,26				
1,34	54 000	78 000	98 000	260	407	13,7	3	138	62	14
	67 000	110 000	120 000	160	401	13,5				
	67 000	110 000	120 000	150	400	15,8				
	67 000	110 000	120 000	130	399	16,4				
	67 000	110 000	120 000	120	398	20,2				

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT2-H...-UHS

Produkttable										
Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT2-H-14-UHS	50	18	6,9	5,4	35	8 500	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	23	11	7,8	47					< 1
	100	28	11	7,8	54					< 1
RT2-H-17-UHS	50	34	26	16	70	7 300	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 2
	80	43	27	22	87					< 1
	100	54	39	24	110					< 1
	120	54	39	24	86					< 1
RT2-H-20-UHS	50	56	34	25	98	6 000	1 000	< 1	< ±0,1	< 2
	80	74	47	34	127					< 1
	100	82	49	40	147					< 1
	120	87	49	40	147					< 1
	160	92	49	40	147					< 1
RT2-H-25-UHS	50	98	55	39	186	5 600	1 000	< 1	< ±0,1	< 2
	80	137	87	63	255					< 1
	100	157	108	67	284					< 1
	120	167	108	67	304					< 1
	160	176	108	67	314					< 1
RT2-H-32-UHS	50	216	108	76	382	4 800	1 000	< 1	< ±0,1	< 2
	80	304	167	118	568					< 1
	100	333	216	137	647					< 1
	120	353	216	137	686					< 1
	160	372	216	137	686					< 1

CAD-Download:
<https://cdn.schaeffler-e-commerce.com/downloads/robotics/RT2-H...-UHS.zip>



J 10 ⁻⁴ kg·m ²	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,08	3 400	4 700	5 700	88	101	4,63	0,67	74	52,5	14
	4 700	6 100	7 100	75	100	6,32				
	4 700	6 100	7 100	69	100	7,26				
0,17	8 100	11 000	13 000	270	262	14,2	0,92	84	56,5	19
	10 000	14 000	16 000	250	260	21,1				
	10 000	14 000	16 000	240	260	25,3				
	10 000	14 000	16 000	240	260	30,3				
0,35	13 000	18 000	23 000	360	373	19	1,35	95	51,5	21
	16 000	25 000	29 000	330	371	27,8				
	16 000	25 000	29 000	320	370	33,7				
	16 000	25 000	29 000	310	370	39,2				
	16 000	25 000	29 000	310	369	52,2				
1,01	25 000	34 000	44 000	560	604	29,5	2,05	115	55,5	29
	31 000	50 000	57 000	500	601	42,1				
	31 000	50 000	57 000	490	600	51,6				
	31 000	50 000	57 000	480	599	60,6				
	31 000	50 000	57 000	470	599	79,2				
2,37	54 000	78 000	98 000	850	1 008	44,7	4,14	147	65,5	36
	67 000	110 000	120 000	740	1 002	62,3				
	67 000	110 000	120 000	720	1 000	75,8				
	67 000	110 000	120 000	680	999	85,8				
	67 000	110 000	120 000	670	997	113				

SCHAEFFLER

**Sensorisiertes
Präzisionswellgetriebe RT1-T**

High Torque

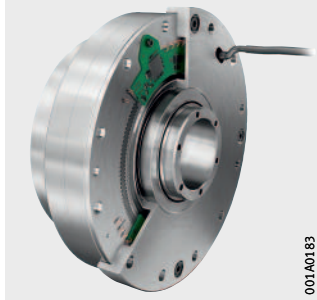
Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T

	Seite
Produktübersicht	Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T 86
Merkmale	Unit Hollow Shaft (UHS-T)..... 87
	Sensor-Spezifikationen 88
Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung	Bestellbeispiel..... 89
	Bestellbezeichnung 89
Erläuterungen der Formelzeichen 90
Maßtabelle	Präzisionswellgetriebe Baureihe RT1-H...-UHS-T..... 92

Produktübersicht **Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T**

Unit Hollow Shaft
mit integriertem
Drehmomentsensor

H...-UHS-T



001.A0183

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T

Merkmale **Unit Hollow Shaft** **mit integriertem** **Drehmomentsensor (UHS-T)**

Die Ausführung UHS-T besteht aus einem Component Set, Variante HAT, mit einem integrierten Drehmomentsensor und einem kippsteifen zweireihigen Schrägnadellager XZU als Abtriebslager. Die vollständig abgedichtete Ausführung UHS-T ist für den axialen Motoranbau geeignet und lässt sich mit geringem Aufwand für Konstruktion und Montage in die Applikation integrieren.

Besonderes Merkmal dieser Ausführung ist die zentrische Hohlwelle, durch die zum Beispiel notwendige Versorgungsleitungen geführt werden können.

Die technischen Daten des Präzisionswellgetriebes der Baureihe High Torque RT1 bleiben von der Integration des Drehmomentsensors unbeeinflusst.

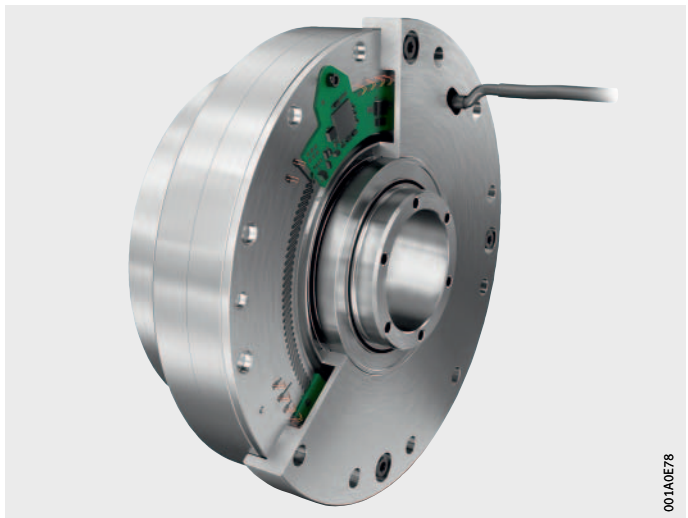


Bild 1
RT1-H...-UHS-T

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T

Sensor-Spezifikationen Technische Daten

Allgemein				
Kurzzeichen	RT1-H-...-UHS-T			
Baugröße	14	17	25	32
Sensoreigenschaften				
Hauptmessbereich (= RPT) \pm Nm	36	70	204	484
Genauigkeit (mit Hauptmessbereich) ¹⁾ \pm % FS	1,5			
Maximaler Messbereich (= MPT) \pm Nm	70	143	369	892
Auflösung bit	16			
Ausgangsauflösung				
Kommunikation	SPI			
	Offene Drahtenden			
	Stecker anpassbar			
Kabellänge mm	438 \pm 8,1 mm			
Betriebsbedingungen				
Stromanschluss VDC	5 \pm 0,5 V			
Stromaufnahme mA	500			
Betriebstemperaturbereich °C	+0 – +80			
Standards				
Umgebungsspezifische Fähigkeit	EN 61000-6-2, EN 61326-1			
	EN 61000-6-3 (CISPR 11, EN 55011)			
	gemäß IEC 68000			
	UL94 V-0			
	EU-Richtlinie CE 2011/65/EU			
Robotergestützt einsetzbar	gemäß DIN EN ISO 10218-1, DIN EN ISO 10218-2			

¹⁾ FS = \pm MPT.

**Bestellbeispiel,
Bestellbezeichnung**

Aufbau der Bestellbezeichnung für Präzisionswellgetriebe der Baureihe High Torque RT1 mit integriertem Drehmomentsensor.

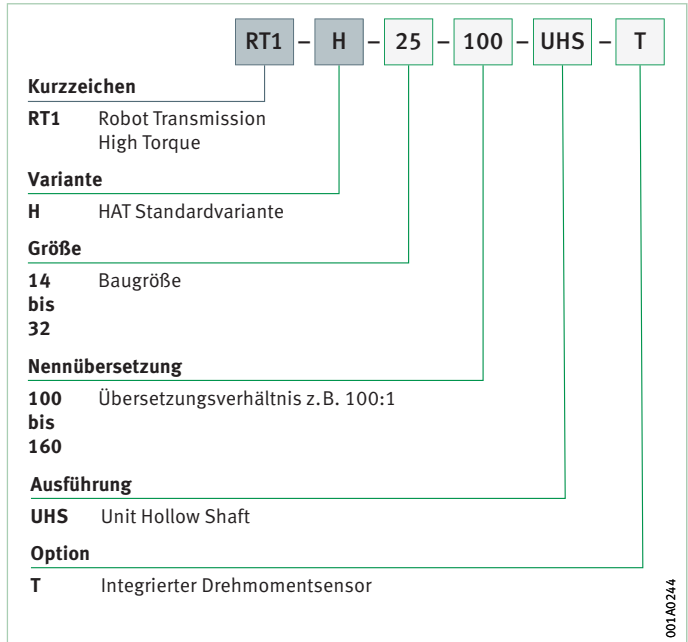


Bild 2
Aufbau der Bestellbezeichnung

Bestellbeispiel

Baureihe High Torque RT1	RT1
Variante HAT	H
Baugröße	25
Übersetzungsverhältnis zum Beispiel 100:1	100
Basic Unit Hollow Shaft	UHS
Integrierter Drehmomentsensor	T

Bestellbezeichnung

RT1-H-25-100-UHS-T

Sensorisiertes Präzisionswellgetriebe RT1-T

Erläuterung der Formelzeichen

Die Erläuterungen beziehen sich auf die Angaben in der folgenden Produkttabellen.

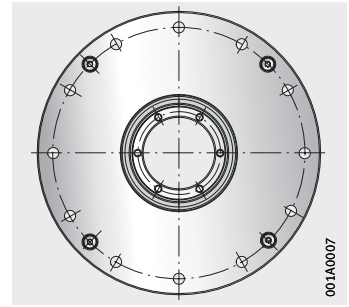
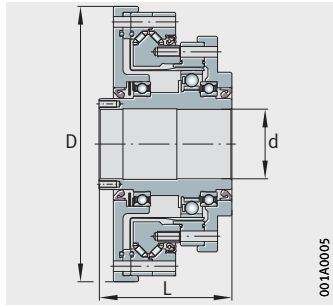
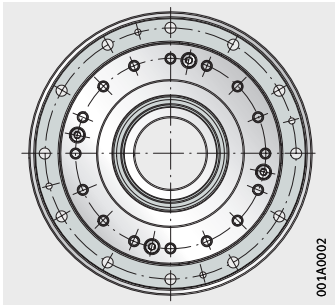
i	–
Getriebeuntersetzung	
T_R	Nm
Maximales Drehmoment	
T_A	Nm
Durchschnittliches Drehmoment	
T_N	Nm
Nenn Drehmoment	
T_M	Nm
Kollisionsdrehmoment	
n_{max}	min^{-1}
Maximale Antriebsdrehzahl	
$n_{av\ max}$	min^{-1}
Durchschnittliche Antriebsdrehzahl	
φ_{TA}	arcmin
Übertragungsgenauigkeit	
φ_R	arcmin
Wiederholgenauigkeit	
φ_H	arcmin
Hystereseverlust	
J	$10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
Massenträgheitsmoment	
K_1	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_2	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
K_3	Nm/rad
Torsionssteifigkeit	
T_{NLST}	mNm
Lastfreies Anlaufdrehmoment bei +20 °C	
T_{NLRT}	mNm
Lastfreies Laufdrehmoment bei +20 °C und 2 000 min^{-1}	
T_{BT}	Nm
Rückdrehmoment bei +20 °C	
m	kg
Masse	
D	nm
Durchmesser	
L	mm
Länge	
d	nm
Wellendurchmesser	

Präzisionswellgetriebe

Baureihe RT1-H...-UHS-T

Produkttable

Kurzzeichen	Leistungsdaten									
	i	T _R Nm	T _A Nm	T _N Nm	T _M Nm	n _{max} min ⁻¹	n _{av max} min ⁻¹	φ _{TA} arcmin	φ _R arcmin	φ _H arcmin
RT1-H-14-UHS-T	100	36	14	10	70	8 500	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 1
RT1-H-17-UHS-T	100	70	51	31	143	7 300	1 000	< 1,5	< ±0,1	< 1
RT1-H-25-UHS-T	100	204	140	87	369	5 600	1 000	< 1	< ±0,1	< 1
RT1-H-32-UHS-T	160	484	281	178	892	4 800	1 000	< 1	< ±0,1	< 1



J $10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$	K ₁ Nm/rad	K ₂ Nm/rad	K ₃ Nm/rad	T _{NLST} mNm	T _{NLRT} mNm	T _{BT} Nm	Masse	Abmessungen		
							≈ m kg	D mm	L mm	d mm
0,08	4 700	6 100	7 100	69	100	7,26	0,67	74	52,5	14
0,17	10 000	14 000	16 000	240	260	25,3	0,92	84	56,5	19
1,01	31 000	50 000	57 000	490	600	51,6	2,05	115	55,5	29
2,37	67 000	110 000	120 000	670	997	113	4,14	147	65,5	36

Glossar

A

Abstand zum Lagermittelpunkt R

Abstand vom Schwerpunkt der Belastung zum Lagermittelpunkt des Abtriebslagers.

Arbeitsbereich

Nachfolgende Grafik stellt die unterschiedlichen Arbeitsbereiche des Wellgetriebes dar. Die Belastung am Getriebeausgang erhöht sich vom Betriebsbereich über den Kollisionsbereich bis hin zum kritischen Arbeitsbereich.

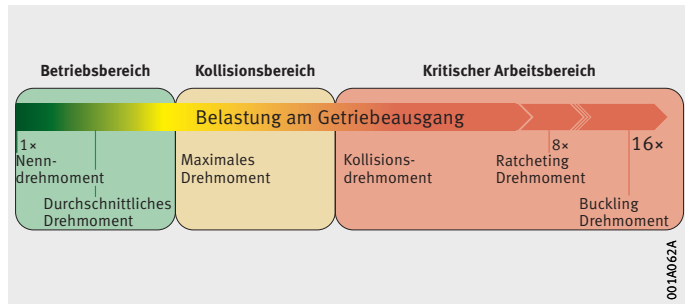


Bild 1
Arbeitsbereich

B

Baugröße

Wird abgeleitet vom Teilkreisdurchmesser der Flexspline in Zoll multipliziert mit 10.

Buckling Drehmoment

Theoretisch berechneter Wert, der aus der Konstruktion des Wellgetriebes abgeleitet wird. Im statischen Getriebezustand und extern anliegendem Drehmoment tritt Buckling bei etwa $T_{\text{Buckling}} \cong 16 \times T_N$ auf.

C

Circular Spline

Zylindrisches Bauteil des Wellgetriebes mit Innenverzahnung.

D

Dedoidal

Dedoidale Montage bezeichnet ein Phänomen, bei dem der Flexspline auf einer Seite einen Zahn überspringt.

Durchschnittliche Antriebsdrehzahl Getriebe $n_{\text{av max}}$

Zulässige durchschnittliche Antriebsdrehzahl des Wellgetriebes. Der Katalogwert darf in der Anwendung nicht überschritten werden.

Durchschnittliches Drehmoment T_A

Grenzwert des Wellgetriebes für das durchschnittliche Drehmoment. Der Katalogwert darf in der Anwendung nicht überschritten werden.

Durchschnittliches Drehmoment der Anwendung $T_{\text{out av}}$

Ermitteltes durchschnittliches Drehmoment der Anwendung bei variablem Lastzyklus.

Durchschnittliche Eingangsdrehzahl der Anwendung $n_{\text{in av}}$

Durchschnittliche Eingangsdrehzahl der Anwendung bei variablem Lastzyklus.

Dynamische radiale Tragzahl C

Zulässige dynamische Belastung am Abtriebslager bei dynamischem Betrieb.

F

Flexspline

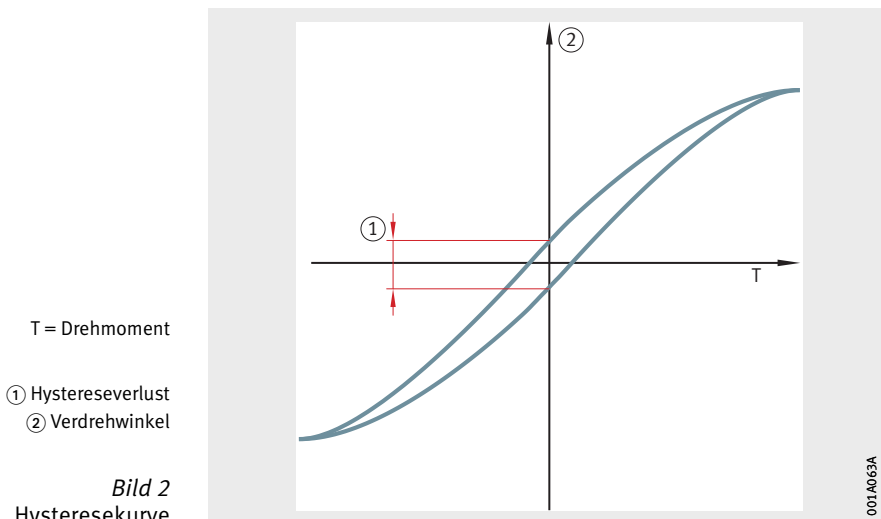
Flexibles, torsionssteifes Bauteil des Wellgetriebes mit Außenverzahnung.

Funktionale Sicherheit (FuSi)

Teil eines Systems, der von der korrekten Funktion des sicherheitsbezogenen Systems und anderer risikomindernder Maßnahmen abhängt.

H Hysteresekurve

Das Drehmomentdiagramm eines Wellgetriebes hat die typische Charakteristik einer Hysteresekurve. Die Hysteresekurve durchläuft den Koordinatenursprung in der Regel nicht. Die Winkelabweichung bei Nulldrehmoment wird als Hystereseverlust bezeichnet.



K Kippmoment M

Kippmoment am Abtriebslager.

Kippsteifigkeit K_B

Verhältnis von anliegendem Kippmoment und Kippwinkel am Abtriebslager.

Kippwinkel Y

Kippwinkel am Abtriebslager bei Kippmoment.

Kollisionsdrehmoment T_M

Im Falle eines notwendigen Not-Stopps im Betrieb kann das Wellgetriebe einem kurzen Kollisionsdrehmoment ausgesetzt werden. Eine Beschädigung des Wellgetriebes und damit eine reduzierte Lebensdauer ist dabei jedoch nicht ausgeschlossen. Die Höhe und die Anzahl der auftretenden Not-Stopps im Betrieb muss auf einen Mindestwert beschränkt werden und unter dem angegebenen Kollisionsdrehmoment des Präzisionswellgetriebes liegen.

L Lastfreies Anlaufdrehmoment

Anlaufdrehmoment im lastfreien Betrieb, ermittelt bei einer Getriebetemperatur von +20 °C.

Lastfreies Laufdrehmoment

Laufdrehmoment im lastfreien Betrieb, ermittelt bei einer Getriebetemperatur von +20 °C und einer Eingangs-drehzahl von 2 000 min⁻¹.

Lastfreies Rückdrehmoment

Notwendiges minimales Drehmoment, um das Wellgetriebe ausgehend vom Getriebeausgang bei frei drehbarem Wave Generator und einer Getriebetemperatur von +20 °C zurückzudrehen.

Lebensdauer L_{10}

Der Wert L_{10} gibt die zu erwartende Lebensdauer bei Belastung des Wellgetriebes an.

Glossar

M

Masse m	Masse des Wellgetriebes in Standardausführung ohne Verpackung.
Massenträgheitsmoment J	Massenträgheitsmoment am Getriebeeingang.
Maximale Antriebsdrehzahl Getriebe n_{\max}	Maximale Antriebsdrehzahl, die in hochdynamischen Anwendungen angewendet werden kann. Um einen unzulässigen Temperaturanstieg zu vermeiden, darf die maximale Antriebsdrehzahl nur für kurze Zeit auftreten. Der Katalogwert darf in der Anwendung nicht überschritten werden.
Maximales Drehmoment T_R	Maximales Beschleunigungs- und Verzögerungsmoment, das in hochdynamischen Anwendungen kurzzeitig angewendet werden kann. Dieser Wert darf in der Anwendung nicht überschritten werden.
Mittlerer Lagerdurchmesser d_M	Mittlerer Durchmesser der Wälzkörperlaufbahn am Abtriebslager.

N

Nenndrehmoment T_N	Referenzdrehmoment zur Berechnung der Lebensdauer des Wave Generator und zur Bestimmung des Wirkungsgrads. Mit Nenndrehmoment belastet und mit Nenndrehzahl ($2\,000\text{ min}^{-1}$) drehend, erreicht das Wave Generator Lager die Nennlebensdauer mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 10% für den Wert L_{10} .
Nenndrehzahl n_N	Nenningangsdrehzahl zur Berechnung der Lebensdauer des Wave Generator und zur Bestimmung des Wirkungsgrads.
Nennlebensdauer L_N	Nennlebensdauer bei Nenndrehmoment und Nenndrehzahl. Dieser Wert beträgt 10 000 Stunden für Präzisionswellgetriebe der Baureihe RT1 sowie RT1-T und 7 000 Stunden für Baureihe RT2.

R

Ratcheting-Drehmoment	Ein theoretisch berechneter Wert, der aus der Konstruktion eines Wellgetriebes abgeleitet wird. Im dynamischen Verzahnungszustand tritt Ratcheting bei einem angelegten Drehmoment von circa $T_{\text{Ratcheting}} \cong 8 \times T_N$. Der Zahnkontakt geht verloren und die Verzahnung rutscht übereinander.
------------------------------	--

T

Torsionssteifigkeit

Beschreibt die Widerstandsfähigkeit des Wellgetriebes gegen elastische Verformung durch ein angelegtes Drehmoment. Der Torsionswinkel im Lastzustand am Ausgang des Wellgetriebes wird gemessen, während der Eingang des Wellgetriebes blockiert ist. Die Torsionssteifigkeit ist der Quotient aus angelegtem Drehmoment und gemessenem Torsionswinkel. Da die Torsionssteifigkeit nicht linear über den gesamten Drehmomentbereich verläuft, ist die Übertragungsfunktion $\varphi = f(T)$ in drei Lastbereiche unterteilt. Die Werte für die gegebene Torsionssteifigkeit sind Durchschnittswerte, die bei zahlreichen Versuchen ermittelt wurden.

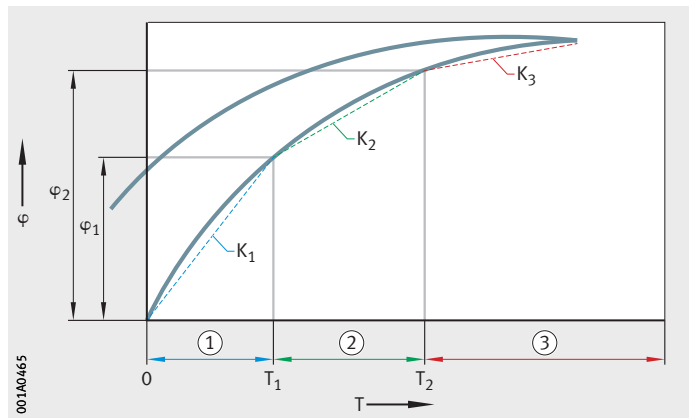


Bild 3
Torsionssteifigkeit

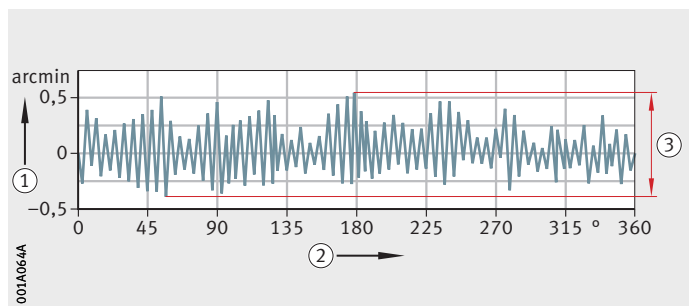
U

Getriebeuntersetzung i

Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.

Übertragungsgenauigkeit

Positionsabweichung zwischen der gemessenen Eingangsposition und der gemessenen Ausgangsposition. Die Übertragungsgenauigkeit wird für eine Drehrichtung und eine Gesamtdrehung am Getriebeausgang gemessen. Das Ergebnis ist die maximale Differenz zwischen den Varianzen.



- ① Übertragungsgenauigkeit
- ① Abtriebswinkel
- ① Maximaler Drehfehler

Bild 4
Übertragungsgenauigkeit

Glossar

W

Wave Generator

Elliptisches Antriebselement des Wellgetriebes mit Dünnringlager (Wellengenerator).

Wiederholgenauigkeit

Wichtiger Kennwert von Wellgetrieben.

Bei der Bestimmung der Wiederholgenauigkeit wird eine definierte Position wiederholt aus der gleichen Richtung kommend angefahren. Gemessen wird die Abweichung zwischen dem Sollwert und der erreichten Ist-Position.

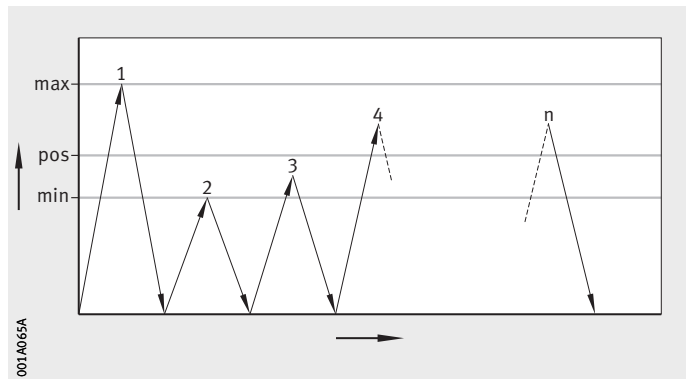


Bild 5

Wiederholgenauigkeit

$$\text{Wiederholgenauigkeit} = \pm \frac{\varphi_{\max} - \varphi_{\min}}{2}$$

Z

Zulässige Axiallast F_A

Zulässige Axiallast bei rotierendem Abtriebslager ohne Kippmoment und Radiallast.

Zulässige Radiallast F_R

Zulässige Radiallast bei rotierendem Abtriebslager ohne Kippmoment und Axiallast.

Zulässiges dynamisches Kippmoment $M_{\text{dyn max}}$

Maximal zulässiges Kippmoment im dynamischen Zustand. Berücksichtigt nicht nur die Lebensdauer des Abtriebslagers, sondern auch die notwendigen Einbauanforderungen des Wellgetriebes.

Zulässiges statisches Kippmoment M_0

Maximal zulässiges Kippmoment im statischen Zustand.

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Georg-Schäfer-Straße 30
97421 Schweinfurt
Deutschland
www.schaeffler.de
info.de@schaeffler.com

In Deutschland:
Telefon 0180 5003872
Aus anderen Ländern:
Telefon +49 9721 91-0

Alle Angaben wurden von uns sorgfältig erstellt und geprüft, jedoch können wir keine vollständige Fehlerfreiheit garantieren. Korrekturen bleiben vorbehalten. Bitte prüfen Sie daher stets, ob aktuellere Informationen oder Änderungshinweise verfügbar sind. Diese Publikation ersetzt alle abweichenden Angaben aus älteren Publikationen. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.
© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
TPI 275 / de-DE / DE / 2022-10